

# Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020

# **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020**

**Praha 2021**

  
**Český  
hydrometeorologický  
ústav**



## **Celková redakce ročenky:**

H. Škáchová, L. Vlasáková

## **I. ÚVOD**

B. Kotlík (SZÚ), L. Vlasáková

## **II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ**

A. Kassymova, P. Machálek, M. Petřík

## **III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY**

K. Sedláková, H. Škáchová

## **IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE**

J. Díšková, A. Holubová Šmejkalová, J. Horálek, I. Hůnová, A. Kassymova, P. Machálek, M. Petřík,  
J. Schovánková, M. Schreiberová, J. Sládeček, H. Škáchová, L. Vlasáková

## **V. KVALITA OVZDUŠÍ V REGIONECH ČESKÉ REPUBLIKY**

J. Brzezina, M. Hladík, L. Janatová, J. Komárek, B. Krejčí, P. Machálek, H. Plachá, M. Schreiberová,  
H. Škáchová, L. Vlasáková

## **VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM**

H. Škáchová, O. Vlček

## **VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ**

M. Schreiberová, L. Vlasáková

## **VIII. EVROPSKÝ KONTEXT**

J. Horálek, M. Klusáčková, H. Škáchová

## **IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE V ČESKÉ REPUBLICE**

I. Hůnová, P. Kurfürst, H. Škáchová

## **X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ**

M. Klusáčková, Š. Svoboda

## **Příloha I Podrobná specifikace prezentovaných imisních map**

J. Horálek, M. Schreiberová, O. Vlček

## **Příloha II Kvalita ovzduší na území České republiky během nouzových stavů**

J. Brzezina, M. Schreiberová

## **Technická spolupráce, odborné konzultace:**

N. Benešová, Z. Chromcová, I. Hůnová, B. Krejčí, J. Macoun, V. Novák, P. Novotný, H. Plachá,  
J. Schovánková, J. Sládeček, R. Srněnský, E. Svobodová, O. Vlček

© ČHMÚ 2021

ISBN 978-80-7653-024-9

# Obsah

PODĚKOVÁNÍ .....	5
SOUHRN .....	6
I. ÚVOD .....	10
I.1 Cíle publikace .....	12
I.2 Politický a legislativní rámec ochrany čistoty ovzduší .....	12
II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ .....	19
III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY .....	25
IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE .....	30
IV.1 Suspendované částice .....	31
IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2020 .....	31
IV.1.2 Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	40
IV.1.3 Emise PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	42
IV.2 Benzo[a]pyren .....	44
IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2020 .....	44
IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu .....	49
IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu .....	49
IV.3 Oxidy dusíku .....	51
IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2020 .....	51
IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku .....	53
IV.3.3 Emise oxidů dusíku .....	56
IV.4 Přízemní ozon .....	57
IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2020 .....	57
IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu .....	62
IV.4.3 Vznik přízemního ozonu .....	63
IV.5 Benzen .....	64
IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2020 .....	64
IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu .....	64
IV.5.3 Emise benzenu .....	64
IV.6 Těžké kovy .....	67
IV.6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2020 .....	67
IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů .....	71
IV.6.3 Emise těžkých kovů .....	73
IV.7 Oxid siřičitý .....	77
IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2020 .....	77
IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého .....	80
IV.7.3 Emise oxidů síry .....	82
IV.8 Oxid uhelnatý .....	83
IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2020 .....	83
IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého .....	83
IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého .....	84

<b>IV.9 Látky bez imisního limitu .....</b>	<b>85</b>
IV.9.1 Těkavé organické látky .....	85
IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic .....	88
IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku .....	92
<b>V. KVALITA OVZDUŠÍ V REGIONECH ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>94</b>
<b>V.1 Charakteristika regionů.....</b>	<b>94</b>
<b>V.2 Index kvality ovzduší v regionech České republiky .....</b>	<b>102</b>
<b>V.3 Regionální rozdíly kvality ovzduší v České republice .....</b>	<b>106</b>
V.3.1 Podíl území a obyvatelstva regionů vystavených nadlimitním koncentracím .....	106
V.3.2 Koncentrace PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> a O <sub>3</sub> vážené populací .....	110
<b>VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM .....</b>	<b>113</b>
<b>VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ .....</b>	<b>117</b>
<b>VII.1 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany lidského zdraví .....</b>	<b>117</b>
<b>VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace .....</b>	<b>122</b>
<b>VIII. EVROPSKÝ KONTEXT .....</b>	<b>125</b>
<b>IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>131</b>
<b>X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ .....</b>	<b>148</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>153</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>160</b>
<b>PŘÍLOHA I Podrobná specifikace prezentovaných imisních map .....</b>	<b>162</b>
<b>PŘÍLOHA II Kvalita ovzduší na území České republiky během nouzových stavů .....</b>	<b>167</b>

# PODĚKOVÁNÍ

Vážený čtenáři,

dostává se Vám do rukou ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020“, která je výsledkem společné práce autorského kolektivu pracovníků kvality ovzduší ČHMÚ, jehož nedílnou součástí jsou odborníci z poboček, kteří přinášejí dobrou znalost místních podmínek v regionech.

Použitá data o kvalitě ovzduší byla naměřena ve Státní síti imisního monitoringu, potřebné analýzy byly provedeny v laboratorích kvality ovzduší. Pořízené údaje byly následně verifikovány a zpracovávány v databázi Informační systém kvality ovzduší, která zahrnuje i informace o kvalitě ovzduší poskytované spolupracujícími institucemi. Jedná se zejména o Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, Státní zdravotní ústav, ČEZ, a. s., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Českou geologickou službu, Hydrobiologický ústav, městské úřady a další přispěvatele. V databázi jsou též zahrnuty informace z příhraničních oblastí Německa, Polska a Rakouska.

Provoz a rozvoj emisní databáze je zajišťován ve spolupráci se společností IDEA-ENVI, s. r. o. Sběr údajů REZZO 1 a 2, ohláše-

ných prostřednictvím ISPOP, zabezpečuje CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Na zpracování emisní inventury se podílí Český statistický úřad, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. a Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i. Další podklady dodává Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce, Ředitelství silnic a dálnic ČR a Ústav dopravního inženýrství hl. m. Prahy.

Ročenka za rok 2020 přehledně zpracovává informace o imisní zátěži jednotlivými znečišťujícími látkami. Důraz je kladen na ukázání souvislostí a interpretaci naměřených dat s ohledem na meteorologické podmínky a další faktory, které ovlivňují imisní zátěž, a dále na hodnocení stavu a vývoje kvality ovzduší v ČR.

Děkuji všem kolegům, kteří se na přípravě ročenky podíleli. Poděkování patří ale i kolegům, kteří zajišťovali měření a zpracování dat. Děkuji i pracovníkům ze spolupracujících organizací za jejich příspěvky. Zvláštní poděkování patří editorkám ročenky Bc. Haně Škáchové a RNDr. Leoně Vlasákové, Ph.D. za odvedenou práci při koordinaci zpracování textů a grafických příloh. Věřím, že tyto materiály budou cenným pomocníkem při Vaší práci. Rádi uvítáme Vaše podněty a doporučení ke zlepšení poskytovaných služeb.

Praha, září 2021

RNDr. Jan Macoun, Ph.D.  
ředitel pro kvalitu ovzduší



# SOUHRN

**Znečištění venkovního ovzduší benzo[a]pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a přízemním ozonem představuje hlavní problémy kvality ovzduší České republiky.** Většina imisních charakteristik látek znečišťujících ovzduší vykazuje za hodnocené období 2010–2020 klesající vývoj (Obr. 1). Nicméně koncentrace výše zmíněných znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví stále překračují stanovené imisní limity na řadě lokalit České republiky (Obr. 2).

Úroveň znečištění ovzduší závisí v daném roce na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. **Rok 2020 byl z hlediska kvality ovzduší výjimečně příznivý.**

**V roce 2020 byly, s výjimkou benzenu, naměřeny nejnižší imisní koncentrace všech látek znečišťujících ovzduší za hodnocené období 2010–2020<sup>1</sup>.** Některé látky (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a NO<sub>2</sub>) dosáhly minim na většině měřicích stanic i za celou historii měření, tj. od 90. let 20. století v případě PM<sub>10</sub> a NO<sub>2</sub>, od roku 2004 v případě PM<sub>2,5</sub>.

Pokles koncentrací látek znečišťujících ovzduší v roce 2020 lze přisoudit kombinaci faktorů:

- **Rok 2020** byl na území ČR **teplotně silně nadnormální a srážkově nadnormální**. Vyšší teploty vedou ke snížené spotřebě paliv (tj. menším emisím z vytápění), srážky jsou důležité pro vymývání polutantů z ovzduší (součást procesu samočištění atmosféry). V porovnání s desetiletým průměrem 2010–2019 panovaly v roce 2020 **standardní rozptylové podmínky**.
- **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.
- Nižší koncentrace polutantů byly měřeny i v letním období roku (duben–září), a to zejména díky měsícům hodnocených jako srážkově mimořádně nadnormální (červen) a nadnormální (srpen, září). Na poklesu koncentrací přízemního ozonu v letním období roku se podílely i měsíce charakterizované jako teplotně normální až silně podnormální (květen–červenec).

- **Předběžné vyhodnocení emisí za rok 2020 naznačuje další snížení u všech hlavních znečišťujících látek** (TZL, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC a NH<sub>3</sub>). Na poklesu emisí SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> (mj. také prekurzorů suspendovaných částic) se nejvíce podílely zdroje REZZO 1–2. **Pokles imisních koncentrací lze tak přisoudit rovněž realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší**, tj. výměnám kotlů, postupující obnově vozového parku a technickým realizacím při snižování emisí vyjmenovaných zdrojů. Při mírném vzestupu počtu denostupňů v topném období roku 2020 proti roku 2019 (o cca 1,3 %) se ve výpočetním modelu emisí příznivě projevila obměna kotlů v domácnostech, navazující na legislativních opatření.

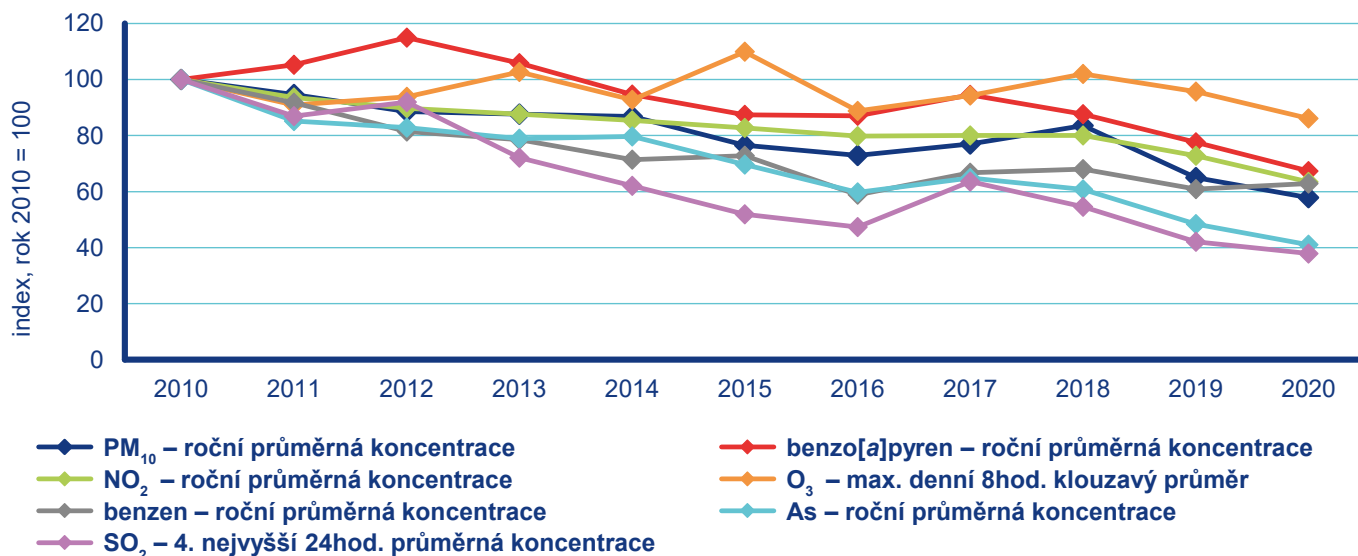
- Na poklesu koncentrací NO<sub>2</sub> se projevila také opatření spojená s vyhlášením nouzových stavů v důsledku šíření nového typu koronaviru SARS-COV-2. Detailní analýza vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší ukázala, že v důsledku prokazatelného poklesu dopravy (stanoveného na základě geolokačních dat mobilních operátorů i sčítání dopravy) došlo také k poklesu emisí z dopravy. To se nejvíce projevilo na koncentracích oxidů dusíku.

**Oblasti s překročením imisních limitů bez zahrnutí ozonu pokrývaly v roce 2020 cca 4,6 % území ČR s přibližně 19 % obyvatel.** Tyto oblasti byly vymezeny převážně z důvodu překročení imisního limitu pro benzo[a]pyren a v mnohem menší míře pro suspendované částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. **Oblasti s překročením imisních limitů se zahrnutím přízemního ozonu pokrývaly v roce 2020 cca 65,5 % území ČR s cca 65,7 % obyvatel** (kap. VII).

V rámci ČR existují značné regionální rozdíly v kvalitě ovzduší. **Nejvíce zatíženými regiony z hlediska vymezení oblastí s překročením imisních limitů (bez zahrnutí přízemního ozonu) jsou dlouhodobě aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (56 % území v roce 2020) a zóny Moravskoslezsko (39 % v roce 2020) a Střední Morava (7 % v roce 2020).** Naopak v zónách Jihozápad a Jihovýchod dochází k překračování imisních limitů jen na velmi malých územích (kap. VII).

**Po zahrnutí koncentrací přízemního ozonu byly nejvíce zatíženými oblastmi s překročením imisních limitů zóna Severozápad (97 % území v roce 2020), aglomerace Praha (93 %) a zóna Střední Čechy (92 %).**

1 V případě suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub> je z důvodu nedostatečného počtu dat hodnoceno období 2012–2020.



Obr. 1 Vývoj imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek, 2010–2020

**Roční průměrná koncentrace PM<sub>10</sub> vážená populací** dosahuje nejvyšších hodnot v Moravskoslezském kraji a Brně, Olomouckém, Ústeckém a Zlínském kraji. **Roční průměrná koncentrace NO<sub>2</sub> vážená populací** dosahuje nejvyšších hodnot v Praze, Brně a v krajích Ústeckém, Moravskoslezském a Olomouckém. Nicméně tyto hodnoty pro PM<sub>10</sub> i NO<sub>2</sub> jsou podlimitní. **Vážené koncentrace přízemního O<sub>3</sub>** (maximální denní 8hodinový průměr v roce 2020) vyšší než je dlouhodobý imisní cíl byly zaznamenány ve všech regionech ČR (kap. V).

**Zhoršená kvalita ovzduší není jen problémem aglomerací a větších měst, ale i malých sídel**, kde má na znečištění ovzduší suspendovanými částicemi a benzo[a]pyrenem velký podíl lokální vytápění. Lze předpokládat, že i v obcích, kde se tyto škodliviny kontinuálně neměří, mohou být jejich koncentrace zvýšené až nadlimitní, což dokazují např. kampaňová měření v osmi malých sídlech České republiky<sup>2</sup> nebo měření koncentrací benzo[a]pyrenu na různých stanicích dotovaných z rozpočtu Moravskoslezského kraje<sup>3</sup> (kap. IV.2).

### Kvalita ovzduší v České republice v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

**Denní imisní limit suspendovaných částic PM<sub>10</sub>** byl překročen na 0,001 % území ČR s cca 0,002 % obyvatel. **Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub>** nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo spolu s rokem 2019 podruhé za celou historii měření PM<sub>10</sub> od roku 1993. **Roční imisní limit suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub>** (20 µg.m<sup>-3</sup>; platný od roku 2020)

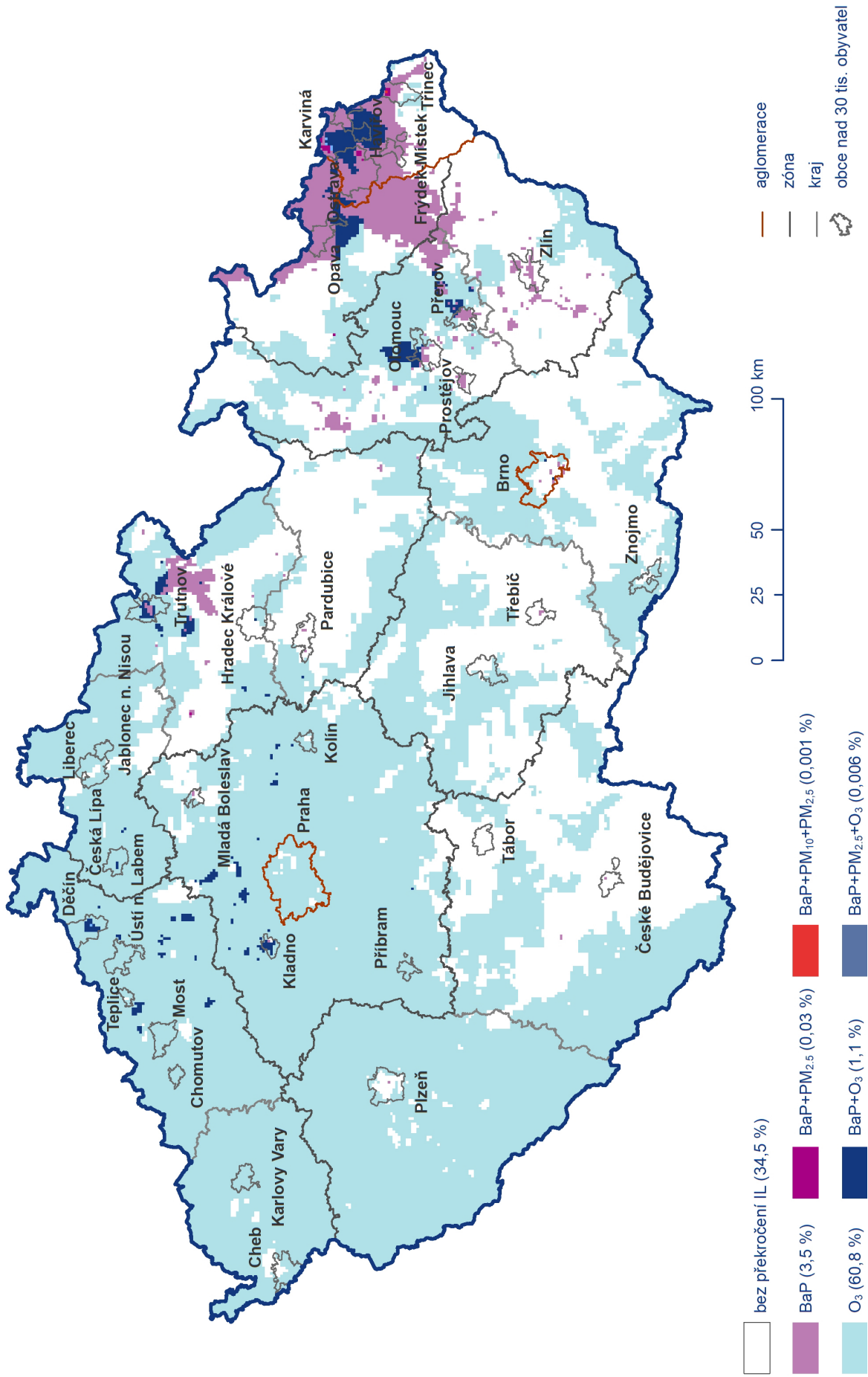
byl překročen na 0,04 % území ČR s cca 0,2 % obyvatel. Pro srovnání s minulými lety lze konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019 (25 µg.m<sup>-3</sup>) by nedošlo k překročení na žádné stanici, a to poprvé v historii od počátku měření v roce 2004. Z dlouhodobějšího hlediska koncentrace suspendovaných částic pozvolně klesají, v roce 2020 byly zaznamenány nejnižší koncentrace za celé hodnocené období.

**Roční imisní limit benzo[a]pyrenu byl překročen na 4,6 % plochy ČR s cca 19 % obyvatel.** Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu je zatížen největšími nejistotami ze všech sledovaných látek, plynoucími nejen z nedostatečné hustoty měření, zejména na venkovských regionálních stanicích a v malých sídlech ČR. Malá sídla z hlediska znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem reprezentují zásadní vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší (kap. IV.2). Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu během hodnoceného období kolísají a v oblastech největšího imisního zatížení (Kladensko a aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek) dochází k jejich poklesu.

**Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>)** nebyl překročen na žádné stanici poprvé za celou dobu sledování, tj. od 90. let minulého století. Vyšší koncentrace NO<sub>2</sub> lze očekávat v blízkosti místních komunikací v obcích a ve městech s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí, kde často dochází ke snížení plynulosti dopravy. Hodinový imisní limit NO<sub>2</sub> nebyl překročen (kap. IV.3). Z dlouhodobějšího hlediska koncentrace NO<sub>2</sub> pozvolně klesají, v roce 2020 byly zaznamenány nejnižší koncentrace NO<sub>2</sub> za celé hodnocené období 2010–2020.

2 Projekt TITSMZP704 Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů financovaném se státní podporou TAČR.

3 Podrobná každoroční vyhodnocení viz [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz), <https://air.zuova.cz/ovzdusi/article/detail/1>.



**Obr. 2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2020**

**Imisní limit přízemního ozonu byl překročen na 62 % území ČR s cca 52 % obyvatel** (průměr za období 2018–2020; kap. IV.4). Koncentrace přízemního ozonu nevykazují výrazný vývoj a jejich úroveň v jednotlivých letech je závislá zejména na meteorologických podmínkách daného roku; nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem příznivých meteorologických podmínek pro vznik ozonu. V roce 2020 byly zaznamenány nejnižší koncentrace přízemního ozonu za celé hodnocené období 2010–2020.

**Imisní limity benzenu, těžkých kovů, oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého** nebyly v roce 2020 překročeny (kap. IV.5, IV.6, IV.7, IV.8).

## Kvalita ovzduší v České republice v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

**Imisní limit  $O_3$  pro ochranu vegetace** (expoziční index AOT40) byl překročen na 18 stanicích z celkového počtu 39 venkovských a předměstských stanic. V roce 2020 byly hodnoty indexu AOT40 čtvrté nejvyšší za hodnocené období 2010–2020.

**Imisní limity oxidu siřičitého a oxidů dusíku pro ochranu ekosystémů a vegetace** nebyly překročeny na žádné venkovské lokalitě, kde se jejich měření provádí.

## Smogový varovný a regulační systém

**V roce 2020 nebyly vyhlášeny žádné smogové situace ani regulace, resp. varování pro jakoukoliv ze sledovaných látek.** Jedná se o první takový rok od začátku fungování smogového a varovného regulačního systému v 80. letech 20. století. Hlavním důvodem jsou příznivé meteorologické a rozptylové podmínky částečně podpořené snižováním emisí.

## Emise znečišťujících látek

**Meziroční srovnání produkce emisí hlavních znečišťujících látek v letech 2019 a 2020 potvrzuje další předpokládané snižování emisí z energetických a průmyslových zdrojů.** Předběžné údaje za emise z dopravy naznačují očekávaný pokles spotřeby pohonných hmot, dopravních výkonů a návazně také množství emisí. **Do modelového hodnocení emisí z použití paliv v domácnostech se pozitivně promítají obměny kotlů zjišťované z prodejních statistik a informací o poskytovaných dotacích na modernizace kotlů nebo změny způsobu vytápění.**

Sektor **Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření** se i nadále významně podílel na znečišťování ovzduší, konkrétně na primárních emisích  $PM_{2,5}$  71 %, oxidu uhelnatého 67 %,  $PM_{10}$  55 %, TZL 48 %, NMVOC 35 %, kadmia 50 %, arsenu 32 %, a benzo[a]pyrenu 96 %. **Rozhodující podíl sektoru Veřejná energetika a výroba tepla převládá u emisí oxidů síry 47 %, oxidů**

**dusíku 21 % a niklu 37 %. Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů např. v zemědělství a lesnictví** se v součtu podílejí nejvýznamněji na **emisích oxidů dusíku (40 %)**. Tyto údaje jsou prezentovány za poslední dokončený rok, tj. 2019.

## Atmosférická depozice

Rok 2020 byl v ČR srážkově nadnormální. Roční úhrn srážek 766 mm představuje 112 % dlouhodobého normálu 1981–2010.

**Celková depozice síry dosáhla v roce 2020 hodnoty 30 577 t na plochu ČR**, oproti roku 2019, kdy byla hodnota celkové depozice 33 032 t. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v Krušných horách a na Ostravsku. Mokrý složka dosáhla oproti roku 2019 vyšších hodnot, suchá složka naopak nižších.

**Celková depozice dusíku** na plochu České republiky byla v roce 2020 rovna hodnotě 56 396 t, oproti roku 2019, kdy byla hodnota celkové depozice rovna 54 749 t. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na území Jeseníků, Moravskoslezských Beskyd, Orlických hor, Šumavy a Novohradských hor. Nižších hodnot dosáhly i dílčí složky depozice dusíku, s výjimkou mokré depozice redukováných forem a celkové mokré depozice dusíku.

**Celková depozice vodíkových iontů** na plochu České republiky byla v roce 2020 rovna hodnotě 2 224 t. Ve srovnání s rokem 2019 (2 535 t) se tak jedná o mírný pokles. Nejvyšších hodnot dosahovala depozice vodíkových iontů na území Šumavy, Krušných hor, Jizerských hor, Orlických hor, Hrubého Jeseníku a Moravskoslezských Beskyd. Mírný pokles je zaznamenán i obou složek depozice vodíku.

**Mokrý i suchá depozice olova** byla v roce 2020 stejná jako v roce 2019. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v horských oblastech a na Ostravsku.

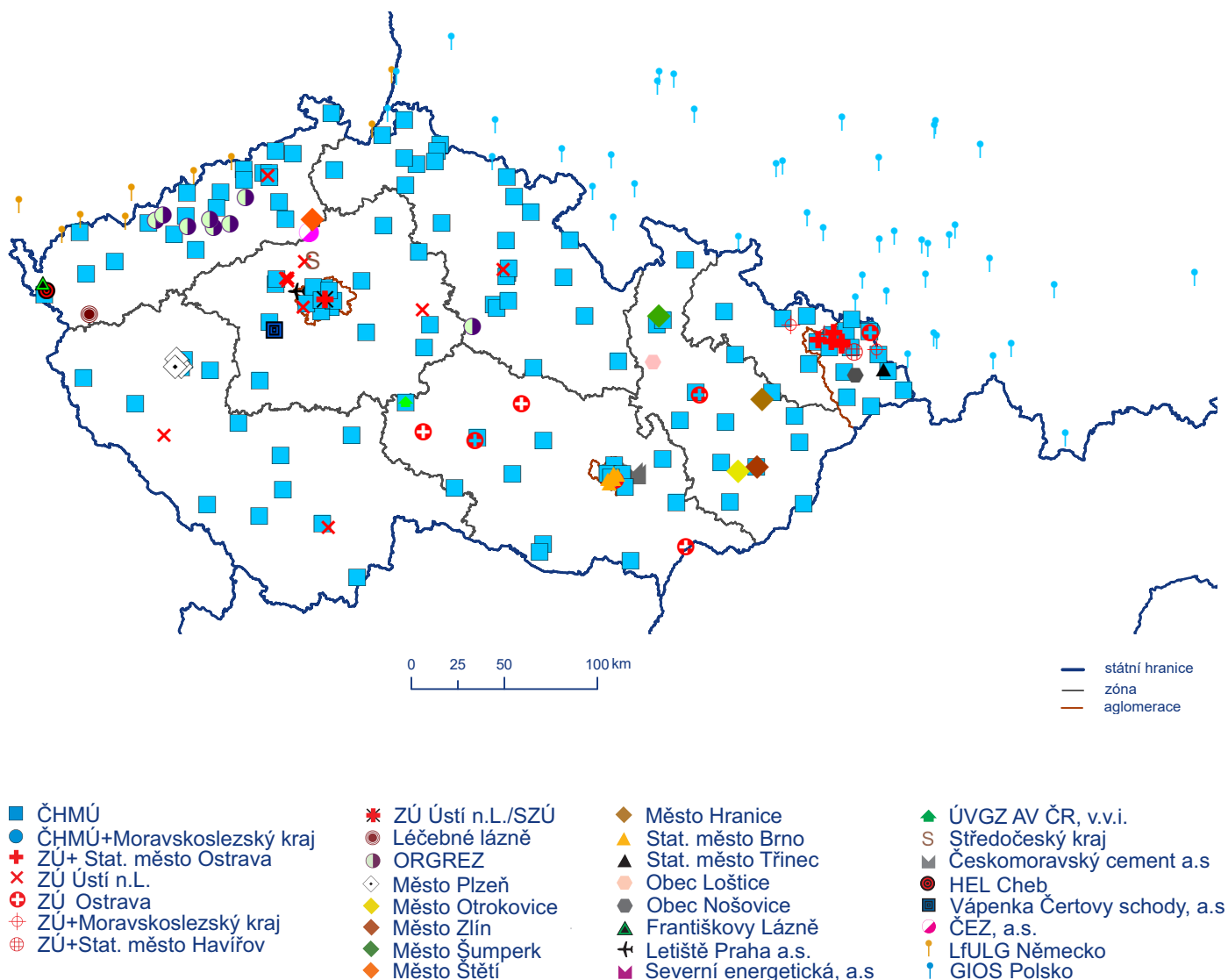
**Mokrý depozice kadmia** se v roce 2020 zvýšila, naopak **suchá depozice kadmia** byla oproti roku 2019 nižší. Nejvyšších hodnot bylo, obdobně jako v minulých letech, dosaženo na území okresu Jablonec nad Nisou.



# I. ÚVOD

Znečištěné ovzduší má prokazatelně nepříznivé účinky na lidské zdraví, znečišťující látky mohou způsobit širokou škálu zdravotních problémů od méně závažných až po vážná onemocnění a zvyšují zátěž imunitního systému, což může vést k předčasné úmrtnosti. To vyvolává také značné ekonomické dopady, protože rostou náklady na zdravotní péči a snižuje se produktivita ve všech hospodářských odvětvích kvůli zvýšení pracovní neschopnosti. Znečišťující látky nepříznivě působí i na vegetaci, mohou ovlivnit její růst a způsobit snížení výnosů zemědělských

plodin a lesů. Jsou i příčinou eutrofizace a acidifikace půdních a vodních ekosystémů a následné změny druhové skladby a úbytku rostlinných a živočišných druhů. Řada znečišťujících látek má schopnost se v prostředí kumulovat, negativně ovlivňovat ekosystémy a přecházet do potravního řetězce. Znečišťující látky jsou přenášeny v atmosféře a mohou tak ovlivňovat kvalitu ovzduší jak v nejbližším okolí samotného zdroje znečištění, tak ve vzdálenějších oblastech. Dále mají některé z nich přímý nebo nepřímý vliv na klimatický systém Země. Nutné je zmínit i poškozování



Obr. I.1 Významné staniční sítě sledování kvality venkovního ovzduší, 2020

materiálů a budov často historického významu působením znečišťujících látek v ovzduší. Snaha omezit působení těchto dopadů rovněž vyvolává ekonomické náklady související nejen se sanací vzniklých škod, ale také s výzkumem zaměřeným na oblast kvantifikace znečištění i souvisejících externalit.

I přes řadu realizovaných opatření v minulých letech produkují jednotlivé typy zdrojů takové množství emisí, které je v kombinaci s meteorologickými a rozptylovými podmínkami příčinou překračování imisních limitů některých škodlivých látek. V současnosti představují ze sledovaných znečišťujících látek největší problém

suspendované částice a na ně vázané polycyklické aromatické uhlovodíky. V jarním a letním období jsou na řadě lokalit překračovány imisní limity přízemního ozonu.

Konkrétní podíl jednotlivých zdrojů na znečištění venkovního ovzduší je však v různých oblastech odlišný, záleží na skladbě zdrojů v dané lokalitě, ale také na přenosu škodlivin z jiných oblastí. Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována pomocí sítě měřicích stanic, které monitorují koncentrace znečišťujících látek venkovního ovzduší (imise) v přízemní vrstvě atmosféry (Obr. I.1). Na základě pověření Ministerstva životního prostředí (MŽP) pro-

**Tab. I.1 Přehled imisních limitů (IL) a povolený počet překročení limitní hodnoty, horních a dolních mezí pro posuzování podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění, a vyhlášky č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích**

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Hodnota imisního limitu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
		Dolní mez pro posuzování	Horní mez pro posuzování	
<b>SO<sub>2</sub></b>	1 hodina	—	—	<b>350</b> max. 24× za rok
	24 hodin	<b>50</b> max. 3× za rok	<b>75</b> max. 3× za rok	<b>125</b> max. 3× za rok
<b>NO<sub>2</sub></b>	1 hodina	<b>100</b> max. 18× za rok	<b>140</b> max. 18× za rok	<b>200</b> max. 18× za rok
	kalendářní rok	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>40</b>
<b>CO</b>	maximální denní 8h klouzavý průměr	<b>5 000</b>	<b>7 000</b>	<b>10 000</b>
<b>benzen</b>	kalendářní rok	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>
<b>PM<sub>10</sub></b>	24 hodin	<b>25</b> max. 35× za rok	<b>35</b> max. 35× za rok	<b>50</b> max. 35× za rok
	kalendářní rok	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>40</b>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	kalendářní rok	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>20</b>
<b>Pb</b>	kalendářní rok	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>	<b>0,5</b>
<b>As</b>	kalendářní rok	<b>0,0024</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,006</b>
<b>Cd</b>	kalendářní rok	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>
<b>Ni</b>	kalendářní rok	<b>0,010</b>	<b>0,014</b>	<b>0,020</b>
<b>benzo[a]pyren</b>	kalendářní rok	<b>0,0004</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,001</b>
<b>O<sub>3</sub></b>	maximální denní 8h klouzavý průměr	—	—	<b>120</b> 25× v průměru za 3 roky

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<sub>2,5</sub>. Do roku 2019 včetně platil imisní limit 25  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

#### Dlouhodobé imisní cíle (DIC)

Znečišťující látka	Určení	Doba průměrování	Dlouhodobý imisní cíl [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
<b>O<sub>3</sub></b>	pro ochranu zdraví lidí	maximální denní 8h klouzavý průměr	120

vozuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) Státní imisní síť na území ČR, Informační systém kvality ovzduší ČR (ISKO) a rutinně zpracovává naměřené imisní hodnoty ve formě tabelárních a grafických přehledů.

Znečišťující látky, které jsou sledovány a hodnoceny vzhledem k prokazatelně škodlivým účinkům na zdraví populace nebo na vegetaci a ekosystémy, mají stanoveny imisní limity. Při hodnocení kvality ovzduší jsou především porovnávány zjištěné úrovně koncentrací s příslušnými imisními limity (Tab. I.1 a I.2), případně s přípustnými četnostmi překročení těchto limitů, což jsou úrovně koncentrací, které by podle platné legislativy neměly být překračovány. Stručná charakteristika znečišťujících látek, přehled jejich emisních zdrojů a jejich dopadů jsou uvedeny v Tab. I.5.

## I.1 Cíle publikace

Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020“, společně s elektronicky publikovanou datovou ročenkou „Souhrnný tabelární přehled“ (ČHMÚ 2021e) a s metodickým materiálem „Systém sběru, zpracování a hodnocení dat“ (ČHMÚ 2021d) je uceleným přehledem informací o kvalitě ovzduší na území ČR v daném roce. Hodnocení kvality ovzduší vychází z naměřených údajů, shromažďovaných v rámci ISKO, za využití dalších podkladů a matematických nástrojů. Datová ročenka prezentuje verifikovaná naměřená imisní data a údaje o chemickém složení atmosférických srážek z jednotlivých lokalit včetně agregovaných údajů, grafická ročenka poskytuje komentované souhrnné informace v přehledných mapách, grafech a tabulkách.

Souhrnná a úvodní kapitola ročenky zahrnuje nejdůležitější informace o kvalitě ovzduší v daném roce a obecné informace k dané problematice. Obsahem dalších kapitol je podrobné zpracování jednotlivých témat týkajících se produkce emisí znečišťujících látek, hodnocení kvality ovzduší na území ČR a situace v Evropě. Publikace obsahuje i informace o emisích skleníkových plynů a atmosférické depozice.

Ročenky kvality ovzduší jsou určeny orgánům a organizacím řešícím a řídicím problematiku životního prostředí a ochrany ovzduší v ČR, jakož i odborné a širší veřejnosti. Ročenky jsou veřejně přístupné na internetových stránkách ČHMÚ, [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz). Publikace je základním informačním dokumentem o kvalitě ovzduší v ČR, jejím cílem je na základě dostupných dat a informací vyhodnotit stav ovzduší v širších souvislostech.

## I.2 Politický a legislativní rámec ochrany čistoty ovzduší

Základním strategickým dokumentem EU v oblasti posuzování a řízení kvality ovzduší je Tematická strategie o znečišťování ovzduší (dále Strategie). Cílem Strategie, v souladu s 6. akčním programem pro životní prostředí, je dosáhnout „úrovně znečištění jakosti vzduchu, které nepředstavuje rizika pro lidské zdraví a pro životní prostředí, ani na ně nemá výrazně negativní dopad“. Na základě Strategie z roku 2005 provedla Evropská komise komplexní přezkum stávající politiky EU v oblasti ochrany ovzduší.

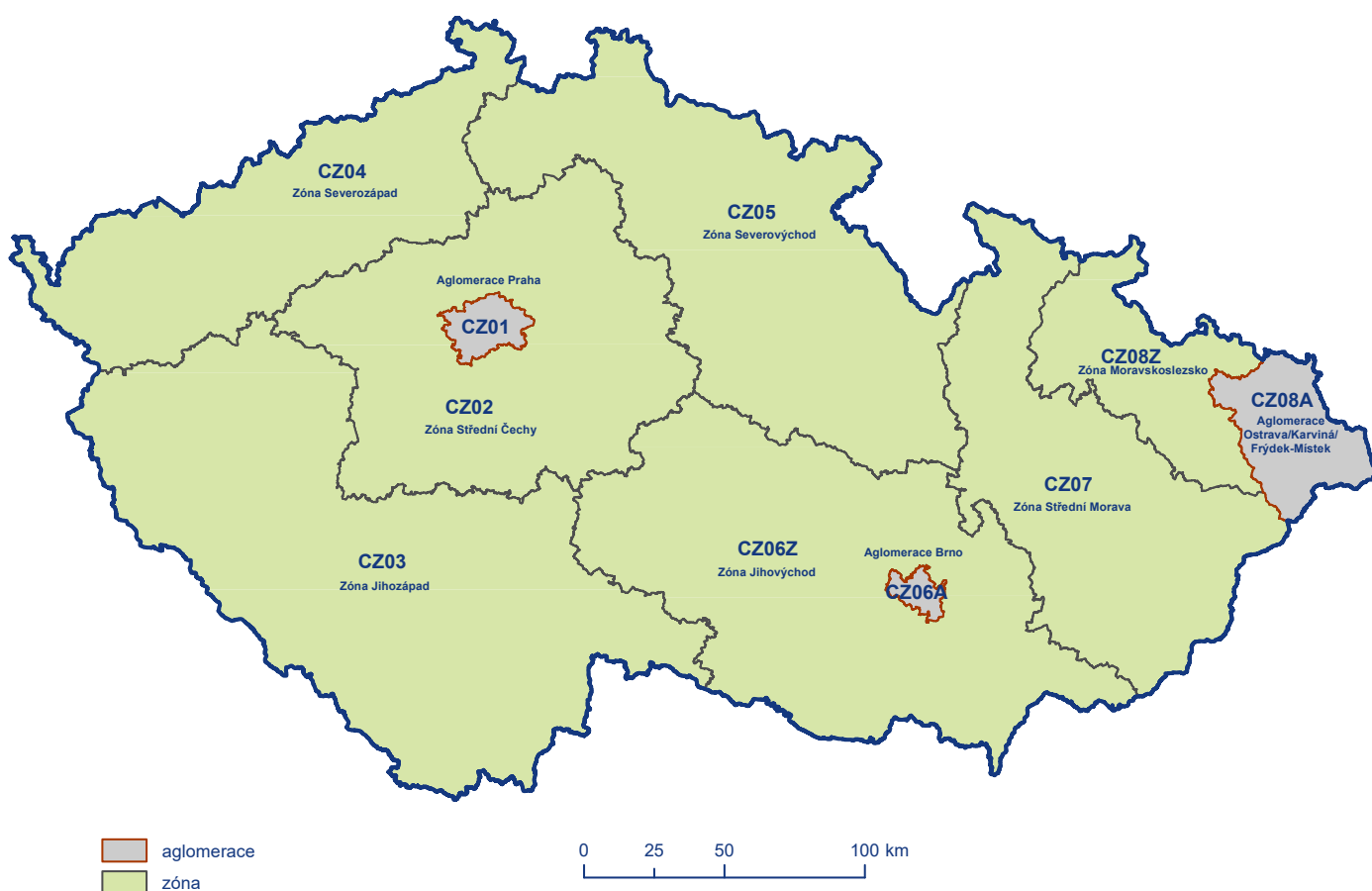
Tab. I.2 Imisní limity (IL) pro ochranu ekosystémů a vegetace dle zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění

Znečišťující látka	Doba průměrování	Mez pro posuzování		Hodnota imisního limitu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
		Dolní mez pro posuzování	Horní mez pro posuzování	
$\text{SO}_2$	rok a zimní období (1. 10. – 31. 3.)	8	12	20
$\text{NO}_x$	kalendářní rok	19,5	24	30
$\text{O}_3$	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec	—	—	[ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ ]
				18 000 průměr za 5 let

Pozn: AOT40 znamená součet rozdílů mezi hodinovou koncentrací větší než  $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (= 40 ppb) a hodnotou  $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v dané periodě užitím pouze hodinových hodnot změřených každý den mezi 8:00 a 20:00 SEČ

### Dlouhodobé imisní cíle (DIC)

Znečišťující látka	Určení	Doba průměrování	Dlouhodobý imisní cíl [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ ]
$\text{O}_3$	pro ochranu ekosystémů a vegetace	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec	6 000



**Obr. I.2 Zóny a aglomerace pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění**

Výsledkem bylo přijetí balíčku opatření (Clean Air Policy Package) v prosinci roku 2013. Balíček obsahuje např. programový dokument „Čistý vzduch pro Evropu“ s novými cíli kvality ovzduší pro období do roku 2030 (EC 2013).

Hlavními nástroji ochrany a zlepšení kvality ovzduší v rámci EU jsou Směrnice 2008/50/ES, o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, Směrnice 2004/107/ES, o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší, Směrnice 2016/2284/EU, o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, a Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU, o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezení znečištění). Jedná se také o Směrnici komise (EU) 2015/1480 ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, kterými se stanoví pravidla pro referenční metody, ověřování údajů a umístění míst odběru vzorků při posuzování kvality vnějšího ovzduší.

Z evropské legislativy vychází i národní legislativa, upravující hodnocení kvality ovzduší v ČR. Základní právní normou v ČR je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění (dále „zákon o ochraně ovzduší“), který mimo jiné vymezuje

zóny a aglomerace, na jejichž úrovni se hodnotí kvalita ovzduší. Zónou je území vymezené MŽP pro účely sledování a řízení kvality ovzduší; aglomerací je sídelní seskupení, v němž žije nejméně 250 000 obyvatel. Zákon o ochraně ovzduší stanovuje tři aglomerace a sedm zón (Obr. I.2). Podrobnosti pak dále specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích.

Na základě požadavku Evropské komise připravit ucelenou koncepci řízení kvality ovzduší pro ČR byla zpracována Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v ČR. Tento koncepční dokument byl schválen v prosinci roku 2015 a shrnuje výstupy základních strategických dokumentů zlepšování kvality ovzduší – Národního programu snižování emisí ČR a deseti programů zlepšování kvality ovzduší (PZKO) zpracovaných pro zóny a aglomerace. Mimo jiné se jedná o podklad pro financování opatření ke snížení emisí a ke zlepšení kvality ovzduší z fondů EU prostřednictvím operačních programů (MŽP 2015).

Ministerstvo životního prostředí zveřejnilo počátkem roku 2020 aktualizovaný Národní program snižování emisí ČR. Česká republika připravuje tento dokument kontinuálně již od roku 2004



Tab. I.3 Doporučené hodnoty WHO pro ochranu lidského zdraví (WHO 2000, WHO 2005, WHO 2014)

	Doba průměrování	Směrná hodnota
<b>PM<sub>10</sub></b>	kalendářní rok	20 µg.m <sup>-3</sup>
	24 hodin	50 µg.m <sup>-3</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	kalendářní rok	10 µg.m <sup>-3</sup>
	24 hodin	25 µg.m <sup>-3</sup>
<b>benzo[a]pyren<sup>a)</sup></b>		není stanovena
<b>NO<sub>2</sub></b>	kalendářní rok	40 µg.m <sup>-3</sup>
	1 hodina	200 µg.m <sup>-3</sup>
<b>O<sub>3</sub></b>	maximální denní 8h klouzavý průměr	100 µg.m <sup>-3</sup>
<b>benzen<sup>a)</sup></b>		není stanovena
<b>Pb</b>	kalendářní rok	0,5 µg.m <sup>-3</sup>
<b>Cd<sup>a), b)</sup></b>		není stanovena
<b>As<sup>a)</sup></b>		není stanovena
<b>Ni<sup>a)</sup></b>		není stanovena
<b>SO<sub>2</sub></b>	24 hodin	20 µg.m <sup>-3</sup>
	10 minut	500 µg.m <sup>-3</sup>
<b>CO</b>	1 hodina	30 000 µg.m <sup>-3</sup>
	8 hodin	10 000 µg.m <sup>-3</sup>

a) Jedná se o karcinogenní látky pro lidský organismus. Nelze proto stanovit bezpečnou úroveň látky. Doporučená hodnota WHO není stanovena. Více informací o rizicích vzniku rakoviny viz WHO (2000). WHO u bezprahově působících látek stanovuje pouze hodnotu jednotkového rizika (UCR).

b) Doporučená hodnota kadmia ve venkovním ovzduší k zabránění dalšího nárůstu tohoto prvku v zemědělských půdách je 0,005 µg.m<sup>-3</sup>.

a jeho hlavním účelem je zajistit snížení celkové úrovně znečištění a znečištění ovzduší v ČR. Pracovní skupina, jejímž aktivním účastníkem byl také ČHMÚ, koordinovala jednání pracovních týmů pro jednotlivé zájmové sektory – zemědělství, dopravu, veřejnou energetiku a lokální vytápění domácností. V návaznosti na výstupy těchto jednání a na analytické podklady zahrnující emisní a imisní vyhodnocení situace od roku 2008 byla navržena opatření ke snížení emisí sledovaných znečišťujících látek. Opatření podle jejich povahy jsou rozdělena do tří skupin na opatření prioritní, podpůrná a průřezová. Pro implementaci jednotlivých opatření byl určen příslušný odpovědný gestor. V případě prioritních opatření byl kromě gestora určen i termín jejich splnění, způsob implementace a indikátory pro sledování jejich realizace. Rovněž byly definovány způsoby a odhadnuty přínosy opatření ke snížení emisí pod úroveň emisních stropů, stanovených požadavky Směrnice 2016/2284/EU (viz kapitola II.).

V případě, že je v zóně nebo aglomeraci překročen imisní limit, nebo v případě, že je v zóně nebo aglomeraci imisní limit překročen vícekrát, než je stanovený maximální povolený počet překročení hodnoty imisního limitu, je povinností MŽP ve spolupráci

s příslušným krajským úřadem nebo obecním úřadem zpracovat do 18 měsíců od konce kalendářního roku pro danou zónu nebo aglomeraci program zlepšování kvality ovzduší. Cílem programu je stanovit opatření k dosažení požadované kvality ovzduší v době co možná nejkratší. PZKO stanovují opatření zejména na regionální a lokální úrovni.

PZKO 2020+ pro jednotlivé zóny a aglomerace byly vydány ve Věstníku MŽP (MŽP 2020, MŽP 2021). V návaznosti na novelu zákona o ochraně ovzduší z roku 2018 (č. 172/2018 Sb.) nahrazují PZKO 2020+ předchozí programy zlepšování kvality ovzduší z roku 2016. PZKO 2020+ stanovují závazná opatření k dosažení imisních limitů. Tato opatření byla stanovena na základě analýzy příčin znečištění ovzduší a na základě imisní projekce vývoje kvality ovzduší se zohledněním existujících opatření. Kromě těchto závazných opatření stanovují PZKO 2020+ také tzv. Podpůrná opatření. Podpůrná opatření představují dobrou praxi při řízení kvality ovzduší na všech úrovních a ve všech součástech veřejné správy.

Ročenka prezentuje hodnocení kvality ovzduší v roce 2020 podle požadavků české legislativy v oblasti ochrany ovzduší. V soula-

du se zákonem o ochraně ovzduší je hodnocení zaměřeno na vymezení území, kde jsou překračovány imisní limity pro ochranu zdraví a pro ochranu ekosystémů a vegetace (Tab. I.1 a Tab. I.2). 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  $\text{PM}_{2,5}$ . Do roku 2019 platil imisní limit  $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Hodnoty imisních limitů vycházejí z doporučených (směrných) hodnot Světové zdravotnické organizace (WHO), kterou byly určeny na základě řady epidemiologických studií nebo v případě bezprahově působících látek ze stanovených hodnot karcino-

genního rizika (Tab. I.3 a I.4). V zájmu ochrany veřejného zdraví doporučuje WHO zachování úrovně znečišťujících látek v ovzduší dokonce na nižší úrovni, než pro kterou byly nepříznivé dopady na zdraví zdokumentovány. Nicméně tyto hodnoty vycházejí ze závěrů souvisejících se zdravotními dopady znečištění ovzduší a neberou v potaz otázky týkající se technické a ekonomické proveditelnosti a další politické a sociální faktory. Z tohoto důvodu mohou být hodnoty imisních limitů stanovených legislativou vyšší, ale proces směřující ke splnění směrných hodnot WHO musí být všeobecně podporován (WHO 2013).

**Tab. I.4 Doporučené hodnoty WHO pro ochranu vegetace (WHO 2000)**

	Doba průměrování	Vegetace	Doporučená hodnota
<b>NO<sub>2</sub></b>	kalendářní rok		$30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin		$75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>SO<sub>2</sub></b>	rok a zimní období	zemědělské plodiny	$30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	rok a zimní období	lesy a přírodní vegetace	$20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	kalendářní rok	lišejníky	$10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>O<sub>3</sub></b>	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec	zemědělské plodiny	$6\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období duben–říjen	lesy	$20\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec	přírodě blízké ekosystémy	$6\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Tab. I.5 Stručná charakteristika, přehled hlavních emisních zdrojů a hlavních dopadů látek znečišťujících ovzduší

Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<p><b>Suspendované částice (atmosférický aerosol)</b>  Atmosférický aerosol jsou pevné a kapalné částice suspendované v ovzduší produkované přírodními i antropogenními zdroji. K přírodním zdrojům patří vulkanická činnost, větrem unášený prach a pyl a přírodní požáry. Největším antropogenním zdrojem částic v ČR je vytápění domácností, silniční doprava, polní práce (sklizeň, orba aj.) a veřejná energetika a výroba tepla.</p> <p>Suspendované částice mohou být primárního či sekundárního původu. Primární částice jsou do ovzduší emitovány přímo, sekundární částice v ovzduší vznikají procesem konverze plyn-částice (gas-to-particle conversion). Hlavními plynnými prekurzory sekundárních částic jsou <math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{NO}_x</math>, <math>\text{NH}_3</math> a VOC (Pöschl 2011; EEA 2013).</p> <p>Velikostní rozsah atmosférického aerosolu zahrnuje pět velikostních řádů – od jednotek nm po stovky <math>\mu\text{m}</math>. Tuto škálu lze na základě podobných vlastností částic rozdělit na částice jemného (částice <math>\leq 2,5 \mu\text{m}</math>) a hrubého módu (částice <math>\geq 2,5 \mu\text{m}</math>). Jemné částice jsou produkty zejména nedokonalého spalování, hrubé částice vznikají mechanicky (Hinds 1999; Seinfeld, Pandis 2006). Jemné částice lze dále rozdělit na částice nukleačního, Aitkenova a akumulárního módu. Částice nukleačního módu (<math>&lt; 20 \text{ nm}</math>)<sup>1</sup> jsou emitovány do ovzduší přímo nebo v něm vznikají, pokud nejsou z atmosféry odstraněny procesem difuze, transformují se do částic Aitkenova módu. Částice aitkenova módu (20–100 nm) vznikají během spalovacích procesů (Finlayson-Pitts a Pitts 1999). Akumulační mód dosahuje velikostí 100 nm–2,5 <math>\mu\text{m}</math>, je tvořen transformovanými částicemi předchozích dvou módů (Seinfeld a Pandis 2006). Mobilní zdroje produkují částice 10–100 nm. Stacionární zdroje jsou původci částic v rozmezí 50–200 nm. Dálkovým transportem jsou přenášeny částice 100–1000 nm (Gu et al. 2011; Hinds 1999; Zhang et al. 2004; Zhou et al. 2005; Yue et al. 2008). Částice hrubého módu tvoří např. částice půdy, mořská sůl, částice z průmyslových a zemědělských činností. Jejich vysoká sedimentační rychlost určuje krátký čas setrvání v atmosféře v rozsahu několika hodin až dní. Z atmosféry jsou odstraňovány suchou depozicí a srážkami (Hinds 1999; Tomasi a kol. 2017; Seinfeld a Pandis 2006).</p> <p>Legislativní úprava stanovuje emisní limity pro hmotnostní koncentraci částic velikostní frakce <math>\text{PM}_{10}</math> (částice o průměru <math>\leq 10</math> mikrometrů) a <math>\text{PM}_{2,5}</math> (částice o průměru <math>\leq 2,5</math> mikrometrů).</p> <p>Hmotnost částic (zejména ultrajemných <math>&lt; 100 \text{ nm}</math>) ve standardně měřeném velikostním spektru <math>\text{PM}_{10}</math> a <math>\text{PM}_{2,5}</math> je v porovnání s jejich počty zanedbatelná. Proto je pro některá hodnocení vlivu aerosolových částic (zdravotní dopady, vliv na klima) využíváno měření počtu částic a jejich velikostní distribuce (Tuch et al. 1997; Stanier et al. 2004).</p>	<p>Suspendované částice mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Dráždí dýchací cesty, omezují obranné mechanismy a usnadňují vznik infekce, vyvolávají zánětlivou reakci v plicní tkáni, přispívají k oxidačnímu stresu a tím i k rozvoji aterosklerózy, ovlivňují elektrickou aktivitu srdce a od roku 2013 jsou zařazeny mezi prokázané lidské karcinogeny (IARC 2015). Účinek závisí na velikosti, tvaru a složení částic. Krátkodobé zvýšení denních koncentrací částic <math>\text{PM}_{10}</math> se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro onemocnění dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání zejména u astmatiků (SZÚ 2015).</p> <p>Dlouhodobě zvýšené koncentrace mohou mít za následek snížení plicních funkcí, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí, výskyt symptomů chronického zánětu průdušek a zkrácení délky života zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév u starých a nemocných osob a na respirační nemoci včetně rakoviny plic (SZÚ 2015). Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace.</p>	<p>Ovlivňují radiační bilanci Země, formování oblaků a srážek, dohlednost. Mají přímý (rozptyl přichozího slunečního záření) a nepřímý (jako kondenzační jádra v oblacích ovlivňují odraz záření od oblaků) vliv na radiační bilanci Země. Atmosférické aerosoly odrážejí a/nebo absorbují sluneční záření a tak přispívají k ochlazení či oteplování klimatického systému Země (IPCC, 2013).</p> <p>Částice mají vliv na zvířata jako na lidi; ovlivňují rostlinný růst a ekosystémové procesy; mohou poškodit a pošpinit budovy (EEA 2013).</p>

1 Velikostní rozsah pro jednotlivé módy se mohou v literatuře lišit a to zejména pro velikostní rozsah nukleačního módu. Pro zpracování a hodnocení je v následujících textech použita velikost nukleačního módu dle (Young and Keeler 2007).

Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<p><b>Benzo[a]pyren</b> Benzo[a]pyren, který se v ovzduší vyskytuje převážně navázaný na částice, je vhodným markerem znečištění ovzduší PAH. Důvodem je jeho stabilita a relativně konstantní příspěvek ke karcinogenní aktivitě směsi PAH vázaných na částicích (EC 2001a). Mezi hlavní zdroje benzo[a]pyrenu v ČR patří vytápění domácností.</p>	<p>PAH představují skupinu látek, z nichž řada má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti, patří mezi endokrinní disruptory (látky poškozující funkci žláz s vnitřní sekrecí) a působí imunosupresivně. Ovlivňují růst plodu; prenatální expozice PAH souvisí s výrazně nižší porodní váhou (Choi et al. 2006) a pravděpodobně také s negativním ovlivněním kognitivního vývoje malých dětí (Edwards et al. 2010). Samotný benzo[a]pyren je klasifikován jako prokázaný lidský karcinogen (IARC 2020).</p>	<p>PAH mají schopnost bioakumulace, mohou přecházet do potravního řetězce (Brookes et al. 2013, EEA 2013).</p>
<p><b>Oxidy dusíku</b> Jako oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) jsou označovány oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>). Více než 90 % antropogenních emisí NO<sub>x</sub> představují emise NO. Hlavním antropogenním zdrojem NO<sub>x</sub> v ČR je silniční doprava a veřejná energetika a výroba tepla.</p>	<p>Z hlediska vlivu na lidské zdraví lze za nejdůležitější formu považovat NO<sub>2</sub> (WHO 2005). NO<sub>2</sub> postihuje především dýchací systém. Hlavním efektem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO<sub>2</sub> je nárůst reaktivity dýchacích cest a z toho vyplývající nárůst obtíží astmatiků (Samet et al. 2000). Expozice NO<sub>2</sub> snižuje plicní funkce a zvyšuje u dětí riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci (EEA 2013, Peel et al. 2005). Působení NO<sub>2</sub> je spojováno také se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti (Stieb et al. 2003, Samoli et al. 2003), ale je obtížné oddělit účinky dalších, současně působících látek, zejména aerosolu (WHO 2005), uhlovodíků, ozonu a dalších (Brauer et al. 2002).</p>	<p>NO<sub>x</sub> přispívají k acidifikaci a eutrofizaci půd a vod. Vysoké koncentrace NO<sub>x</sub> mohou poškodit rostliny. NO<sub>x</sub> jsou prekurzory přízemního ozonu a částic (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>
<p><b>Přízemní ozon</b> Ozon (O<sub>3</sub>) je sekundární znečišťující látka bez vlastního emisního zdroje, vzniká jako součást fotochemického smogu. Vzniká za účinku slunečního záření soustavou reakcí zejména mezi NO<sub>x</sub>, VOC a kyslíkem (EEA 2013). Ozon může být transportován na velké vzdálenosti, kumulovat se a dosáhnout vysokých koncentrací daleko od míst svého vzniku (Brookes et al. 2013).</p>	<p>Hlavní účinek ozonu na lidský organismus je dráždivý. Dráždí oční spojivky, nosní sliznice a průdušky. Krátkodobé studie ukazují, že koncentrace O<sub>3</sub> mohou mít nepříznivé účinky na funkci plic vedoucí k jejich zánětu a respiračním problémům (EEA 2013). Ve vyšších koncentracích dojde drážděním dýchacích cest k jejich zúžení a ztíženému dýchání. Zvýšeně citlivé vůči ozonu jsou osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatem. Vyšší koncentrace ozonu jsou spojovány se zvýšením denní úmrtnosti (WHO 2005).</p>	<p>Poškozuje vegetaci, ovlivňuje rostlinný růst a zapříčiňuje ztrátu výnosů zemědělských plodin, jeho působením může dojít k poškození lesních ekosystémů a snížení biodiverzity (EEA 2013).</p>
<p><b>Benzen</b> Benzen je v ovzduší přítomen zejména v důsledku antropogenní činnosti. Největším zdrojem emisí benzenu je nedokonalé spalování paliv vozidly. K dalším zdrojům emisí benzenu patří vytápění domácností, ropné rafinerie, distribuce a skladování benzínu (EEA 2013).</p>	<p>Benzen patří mezi karcinogenní látky pro člověka (IARC 2020). Při vysokých koncentracích může mít hematotoxické, genotoxické a imunotoxické účinky (SZÚ 2015).</p>	<p>Schopnost bioakumulace; může poškodit listy zemědělských plodin a způsobit smrt rostlin (EEA 2013).</p>
<p><b>Olovo</b> Většina olova obsaženého v atmosféře pochází z antropogenních emisí. Mezi hlavní zdroje v ČR patří výroba železa a oceli, silniční doprava (otěry pneumatik a brzd), domácnosti a veřejná energetika a výroba tepla.</p>	<p>Při dlouhodobé expozici lidského organismu se projevují účinky na biosyntézu hemu, nervový systém a krevní tlak. Expozice olovem představuje riziko i pro vyvíjející se plod, může negativně ovlivnit vývoj mozku a následně ovlivnit duševní vývoj (Černá 2011; EEA 2013). Z hlediska karcinogenity pro člověka je olovo zařazeno do skupiny 2B – možné karcinogenní účinky (IARC 2020).</p>	<p>Olovo se může hromadit v tělech organismů (bioakumulace) jako jsou ryby, a může přecházet do potravního řetězce (Brookes et al. 2013, EEA 2013).</p>
<p><b>Kadmium</b> je navázáno převážně na částice s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm (EC 2001b). Mezi hlavní zdroje v ČR patří domácnosti (vytápění, ohřev vody, vaření), veřejná energetika a výroba tepla, výroba železa a oceli a výroba skla.</p>	<p>Dlouhodobá expozice kadmium ovlivňuje funkci ledvin. Může také negativně ovlivnit dýchací soustavu; mezi důsledky vlivu kadmia patří i rakovina plic (WHO 2000).</p>	<p>Schopnost bioakumulace (EEA 2013).</p>



Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<p><b>Arsen</b> se vyskytuje převážně v částicích s aerodynamickým průměrem do 2,5 μm (EC 2001b). Mezi hlavní zdroje v ČR patří domácnosti (vytápění, ohřev vody, vaření), veřejná energetika a výroba tepla a výroba skla.</p>	<p>Vysoké koncentrace způsobují postižení nervového systému (SZÚ 2015a). Kritickým účinkem dlouhodobého vdechování arsenu je rakovina plic (EC 2001b; WHO 2000).</p>	<p>Schopnost bioakumulace; snížení růstu a výnosů rostlin rostoucích na půdách s obsahem arsenu (EEA 2013).</p>
<p><b>Nikl</b> Nikl se vyskytuje v částicích v několika chemických sloučeninách, které se liší svou toxicitou pro lidské zdraví i ekosystémy. Mezi hlavní zdroje v ČR veřejná energetika a výroba tepla a spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví a domácnosti.</p>	<p>Může ovlivnit dýchací soustavu a obranyschopnost člověka (WHO 2000; EEA 2013). Sloučeniny niklu jsou klasifikovány jako prokázaný lidský karcinogen, kovový nikl a jeho slitiny jako možný karcinogen (IARC 2020).</p>	<p>Nikl může znečišťovat půdy a vodu.</p>
<p><b>Oxid siřičitý</b> Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) je emitován do ovzduší při spalování paliv s obsahem síry. Mezi hlavní zdroje SO<sub>2</sub> v ČR patří veřejná energetika a výroba tepla a vytápění domácností.</p>	<p>Má dráždivé účinky na oči a dýchací soustavu. Vysoké koncentrace SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> zvláště citliví (EC 1997; WHO 2014).</p>	<p>SO<sub>2</sub> přispívá k acidifikaci prostředí. SO<sub>2</sub> přispívá i ke vzniku sekundárních suspendovaných částic, u kterých je prokázán negativní dopad na lidské zdraví (EEA 2013).</p>
<p><b>Oxid uhelnatý</b> Oxid uhelnatý (CO) je plyn, který vzniká v důsledku nedokonalého spalování fosilních paliv. V ČR je největším zdrojem emisí CO vytápění domácností, silniční doprava, spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel) a výroba železa a oceli.</p>	<p>Váže se 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 onemocněním (EEA 2013). Toxické účinky CO se projeví nejvíce v orgánech a tkáních s vysokou spotřebou kyslíku, jako je mozek, srdce a kosterní svalstvo. Nebezpečný je také pro vyvíjející se plod (WHO 2000).</p>	<p>CO může přispívat ke vzniku přízemního ozonu (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>
<p><b>Elementární uhlík</b> Elementární uhlík (EC) je produktem nedokonalého spalování organických materiálů (uhlí, oleje, benzínu, dřeva a biomasy) (Schwarz et al. 2008). EC je emitován do ovzduší pouze přímo (primární částice). Kromě termínu EC je používán také termín černý uhlík (BC). Černý a elementární uhlík v podstatě označují stejný komponent atmosféry. Zatímco EC obsahuje pouze uhlík, BC může obsahovat kromě EC i organické příměsi (Chow et al. 2009; Husain et al. 2007; Petzold et al. 2013). Používání terminologie pro označení elementárního a černého uhlíku se liší v pojetí charakteru této látky. Termín EC definuje též vlastnosti, označení černý uhlík (BC) popisuje absorpční vlastnosti napříč spektrem viditelných vlnových délek (Seinfeld, Pandis 2006).</p>	<p>EC je součástí jemné frakce aerosolových částic (PM<sub>2,5</sub>). Z hodnocení zdravotních dopadů PM<sub>2,5</sub> na lidské zdraví vyplynulo, že variabilitu epidemiologických výsledků nelze vysvětlit pouze proměnlivostí koncentrací PM<sub>2,5</sub> v prostoru. Příčinou mohou být právě více toxikologicky aktivní složky PM<sub>2,5</sub> (Luben et al. 2017). EC (resp. BC) oproti OC lépe prostupuje do lidského těla a zhoršuje onemocnění srdce a plic (Na, Cocker 2005).</p>	<p>BC silně absorbuje sluneční záření a významně přispívá k oteplení klimatického systému Země (Bachmann 2009).</p>
<p><b>Organický uhlík</b> Organický (OC) uhlík vzniká při nedokonalém spalování, produkci biogenních částic (viry, bakterie, pyl, houbové spory a všechny druhy fragmentů z vegetace) a resuspenzí prachu spojené s dopravou (Schwarz et al. 2008). OC je jak primární, tak i sekundární částice tj. může vznikat reakcemi plynných organických prekurzorů.</p>	<p>OC je součástí jemné frakce aerosolových částic (PM<sub>2,5</sub>). Organické částice (včetně organického uhlíku), jež mohou obsahovat mimo jiné frakce polycyklických organických uhlovodíků (PAH), jsou studovány pro jejich karcinogenitu a mutagenní účinky (Seinfeld, Pandis 2006; Satsangi et al. 2012).</p>	<p>OC rozptyluje sluneční záření, což má ochlazující účinek na klimatický systém Země (IPCC 2013).</p>

## II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

ČHMÚ hodnotí úroveň znečišťování ovzduší z pověření MŽP pro primární znečišťující látky antropogenního původu. Základním podkladem je tzv. emisní inventura, která kombinuje přímý sběr údajů vykazovaných provozovateli zdrojů s modelovými výpočty z dat ohlášených provozovateli zdrojů nebo zjišťovaných v rámci statistických šetření prováděných především ČSÚ. Výsledné emisní inventury jsou prezentovány v podobě emisních bilancí v sektorovém a územním členění (ČHMÚ 2021a). Doprovodné dokumenty popisující metodiky zpracování emisních inventur jsou rovněž prezentovány na internetových stránkách (ČHMÚ 2021b). Aktuální zpráva (ČHMÚ 2021f) představuje výsledky inventarizace emisí pro období 1990–2019, která zohledňuje doporučení týmu kontrolujícího metodiky inventur u členských států EU. Ty se týkají především přepočtu emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv a doplnění emisí v sektoru zemědělských činností (NMVOC a  $\text{NO}_x$ ) a výroby potravin (NMVOC). Časové řady za silniční dopravu byly přepočteny z důvodu aktualizace používaného bilančního modelu COPERT a nových metodických doporučení pro provádění výpočtů modelem.

### Emisní inventura v ČR

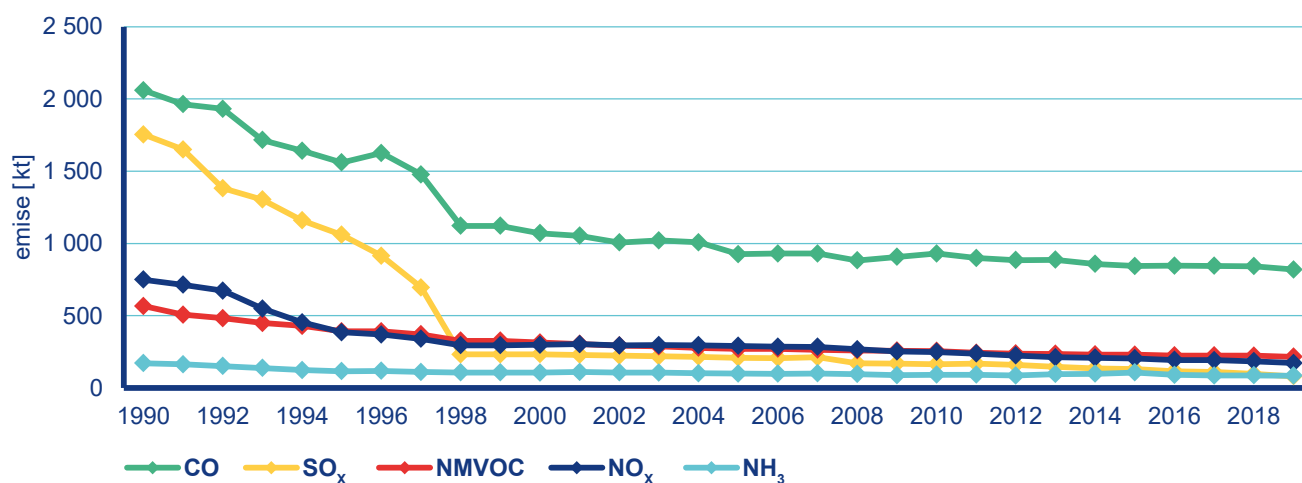
Zdroje znečišťování ovzduší jsou z hlediska způsobu sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně. Jednotlivě jsou sledovány zdroje vyjmenované v příloze č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Provozovatelé těchto zdrojů jsou podle § 17 odst. 3 písm. c) zákona povinni vést provozní evidenci o stálých a proměnných údajích o stacionárním

zdroji popisujících zdroj a jeho provoz a o údajích o vstupech a výstupech z tohoto zdroje. Dále jsou povinni každoročně ohlašovat údaje souhrnné provozní evidence (SPE) prostřednictvím Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP). Údaje z ISPOP jsou dále přebírány do databází REZZO 1 a REZZO 2. Sběr dat za uplynulý rok probíhá v období od ledna do konce března.

Hromadně sledované zdroje evidované v REZZO 3 zahrnují emise z nevyjmenovaných spalovacích zdrojů, stavebních a zemědělských činností, plošného použití organických rozpouštědel, čerpacích stanic, těžby uhlí, požárů automobilů a budov, z nakládání s odpady a odpadními vodami, používání zábavní pyrotechniky aj. Emise z těchto zdrojů jsou zjišťovány s využitím údajů sledovaných národní statistikou a emisních faktorů.

Hromadně jsou sledovány také údaje o mobilních zdrojích (REZZO 4), které zahrnují emise ze silniční (včetně emisí NMVOC z odparů benzínu z palivového systému vozidel a emisí z otěrů brzd, pneumatik a silnic), železniční, vodní a letecké dopravy a z provozu nesilničních strojů a mechanismů (zemědělské, lesní a stavební stroje, vozidla armády, údržba zeleně apod.). Součástí emisní inventury nejsou emise z resuspenze, tj. zviření prachu při provozu vozidel.

Pro modelové hodnocení úrovně znečištění jsou ke stanovení emisí z vytápění domácností používány emisní faktory reprezentující odhadovaný stav, kdy jsou kotle po část doby provozovány na snížený výkon znamenající nedokonalé spalování a zvýšené emise (EU 2015).

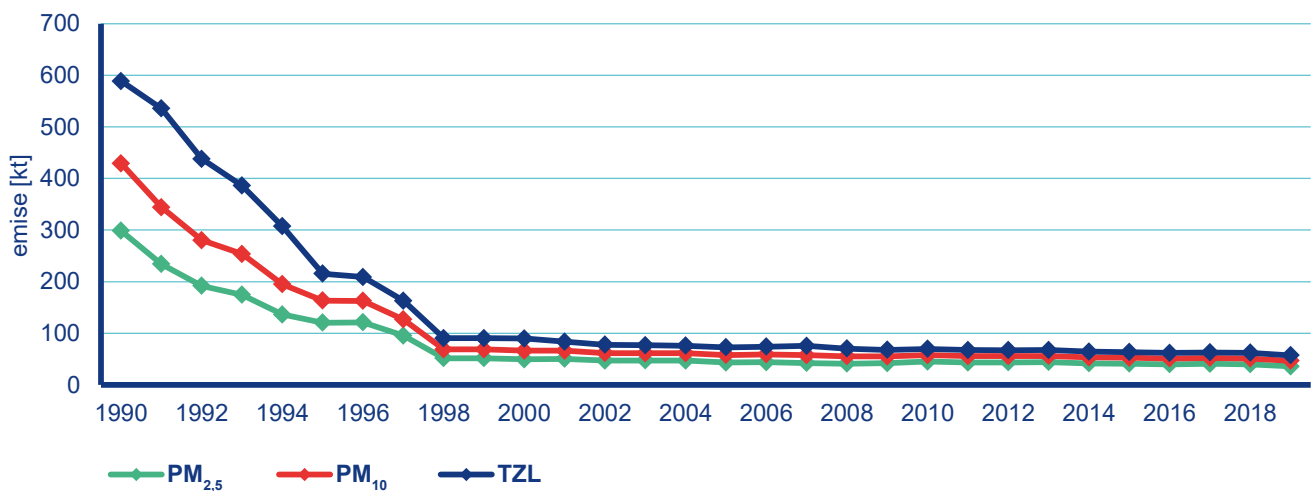


Obr. II.1 Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2019

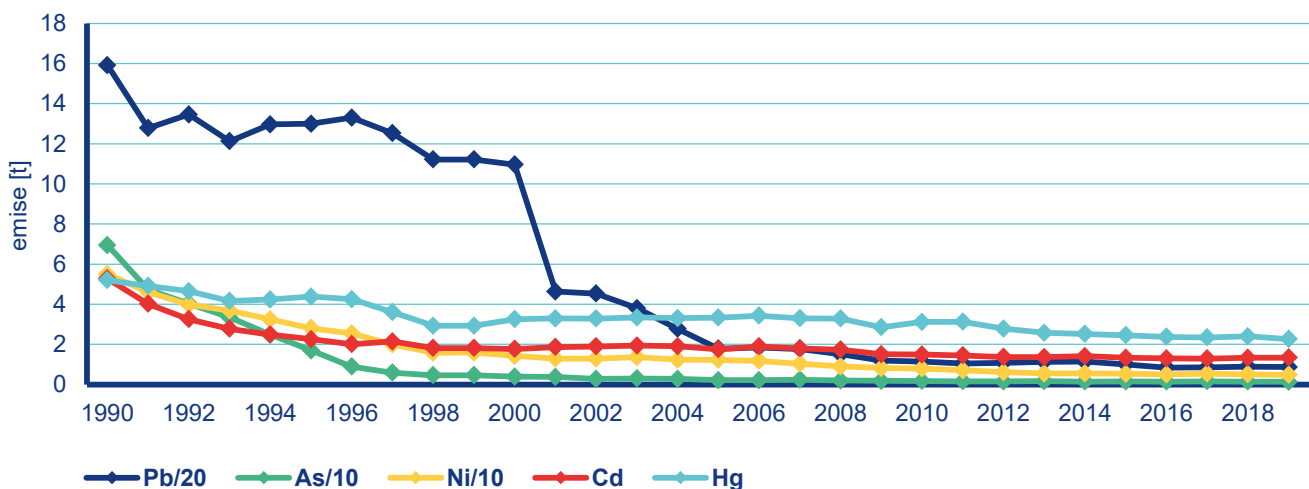
## Vývoj emisí

Vývoj úrovně znečišťování ovzduší je úzce spjat s ekonomickou a společensko-politickou situací i s rozvojem poznání v oblasti životního prostředí, umožňujícím úplnější a přesnější emisní inventury. Časová řada zahrnující období 1990–2019 v členění na hlavní plynné znečišťující látky, tuhé znečišťující látky, těžké kovy a POP je prezentována na Obr. II.1 až II.4. Emise všech znečišťujících látek poklesly v tomto období o desítky procent. Emise benzo[*a*]pyrenu začaly po poklesu v období do roku 2008 opět narůstat a v roce 2012 se přiblížily úrovni roku 2001. Vlivem vyššího podílu spotřeby černého uhlí v domácnostech po roce 2010 došlo také ke zvýšení emisí HCB. V roce 2012 dosáhly o 35 % vyšší úrovně než v roce 2000. Emise ze stacionárních zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 výrazně poklesly vlivem zavedení systému řízení kvality ovzduší,

který aplikuje na různých úrovních řadu nástrojů (normativní, ekonomické, informační atd.). Dopady těchto nástrojů se nejvíce projevíly koncem devadesátých let minulého století, tj. v období, kdy vstoupily v obecnou platnost emisní limity zavedené tehdy novou legislativou. Výrazné snížení produkce emisí z nejvýznamnějších zdrojů se příznivě projevilo na kvalitě ovzduší především v průmyslových oblastech severních Čech a Moravy a došlo mj. také k významnému omezení dálkového přenosu znečišťujících látek. I přes významné snižování emisí u energetických a průmyslových zdrojů přetrvávají na mnoha místech problémy s dodržováním požadavků na kvalitu ovzduší, a proto se pozornost v posledních letech soustřeďuje také na zdroje kategorie REZZO 3 a REZZO 4. Přestože i zde došlo k výraznému snížení emisí zejména u silniční dopravy, vliv těchto zdrojů na kvalitu ovzduší je významný především v obcích a pro jejich regulaci zatím nebyla uplatněna celoplošně účinná opatření. Mimo jiné i z těchto důvodů ukládá revize



Obr. II.2 Vývoj celkových emisí částic, 1990–2019



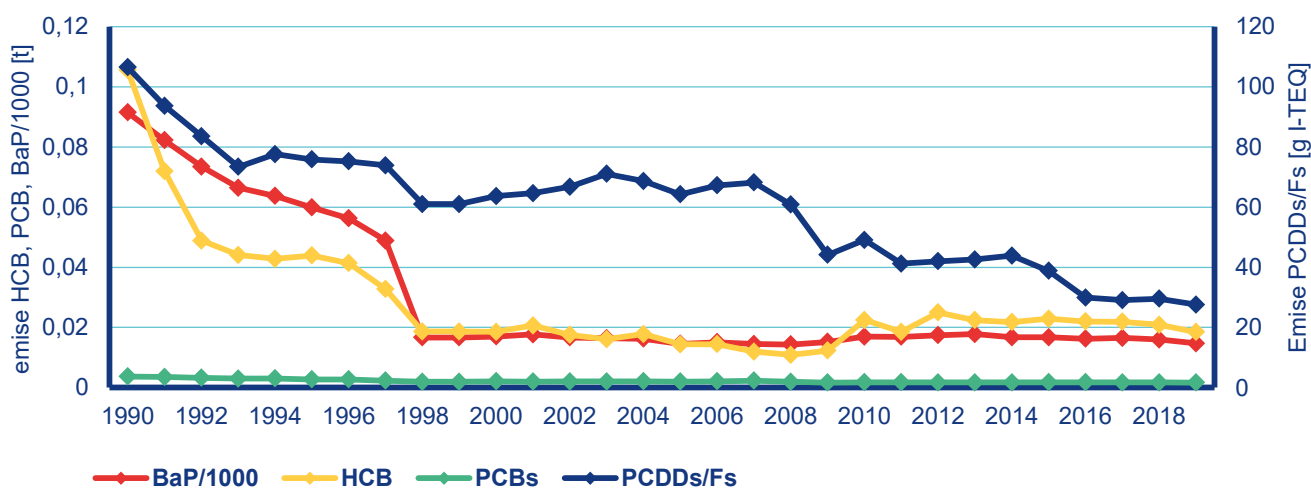
Obr. II.3 Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2019

Göteborgského protokolu a Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 ČR závazky ke snížení emisí k roku 2020 u  $PM_{2,5}$  o 17 %,  $SO_x$  o 45 %,  $NO_x$  o 35 %, NMVOC o 18 % a  $NH_3$  o 7 % a k roku 2030  $PM_{2,5}$  o 60 %,  $SO_x$  o 66 %,  $NO_x$  o 64 %, NMVOC o 50 % a  $NH_3$  o 22 % oproti roku 2005.

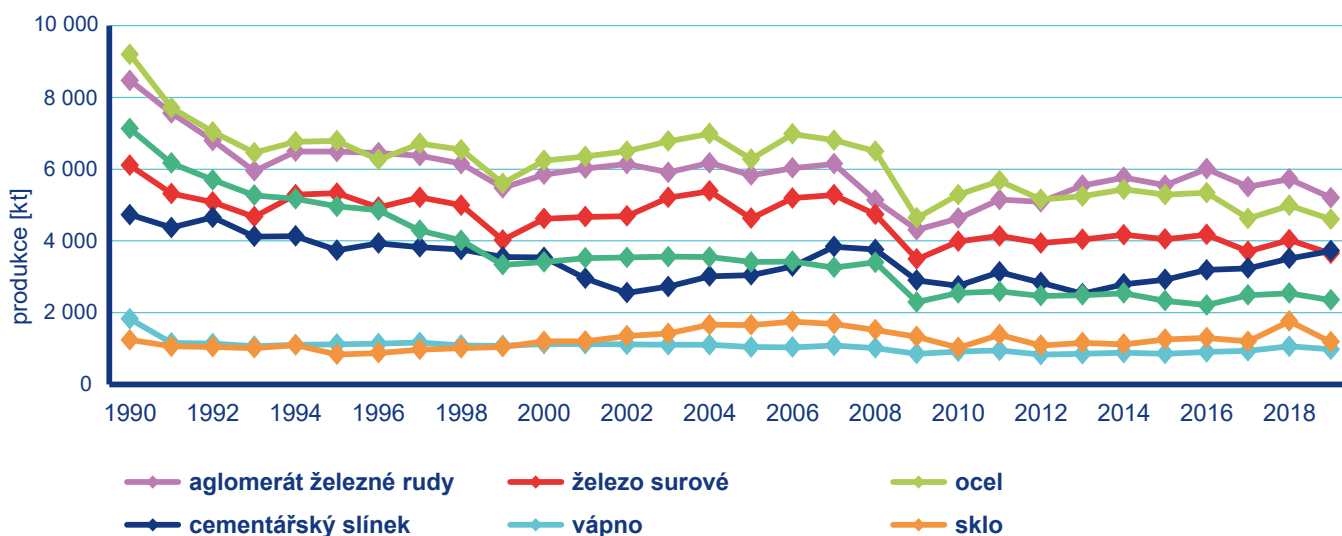
V roce 1991 vstoupil v platnost zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší, doplněný zákonem č. 389/1991 Sb., o státní správě ochrany ovzduší a poplatcích za jeho znečišťování, který poprvé v historii ČR zavedl s platností od roku 1998 emisní limity. V důsledku restrukturalizace hospodářství a modernizace zdrojů došlo v řadě odvětví po roce 1990 k výraznému poklesu výroby

(Obr. II.5). U spalovacích zdrojů s nižším tepelným výkonem (výtopny/kotelny) postupně docházelo k náhradě pevných a kapalných fosilních paliv zemním plynem (Obr. II.6).

Emise z lokálního vytápění domácností poklesly nejvíce v období 1993–1997 vlivem plynofikace obcí a státní podpory vytápění elektřinou. Spotřeba pevných fosilních paliv v domácnostech byla v roce 2001 o 67 % nižší ve srovnání s rokem 1990 (Obr. II.7). Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu přirozené obnovy vozového parku. Ukončení prodeje olovnatého benzínu v roce 2001 způsobilo výrazné snížení emisí Pb do ovzduší (Obr. II.3).

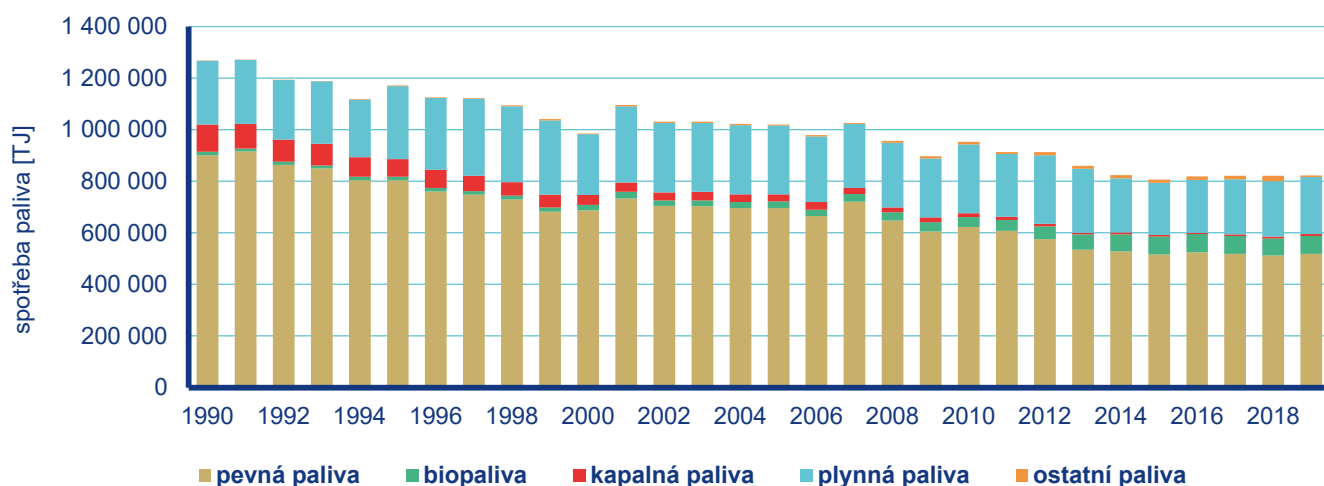


Obr. II.4 Vývoj celkových emisí POP, 1990–2019

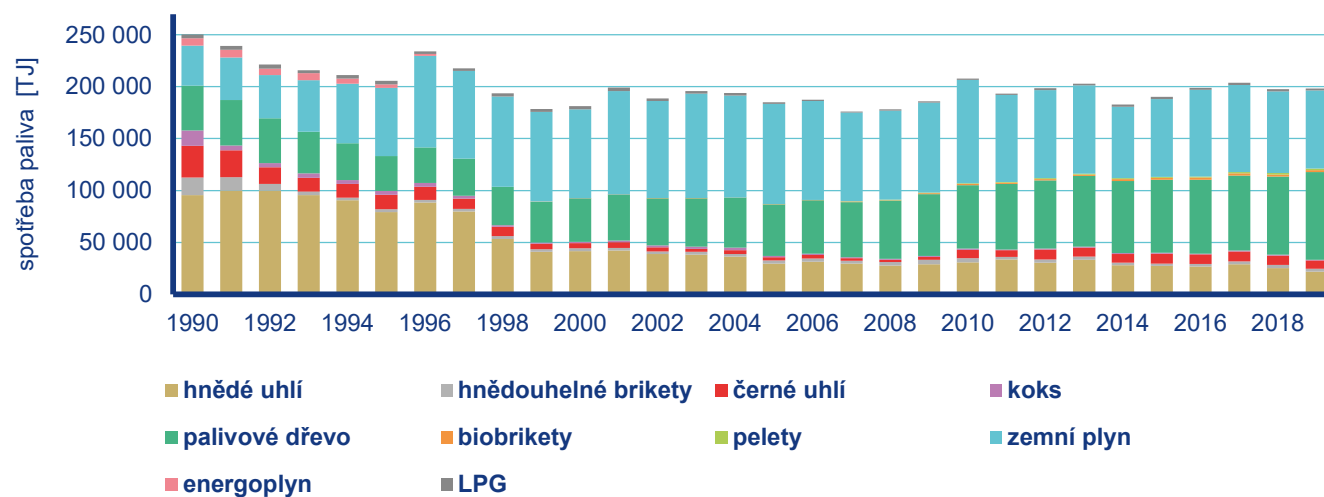


Obr. II.5 Produkce základních průmyslových výrobků, 1990–2019

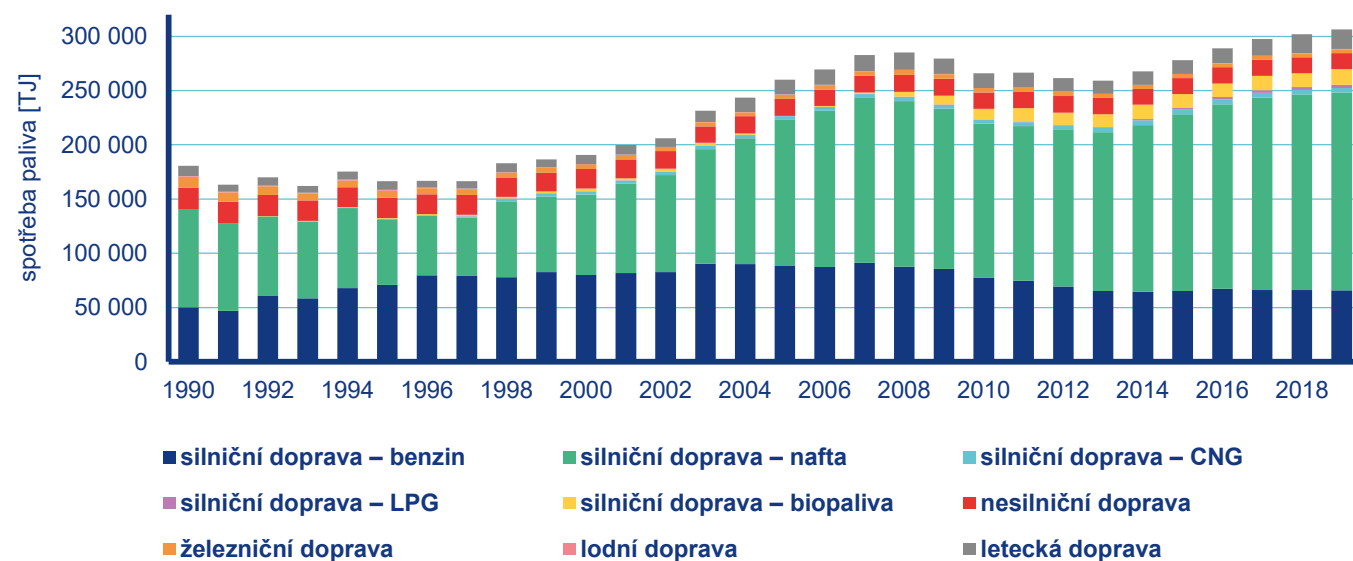
## II. Znečišťování ovzduší



Obr. II.6 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 1 a REZZO 2, 1990–2019



Obr. II.7 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 3 (domácnosti), 1990–2019



Obr. II.8. Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2019

Příznivý trend snižování spotřeby pevných fosilních paliv v sektoru lokálního vytápění domácností již od roku 2001 nepokračoval, a to zejména z důvodu rostoucí ceny zemního plynu a elektřiny. V období let 2002–2008 mírně poklesla spotřeba uhlí, které bylo nahrazeno stále oblíbenějším palivovým dřevem. Po roce 2009 spotřeba pevných paliv v domácnostech, zejména palivového dřeva, opět začala narůstat (Obr. II.7). V letech 2009–2012 docházelo díky dotačnímu programu Zelená úsporám k zateplování budov a k náhradě neekologického vytápění nízkoemisními zdroji. Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu zavádění přísnějších emisních norem pro nová vozidla uváděná na trh. Vliv nárůstu intenzity dopravy a spotřeby motorové nafty zapříčinil zvýšení emisí těžkých kovů a POP (Obr. II.8).

V roce 2012 vstoupil v platnost zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který zavedl přísnější emisní limity pro spalovací zdroje podle směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. Mezi nejvýznamnější technická opatření ke snížení emisí v období 2013–2020 patřily instalace zařízení na odsiřování a denitrifikaci spalin (většina elektráren a větších tepláren) nebo instalace tkaninových filtrů za stávající elektrostatické odlučovače (např. u hutních provozů v Moravskoslezském kraji).

Nová legislativa se zaměřila ve větší míře také na omezení emisí ze sektoru lokálního vytápění domácností zavedením minimálních hodnot emisních parametrů pro spalovací zdroje s celkovým jmenovitým tepelným příkonem do 300 kW při jejich uvádění na trh od roku 2014 a 2018. Od 1. září 2022 bude v této skupině zdrojů možné provozovat pouze kotle splňující 3. emisní třídu, čímž by mělo dojít k odstavení starých typů kotlů a k jejich náhradě modernějšími zařízeními s nižšími emisemi. Výměny kotlů probíhají postupně a společně se snižováním energetické náročnosti budov jsou podporovány dotační politikou na celorepublikové i krajské úrovni.

Výsledky emisní inventury za prezentované období 1990–2019 byly na základě doporučení vycházejících z pravidelně prováděných kontrol a porovnání metodik národní inventury ČR a zemí EU přepočteny (ČHMÚ 2021f). Významnější změna byla provedena

u inventury emisí NMVOC sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (1A4bi), kde došlo ke snížení emisí NMVOC na základě přepočtu dříve používaných emisních faktorů. Zcela novými průběžně rozvíjenými postupy, podle kterých byly poprvé použity dokonalejší metodiky označované jako Tier 2 (ČHMÚ 2021f), byla zpracována emisní inventura sektoru zemědělství. Nejvýznamnější se metodické úpravy projeví u emisí  $\text{NH}_3$  a NMVOC v rozsahu cca 10 až 30 tis. t/rok především v návaznosti na změny v používaných technologiích ke snižování emisí produkovaných při chovu hospodářských zvířat a kolísání spotřeby minerálních hnojiv. Předběžné vyhodnocení emisí za rok 2020 (Tab. II.1) ukazuje na další snížení u všech hlavních znečišťujících látek. U vyjmenovaných zdrojů REZZO 1-2 poklesly nejvíce emise  $\text{SO}_x$  o 12 kt a  $\text{NO}_x$  o 8,2 kt. Snížení emisí TZL o 1880 t představuje pokles o více než 26 % proti roku 2019. U některých energetických zdrojů (elektrárny a teplárny) došlo ke snížení výroby, popř. i k trvalému odstavení z provozu (ČEZ, a.s. – Elektrárna Pruněřov I k 30. 6. 2020, ČEZ Energetické služby, s.r.o. – Teplárna Vítkovice, Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. – Zpracovatelská část - PPC). V sektoru těžby a zpracování nerostných surovin došlo k poklesu těžby o cca 5 %, ale množství emisí TZL ohlášených u zdrojů zařazených podle přílohy č. 2 zákona do kategorie 5.11. kleslo téměř o polovinu. Na snížení vykazovaných emisí se projevuje změna metodiky výpočtu emisí pro jednotlivé těžební procesy a manipulace, především u kamenolomů. U hromadně sledovaných stacionárních zdrojů REZZO 3 se na poklesu emisí TZL (o 2,1 kt) podílí zejména vytápění domácností a potom ostatní plošné stacionární zdroje, mj. také těžba uhlí, která se snížila u hnědého uhlí meziročně o 4,4 % a u černého uhlí o téměř 25 %. Při mírném vzestupu počtu denostupňů v topném období r. 2020 proti r. 2019 (o cca 1,3 %) se ve výpočetním modelu emisí příznivě projevila obměna kotlů v domácnostech, navazující na legislativních opatření. Údaje statistik MPO [např. MPO 2021] však ukazují, že trend nákupu nových kotlů na pevná paliva v posledních třech letech výrazně zpomalil a v roce 2020 byl zaznamenán nejnižší prodej za celou historii statistiky od r. 1970. Pokles spotřeby pohonných hmot (benzin o cca 9 % a nafta o cca 5 %) související s pandemickou situací se promítl významně do snížení vypočtených emisí kategorie REZZO 4. Podrobnější vyhodnocení vývoje emisí v sektorovém členění za období 2010–2019 lze nalézt v kapitole IV.

Tab. II.1 Srovnání emisí hlavních znečišťujících látek v letech 2019–2020 (předběžné údaje)

Kategorie zdrojů	TZL		$\text{SO}_x$		$\text{NO}_x$		CO		NMVOC		$\text{NH}_3$	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
kt.rok <sup>-1</sup>												
Rok	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
REZZO 1–2	7,0	5,1	62,3	50,3	68,2	60,0	159,8	153,8	20,8	18,8	0,6	0,7
REZZO 3	43,0	40,9	17,4	16,0	34,6	34,5	556,1	549,6	177,3	173,8	83,2	82,5
<b>CELKEM stacionární zdroje</b>	<b>50,0</b>	<b>46,0</b>	<b>79,7</b>	<b>66,3</b>	<b>102,8</b>	<b>94,5</b>	<b>715,9</b>	<b>703,4</b>	<b>198,1</b>	<b>192,6</b>	<b>83,8</b>	<b>83,2</b>
REZZO 4	7,1	6,5	0,2	0,1	69,6	66,5	102,7	94,2	16,8	13,8	1,0	0,8
<b>CELKEM</b>	<b>57,1</b>	<b>52,5</b>	<b>79,9</b>	<b>66,4</b>	<b>172,4</b>	<b>161,0</b>	<b>818,6</b>	<b>797,6</b>	<b>214,9</b>	<b>206,4</b>	<b>84,8</b>	<b>84,0</b>



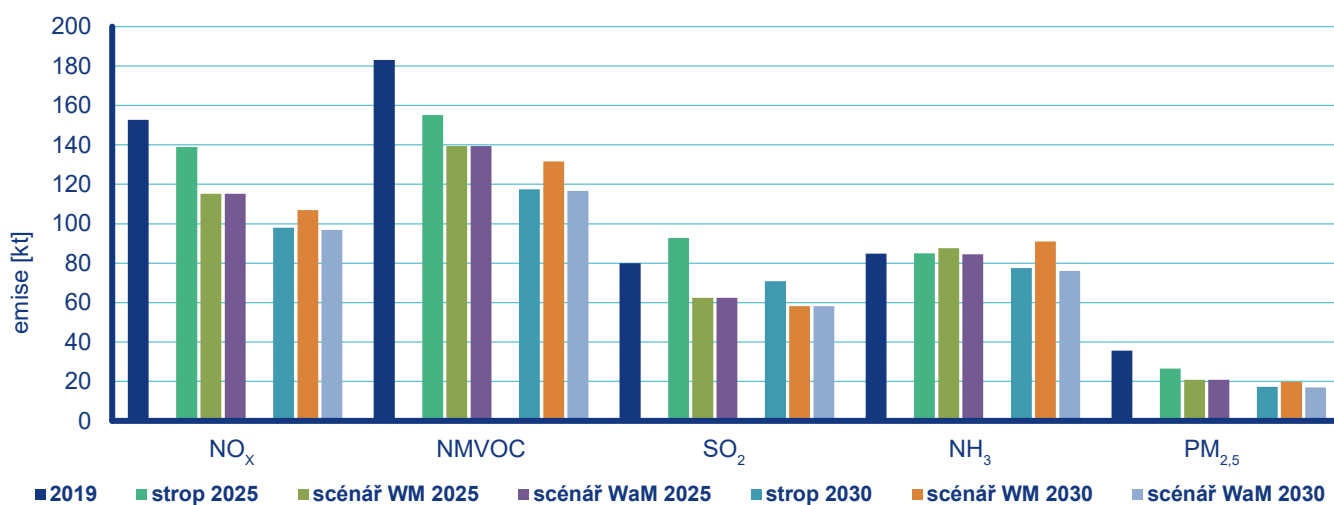
## Projekce emisí

ČHMÚ zajišťuje v rámci reportingu k mezinárodním závazkům ČR (CLRTAP) a ke směrnici 2016/2284/EU zpracování projekcí, které vychází z inventury emisí, vývoje socioekonomických ukazatelů, legislativy platné v časovém horizontu projekce a dalších opatření ke snížení emisí.

Pro účely aktualizace Národního programu snižování emisí (MŽP 2019) byla zpracována emisní projekce pro období 2020–2030 (Obr. II.9), a to podle scénáře WM (bez dodatečných opatření) a WaM (s dodatečnými opatřeními). Tato projekce byla

aktualizována v rámci přípravy reportingu podle mezinárodních závazků v březnu 2021. Projekce pro emise  $\text{NO}_x$ , NMVOC,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NH}_3$  a částice  $\text{PM}_{2,5}$  vychází především z odborného vyhodnocení budoucích emisí a aktivitních dat pro významné kategorie zdrojů, jako jsou například energetika, doprava, zemědělství, používání rozpouštědel nebo nakládání s odpady.

Do roku 2030 se předpokládá snížení emisí všech znečišťujících látek, vycházející z obměny zdrojů tepla v sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, obnovy vozového parku vč. podpory nízkoemisních a bezemisních vozidel, větší míry podpory obnovitelných zdrojů energie, zpřísnění povinností při skladování a aplikaci hnojiv a dalších opatření.

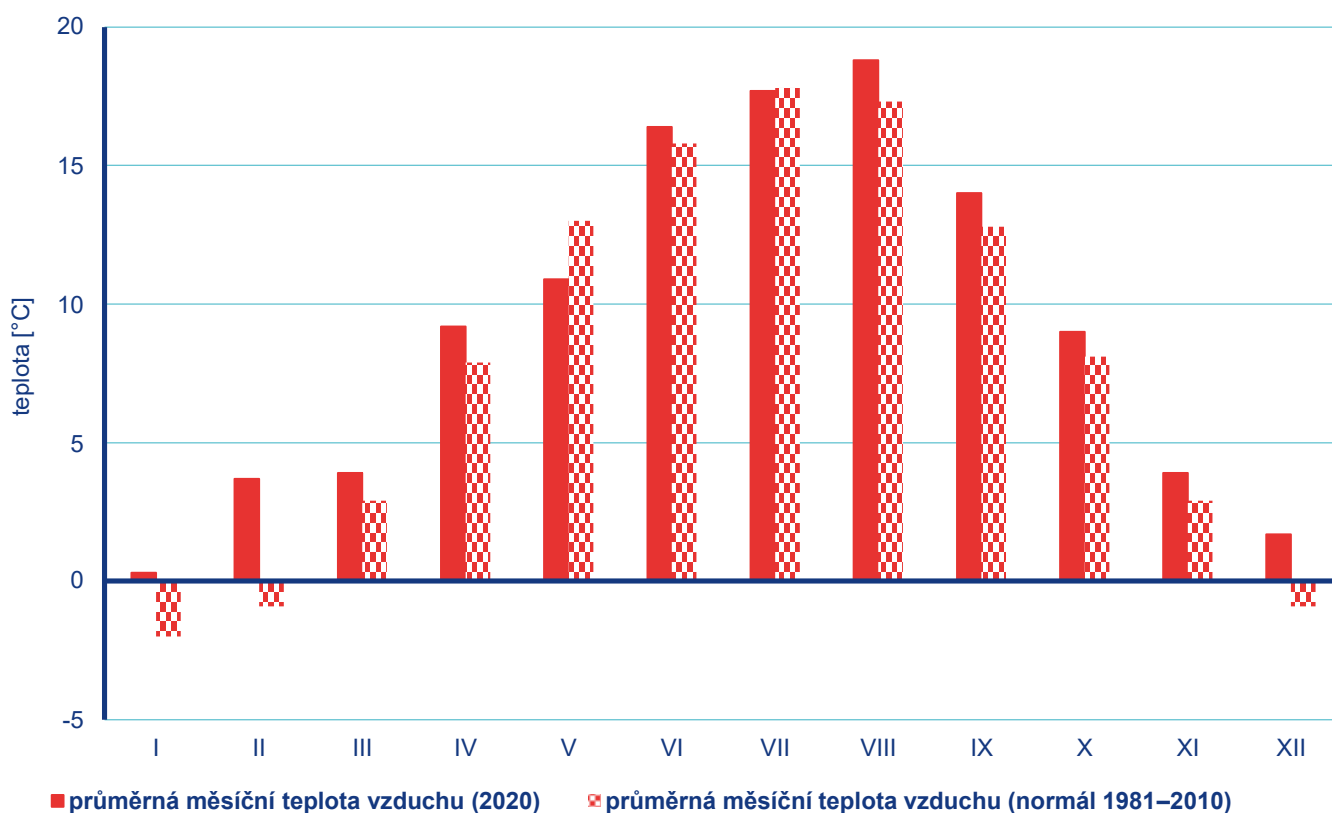


Obr. II.9 Srovnání emisních stropů a scénářů emisních projekcí základních znečišťujících látek

### III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY

Kvalitu ovzduší, kromě vlastních zdrojů znečišťování ovzduší, výrazně ovlivňují i meteorologické podmínky. Umožňují rozptyl znečišťujících látek v ovzduší, mají vliv na množství emisí z antropogenních i přírodních zdrojů, na resuspenzi a ovlivňují tvorbu sekundárních znečišťujících látek i rychlost jejich odstraňování z ovzduší. Mezi základní meteorologické veličiny ovlivňující rozptyl škodlivin v ovzduší patří teplota vzduchu, rychlost větru a stabilita mezní vrstvy atmosféry. Jednou z možností, jak číselně vyjádřit rozptylové podmínky (RP), je tzv. ventilační index (VI), který je definován jako součin výšky směšovací vrstvy a průměrné rychlosti větru v ní<sup>1</sup>. Situace s nepříznivými rozptylovými

podmínkami však neznamená nutně výskyt vysokých koncentrací znečišťujících látek. Důležitá je délka trvání situace, výchozí úroveň znečištění, rozložení zdrojů a jejich emisí do vrstvy pod inverzí (Škáchová 2020). Vliv meteorologických podmínek na antropogenní emise z vytápění je stanovován na základě počtu topných dnů a teplot, které se během nich vyskytly. Teplotní poměry v topné sezoně (leden–květen, září–prosinec) nebo její části jsou charakterizovány pomocí tzv. denostupňů, tj. součtem rozdílů referenční vnitřní teploty a průměrné denní venkovní teploty v topných dnech. Podrobnější specifikace vlivu meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší je uvedena v ČHMÚ (2021d).



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

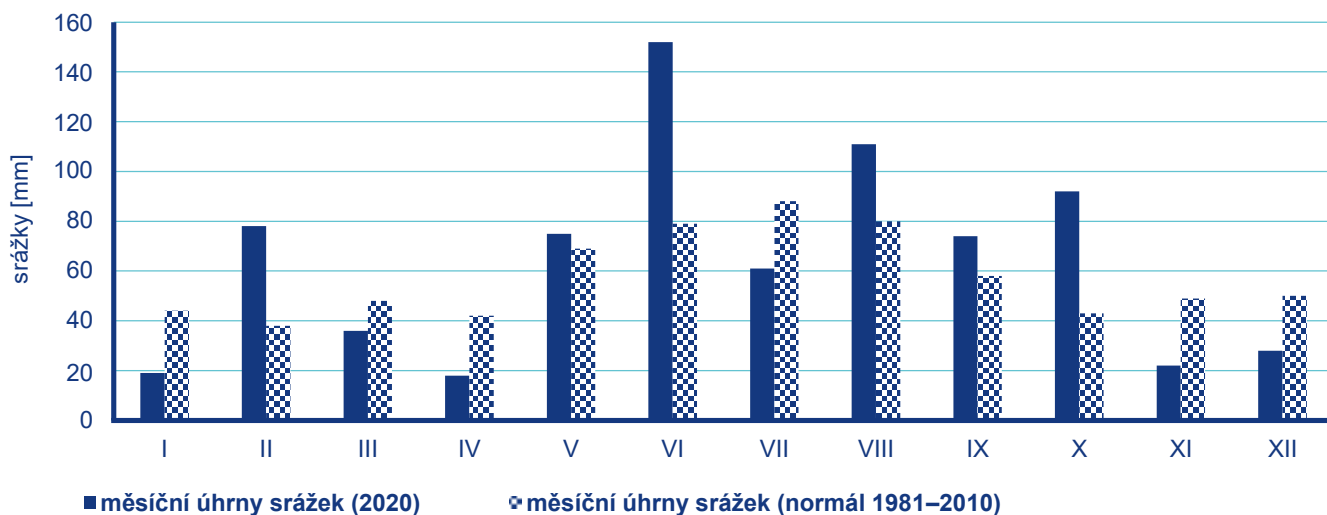
1 Směšovací vrstvou rozumíme vrstvu atmosféry mezi zemským povrchem a spodní hranicí nejnižší zadržné teplotní vrstvy.

### Meteorologické a rozptylové podmínky v roce 2020

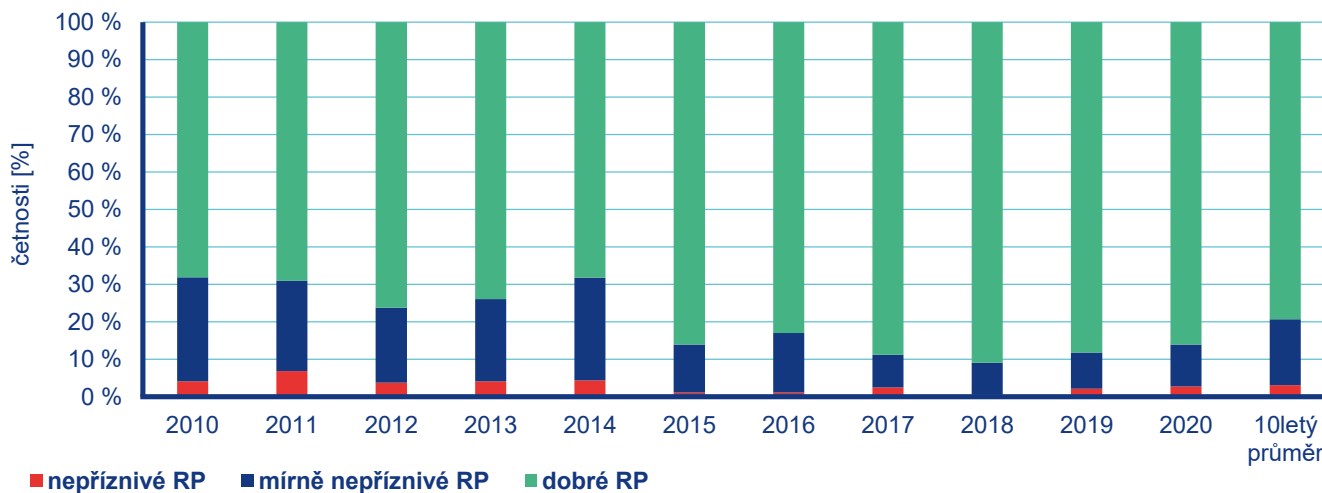
Rok 2020 byl na území ČR teplotně silně nadnormální, průměrná roční teplota vzduchu 9,1 °C byla o 1,2 °C vyšší než normál 1981–2010. Společně s roky 2000 a 2007 se tak uplynulý rok řadí jako pátý až sedmý nejteplejší od roku 1961. V průběhu roku se vyskytly pouze dva měsíce se zápornou odchylkou od normálu 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. III.1).

Srážkově byl rok 2020 na území ČR nadnormální. Průměrný roční úhrn srážek 766 mm představuje 112 % 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 152 mm (192 % normálu). Silně nadnormální byly měsíce únor (205 % normálu) a říjen (214 % normálu). Jako nadnormální byly označeny měsíce srpen (139 % normálu) a září (128 % 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 (56 % normálu) byly srážkově podnormální, březen (75 % normálu) a květen (109 % normálu) pak srážkově normální (Obr. III.2).



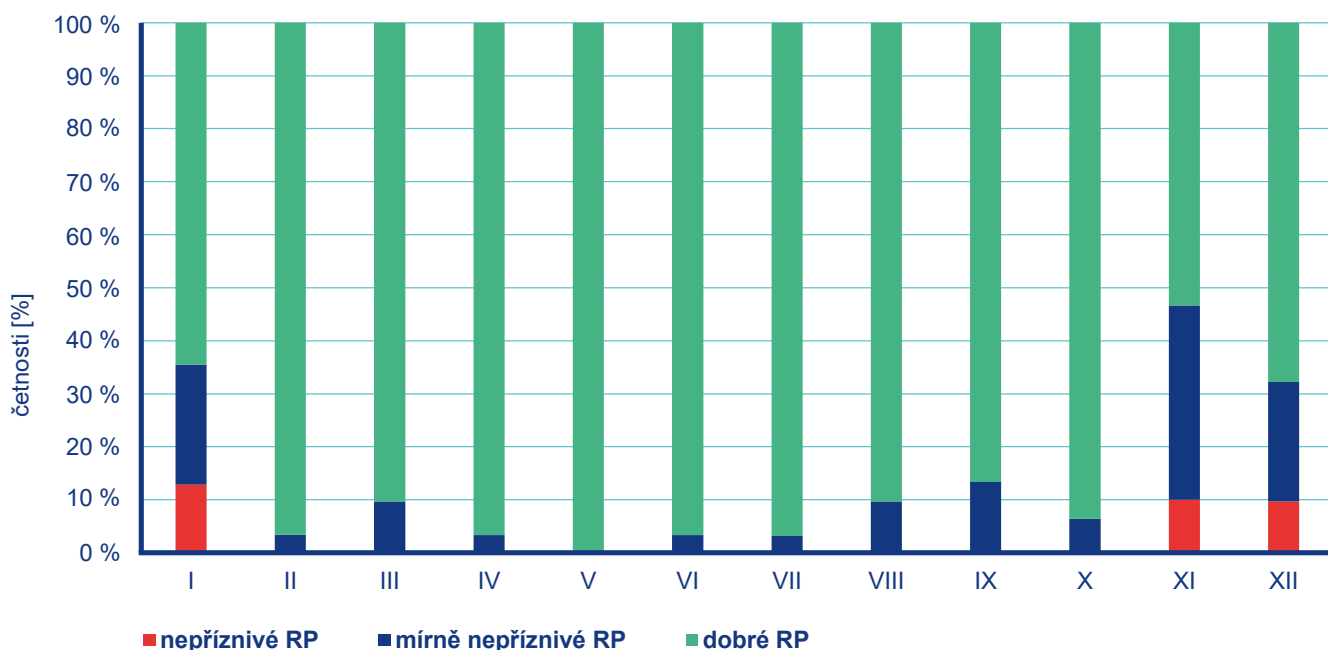
Obr. III.2 Měsíční úhrny srážek v roce 2020 v porovnání s normálem 1981–2010



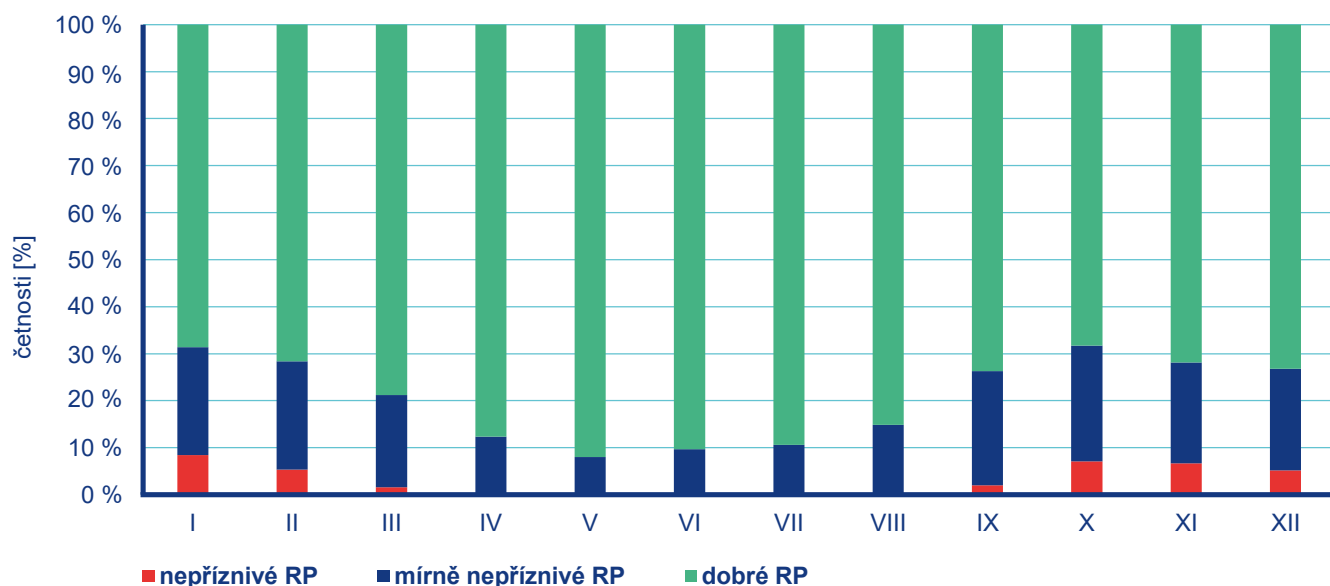
Obr. III.3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP), 2010–2020

V porovnání s desetiletým průměrem 2009–2019 panovaly v roce 2020 standardní rozptylové podmínky (Obr. III.3). Dobré rozptylové podmínky, vyjádřené pomocí ventilačního indexu pro celou ČR, byly v roce 2020 zaznamenány ve 315 dnech (86 %). V porovnání s desetiletým průměrem (79 %) se jedná o zlepšení o 7%. Mírně nepříznivé rozptylové podmínky se v roce 2020 vyskytly ve 41 dnech (11 %), nepříznivé rozptylové podmínky pak v 10 dnech (3 %).

Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo během roku zaznamenáno v květnu (100 %), nejméně naopak v listopadu (53 %). Nepříznivé rozptylové podmínky byly zaznamenány v lednu (13 %), v listopadu a prosinci (10 %). V porovnání s desetiletým průměrem byly v roce 2020 hodnoceny čtyři měsíce jako standardní, a to leden, duben, září a prosinec (Obr. III.5). Šest měsíců bylo charakterizováno jako měsíce se zlepšenými rozptylovými podmínkami, a to březen, květen, červen, červenec, srpen a říjen. Únor je pak hodnocen jako měsíc s výrazně zlepšenými rozptylovými podmínkami. Jediný měsíc se zhoršenými rozptylovými podmínkami byl listopad, který hodnotíme dokonce jako výrazně zhoršený.



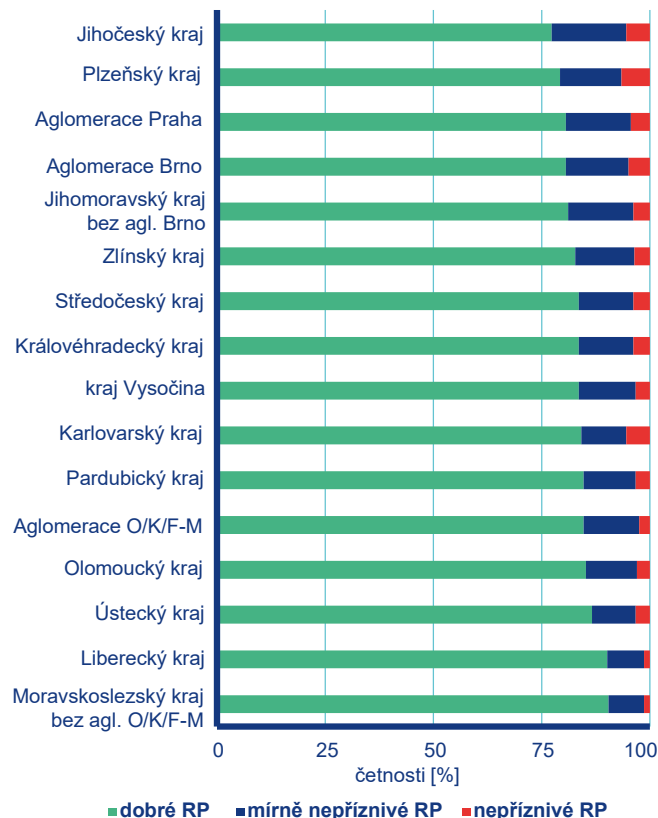
Obr. III.4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 2020



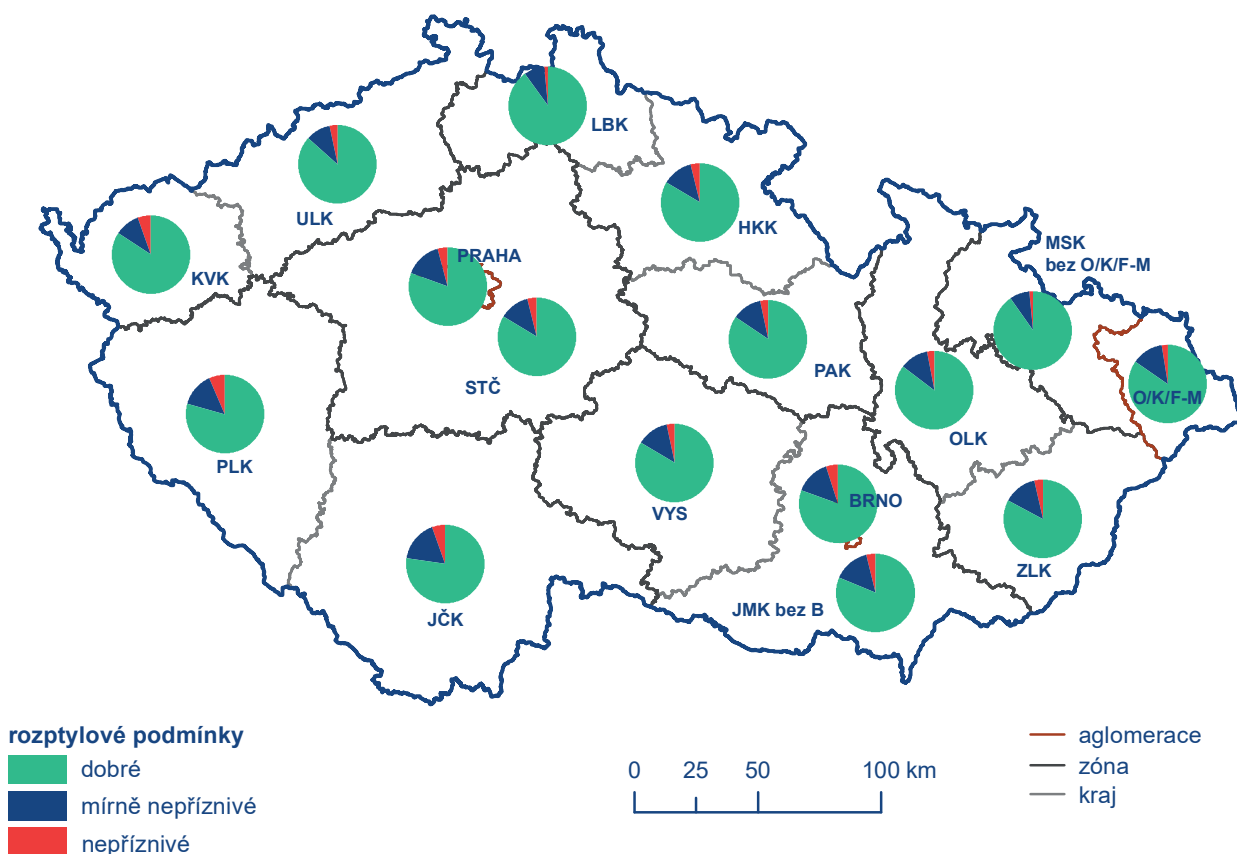
Obr. III.5 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 10letý průměr 2010–2019

V jednotlivých regionech se rozložení četností rozptylových podmínek od celorepublikového průměru liší (Obr. III.6). Všechny tři typy rozptylových podmínek byly zaznamenány ve všech regionech. Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo zaznamenáno v Moravskoslezském bez aglomerace O/K/F-M a Libereckém kraji (90 %), nejméně v Jihočeském kraji (77 %). Naopak nejvíce nepříznivých podmínek se vyskytlo v Plzeňském kraji (6 %), nejméně pak v Moravskoslezském bez aglomerace O/K/F-M a Libereckém kraji (1 %) (Obr. III.7).

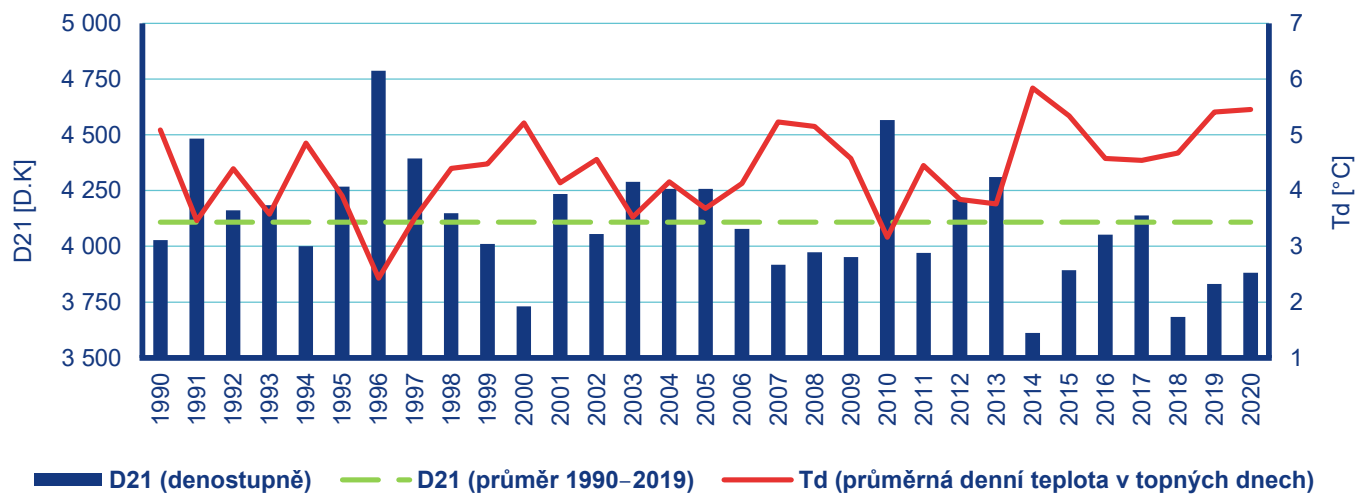
Počty denostupňů na území ČR byly v roce 2020 v porovnání s dlouhodobým průměrem 1989–2019 výrazně podnormální, nižších hodnot bylo dosaženo pouze v letech 2000, 2014, 2018 a 2019. V roce 2014 byla navíc dosažena i nejvyšší průměrná denní teplota v topných dnech (Obr. III.8). Během jednotlivých měsíců se počty denostupňů pohybovaly pod hodnotou dlouhodobého průměru. Výjimku tvoří květen, který je klimatologicky hodnocen jako teplotně silně podnormální (Obr. III.9). Největší pokles počtu denostupňů oproti dlouhodobému průměru byl zaznamenán v únoru, který je klimatologicky hodnocen jako teplotně mimořádně nadnormální a pozitivně ovlivňuje odhadované emise z vytápění domácností.



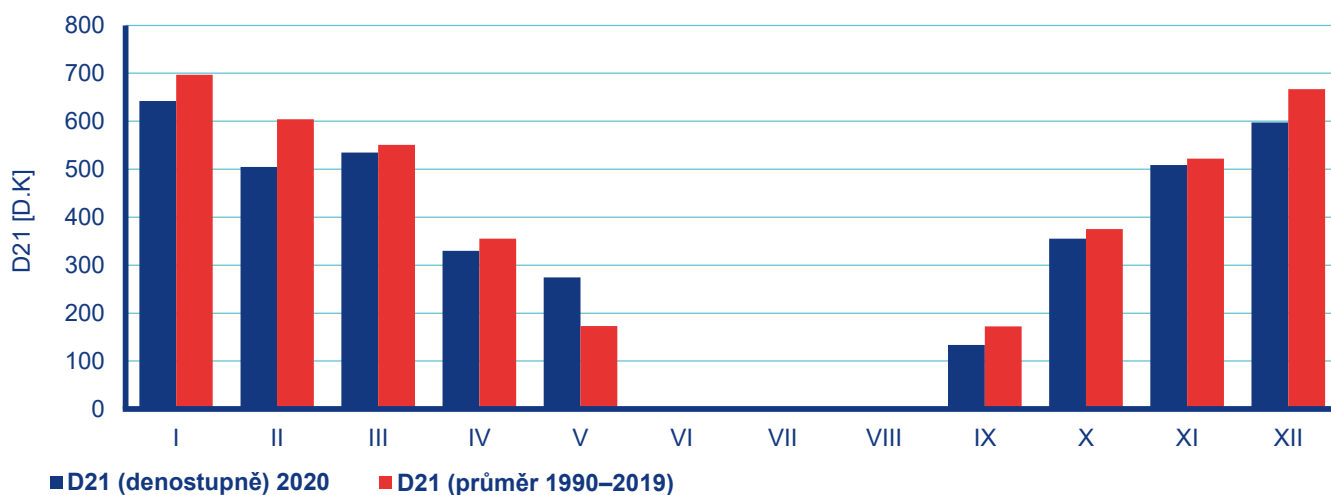
Obr. III.7 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2020



Obr. III.6 Skladba rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2020



Obr. III.8 Roční topné sezony v ČR vyjádřené v denostupních (1990–2020) v porovnání s 20letým průměrem 1990–2019



Obr. III.9 Roční chod denostupňů na území ČR v topné sezoně 2020 (I–V, IX–XII) v porovnání s průměrem 1990–2019



# IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICĚ

Hodnocení kvality ovzduší uvedené v ročence pokrývá celé území ČR. Dokumentování dodržování legislativních požadavků i v oblastech, ve kterých nedochází k překročení žádného z imisních limitů, je jednou ze základních zásad směrnice 2008/50/ES. Nejsou-li splněny cíle kvality vnějšího ovzduší stanovené směrnicí, musí členské státy přijmout opatření směřující k dodržení imisních limitů a dlouhodobých imisních cílů. Hodnocení kvality ovzduší se provádí s ohledem na ochranu zdraví populace a na ochranu ekosystémů a vegetace.

Pro hodnocení kvality ovzduší v této ročence byla uplatněna kritéria výpočtu podle přílohy I směrnice 2008/50/ES a přílohy IV směrnice 2004/107/ES. Tyto přílohy stanovují cíle v oblasti kvality údajů pro posuzování kvality vnějšího ovzduší. Dle přílohy I směrnice 2008/50/ES a přílohy IV směrnice 2004/107/ES lze pro hodnocení kvality ovzduší použít údaje pouze z měřicích stanic, na kterých byl splněn požadavek minimálního sběru údajů ve výši 90 %, přičemž se nezahrnují ztráty údajů v důsledku pravidelných kalibrací nebo běžné údržby přístrojové techniky. Anž je dotčena příloha I směrnice 2008/50/ES, tak při shromažďování údajů a při výpočtech statistických parametrů jsou uplatněna kritéria uvedená v příloze XI stejné směrnice. V důsledku těchto změn se mohou některé prezentované údaje ve starších ročenkách mírně lišit v porovnání s údaji prezentovanými v této ročence.

Základem pro hodnocení kvality ovzduší jsou koncentrace naměřené na monitorovacích stanicích. Měřicí síť je nejhustší v oblastech s nejvyššími koncentracemi škodlivin, nicméně pokrývá celou ČR. Páteří sítí monitorovacích stanic je Státní síť imisního monitoringu (SSIM), kterou provozuje ČHMÚ. Její součástí jsou jak stanice s automatizovaným měřicím programem, tak i s manuálním měřicím programem, ze kterých jsou odebrané vzorky analyzovány v laboratořích ČHMÚ. V mnoha případech je na jedné lokalitě znečištění ovzduší sledováno současně automatickými i manuálními metodami. Státní síť imisního monitoringu je doplněna monitorovacími stanicemi dalších organizací, jejichž měření je rovněž využíváno při hodnocení kvality ovzduší (Obr. I.1).

	≤ dolní mez pro posuzování
	dolní mez pro posuzování – horní mez pro posuzování
	horní mez pro posuzování – imisní limit (IL)
	> imisní limit (IL)

**Obr. IV.1 Barevná škála v legendě plošných map znečišťujících látek pro rozdělení oblastí podle mezí pro posuzování a oblastí nad imisním limitem**

**Mapová interpretace je nezbytným východiskem pro indikaci oblastí s překročením imisních limitů z hlediska ochrany lidského zdraví**, pro které legislativa vyžaduje přípravu programů pro zlepšení kvality ovzduší, případně regulačních řádů. Pro lepší orientaci v plošných mapách znečišťujících látek byla zavedena nová jednotná barevná škála, kde jednotlivé barvy odpovídají dané úrovni znečištění ovzduší (Obr. IV.1). **Červeně je zvýrazněno překročení imisního limitu, dalšími základními hranicemi mezi kategoriemi jsou dolní a horní mez pro posuzování.** Diagramové mapy přehledně znázorňují vývoj imisních charakteristik v letech 2010–2020.

**Grafy vývoje imisních charakteristik** vybraných znečišťujících látek v aglomeracích a na celém území ČR od roku 2010 (pokud jsou k dispozici data) **ukazují vývoj úrovně znečištění ovzduší, vývoj úrovně znečištění během aktuálního roku a koncentrace znečišťujících látek na jednotlivých měřicích stanicích. Pro lepší orientaci v grafech je zavedena jednotná barevná škála, kde jednotlivé barvy prezentují určitý typ stanice** (Obr. IV.2). Jedná se o zjednodušenou klasifikaci, která vychází z oficiální klasifikace EoI, včetně subkategorií (bližší vysvětlení a podrobnosti viz ČHMÚ 2021d). V datové ročence „Souhrnný tabulární přehled“ (ČHMÚ 2021e) jsou uvedeny přehledy naměřených koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší v ČR na jednotlivých měřicích stanicích za rok 2020. Hodnoty jsou seřazeny sestupně a šedým podkladem je zdůrazněno překročení imisního limitu.

	Zjednodušená klasifikace	Klasifikace EoI
	stanice regionální (REG)	B/R/xxx-REG
	stanice venkovské (R)	B/R/xxx-NCI
	stanice předměstské pozadové (SUB)	B/S/xxx
	stanice městské pozadové (UB)	B/U/xxx
	stanice dopravní (T)	T/x/xxx
	stanice průmyslové (I)	I/x/xxx

**Obr. IV.2 Barevná škála v legendě grafů pro rozdělení měřicích stanic podle svého typu (x – jsou jakákoliv písmena v klasifikaci)**

## IV.1 Suspendované částice

Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakcí  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  zůstává jedním z hlavních problémů, které je třeba řešit při zajišťování kvality ovzduší ČR. Překračování imisních limitů  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  se stále podílí na vymezování oblastí s nadlimitním znečištěním ovzduší.

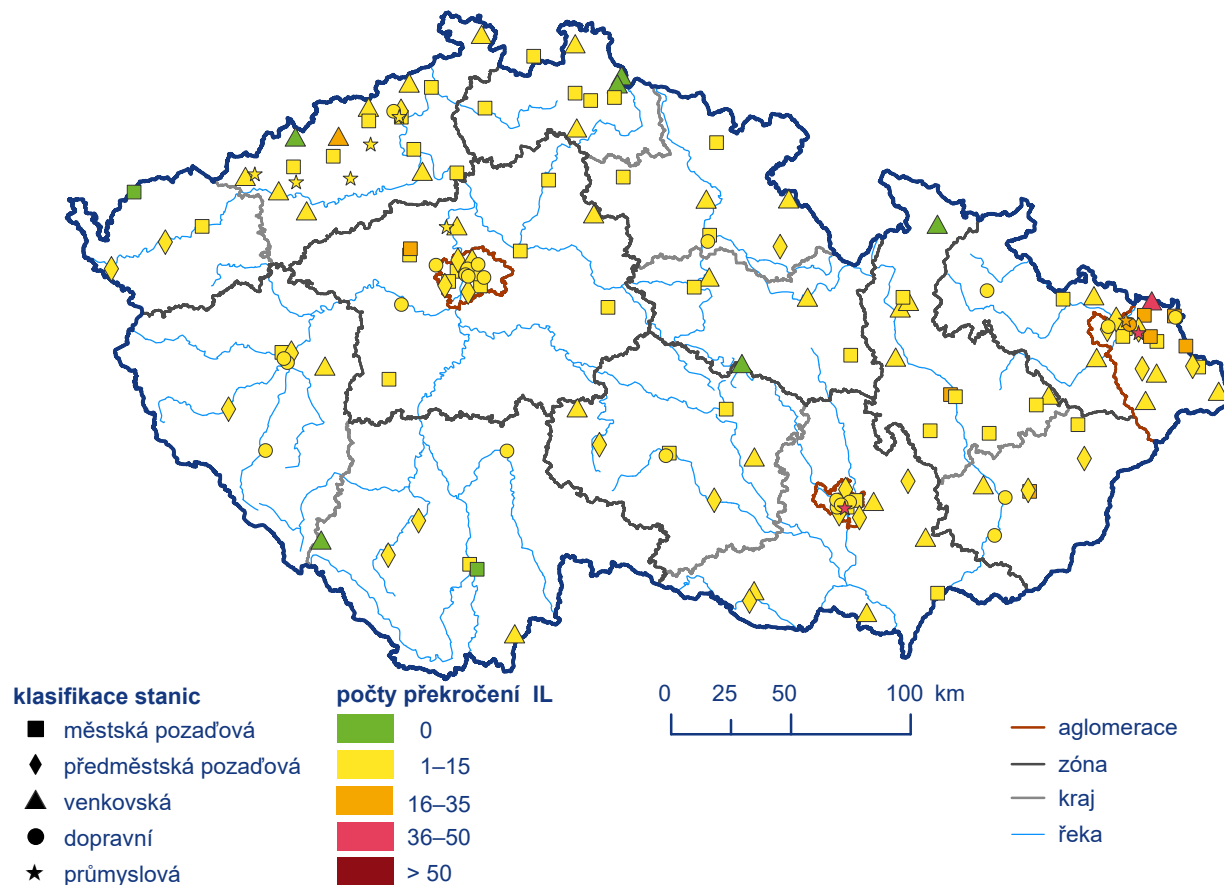
### IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2020

#### Suspendované částice $PM_{10}$

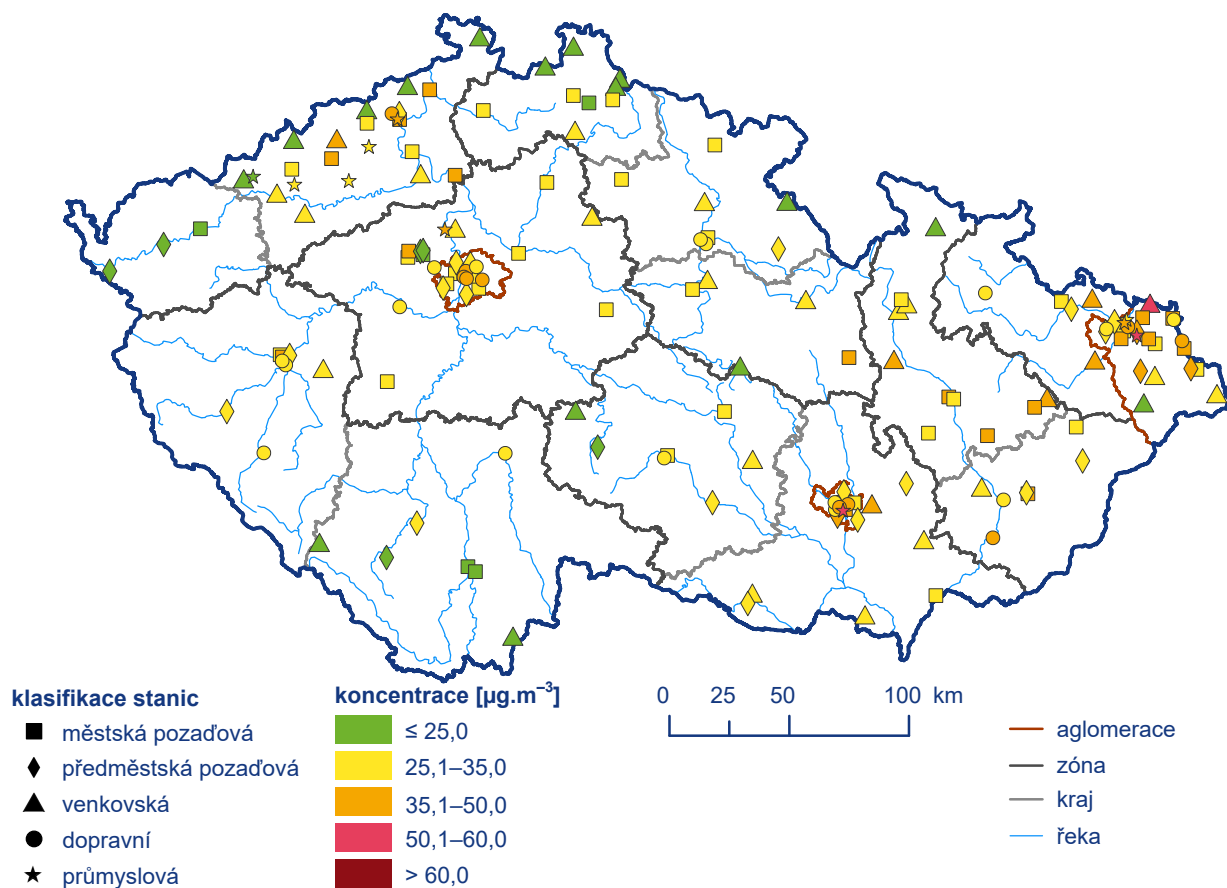
K překročení 24hodinového imisního limitu  $PM_{10}$  (průměrnou denní koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  je povoleno překročit 35× za rok) došlo v roce 2020 na necelých 2% stanic (3 stanice z celkového počtu 156 s dostatečným počtem dat pro hodnocení; Obr. IV.1.1 a Obr. IV.1.2). K překračování hodnoty imisního limitu docházelo zejména v lednu, březnu a prosinci (více než 80% případů překročení). V porovnání s rokem 2019, kdy bylo překročení denního imisního limitu  $PM_{10}$  za-

znamenáno na 5 % stanic (7 stanic ze 147) se jedná o další pokles, podobně jako v letech předešlých. K překročení 24hodinového imisního limitu v roce 2020 došlo pouze na průmyslové stanici Brno-Zvonařka (36. nejvyšší naměřená 24hodinová koncentrace  $55,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a na dvou stanicích v aglomeraci O/K/F-M. Na stanici Brno-Zvonařka, kde byla limitní 24hodinová koncentrace překročena 50× za rok, dochází k překročení imisního limitu v důsledku intenzivní stavební činnosti v blízkosti stanice. V aglomeraci O/K/F-M se jedná o průmyslovou stanici Ostrava-Radvanice ZÚ s 36. nejvyšší naměřenou 24hodinovou koncentrací v roce 2020 ve výši  $53,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (limitní 24hodinová koncentrace zde byla překročena 41×) a o venkovskou stanici Věřňovice s 36. nejvyšší naměřenou 24hodinovou koncentrací  $52,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (limitní 24hodinová koncentrace překročena 39×). 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. S ohledem na tyto místní anomálie není stanice Věřňovice reprezentativní pro český venkov. Výsledky měření z této stanice proto nejsou zahrnuty v následujícím vyhodnocení ročního chodu měsíčních koncentrací a vývoje koncentrací.

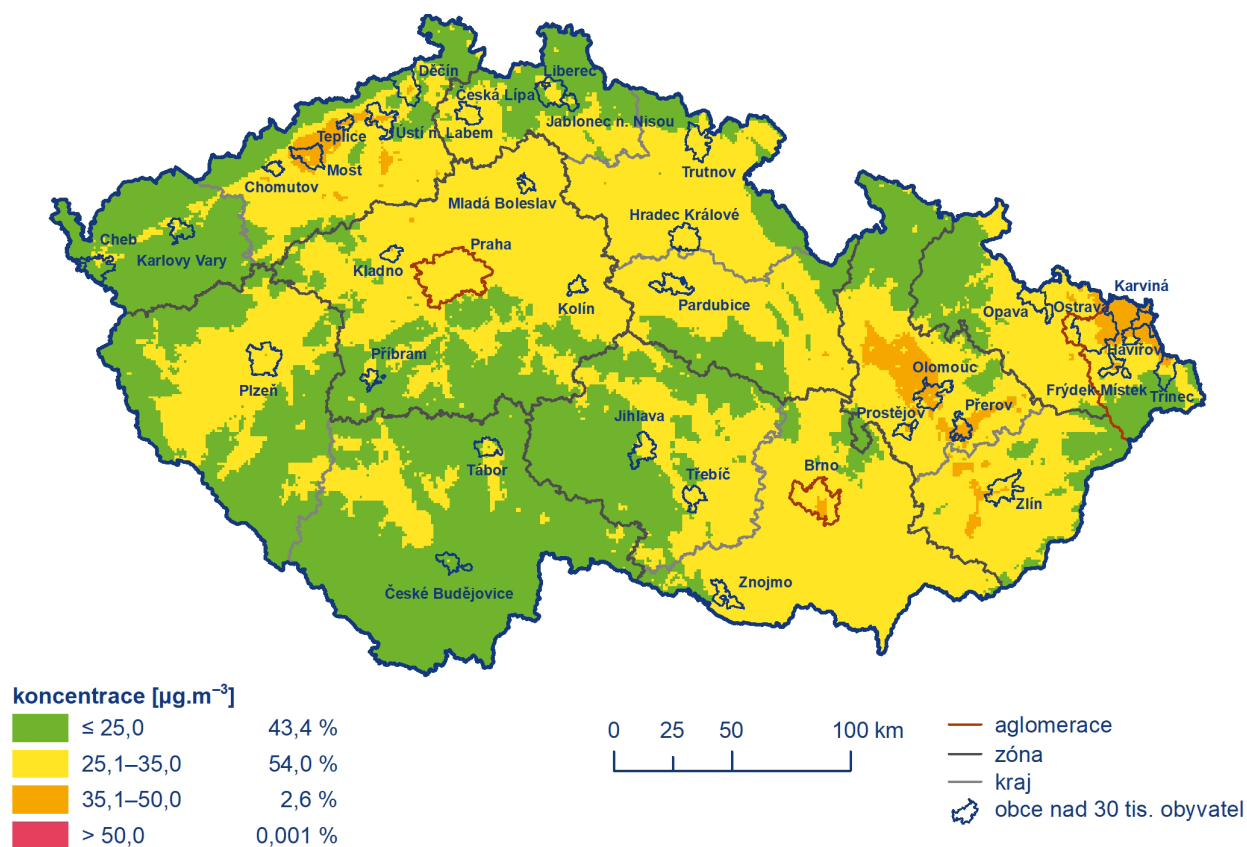
Imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci  $PM_{10}$  byl v roce 2020 překročen pouze na 0,001% území ČR s cca 0,002% obyvatel (Obr. IV.1.3). V porovnání s předchozími lety (0,3% v roce 2019, 3,2% v roce 2018, 8,3% v roce 2017, 1,4% v roce 2016 a 2,5% v roce 2015) došlo k dalšímu zmenšení plochy území ČR vystavené nadlimitní koncentraci  $PM_{10}$  (36. nejvyšší 24hod. koncentraci), které



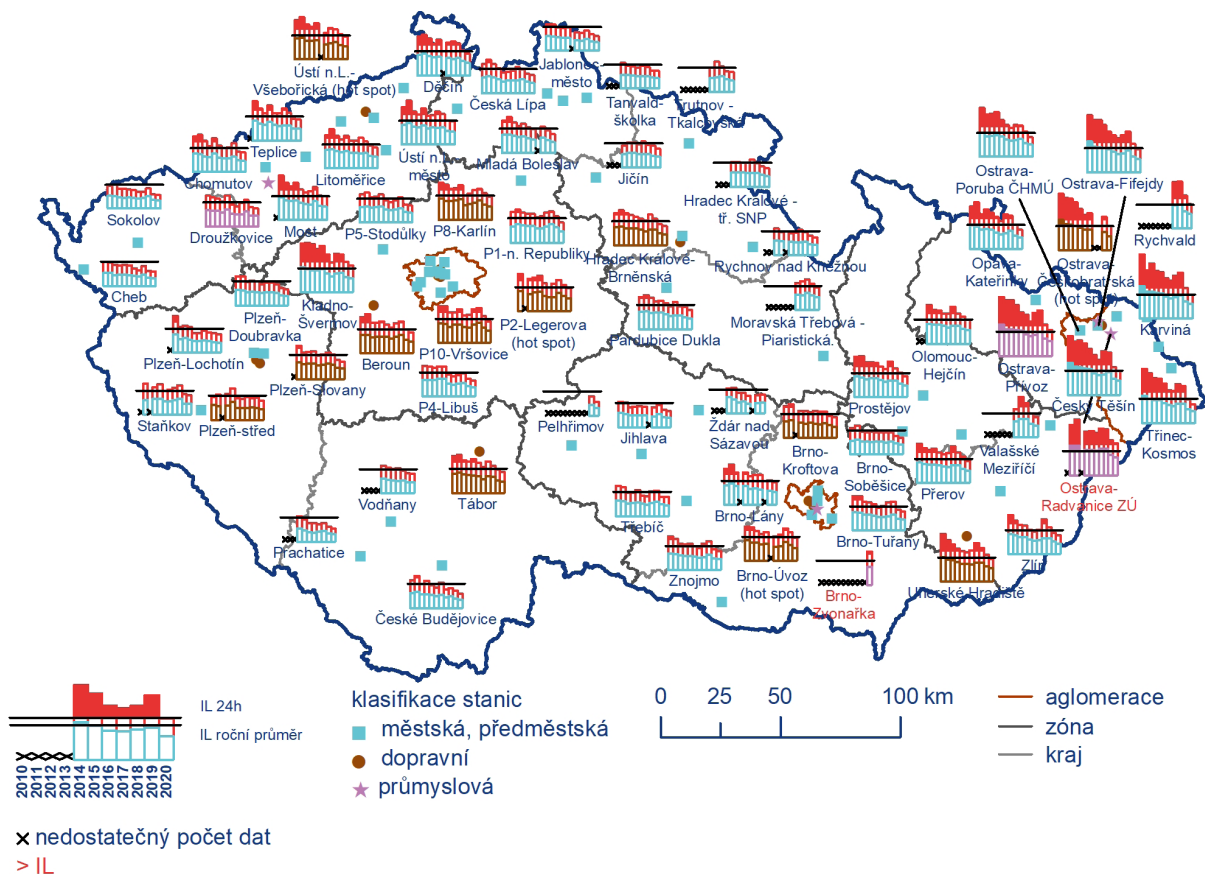
Obr. IV.1.1 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro 24hod. průměrnou koncentraci  $PM_{10}$  na stanicích imisního monitoringu, 2020



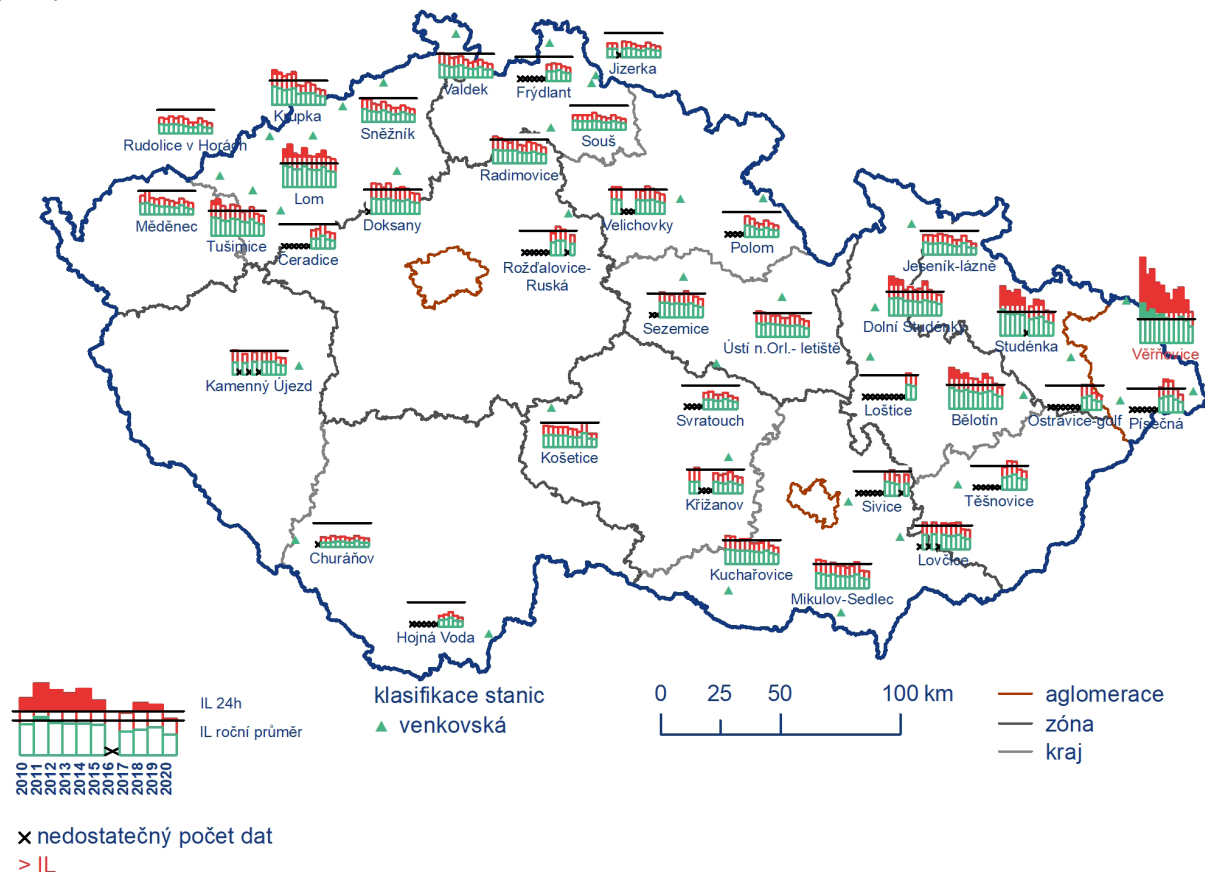
Obr. IV.1.2 36. nejvyšší 24hod. průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020



Obr. IV.1.3 Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2020



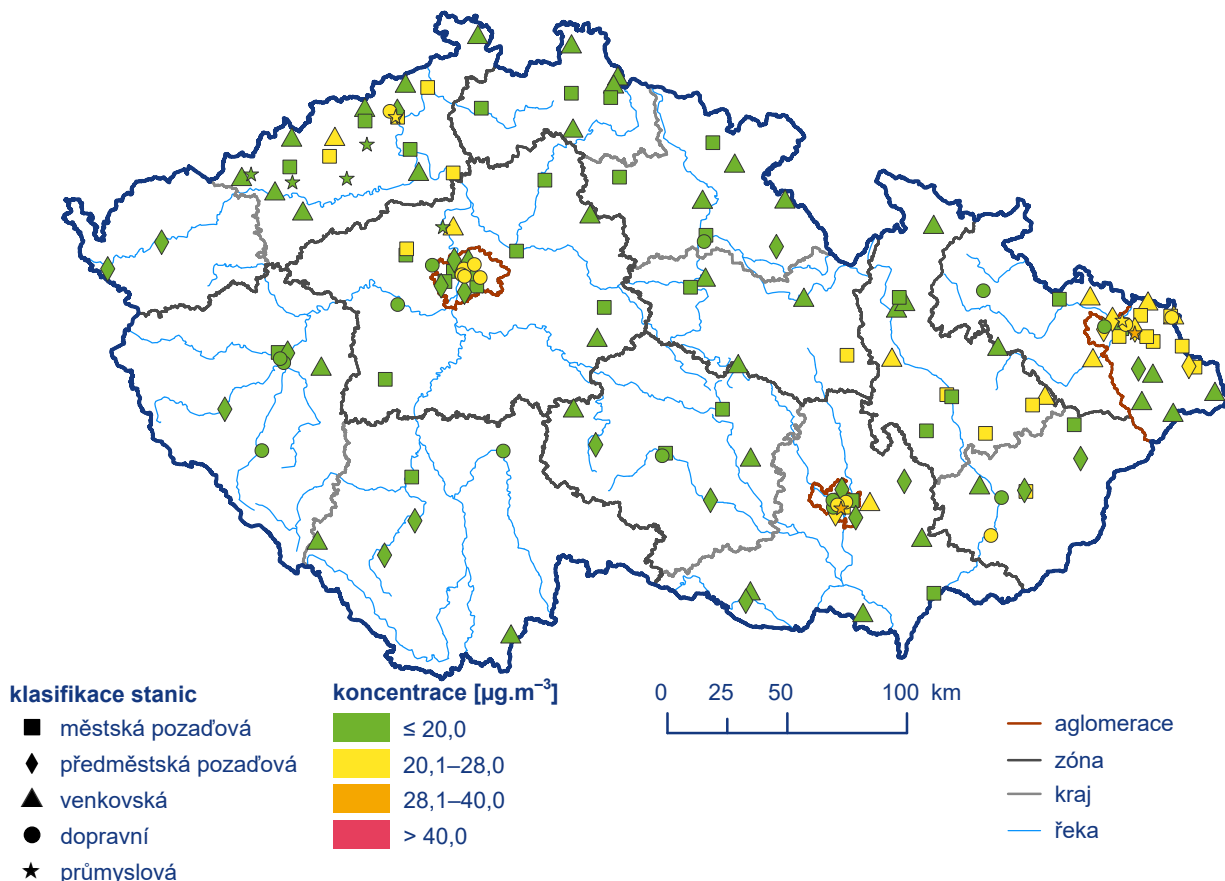
Obr. IV.1.4 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> na vybraných stanicích s klasifikací UB, SUB, I a T, 2010–2020



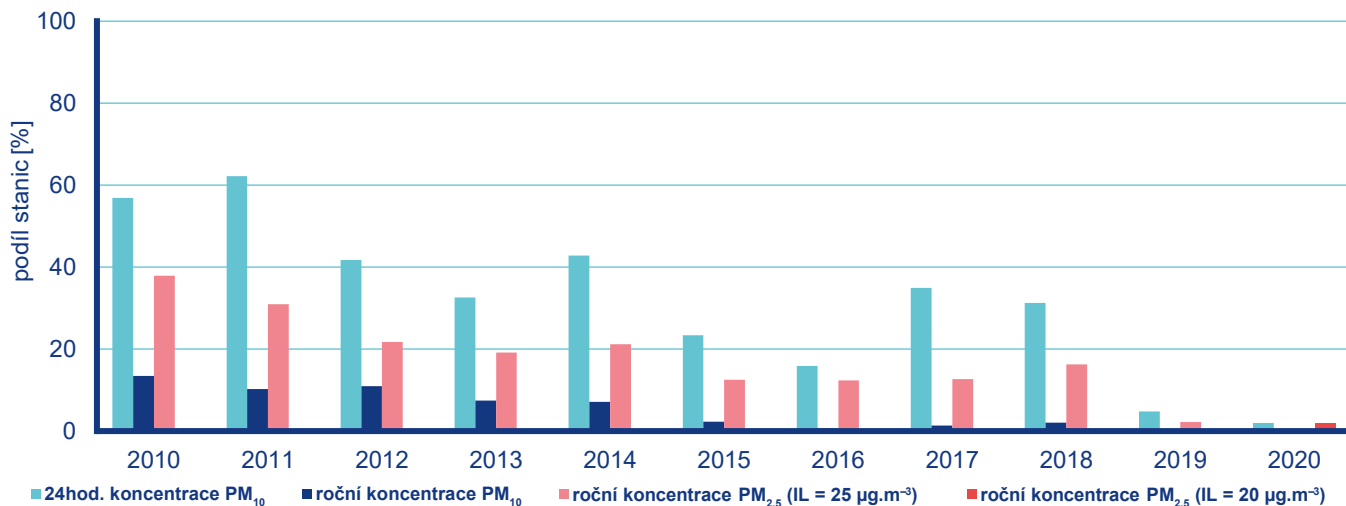
Obr. IV.1.5 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> na vybraných stanicích s klasifikací R, 2010–2020

odpovídá nízkému počtu překročení imisního limitu na měřicích stanicích. Meziroční snížení koncentrace se projevilo ve všech zónách a aglomeracích ČR. Velká část území ČR (97%) byla v roce 2020 vystavena koncentraci do  $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tedy hodnotě pod horní mezí pro posuzování stanovené zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění. Nejvíce zatíženou souvislou oblastí byla, stejně jako v předešlých letech (Obr. IV.1.4 a IV.1.5), aglomerace O/K/F-M.

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{PM}_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo spolu s rokem 2019 podruhé za celou historii měření  $\text{PM}_{10}$  od roku 1993 (Obr. IV.1.6, Obr. IV.1.7). Nejvyšší roční průměrná koncentrace byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $29,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), průmyslové stanici Brno-Zvonařka ( $29,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a na venkovské stanici Věřňovice ( $27,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Kromě těchto tří

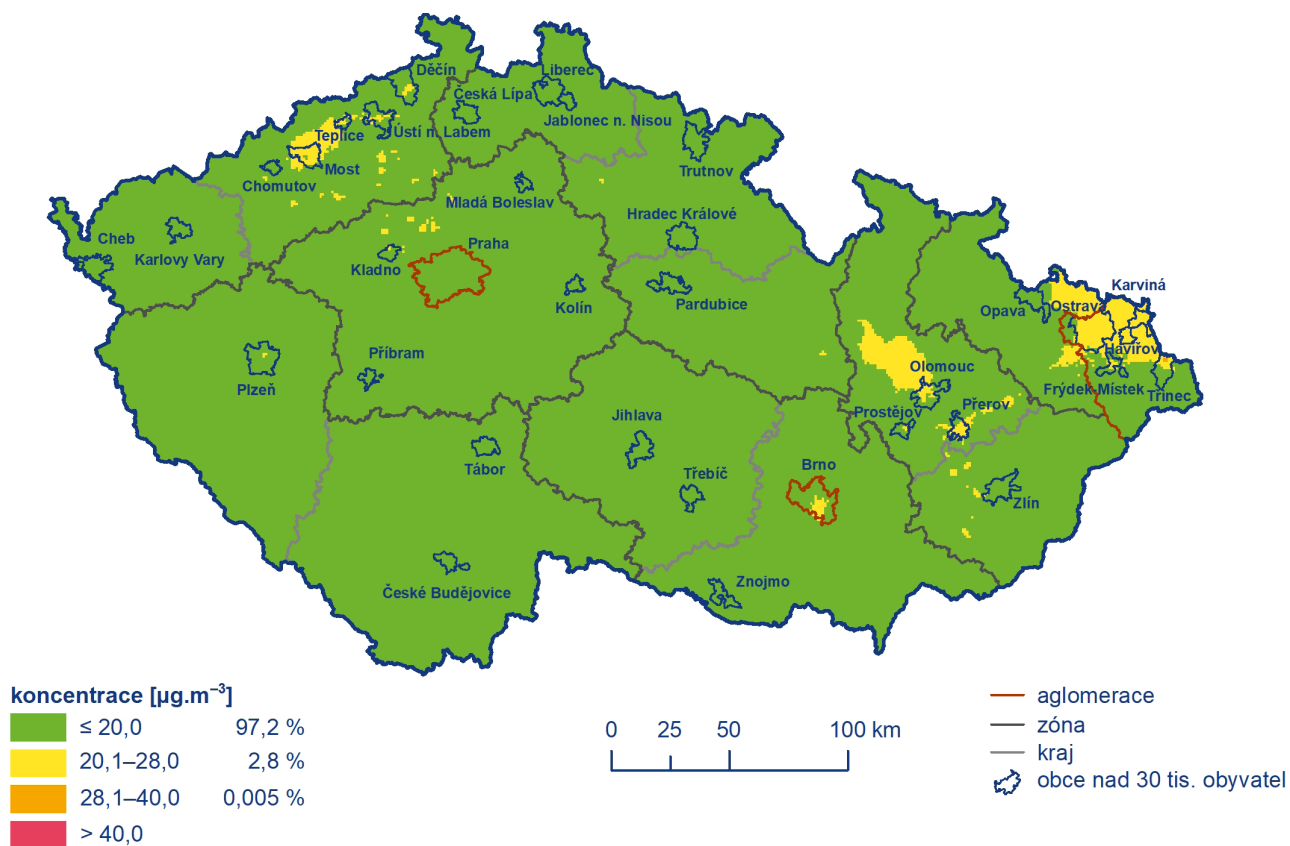


Obr. IV.1.6 Roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020

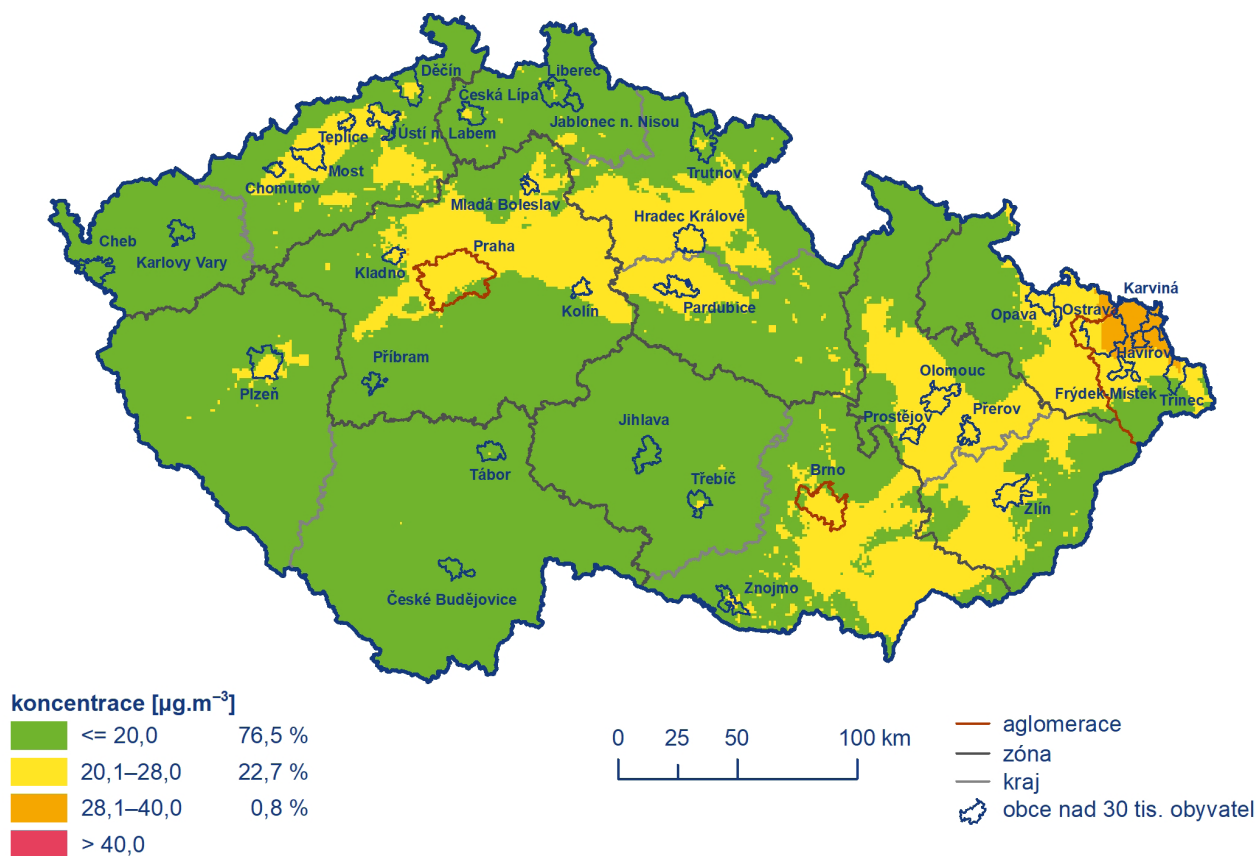


Obr. IV.1.7 Podíl stanic, kde došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24hod. koncentraci  $\text{PM}_{10}$  a průměrnou roční koncentraci  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$ , 2010–2020



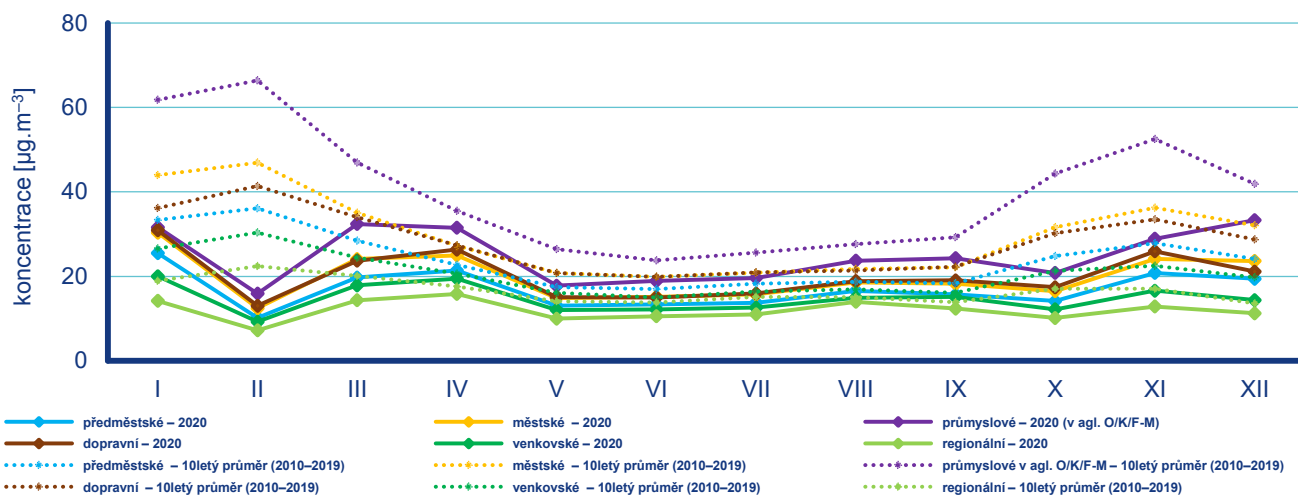


Obr. IV.1.8 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2020



Obr. IV.1.9 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{PM}_{10}$ , 2016–2020





Obr. IV.1.10 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>10</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2020

stanic byly nejvyšší roční průměrné koncentrace měřeny převážně na stanicích v aglomeraci O/K/F-M a na stanici Lom v Ústeckém kraji. Stanice Lom patří také mezi specifické stanice, kde se kromě vlivu emisí z důlní činnosti projevuje i vliv lokálního vytápění z blízkých rodinných domků. Výsledky měření z této stanice proto nejsou zahrnuty v následujícím vyhodnocení ročního chodu měsíčních koncentrací a vývoje koncentrací.

Stejně jako v roce 2019 nebylo v prostorovém rozlišení 1 × 1 km vymezeno žádné území ČR s nadlimitní roční průměrnou koncentrací PM<sub>10</sub> (Obr. IV.1.8). Nicméně i v letech předešlých došlo k překročení roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> jen na malé části území ČR (0,1 % v roce 2018, 0,02 % v roce 2017 a v roce 2016 se pouze lokální překročení nepromítlo do mapy roční průměrné koncentrace v rozlišení měřítka, ve kterém je prezentována). Z hlediska pětiletého průměru ročních průměrných koncentrací je nejvíce zatíženou oblastí aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.9).

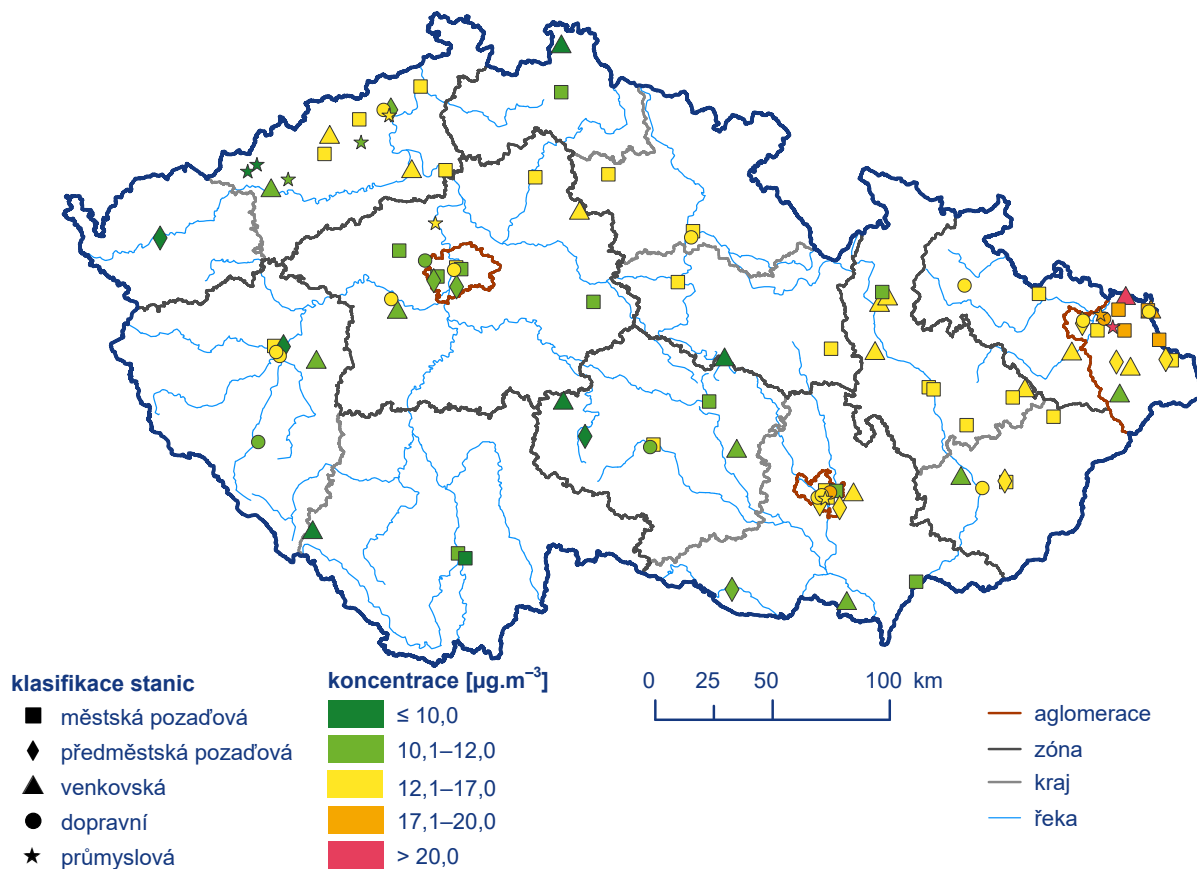
Koncentrace PM<sub>10</sub> vykazují zřetelný roční chod s nejvyššími hodnotami v chladných měsících roku (Obr. IV.1.10). Vyšší koncentrace PM<sub>10</sub> v ovzduší během chladného období roku souvisejí jak s vyššími hodnotami emisí částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i se zhoršenými rozptylovými podmínkami. Sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření se na emisích PM<sub>10</sub>, resp. PM<sub>2,5</sub> v ČR podílejí téměř 55 %, resp. 71 % (Obr. IV.1.20 a IV.1.22).

Roční chod koncentrací PM<sub>10</sub> v roce 2020 vykazuje méně výrazný průběh v porovnání s desetiletým průměrem. V roce 2020 byly nejvyšší koncentrace PM<sub>10</sub> naměřeny v lednu. V březnu, dubnu, listopadu a prosinci byly koncentrace na velice podobné úrovni (Obr. IV.1.10). Zvýšené koncentrace v březnu souvisí s přenosem částic z písečných oblastí<sup>1</sup> a pravděpodobně i s vyšší intenzitou vytápění v důsledku setrvávání obyvatelstva v domácím prostředí během nouzového stavu vyhlášeného 12. 3. 2020 (podrobnosti v Příloze II). V dubnu byla úroveň koncentrací ovlivněna i podnormálním výskytem srážek. V lednu, listopadu a prosinci relativně vyšší kon-

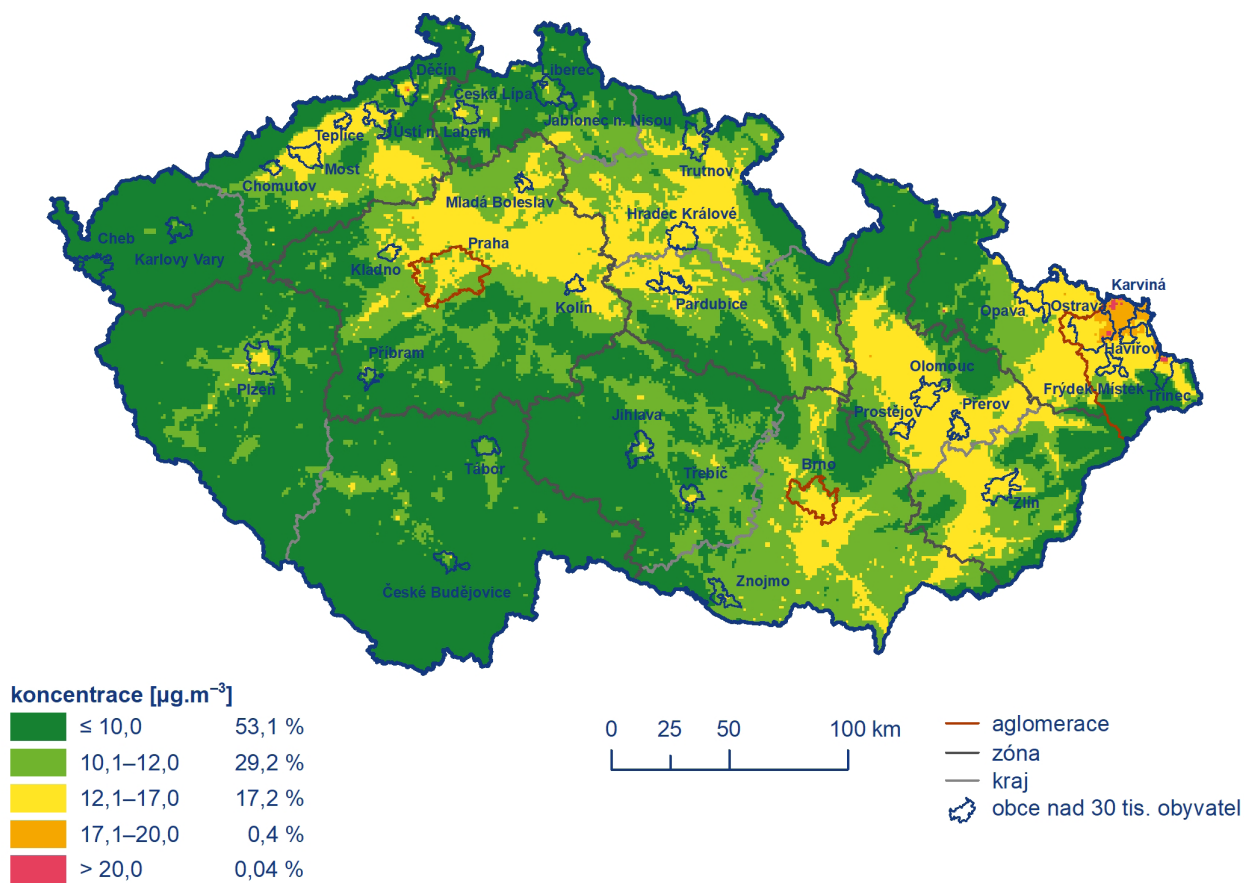
centrace souvisí s výskytem mírně nepříznivých až nepříznivých rozptylových podmínek a podnormálním úhrnem srážek, navíc se v listopadu a prosinci opakovala situace z března a v důsledku vyhlášeného nouzového stavu se zvýšil pobyt lidí v domácnostech (podrobnosti v Příloze II). Nejnižší průměrná měsíční koncentrace byla naměřena výjimečně v únoru, kdy naopak znečištění ovzduší v rámci roku patří obvykle mezi nejvyšší. Tento měsíc byl v roce 2020 z pohledu vlivu meteorologických podmínek velmi neobvyklý: převažovaly dobré rozptylové podmínky, mimořádně nadprůměrné teploty a nadnormální úhrny srážek, tj. kombinace tří zásadních faktorů silně snižující úroveň polutantů v ovzduší.

Na základě porovnání měsíčních průměrů koncentrací PM<sub>10</sub> v roce 2020 s desetiletým průměrem (2010–2019) lze konstatovat, že průměrné měsíční koncentrace v roce 2020 byly nižší o cca 7 % (duben) – 72 % (únor). Pokles koncentrací PM<sub>10</sub> na stanicích byl výrazný zejména v únoru a říjnu (výrazný propad o 72 % a 45 %), 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 výrazně nižší koncentrace v porovnání s desetiletým průměrem, což kromě dlouhodobého emisního vývoje pravděpodobně souvisí také 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. Pokles koncentrací byl zaznamenán i v lednu, listopadu a prosinci, kdy naopak v porovnání s desetiletým průměrem došlo k častějšímu výskytu mírně nepříznivých a nepříznivých podmínek (Obr. III.4 a III.5), v listopadu podnormálnímu množství srážek a normálních teplot (3,9 °C) a nadnormálních teplot v lednu (0,3 °C) a prosinci (1,7 °C). Toto pravděpodobně 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.

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



Obr. IV.1.11 Roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020

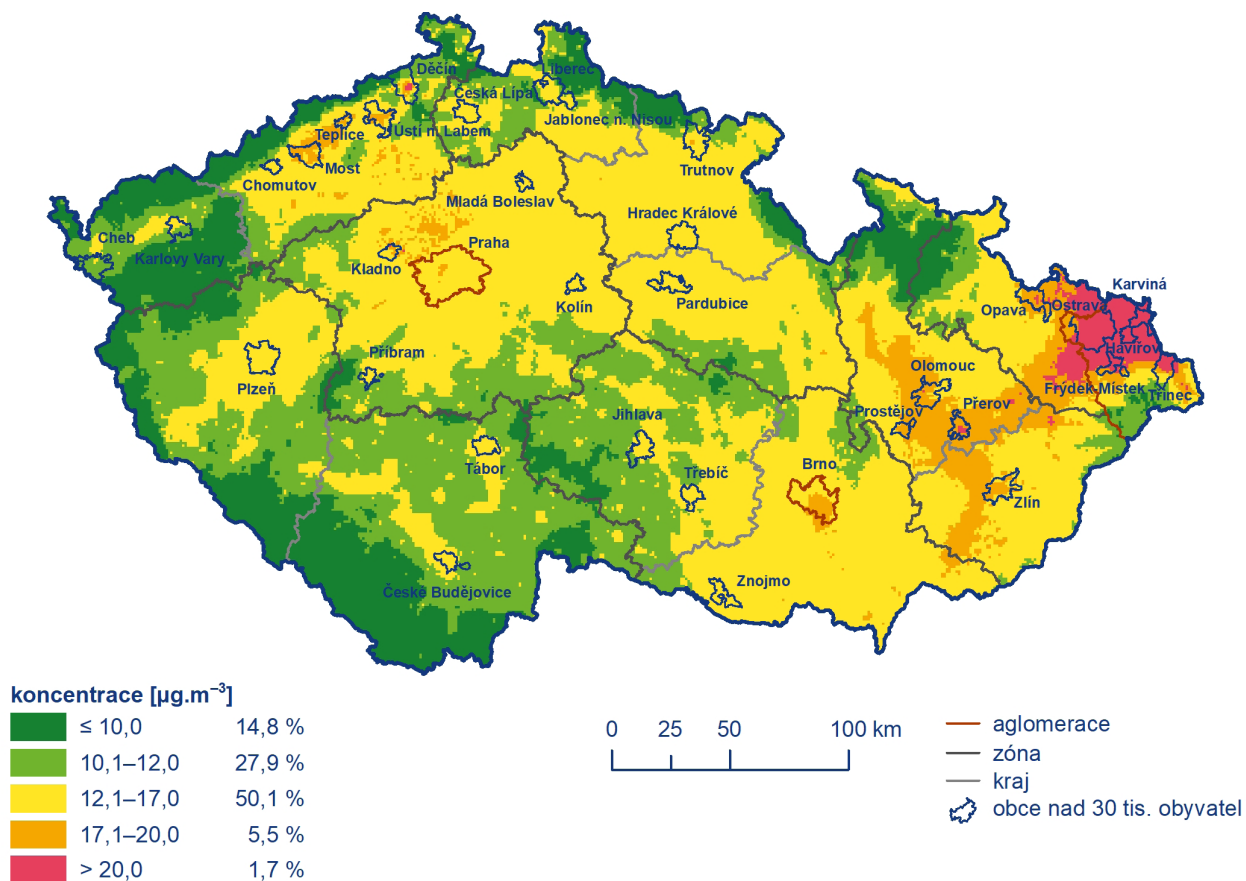


Obr. IV.1.12 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$ , 2020

IV.1 Kvalita ovzduší v České republice – Suspendované částice



Obr. IV.1.13 Roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  na vybraných stanicích, 2010–2020



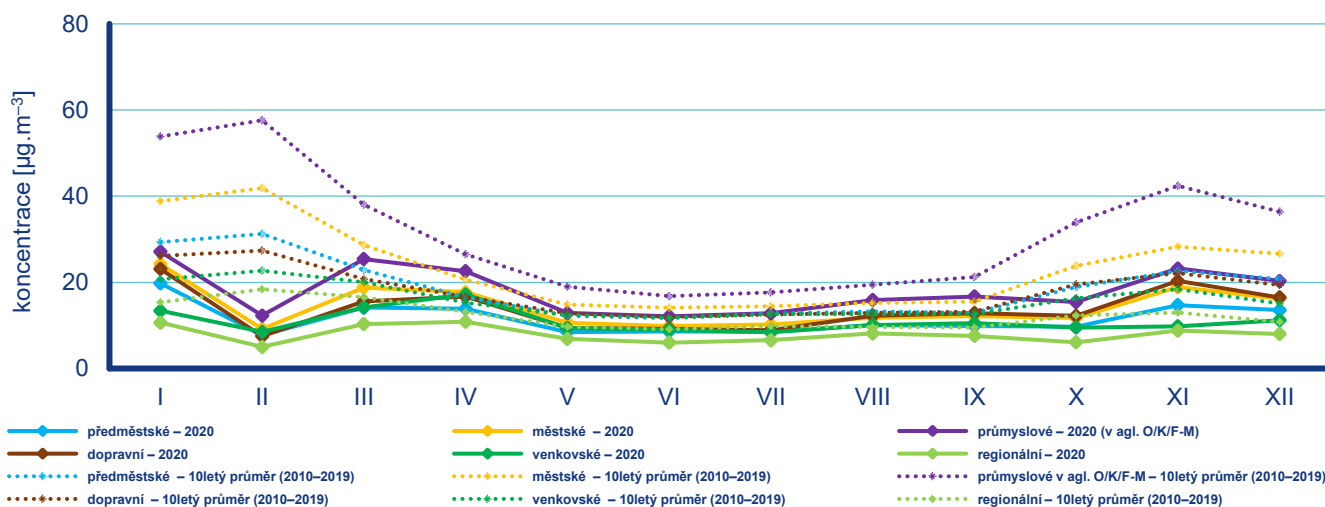
Obr. IV.1.14 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $PM_{2,5}$ , 2016–2020

## Suspendované částice PM<sub>2,5</sub>

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci PM<sub>2,5</sub> (20 µg.m<sup>-3</sup>)<sup>2</sup> byl v roce 2020 překročen na 2 ze 101 stanic (2 %). Obě stanice (průmyslová stanice Ostrava-Radvanice ZÚ a venkovská požadová stanice Věřňovice) s nadlimitní roční průměrnou koncentrací PM<sub>2,5</sub> v roce 2020 leží na území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.11). Na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byla naměřena roční průměrná koncentrace 23,3 µg.m<sup>-3</sup> a na stanici Věřňovice koncentrace 20,9 µg.m<sup>-3</sup>. Pro srovnání s minulými lety lze konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019

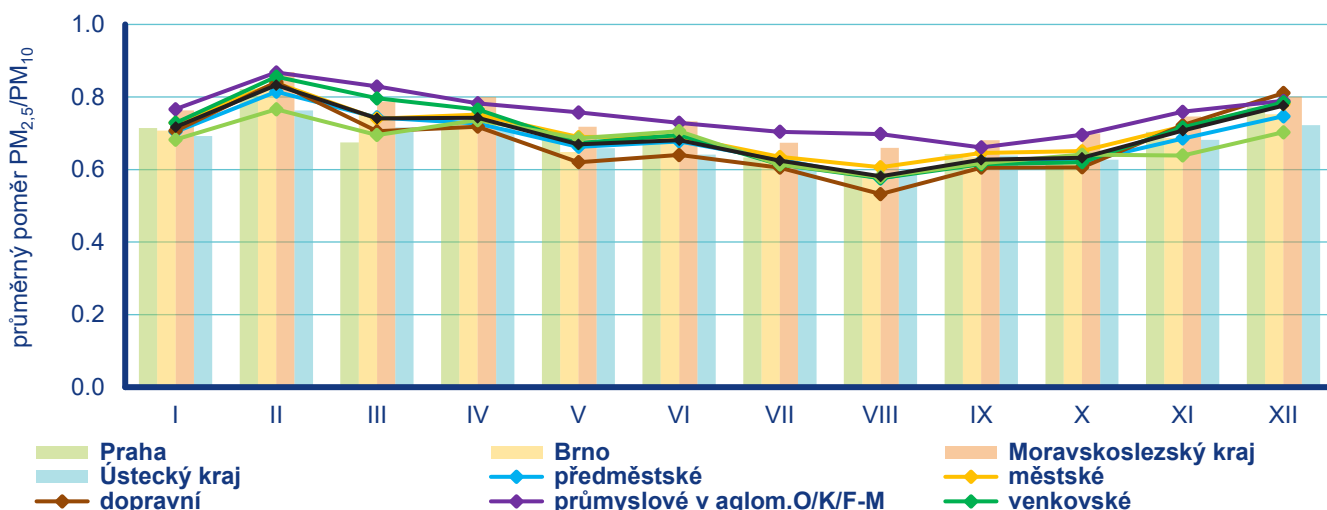
(25 µg.m<sup>-3</sup>) by nedošlo k překročení na žádné stanici, a to poprvé v historii od počátku měření v roce 2004.

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>2,5</sub> byl v roce 2020 překročen na 0,04 % území ČR s cca 0,2 % obyvatel (Obr. IV.1.12)<sup>3</sup>. Z hlediska ročního imisního limitu platného do roku 2019 včetně by nebylo vymezeno žádné území s nadlimitní koncentrací. Pro srovnání uvádíme i charakteristiky z předešlých let vztahující se ke starému limitu: v roce 2019 došlo k překročení na 0,04 % s cca 0,1 % obyvatel, v roce 2018 se jednalo o 1,2 % území ČR s 6,1 % obyvatel, v roce 2017 o 0,9 % území s 4,9 % obyvatel a v roce 2016 o 0,5 % území s 3 % obyvatel.



Pozn.: Pro regionální stanice nebyla splněna podmínka dostupnosti dat na každé stanici pro roky 2010 a 2011.

Obr. IV.1.15 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2020



Obr. IV.1.16 Průměrné měsíční poměry koncentrací PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>, 2020

- 2 V roce 2020 vstoupil v souvislosti s právními předpisy EU v platnost přísnější imisní limit 20 µg.m<sup>-3</sup> pro roční průměrnou koncentraci PM<sub>2,5</sub>. Do roku 2019 včetně platil imisní limit 25 µg.m<sup>-3</sup>.
- 3 Za pomoci modelových výpočtů (SYMOS) byla potenciálně nadlimitní koncentrace odhadnuta i v malé oblasti Břidličné (okres Bruntál). Výpočet modelu probíhá na základě vstupních emisních dat. Výsledky modelu budou ověřeny v příštím roce.



Nadlimitní roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  byly v hodnoceném období 2010–2020 měřeny převážně na území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.13). Z hlediska pětiletého průměru ročních průměrných koncentrací  $PM_{2,5}$  je nejvíce zatíženou oblastí aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.14).

Vyšší hodnoty koncentrací  $PM_{2,5}$  se vyskytují zejména v chladném období roku (Obr. IV.1.15) a jsou, podobně jako u  $PM_{10}$ , důsledkem emisí z vytápění a zhoršených rozptylových podmínek. Nejvyšší koncentrace byly měřeny v lednu, dále zvýšené koncentrace na podobné úrovni v březnu, dubnu, listopadu a prosinci. 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 11 % (duben) – 76 % (únor). Pokles koncentrací  $PM_{2,5}$  na stanicích byl výrazný zejména v únoru a říjnu (propad o 76 % a 48 %), ale i v březnu, listopadu a prosinci (cca o 34 %). Měsíční koncentrace  $PM_{2,5}$  vykazují velice podobný roční chod jako  $PM_{10}$  včetně významného snížení průměrných měsíčních koncentrací v porovnání s jejich desetiletým průměrem.

### Poměr suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ a $PM_{10}$

Poměr frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  není konstantní, vykazuje sezonní průběh a je zároveň závislý na charakteru lokality (Obr. IV.1.16). V roce 2020 se tento poměr pohyboval v průměru z 85 stanic v ČR, kde se současně měří  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  a stanice mají dostatečný počet měření pro toto hodnocení, v rozmezí 0,62 (červenec) až 0,83 (únor). V Praze a Brně, kde je roční chod ovlivněn vysokým podílem dopravních lokalit, byl tento poměr v rozmezí 0,59 (červenec) až 0,82 (únor) a 0,58 (červenec) až 0,82 (únor). V Moravskoslezském kraji byl tento poměr v rozmezí 0,66 (červenec) až 0,87 (únor) a v Ústeckém kraji 0,59 (červenec) až 0,76 (únor). Při porovnání poměru frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  podle klasifikace lokalit je na venkovských lokalitách poměr v rozmezí 0,58 (červenec) až 0,86 (únor), na městských pozadových 0,61 (červenec) až 0,84 (únor), na předměstských pozadových 0,58 (červenec) až 0,81 (únor), na dopravních lokalitách je poměr v rozmezí 0,53 (červenec) až 0,84 (únor) a na průmyslových 0,66 (září) až 0,87 (únor).

Roční chod poměru frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  souvisí se sezonním charakterem některých emisních zdrojů. Emise ze spalovacích zdrojů vykazují vyšší zastoupení frakce  $PM_{2,5}$  než např. emise ze zemědělské činnosti a resuspenze při suchém a větrném počasí. Vytápění v zimním období může být tedy důvodem vyššího podílu frakce  $PM_{2,5}$  ve frakci  $PM_{10}$ . Nejvyšší poměr  $PM_{2,5}/PM_{10}$  byl v roce 2020 zjištěn, bez ohledu na charakter lokality, v měsíci únoru. K tomuto přispěl fakt, že v únoru bylo zaznamenáno silně nadnormální množství srážek (kap. III). Poměry  $PM_{2,5}/PM_{10}$  jsou obecně vyšší ve vlhkých měsících, neboť dochází k menšímu příspěvku resuspenze ke koncentraci  $PM_{10}$  (Akinlade et al. 2015). Pokles během jarního období a začátku léta je v některých studiích vysvětlován také nárůstem množství větších biogenních částic, např. pylu (Gehrig, Buchmann 2003).

Na dopravních lokalitách je poměr  $PM_{2,5}$  vůči  $PM_{10}$  nejnižší. Při spalování paliv v dopravě se emitované částice nalézají především ve frakci  $PM_{2,5}$ , a poměr by měl tudíž být u dopravních lokalit

vysoký. To, že tomu tak není, zdůrazňuje význam větších částic vířených z povrchu vozovky, a také emisí z otěrů pneumatik, brzdového obložení a ze silnic. Zastoupení hrubé frakce na dopravních stanicích narůstá i v důsledku resuspenze částic ze zimního posypu. K navýšení koncentrace  $PM_{10}$  může dojít i v důsledku zvýšené abrazie silničního povrchu posypem a následnou resuspenzí obroušeného materiálu (EC 2011). Naproti tomu vyšší poměr frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  v důsledku emisí ze spalovacích procesů je pozorován na průmyslových stanicích.

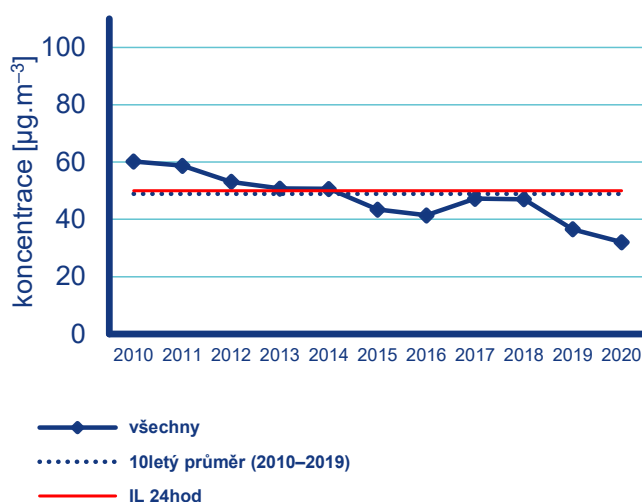
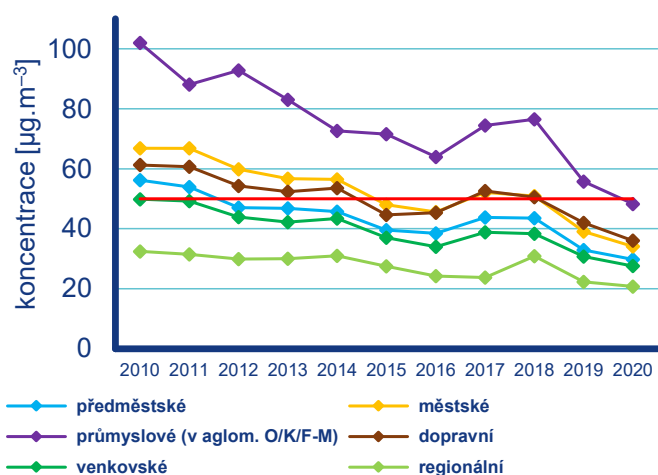
### Suspendované částice $PM_1$

Jemná frakce částic  $PM_1$  byla v roce 2020 vyhodnocena na 12 stanicích s dostatečným počtem dat pro hodnocení. Nejvyšší roční koncentrace ( $15,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) i maximální denní koncentrace ( $58,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byly naměřeny na dopravní stanici Brno-Svatoplukova, nejnižší roční koncentrace ( $6,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) i maximální denní koncentrace ( $35,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byly naměřeny na pozadové městské stanici České Budějovice-Třešň.

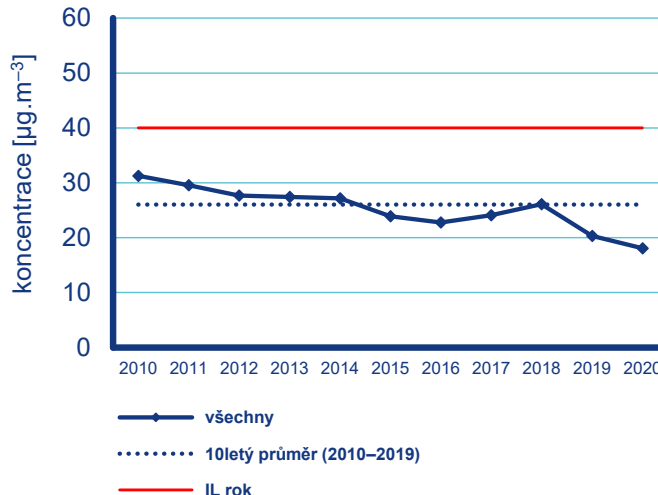
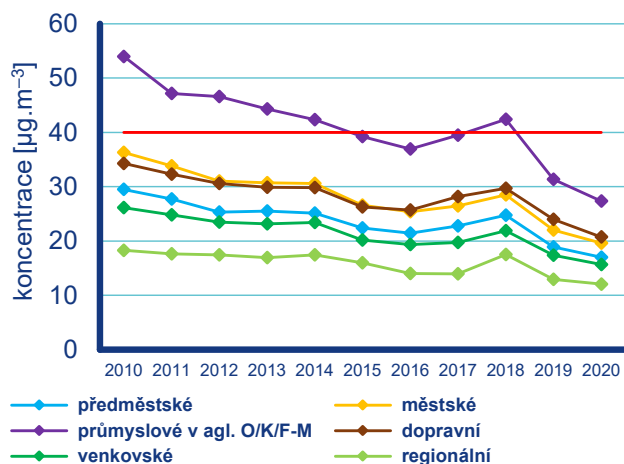
## IV.1.2 Vývoj koncentrací suspendovaných částic $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$

Vývoj koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$  na jednotlivých typech stanic je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2010–2020. Nejvyšší koncentrace suspendovaných částic naměřené v roce 2010 byly zapříčiněny zejména opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v zimním období a nejchladnější topnou sezonou od roku 1996 (Obr. III.8). V období 2011–2016 je u 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace i roční průměrné koncentrace pozorován pokles. Pokles koncentrací  $PM_{10}$  se projevil na stanicích všech kategorií (Obr. IV.1.17–18). V roce 2017 došlo k mírnému nárůstu koncentrací, a to převážně z důvodu nepříznivých rozptylových podmínek z počátku i ke konci roku. V roce 2018 koncentrace v celkovém průměru oproti roku 2017 opět stouply. V roce 2019 byl zaznamenán výrazný pokles koncentrace  $PM_{10}$  v důsledku příznivých meteorologických a zlepšených rozptylových podmínek. V roce 2020 pokračuje 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 desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $48,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) poklesla 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace v roce 2020 ( $32,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 34 %. Roční průměrná koncentrace  $PM_{10}$  poklesla v roce 2020 ( $18,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) oproti desetiletému průměru 2010–2019 koncentrací ze všech stanic ( $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o více než 30 %.

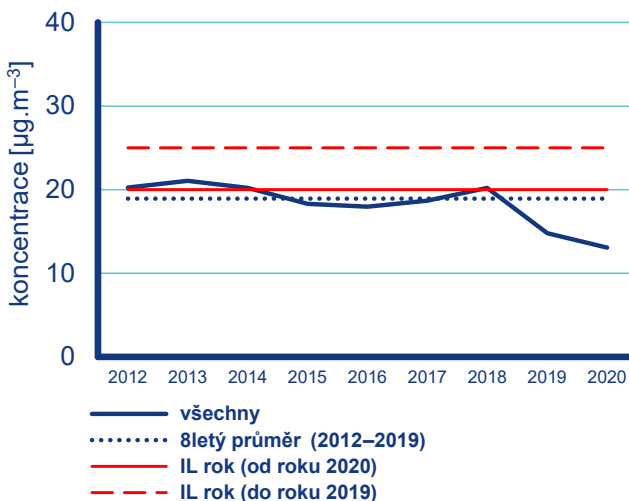
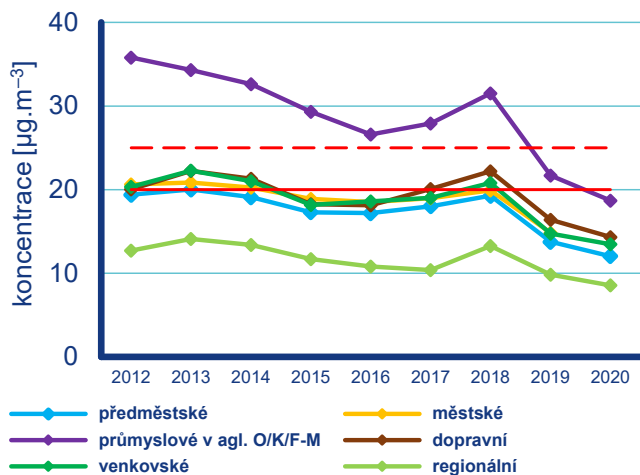
Dlouhodobější vývoj ročních průměrných koncentrací  $PM_{2,5}$  lze hodnotit za posledních devět let (z hlediska dostupnosti dat a ucelených časových řad na měřicích stanicích). Roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  v letech 2012–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 a 2020 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018 a 2019 (Obr. IV.1.19). Oproti osmiletému průměru 2012–2019 koncentrací ze všech stanic ( $18,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) poklesla roční průměrná koncentrace  $PM_{2,5}$  v roce 2020 ( $13,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 31 %.



Obr. IV.1.17 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



Obr. IV.1.18 Roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



Obr. IV.1.19 Roční průměrné koncentrace PM<sub>2.5</sub> na jednotlivých typech stanic, 2012–2020

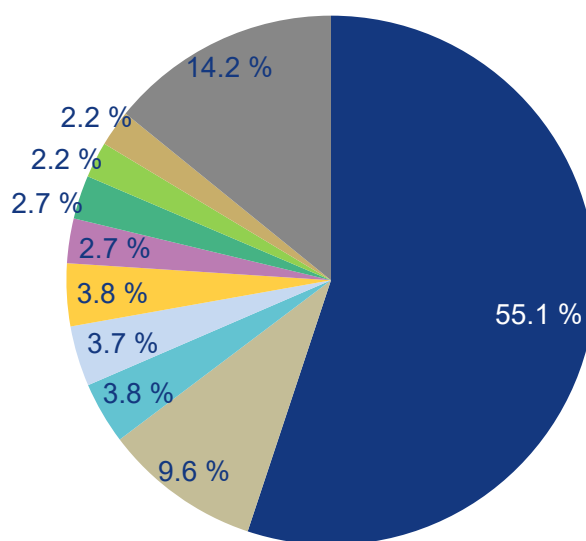


Pokračující pokles koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  lze tedy přisoudit kombinaci faktorů, a to jak příznivým meteorologickým a rozptylovým podmínkám v některých měsících roku, tak pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů, postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích). Rok 2020 byl na území ČR teplotně silně nadnormální, což vedlo ke snížené spotřebě paliv (tj. menší emise z vytápění). 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 pravděpodobně vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí vedla k vyšším emisím suspendovaných částic. Podrobnější vyhodnocení vlivu nouzového stavu na změnu kvality ovzduší v ČR lze nalézt v Příloze II.

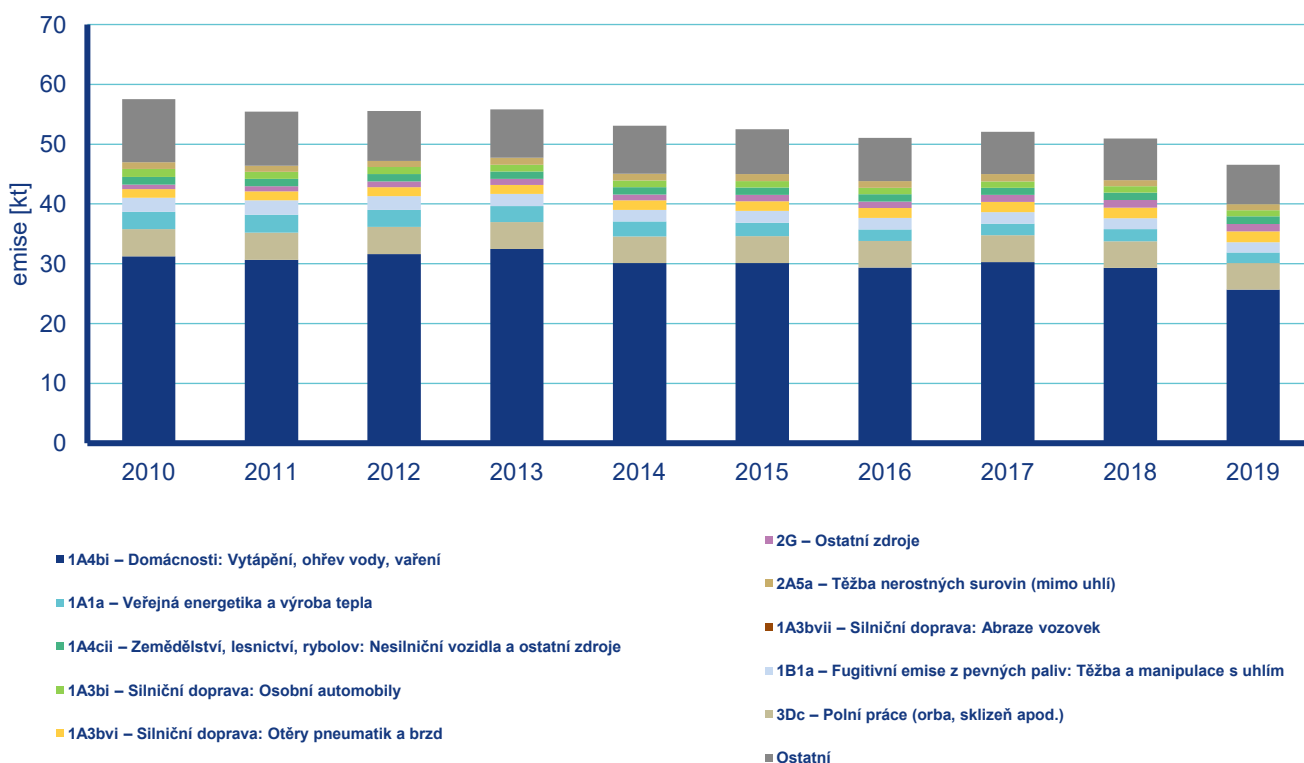
### IV.1.3 Emise $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$

Při spalování paliv a při dalších průmyslových činnostech vznikají aerosoly, které mohou být pevné, kapalné nebo směsné. Souhrnně se tyto aerosoly v české legislativě označují jako tuhé znečišťující látky (TZL), v zahraniční literatuře pak jako Total Suspended Particulates (TSP). Emise TZL mají různé velikostní a chemické složení podle charakteru zdroje a způsobu vzniku. Mohou obsahovat těžké kovy a představují nosné médium pro VOC a PAH. Nejčastěji se při inventarizaci emisí v návaznosti na imisní limity rozlišuje velikostní frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ .

Emisní inventury  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  prováděné podle současných metodik zahrnují pouze primární emise těchto látek. Na koncentracích  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  měřených v ovzduší se přitom významně podílí sekundární aerosolové částice vznikající přímo v ovzduší z plyných prekurzorů fyzikálně-chemickými reakcemi. Podíl sekundárních anorganických aerosolů na celkové koncentraci  $PM_{2,5}$  se může v městském prostředí pohybovat mezi 20 a 40% (Vlček, Corbet 2011). Podle modelového odhadu může příspěvek sekundárních organických aerosolů biogenního původu v evropských podmínkách činit 2–4  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $PM_{2,5}$  (Fuzzi et al. 2015).

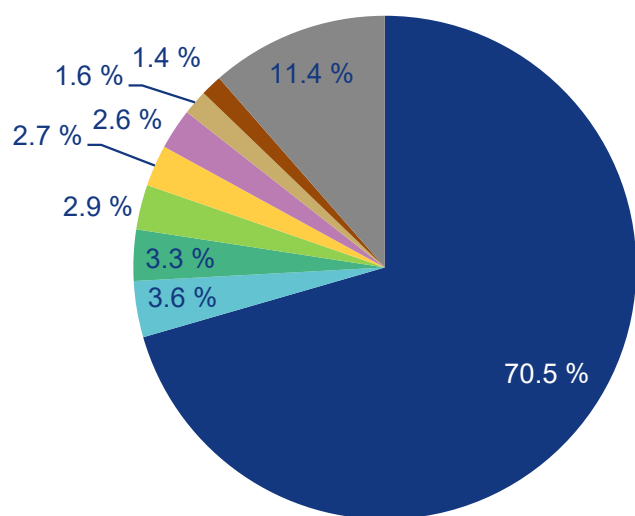


Obr. IV.1.20 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{10}$ , 2019



Obr. IV.1.21 Celkové emise  $PM_{10}$ , 2010–2019

Ve srovnání s emisemi jiných znečišťujících látek jsou emise částic vnášeny do ovzduší z velkého počtu významnějších skupin zdrojů. Kromě zdrojů, ze kterých jsou tyto látky vypouštěny řízeně komínem nebo výdychy (průmyslové zdroje, lokální topeniště, doprava), pochází významné množství emisí PM ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prашných materiálů, operace s prашnými materiály apod.). Jejich zdrojem jsou rovněž emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

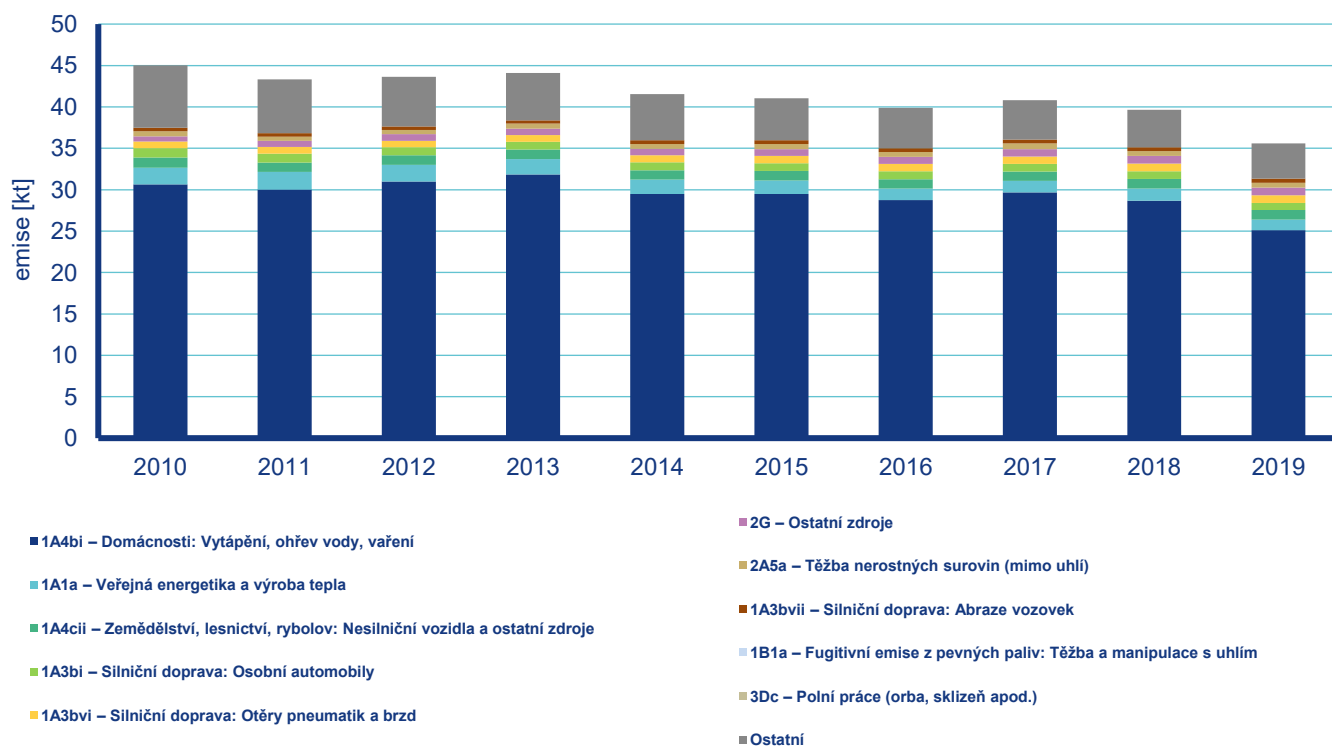


Obr. IV.1.22 Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM<sub>2,5</sub> 2019

Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2019 (Obr. IV.1.20 a Obr. IV.1.22) patřil sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM<sub>10</sub> 55,1% a PM<sub>2,5</sub> 70,5%. Mezi další významné zdroje emisí PM<sub>10</sub> patřil sektor 3Dc – Polní práce, kde tyto emise vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 9,6% emisí PM<sub>10</sub>. Z hlediska účinku na lidské zdraví jsou velkým rizikem emise částic pocházející z dopravy, především ze spalování paliv ve vznětových motorech, které produkují částice o velikosti jednotek až stovek nanometrů (Vojtíšek 2010). Mobilní zdroje (ČHMÚ 2021d) se na emisích PM<sub>10</sub> v roce 2019 podílely 12,2% a na emisích PM<sub>2,5</sub> také 12,2%.

Spotřebu pevných paliv v domácnostech v období 2010–2019 lze charakterizovat rostoucím trendem, souvisejícím pravděpodobně s ekonomickou situací, který se ustálil až po roce 2013. Proti tomuto vlivu působila přirozená obnova vozového parku, snížení zemědělské produkce a aplikace nejlepších dostupných technik pro snižování emisí TZL (tkaninové filtry) v energetice a průmyslu. Celkové emise PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> v období 2010–2019 mají klesající trend (Obr. IV.1.21 a Obr. IV.1.23).

V jednotlivých oblastech ČR se podíl sektorů na celkových emisích liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Vzhledem k tomu, že hlavní zdroj emisí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> představuje lokální vytápění, je i produkce emisí těchto látek rozložena po celém území ČR s obytnou zástavbou. V území ČR emisně vynikají lokality, ve kterých probíhá těžba hnědého uhlí a jsou provozovány významné energetické zdroje spalující pevná fosilní paliva (zejména Ústecký kraj) nebo velké průmyslové komplexy (Moravskoslezský kraj). Podíl emisí z dopravy je vyšší především ve velkých městech.



Obr. IV.1.23 Celkové emise PM<sub>2,5</sub> 2010–2019

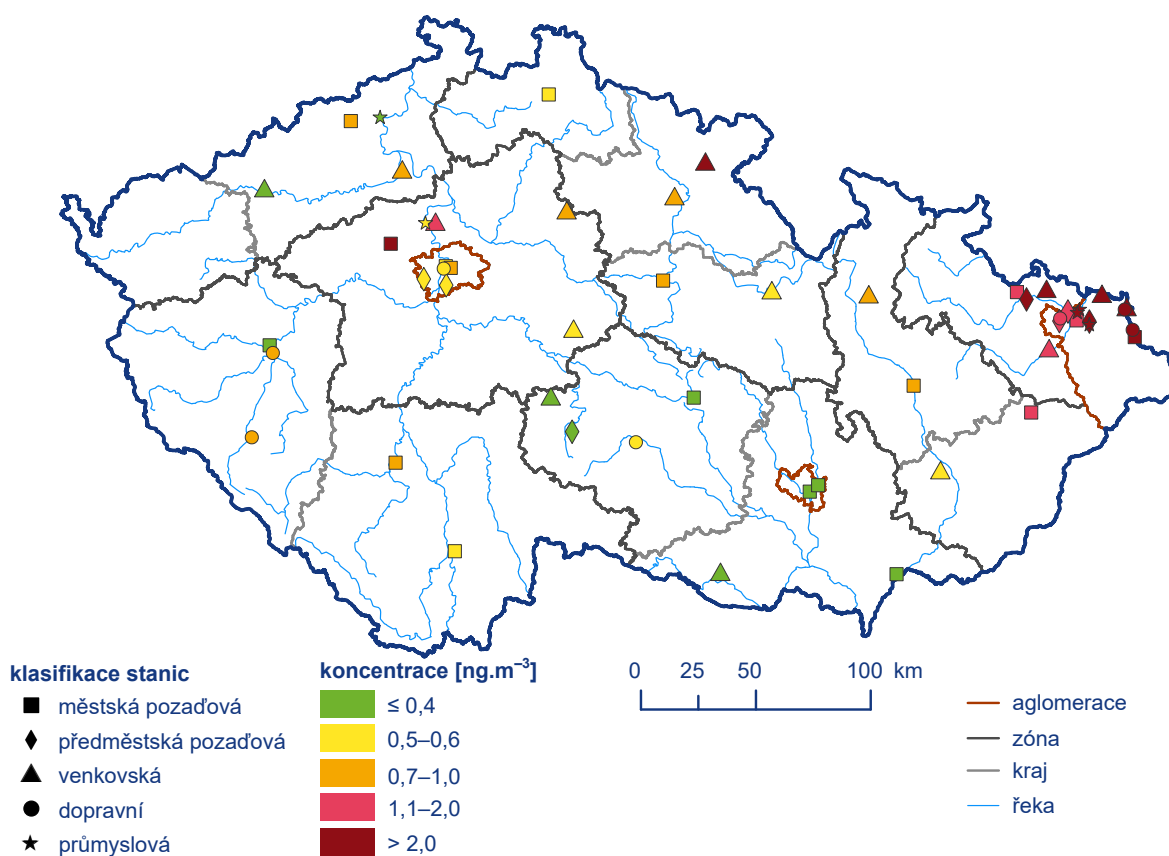
## IV.2 Benzo[a]pyren

### IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2020

Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. V roce 2020 překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit ( $1 \text{ ng.m}^{-3}$ ) na 40% stanic (tj. na 21 z celkového počtu 53 stanic s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení; Obr. IV.2.1). V roce 2020 se opět zmenšila plocha s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu a imisní limit byl překročen na 4,6% plochy území ČR (v roce 2019 na 8,4% plochy území ČR) s cca 19% obyvatel ČR (v roce 2019 přibližně 27,5%) (Obr. IV.2.2). K největšímu úbytku plochy, na které došlo k překročení imisního limitu benzo[a]pyrenu oproti předchozímu roku 2019, došlo na území Zlínského a Olomouckého kraje. Nicméně řada měst a obcí byla vyhodnocena, stejně jako v předchozích letech, jako území s překročeným imisním limitem. Nejvíce zatíženými oblastmi s nejvyššími hodnotami koncentrací benzo[a]pyrenu z dlouhodobého hlediska zůstávají kraje Moravskoslezský, Zlínský a Olomoucký (Obr. IV.2.3).

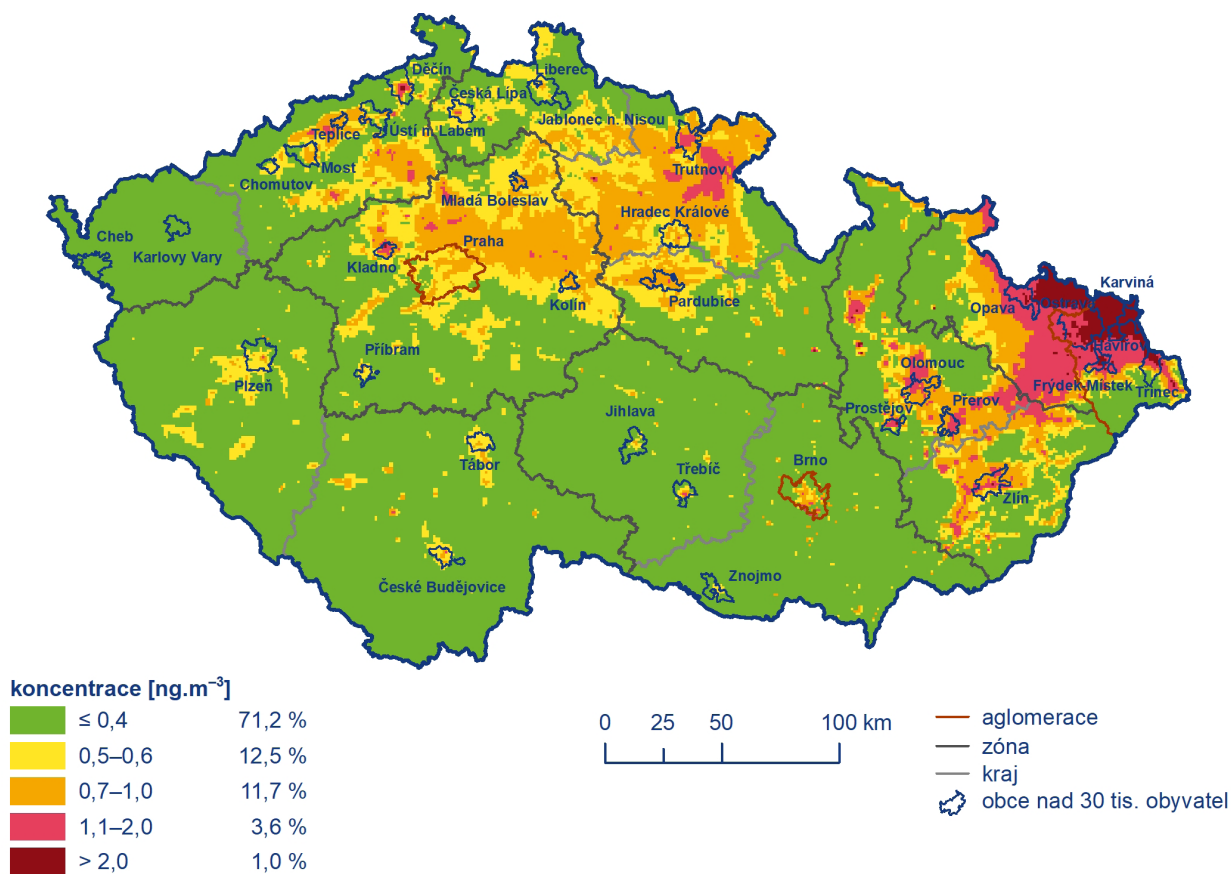
Nejvyšší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu jsou dlouhodobě zaznamenávány na celém území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.2.4)

v důsledku nejvyššího emisního zatížení v rámci ČR (z různých typů zdrojů) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Stejně jako v minulých letech i v roce 2020 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu ( $7,7 \text{ ng.m}^{-3}$ ) zaznamenána na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, hodnota imisního limitu zde byla překročena více než sedminásobně. Kromě každoročního měření benzo[a]pyrenu na stanicích státního imisního monitoringu jsou v této oblasti také proměřovány další lokality s využitím dotace z rozpočtu Moravskoslezského kraje. V roce 2020 bylo sledováno znečištění ovzduší v obcích Mizerov, Věřňovice<sup>1</sup>, Chotěbuz, Ostrava-Hošťálkovic a Opava-Komárov, kde byly zjištěny nadlimitní koncentrace benzo[a]pyrenu, v některých případech i jedny z nejvyšších v ČR (Věřňovice, Mizerov a Chotěbuz). V roce 2020 bylo provedeno také celoroční měření benzo[a]pyrenu v obci Bolatice v rámci výzkumných činností ČHMÚ, kde byla naměřena třetí nejvyšší roční průměrná koncentrace benzo[a]pyrenu v ČR. Výsledky naměřené na zmíněných lokalitách Moravskoslezského kraje v roce 2020 potvrdily modelové údaje o plošném rozložení koncentrací suspendovaných částic a benzo[a]pyrenu v oblasti česko-polské hranice. Zvláště v případě koncentrací benzo[a]pyrenu v zájmové příhraniční česko-polské oblasti dominuje znečištění na přilehlé polské části území jižního Slezska. Vliv přeshraničního přenosu znečištění se nejvýrazněji projevuje v koncentračních úrovních měřených v údolních lokalitách pohraničních řek, které jsou srovnatelné s průmyslovými lokalitami v Ostravě. Koncentrační gradient mezi polskými a českými lokalitami situaci jasně dokumentuje zpráva ČHMÚ o měření ve zmíněné oblasti.

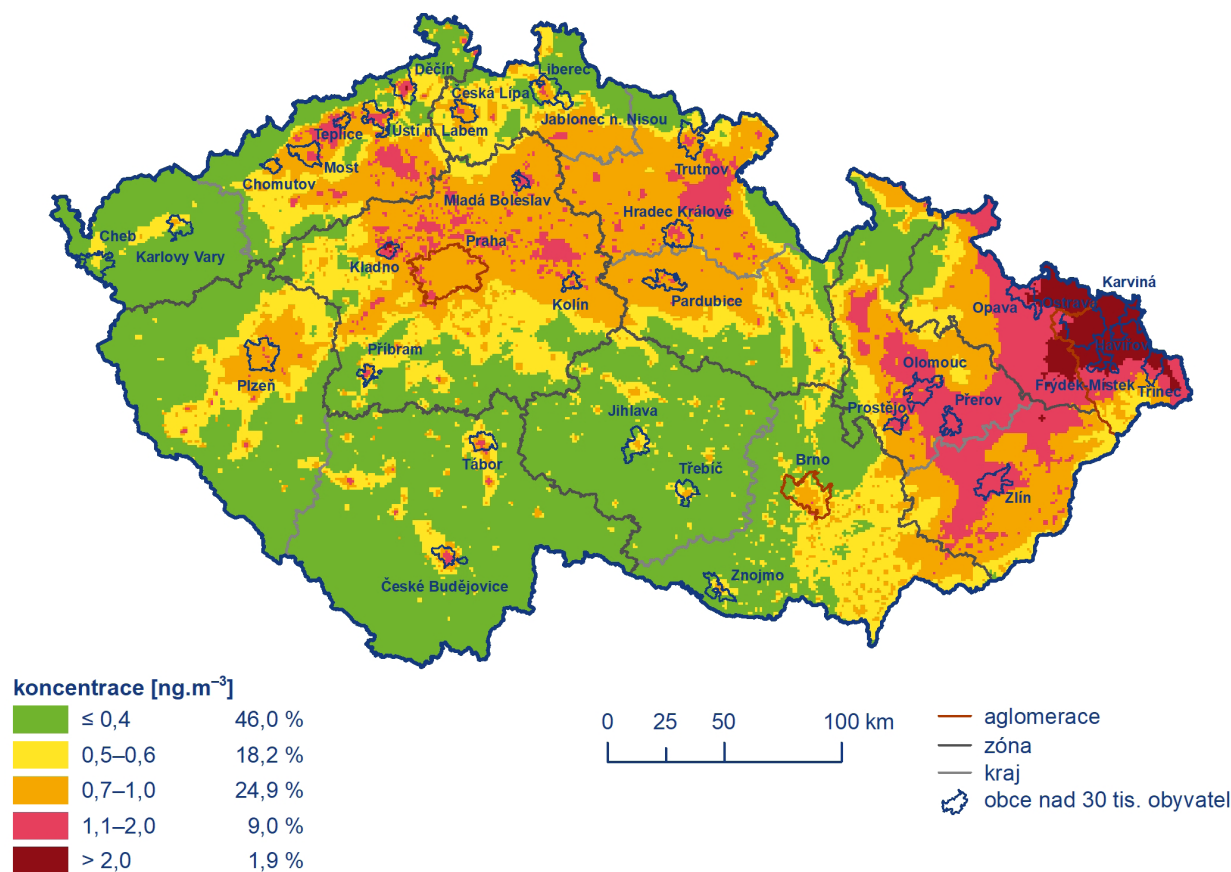


Obr. IV.2.1 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020

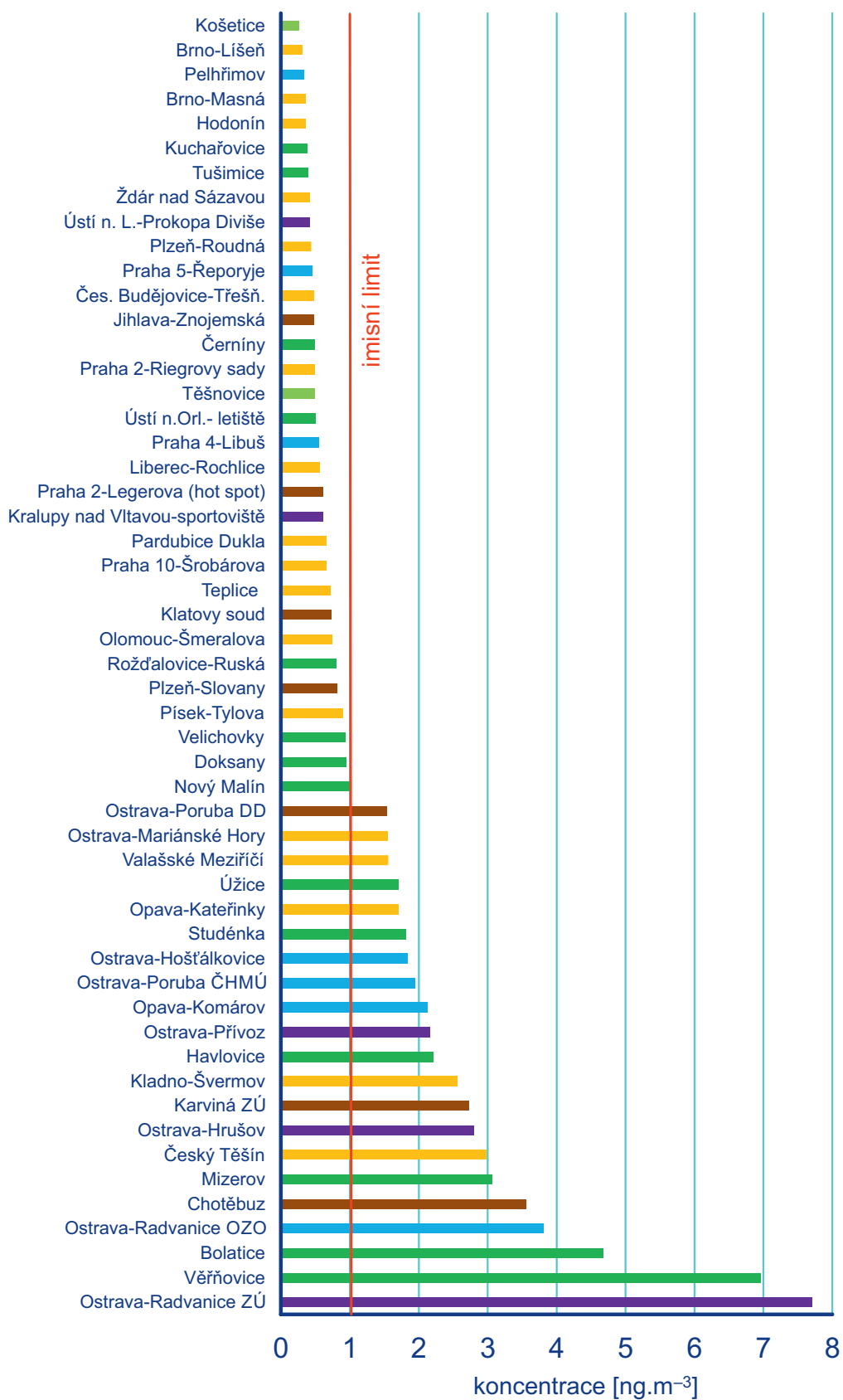
1 [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/prehledy/mizerov\\_vernovice/prhl\\_kraj12.htm](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/prehledy/mizerov_vernovice/prhl_kraj12.htm)



Obr. IV.2.2 Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2020



Obr. IV.2.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu, 2016–2020



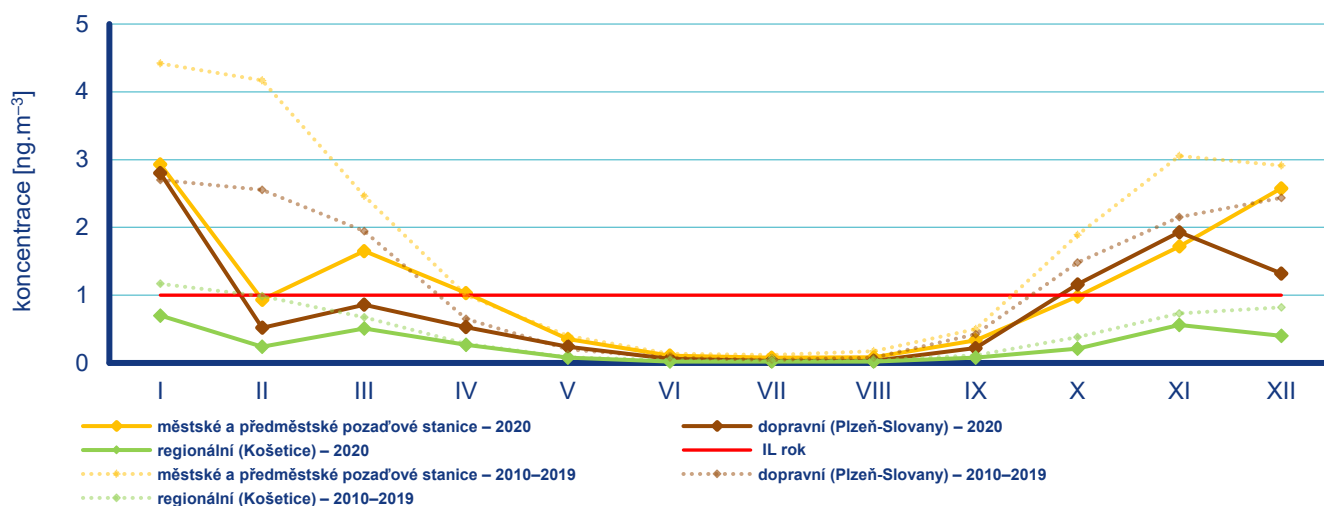
■ regionální ■ venkovské ■ městské ■ předměstské ■ průmyslové ■ dopravní

Obr. IV.2.4 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na měřicích stanicích, 2020

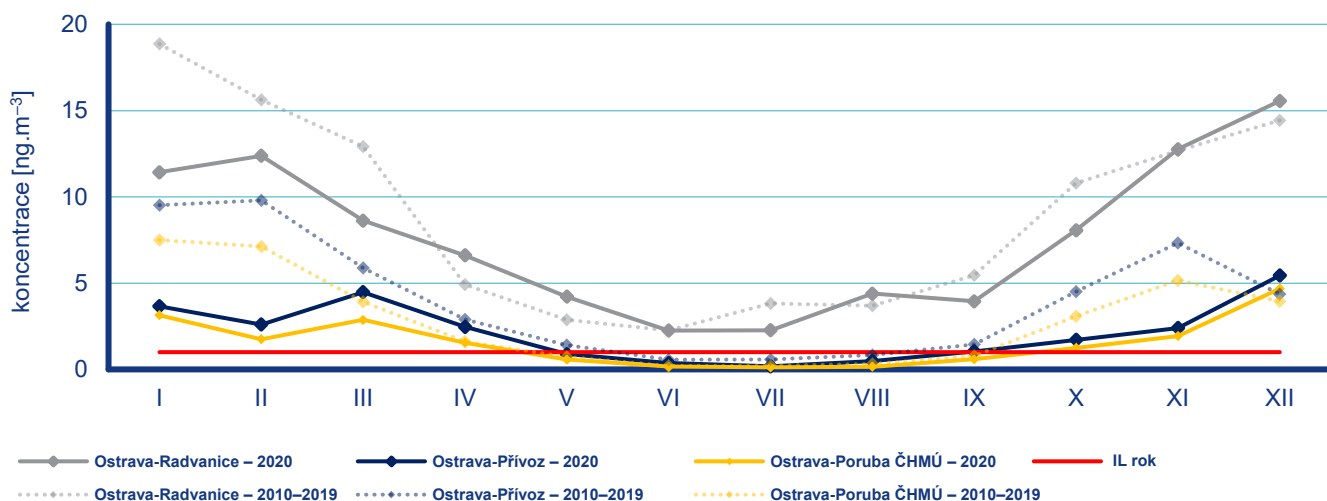
Mimo aglomeraci O/K/F-M jsou ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi v okolí měřicí stanice zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[a]pyrenu na Kladensku (městská stanice Kladno-Švermov). Nadlimitní hodnoty lze očekávat i v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy, kde se benzo[a]pyren rutinně neměří. Toto dokládá např. měření benzo[a]pyrenu v Havlovicích v Královéhradeckém kraji s roční průměrnou koncentrací benzo[a]pyrenu  $2,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , která je více než dvakrát vyšší než imisní limit. Naopak nižší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu jsou zaznamenávány v Jihomoravském kraji a v kraji Vysočina. Podlimitní hodnoty koncentrací benzo[a]pyrenu jsou měřeny i ve velkých městech (Praha, Brno, Plzeň, České Budějovice), tedy ve městech s vysokým podílem dálkového centrálního vytápění. Nejnižší průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu byly naměřeny na regionální stanici Košetice ( $0,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ), která monitoruje pozadové koncentrace znečišťujících látek v ČR. Regionální lokality nejsou přímo ovlivněny místními emisními zdroji, ale jsou ovlivňovány

pouze dálkovým transportem znečišťujících látek v kombinaci s meteorologickými a rozptylovými podmínkami. Nízké koncentrace benzo[a]pyrenu lze tedy očekávat i v místech vzdálených od přímého působení emisních zdrojů a na dobře provětrávaných lokalitách (přírodní horské oblasti).

Je třeba mít na zřeteli, že odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu (Obr. IV.2.2) je zatížen výrazně většími nejistotami ve srovnání s ostatními mapovanými látkami. Na nejistotě mapy se podílí mj. omezený počet měření na venkovských regionálních stanicích a absence rozsáhlejších měření v malých sídlech ČR, která by z hlediska znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem reprezentovala zásadní vliv lokálních topenišť. Toto se ČHMÚ snaží nahradit metodou rotujících stanic, která umožní proměřit více lokalit v období několika let. Větší nejistotou je zatíženo i posuzování meziroční změny podílu zasaženého území a obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím benzo[a]pyrenu. Počet stanic s měřením benzo[a]pyrenu je limitován zejména vysokými náklady na laboratorní analýzy a ka-



Obr. IV.2.5 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu (průměry pro daný typ stanice), 2020 a v průměru let 2010–2019



Obr. IV.2.6 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na stanicích Ostrava-Radvanice, Ostrava-Přívoz a Ostrava-Poruba ČHMÚ, 2020 a v průměru let 2010–2019

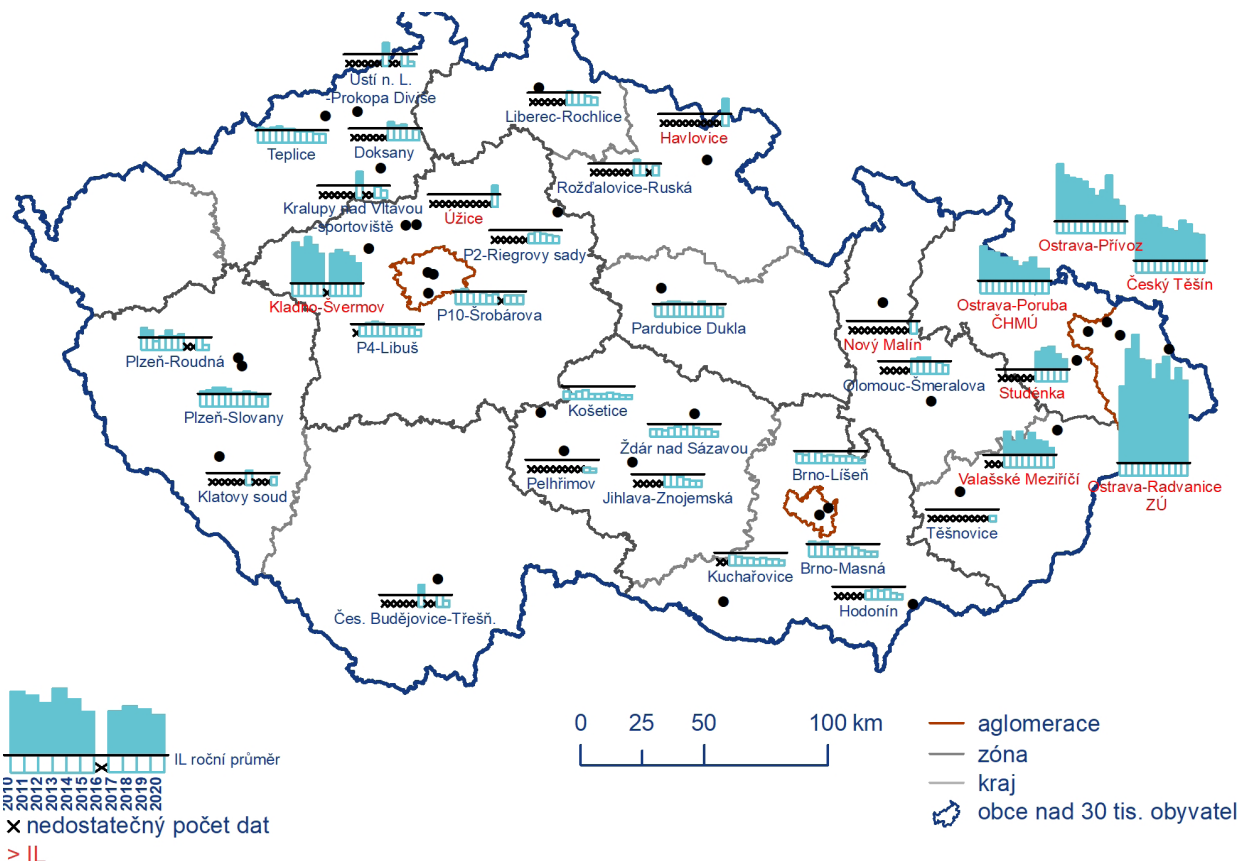


pacitou laboratoří pro zpracování vzorků benzo[a]pyrenu. Nejistoty map jsou podrobně popsány v Příloze I.

Koncentrace benzo[a]pyrenu vykazují výrazný roční chod (Obr. IV.2.5, Obr. IV.2.6) s maximy v zimním období, které souvisejí s emisemi ze sezonních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť (tj. nejvýznamnějšího zdroje emisí benzo[a]pyrenu; Obr. IV.2.9) a se zhoršenými rozptylovými podmínkami. Roční chod měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu jasně kopíruje působení emisí z lokálního vytápění, jejichž míru (nebo intenzitu) ovlivňuje počet topných dnů během topné sezony, který určuje spotřebu paliva a lze ho vyjádřit pomocí tzv. denostupňů. Na hodnotu roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na všech stanicích vyjma průmyslových stanic v aglomeraci O/K/F-M, která má stanovený imisní limit, mají zásadní vliv úrovně koncentrací v měsících během chladného období roku, jelikož v letních měsících jsou koncentrace benzo[a]pyrenu minimální. V letním období dochází k poklesu koncentrací díky zlepšení rozptylových podmínek, zvýšení chemického a fotochemického rozkladu PAH za vyšší intenzity slunečního záření a vysokých teplot a samozřejmě hlavně díky poklesu emisí z antropogenních zdrojů (Li et al. 2009; Ludykar et al. 1999; Teixeira et al. 2012). Na základě porovnání měsíčních průměrů koncentrací benzo[a]pyrenu s desetiletým průměrem 2010–2019 lze říci, že průměrné měsíční koncentrace na městských a předměstských pozadových stanicích byly v roce 2020 nižší ve všech měsících roku (Obr. IV.2.5). Výrazný pokles koncentrací benzo[a]pyrenu (téměř o 3,2 ng.m<sup>-3</sup>, tj.

o 80 % oproti desetiletému průměru 2010–2019) na městských a předměstských pozadových stanicích byl zaznamenán v únoru, a to díky atypickým meteorologickým a rozptylovým podmínkám v tomto měsíci. Výrazně zlepšené rozptylové podmínky, mimořádně nadprůměrné teploty a nadnormální výskyt srážek tvoří kombinaci tří zásadních faktorů silně snižující úroveň polutantů v ovzduší. Výrazně nižší měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru byly zaznamenány i v měsících lednu (1,5 ng.m<sup>-3</sup>, tj. 34 %), říjnu (0,9 ng.m<sup>-3</sup>, tj. 48 %) a listopadu (1,3 ng.m<sup>-3</sup>, tj. 44 %). Měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu v prosinci na pozadových stanicích byla nižší pouze o 0,3 ng.m<sup>-3</sup> (cca 12 %), a to zejména kvůli zvýšeným měsíčním hodnotám benzo[a]pyrenu na stanicích v aglomeraci O/K/F-M (Obr. IV.2.6). Roční chod měsíčních koncentrací na regionální stanici Košetice je podobný jako na předměstských a městských stanicích, ale s výrazně nižšími hodnotami koncentrací benzo[a]pyrenu.

Na Obr. IV.2.6 je znázorněn roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na průmyslových stanicích Ostrava-Přívoz a Ostrava-Radvanice ZÚ, kde se kromě přeshraničního přenosu znečištění z Polska, typického pro celou oblast Ostravsko-Karvinska, projevuje enormní emisní zátěž z kombinace emisních zdrojů pocházejících z lokálního vytápění a z průmyslu. Pro porovnání je v grafu také uvedena pozadová městská stanice Ostrava-Poruba ČHMÚ, která monitoruje úrovně pozadových koncentrací ve městě Ostrava. Na stanici Ostrava-Přívoz byl zaznamenán výrazný propad měsíčních koncentrací v zimních



Obr. IV.2.7 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na vybraných stanicích, 2010–2020

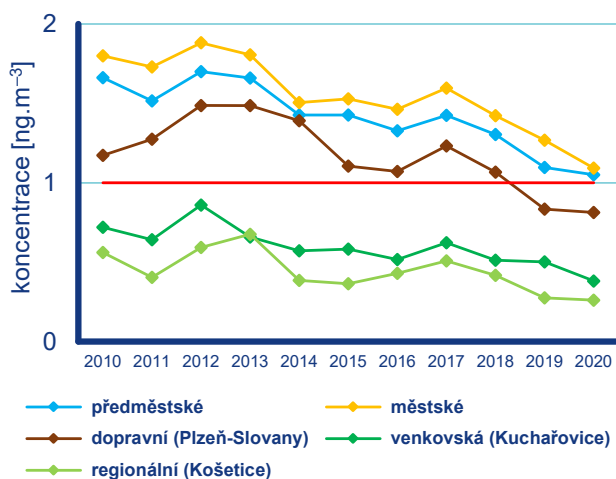
měsících na počátku roku oproti dlouhodobému průměru a měsíční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu zde byly ve všech měsících, vyjma prosince, nižší. Oproti městské pozadové stanici Ostrava-Poruba ČHMÚ jsou hodnoty na stanici Ostrava-Přívov nepatrně vyšší, nicméně roční chod je na obou stanicích obdobný. Hodnoty měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ jsou několikanásobně vyšší než na stanici Ostrava-Přívov i Ostrava-Poruba ČHMÚ a oproti dlouhodobému průměru 2010–2019 kolísají. Největší pokles koncentrací benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru 2010–2019 na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byl zaznamenán v lednu ( $7,4 \text{ ng.m}^{-3}$ , tj. o 39 % nižší), v únoru byl pokles méně výrazný oproti jiným stanicím ( $3,3 \text{ ng.m}^{-3}$ , tj. 21 %) a v březnu ( $4,3 \text{ ng.m}^{-3}$ , tj. 33 %). Naopak největší nárůst koncentrací byl zaznamenán v dubnu (o  $1,7 \text{ ng.m}^{-3}$ , tj. 34 %) květnu ( $1,3 \text{ ng.m}^{-3}$ , tj. 46 %).

Koncentrace nad  $1 \text{ ng.m}^{-3}$  se na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M vyskytují v průběhu celého roku, včetně letních měsíců, což dokládá celoroční vliv emisí z průmyslu v těchto oblastech.

V prosinci byly na všech třech zmíněných stanicích v aglomeraci O/K/F-M zaznamenány vyšší průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru. Na zvýšených koncentracích se pravděpodobně podílela kromě zhoršených rozptylových a meteorologických podmínek i vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí během nouzového stavu (Příloha II.).

## IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu

Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2010–2020. Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu během hodnoceného období kolísají a v oblastech největšího imisního zatížení (Kladensko a aglomerace O/K/F-M) dochází k jejich poklesu (Obr. IV.2.7).

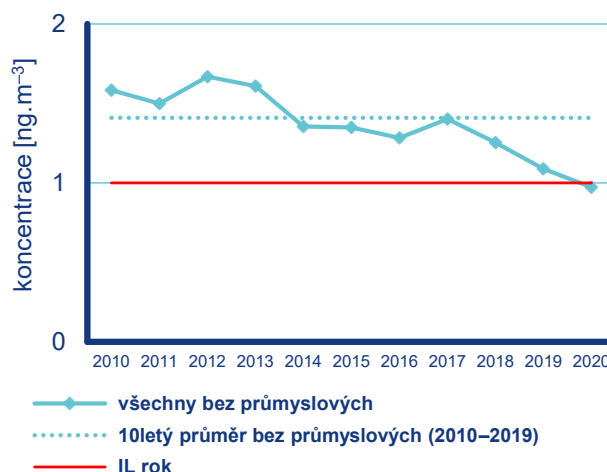


V meziročním srovnání 2019/2020 koncentrace benzo[a]pyrenu poklesly na 24 ze 32 stanic (tj. na 75 %), které měly data pro oba porovnávané roky. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, a to o  $1 \text{ ng.m}^{-3}$  (13 %), nicméně koncentrace benzo[a]pyrenu zde stále překračují imisní limit téměř sedminásobně. Na žádné stanici nedošlo v roce 2020 k nárůstu roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu.

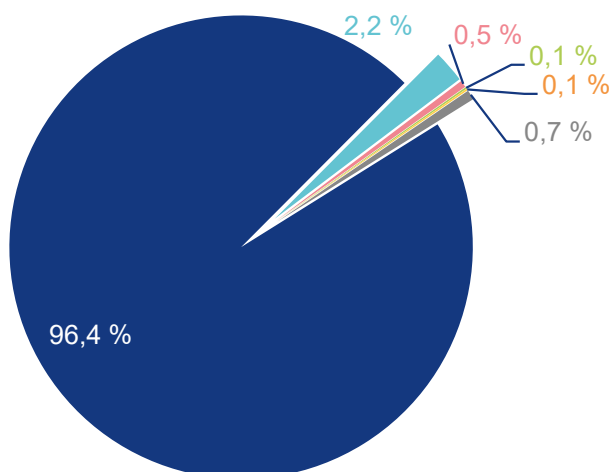
Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na všech typech stanic byly v roce 2020 nejnižší za hodnocené období 2010–2020 (Obr. IV.2.8), nicméně v některých městech zůstávají stále na nadlimitní úrovni. Oproti desetiletému průměru 2010–2019 došlo v roce 2020 k poklesu koncentrací benzo[a]pyrenu na všech typech stanic vyjma stanic průmyslových v průměru o cca 30%. Na většině stanic, kde je benzo[a]pyren dlouhodobě sledován, byly v roce 2020 zaznamenány nejnižší hodnoty průměrných ročních koncentrací za celou dobu měření. Ke zlepšení situace přispěly zejména atypické meteorologické a rozptylové podmínky v únoru, kdy byly zaznamenány nejvýraznější poklesy měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu, a také klesající spotřeba paliv díky rostoucím teplotám v zimních měsících v posledních letech. Na poklesu koncentrací benzo[a]pyrenu se také podílí realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší, zejména obnova kotlů v domácnostech. Vyhodnocení vlivu realizovaných opatření je zkoumáno v rámci projektu TITSMZP704 – Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů – financovaném se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu BETA2, jehož výsledky budou k dispozici na konci roku 2021.

## IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu

PAH, z nichž je v oblasti ochrany ovzduší sledován zejména benzo[a]pyren, jsou produkovány téměř výhradně spalovacími procesy, při nichž nedochází k dostatečné oxidaci přítomných organických spalitelných látek. Benzo[a]pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C.



Obr. IV.2.8 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

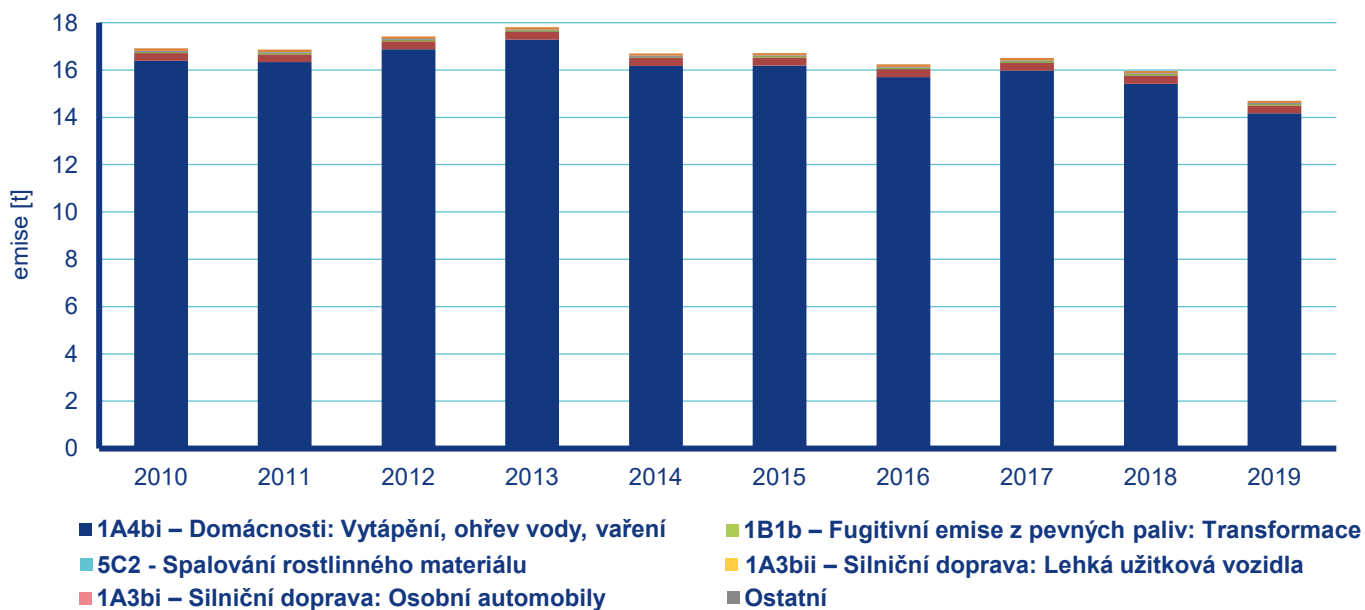


**Obr. IV.2.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu, 2019**

Mezi jeho nejvýznamnější zdroje se proto řadí spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích.

Sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (Obr. IV.2.9).

Vzhledem k dominantnímu podílu sektoru 1A4bi jsou emise benzo[a]pyrenu rozloženy na území obydlené zástavby celé ČR a jejich množství v období 2010–2019 bylo závislé především na vývoji spotřeby pevných paliv v domácnostech (Obr. IV.2.10). Nově byl pro celé období proveden odhad emisí ze spalování rostlinného materiálu (NFR 5C2), které se podílí v roce 2019 na celkových emisích 2,24 %. Vliv dopravy se uplatňuje především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a na území větších městských celků. Největšími emisemi benzo[a]pyrenu je zatížen Moravskoslezský kraj z důvodu vyššího podílu spalování černého uhlí v domácnostech v kotlích prohořivacího typu a rovněž koncentrací hutního průmyslu a výroby koksu.



**Obr. IV.2.10 Celkové emise benzo[a]pyrenu, 2010–2019**

## IV.3 Oxidy dusíku

### IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2020

Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) rozumí směs oxidu dusnatého ( $\text{NO}$ ) a oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ). Imisní limit pro ochranu lidského zdraví je stanoven pro  $\text{NO}_2$ , limit pro ochranu ekosystémů a vegetace je stanoven pro  $\text{NO}_x$ .

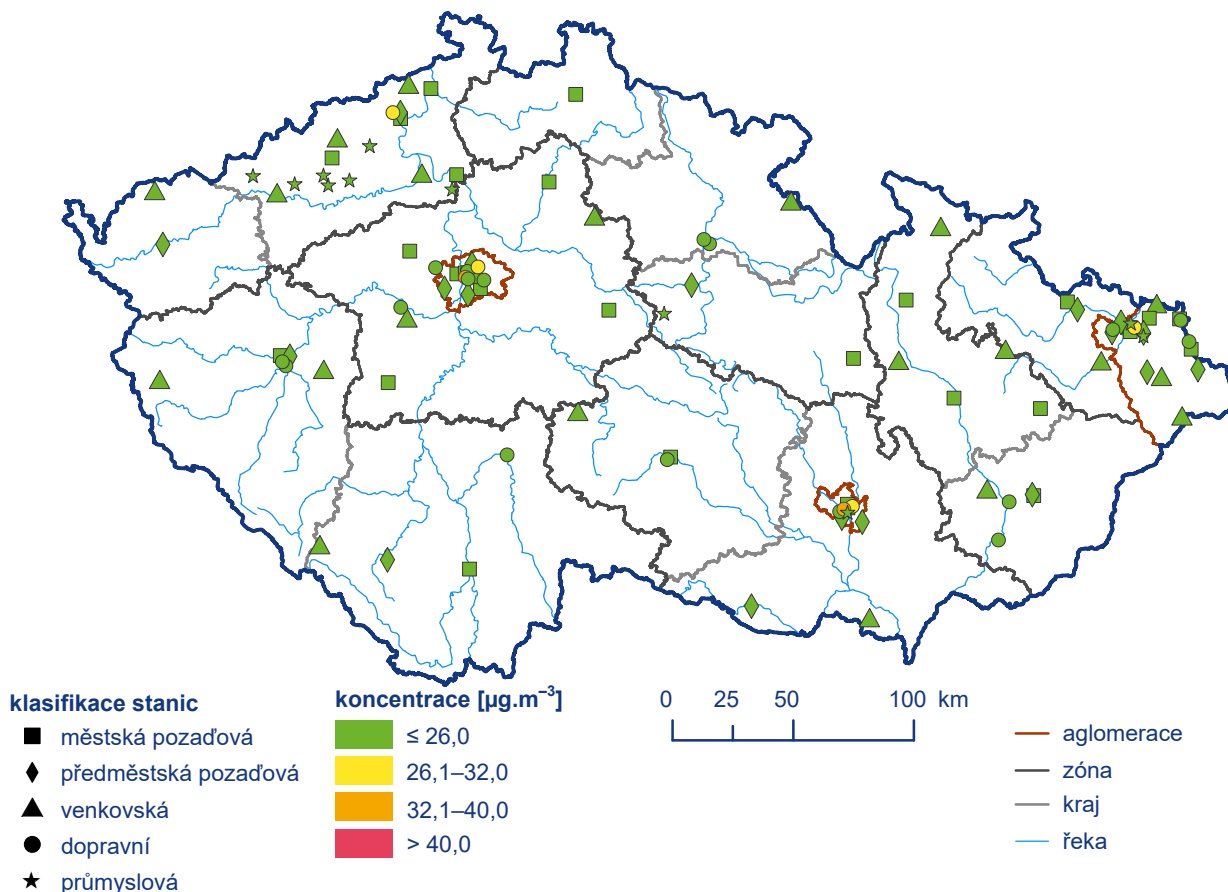
#### Znečištění ovzduší oxidem dusičitým v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

K překračování ročního imisního limitu  $\text{NO}_2$  dochází pouze na omezeném počtu stanic (od 2 do 4% stanic v posledních pěti letech), a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Imisní limit ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pro roční průměrnou koncentraci oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) nebyl překročen na žádné stanici poprvé za celou dobu sledování, tj. od 90. let minulého století

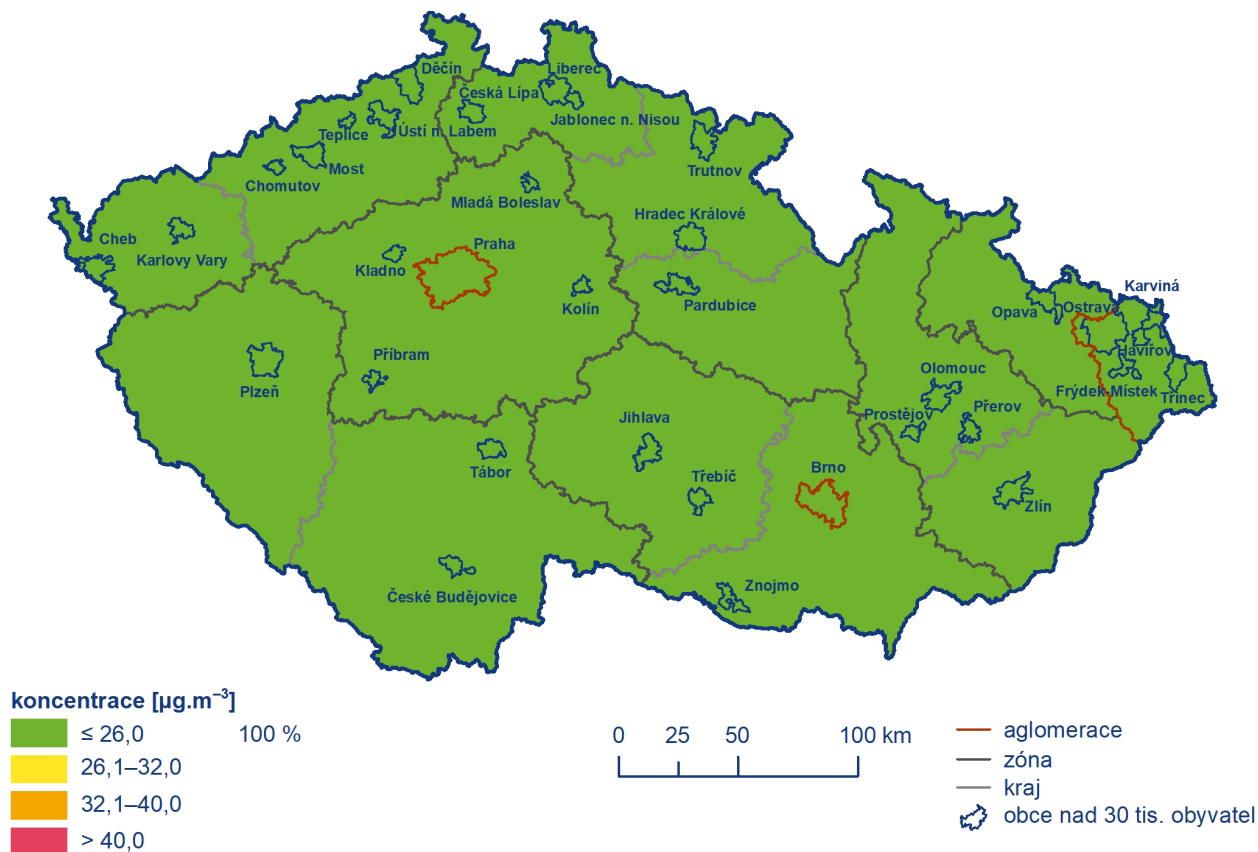
(Obr. IV.3.1). Roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  na většině stanic překonaly historická minima, nebo se jim alespoň velmi přiblížily. Vysoké hodnoty koncentrací  $\text{NO}_2$  jsou dlouhodobě zaznamenávány na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) v souvislosti s vysokou intenzitou dopravy v bezprostřední blízkosti stanice a jejím umístěním v uličním kaňonu, kde je výrazně snížena možnost provětrávání. V roce 2020 byla na stanici Praha 2-Legerova naměřena roční průměrná koncentrace  $38,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Vyšší koncentrace  $\text{NO}_2$  lze očekávat i v blízkosti místních komunikací v obcích a ve městech s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí, kde často dochází ke snížení plynulosti dopravy. Nejnížší koncentrace  $\text{NO}_2$  jsou měřeny na regionálních stanicích (Churáňov, Košetice, Polom), tedy v oblastech daleko od působení emisních zdrojů.

Imisní limit hodinové koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  s maximálním povoleným počtem 18 překročení za rok) nebyl v roce 2020 překročen na žádné stanici. Ani na jedné stanici nebyla překročena ani samotná hodnota hodinového imisního limitu  $\text{NO}_2$ .

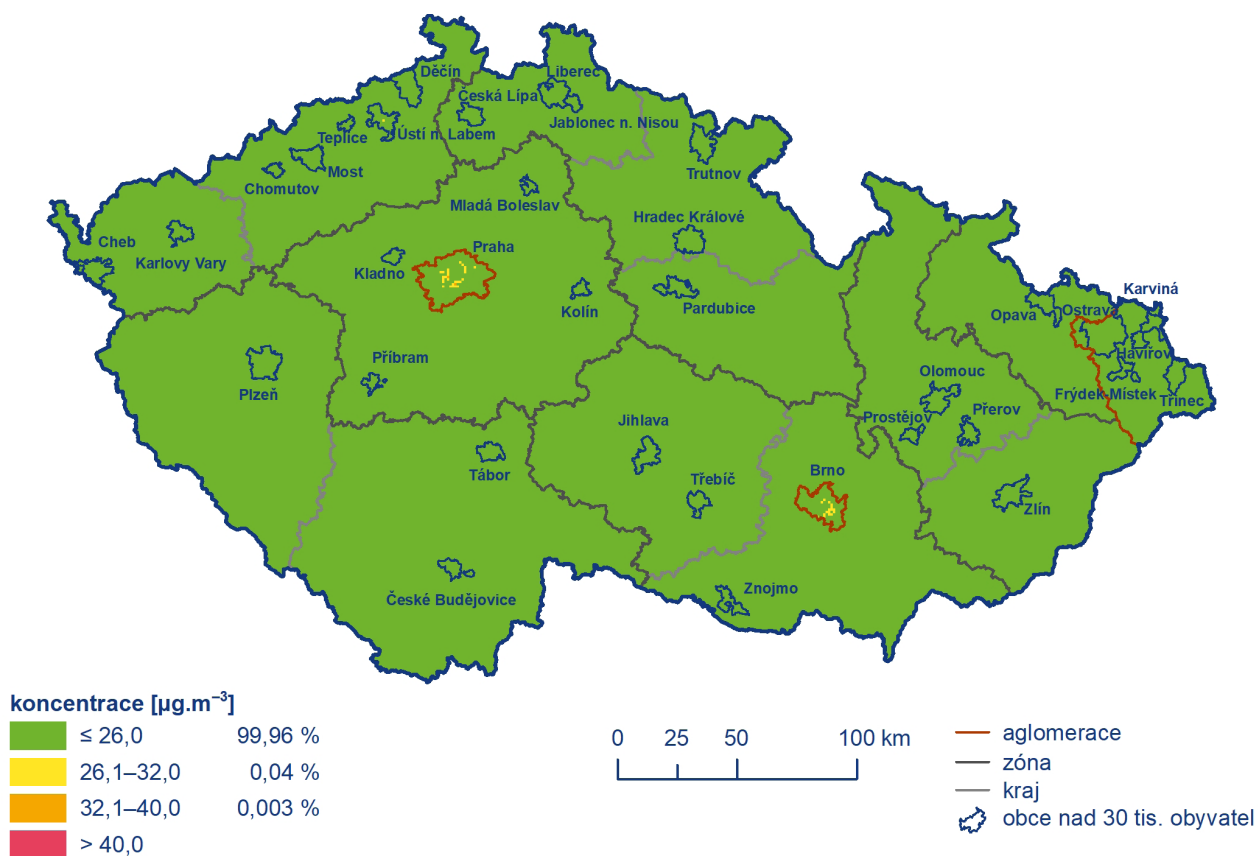
Na celém území ČR modelovaná roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  nepřekročila  $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. hodnotu dolní meze pro posuzování (Obr. IV.3.2). Z dlouhodobého pohledu (Obr. IV.3.3) jsou vyšší koncentrace odhadovány v centrech dopravně zatížených větších měst (Praha a Brno). Nicméně je důležité zmínit, že mapy



Obr. IV.3.1 Roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020



Obr. IV.3.2 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$ , 2020



Obr. IV.3.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$ , 2016–2020



koncentrací NO<sub>2</sub> jsou připravovány v rozlišení 1 × 1 km, a proto se vliv vyšších naměřených koncentrací na dopravních stanicích s nízkým poloměrem reprezentativnosti (do 100 m) ve výsledném zobrazení neprojeví. Nízký poloměr reprezentativnosti dopravních stanic souvisí se strmým poklesem koncentrací NO<sub>2</sub> s rostoucí vzdáleností od komunikací.

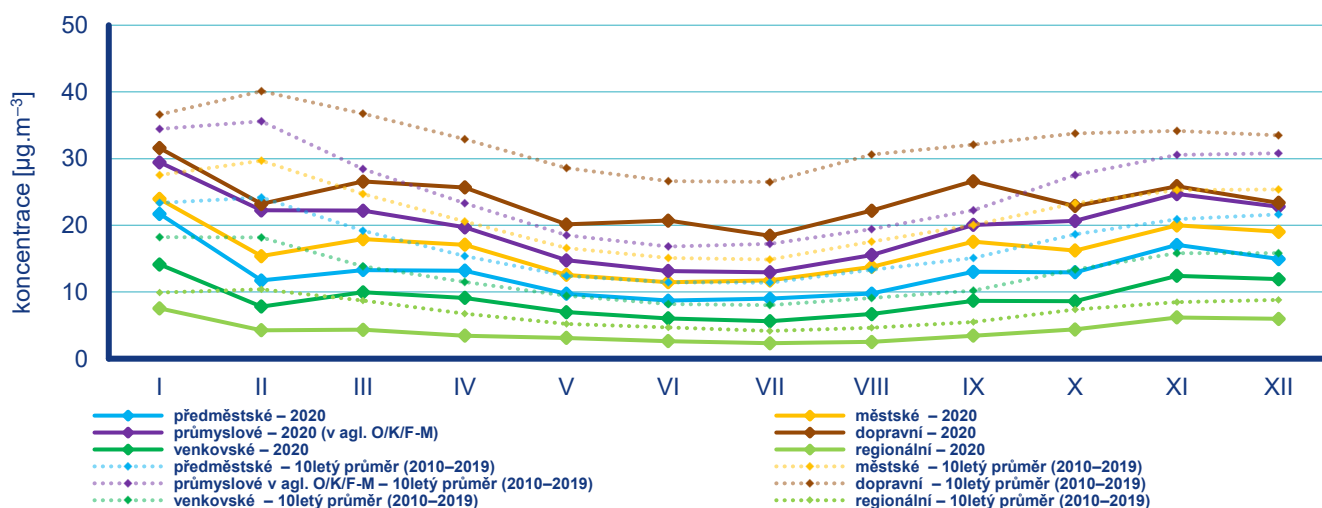
Roční chod měsíčních průměrných koncentrací je podobný na všech typech stanic vyjma dopravních stanic, kde jsou také sledovány nejvyšší hodnoty koncentrací, z čehož lze vidět silné ovlivnění z blízkého emisního zdroje – dopravy (Obr. IV.3.4.). Jelikož je doprava hlavním zdrojem NO<sub>2</sub>, který působí celoročně, je vývoj koncentrací během roku ovlivněn působením meteorologických a rozptylových podmínek. Maxima v chladnějším období roku jsou navíc ovlivněna navýšením emisí z vytápění domácností a ze studených startů aut. Naopak v období duben–září je obecně patrný pokles koncentrací NO<sub>2</sub>. Důvodem tohoto poklesu je vyšší intenzita slunečního záření v tomto ročním období, která má za následek rozklad NO<sub>2</sub> a jeho účast při fotochemických reakcích vzniku přízemního 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 NO<sub>2</sub>. Na regionálních venkovských lokalitách, vzdálených od přímého působení emisních zdrojů, jsou hodnoty průměrné měsíční koncentrace NO<sub>2</sub> nejnižší a pohybují se hluboko pod dolní mezí pro posuzování, a vykazují také méně výrazný roční chod. V roce 2020 byly všechny měsíční průměrné koncentrace NO<sub>2</sub> nižší v porovnání s desetiletým průměrem 2010–2019. Nejvýraznější pokles (40–60%) oproti desetiletému průměru nastal v únoru v souvislosti s netypickými meteorologickými a rozptylovými podmínkami (nadprůměrná teplota a úhrny srážek, vysoké rychlosti větru). V některých měsících se na poklesu koncentrací NO<sub>2</sub> navíc podílelo snížení intenzity dopravy během nouzového stavu (Příloha II).

## Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace pro roční průměrné koncentrace NO<sub>x</sub> (30 µg.m<sup>-3</sup>) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 21 venkovských stanic s dostatečným množstvím dat pro hodnocení. Mapa koncentrací ročních průměrných koncentrací NO<sub>x</sub> byla připravena pomocí kombinace dat ze všech stanic měřících NO<sub>x</sub> a rozptylového modelu. Vyšší hodnoty koncentrací NO<sub>x</sub> jsou měřeny v blízkosti frekventovaných komunikací v obcích. Na mapě jsou formou bodových značek vyznačeny pouze stanice venkovské, protože jen na těchto lokalitách se dle platné české legislativy hodnotí úroveň ročních koncentrací NO<sub>x</sub> vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace (Obr. IV.3.5).

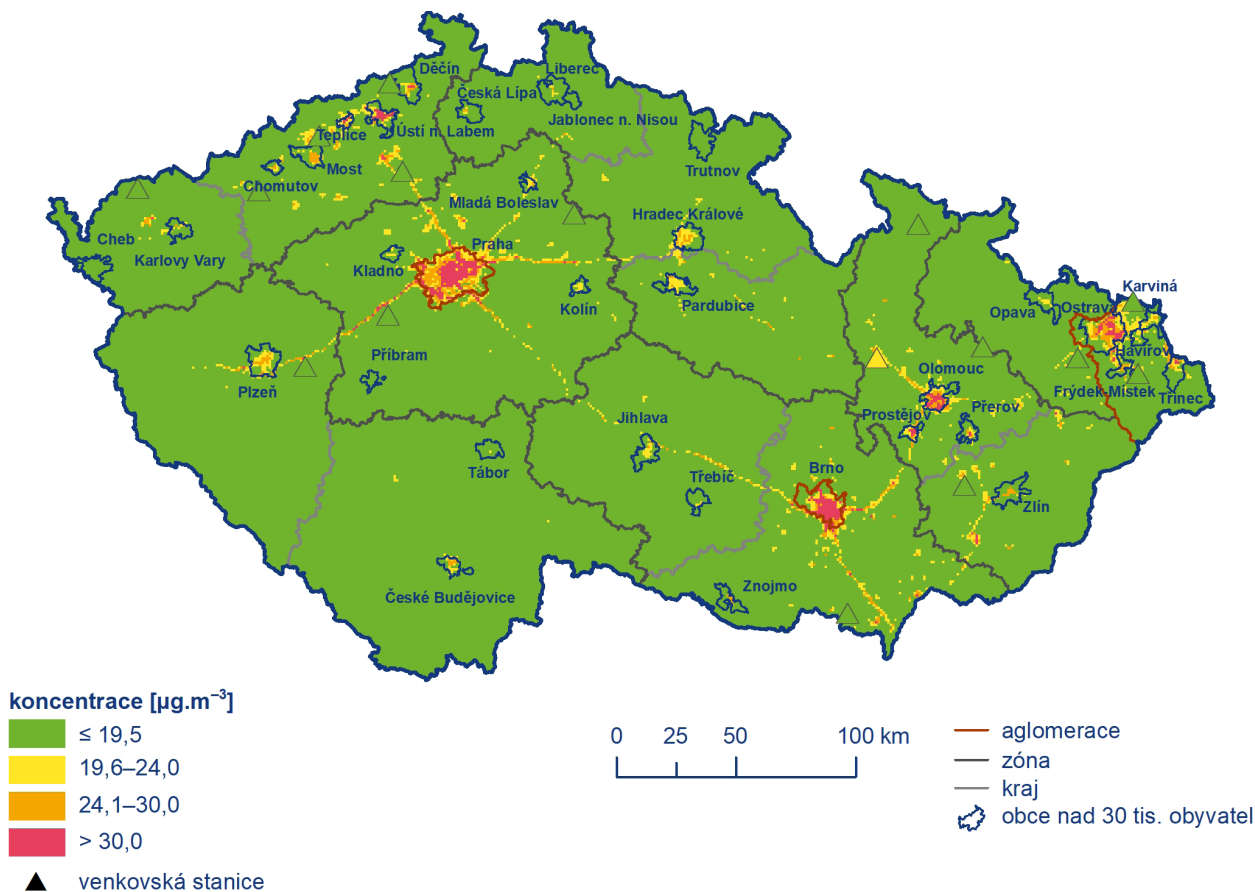
### IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku

Vývoj koncentrací NO<sub>2</sub> na stanicích je hodnocen za posledních 11 let, tj. 2010–2020 (Obr. IV.3.6, Obr. IV.3.7, Obr. IV.3.8 a Obr. IV.3.9). V tomto období byly zaznamenány nejvyšší koncentrace NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v roce 2010 spojené s opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v chladném období roku. Od roku 2010 je možné pozorovat pozvolný pokles všech sledovaných charakteristik oxidů dusíku. Nepatrný nárůst koncentrací NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v roce 2017 byl spojen s nepříznivými rozptylovými podmínkami v chladné části roku. V meziročním porovnání 2019/2020 došlo k dalšímu poklesu průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> na všech typech stanic. Nejvýraznější pokles nastal na dopravních stanicích a to téměř o 15% v případě roční průměrné koncentrace NO<sub>2</sub>, což jasně poukazuje na pokles emisí NO<sub>2</sub> z dopravy i díky omezenému pohybu během nouzových stavů. V roce 2020 byly zaznamenány na většině stanic nejnižší koncentrace NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> za celé hodnocené období, i za celou dobu jejich měření. Oproti desetiletému průměru (2010–2019) koncentrací ze všech stanic poklesla roční průměrná koncentrace a 19. nejvyšší hodinová koncentrace NO<sub>2</sub> o 26% resp. o 27%.



Obr. IV.3.4 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO<sub>2</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2020

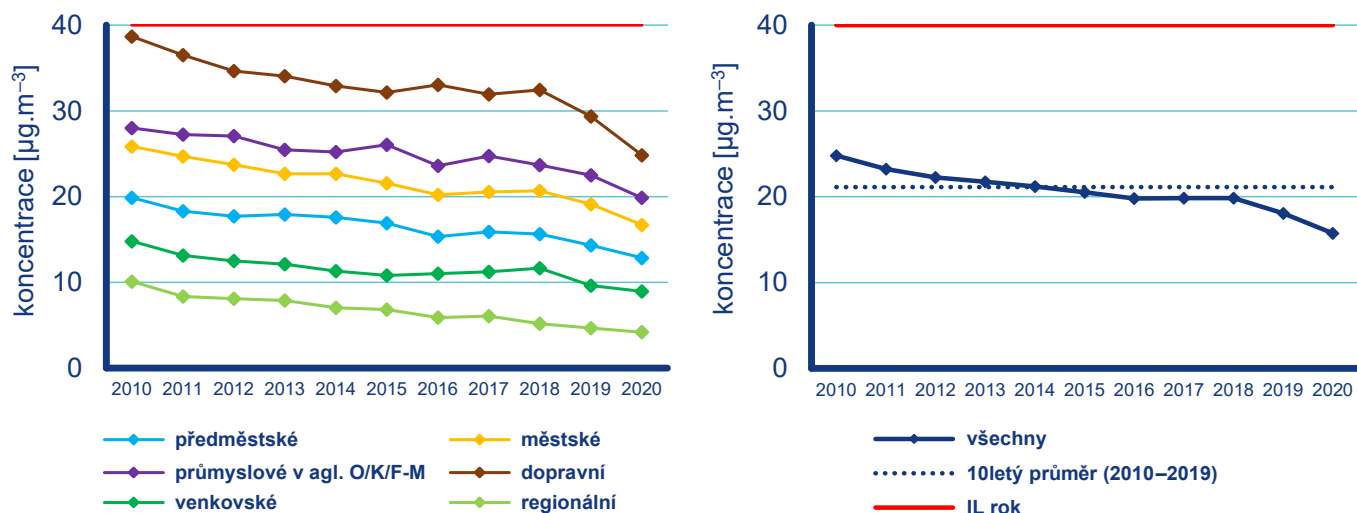




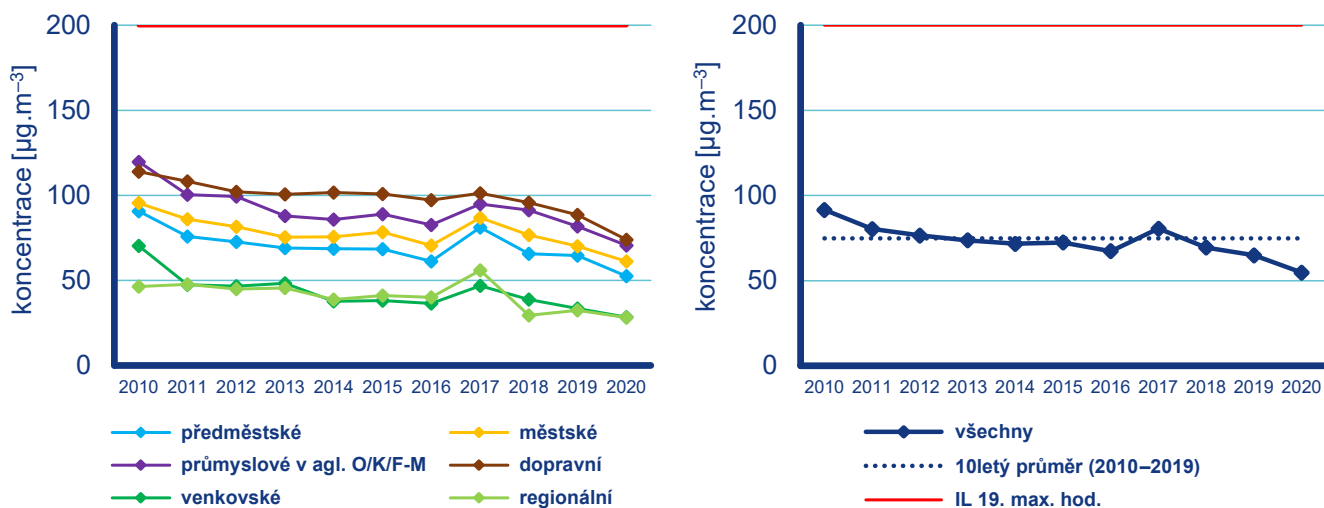
Obr. IV.3.5 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$ , 2020



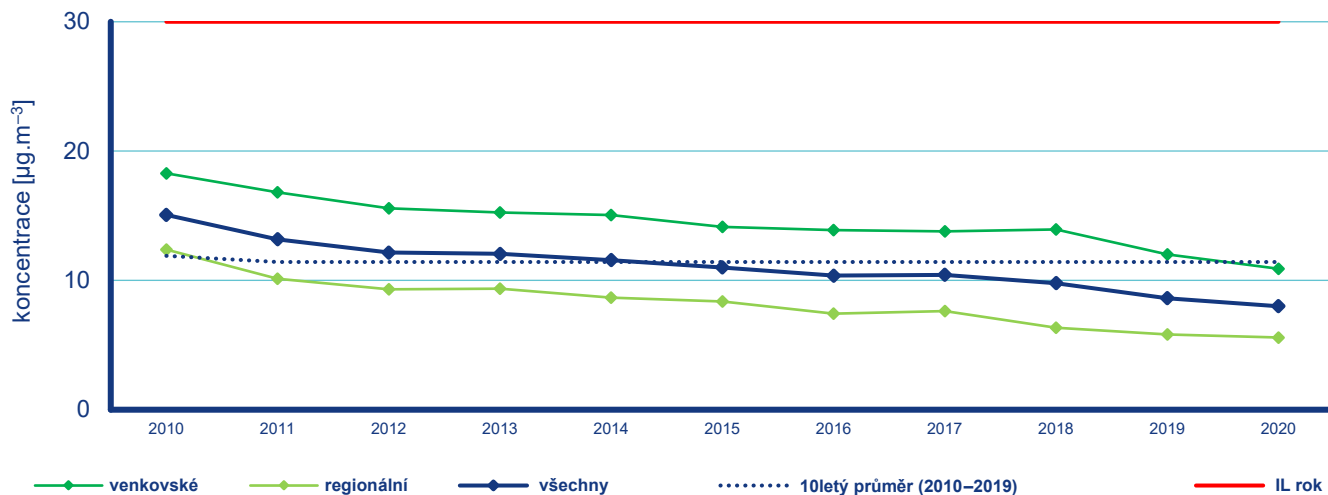
Obr. IV.3.6 19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  na vybraných stanicích, 2010–2020



Obr. IV.3.7 Roční průměrné koncentrace NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

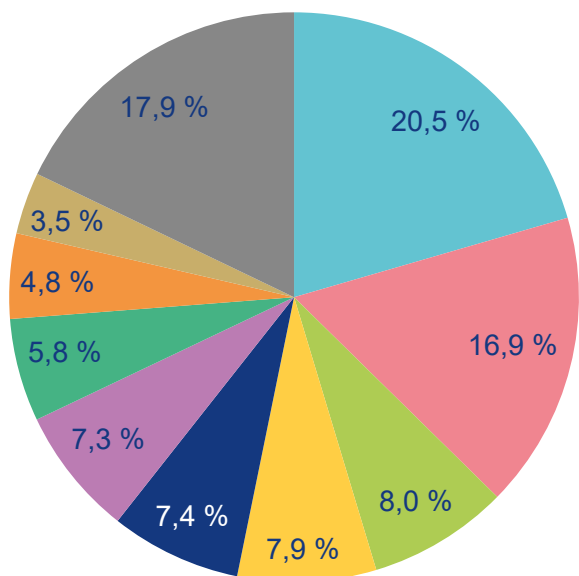


Obr. IV.3.8 19. nejvyšší hodinové NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



Obr. IV.3.9 Roční průměrné koncentrace NO<sub>x</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

K dalšímu zlepšení situace přispěla řada faktorů, zejména pak neobvykle příznivé meteorologické (normální až nadnormální teploty a úhrny srážek) a rozptylové podmínky v únoru, a pokračující pokles emisí, díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje, obnova vozového parku a modernizace nákladní dopravy). Na poklesu koncentrací se projevila i opatření spojená s vyhlášením nouzových stavů v důsledku šíření nového typu koronaviru SARS-CoV-2, kdy došlo ke snížení mobility obyvatel a tím i k poklesu intenzity dopravy (Příloha II).



Obr. IV.3.10 Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO<sub>x</sub>, 2019

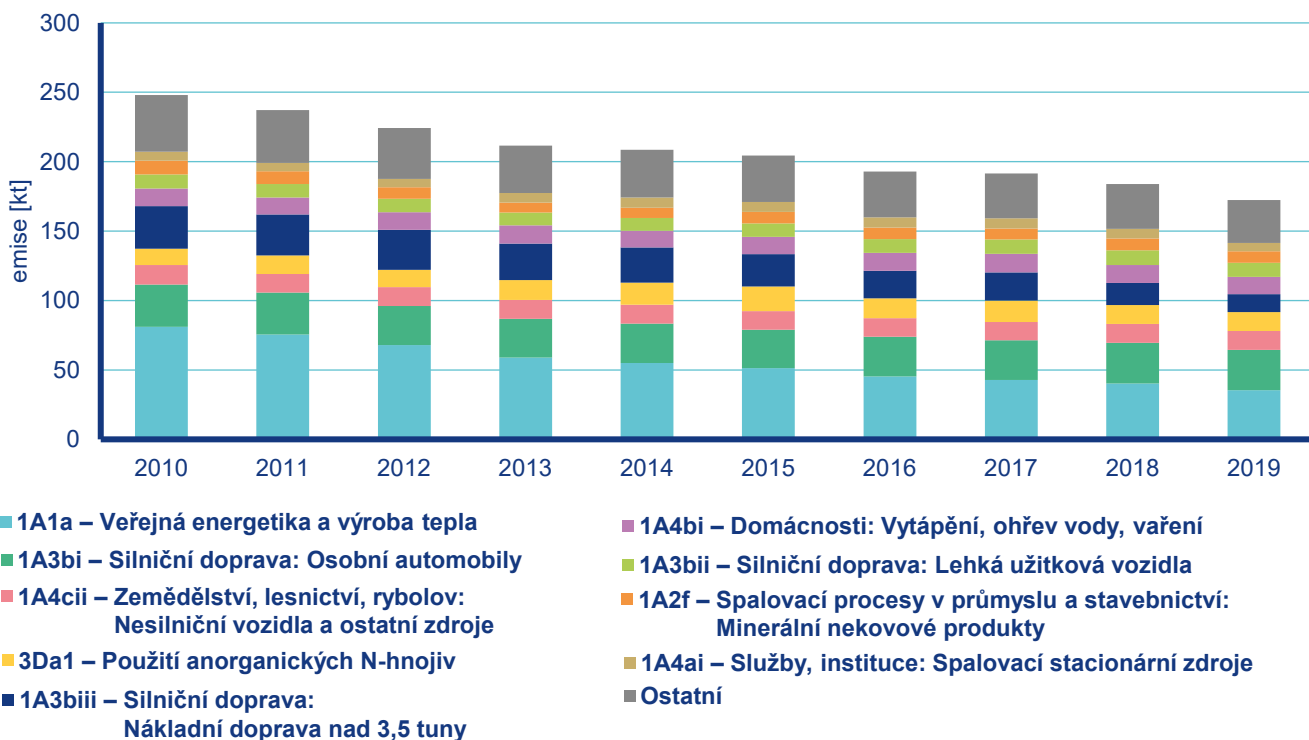
### IV.3.3 Emise oxidů dusíku

Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) se tvoří při spalování paliv v závislosti na teplotě spalování, obsahu dusíku v palivu a přebytku spalovacího vzduchu a vznikají i při některých chemicko-technologických procesech (výroba kyseliny dusičné, amoniaku, hnojiv apod.). Zatímco při spalování paliv v kotlích se podíl NO<sub>2</sub> v emisích NO<sub>x</sub> pohybuje obvykle do 5%, u některých chemicko-technologických procesů může podíl NO<sub>2</sub> představovat až 100% emisí NO<sub>x</sub> (Neužil 2012). Emise NO<sub>x</sub> s vyšším podílem NO<sub>2</sub> (10–55%) produkují dieselové motory (Carslaw et al. 2011).

Největší množství emisí NO<sub>x</sub> pochází z mobilních zdrojů (ČHMÚ 2021d). Sektory 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily, 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje, 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t a 1A3bii – Lehká užitková vozidla a se na celorepublikových emisích NO<sub>x</sub> v roce 2019 podílely 38,1%. Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 20,5% emisí NO<sub>x</sub> (Obr. IV.3.10). Nově byly v celém období dopočteny emise sektoru Použití anorganických N-hnojiv, které se v roce 2019 na celkových emisích podílely 7,9%.

Klesající trend emisí NO<sub>x</sub> v období let 2010–2019 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku a se zavedením emisních stropů a přísnějších emisních limitů pro emise NO<sub>x</sub> ze zdrojů v sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla (Obr. IV.3.11).

Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emisích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí NO<sub>x</sub> je soustředěna především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou, ve velkých městech a v krajích (Ústecký, Středočeský, Moravskoslezský), kde jsou umístěny významnější energetické výrobní celky.



Obr. IV.3.11 Celkové emise NO<sub>x</sub>, 2010–2019

## IV.4 Přízemní ozon

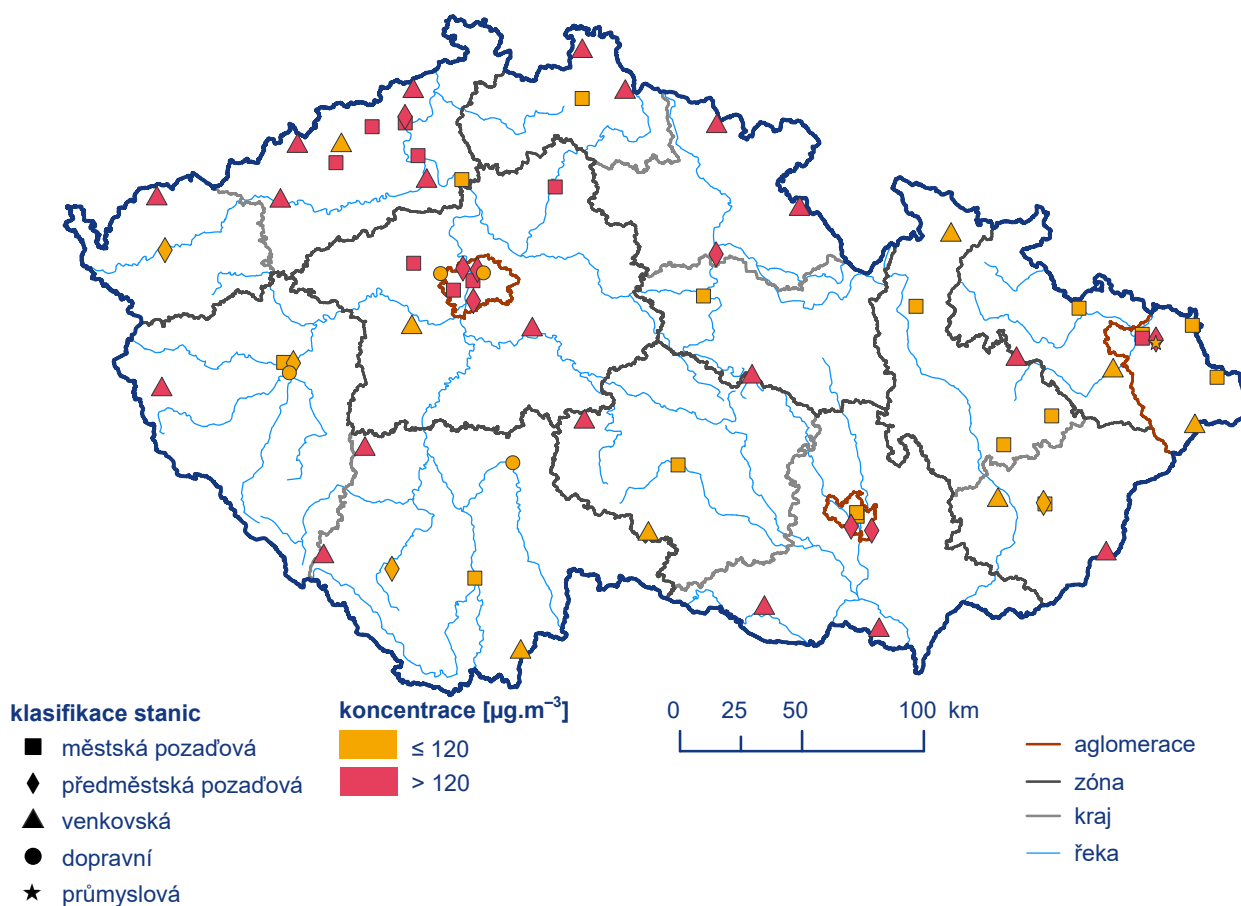
### IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2020

#### Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Imisní limit přízemního ozonu ( $O_3$ ) byl za tříleté období 2018–2020<sup>1</sup> překročen na 34 ze 67 stanic (51 %), na kterých byly koncentrace  $O_3$  měřeny (Obr. IV.4.1 a IV.4.2). Za předchozí tříletá období 2017–2019 byl imisní limit přízemního  $O_3$

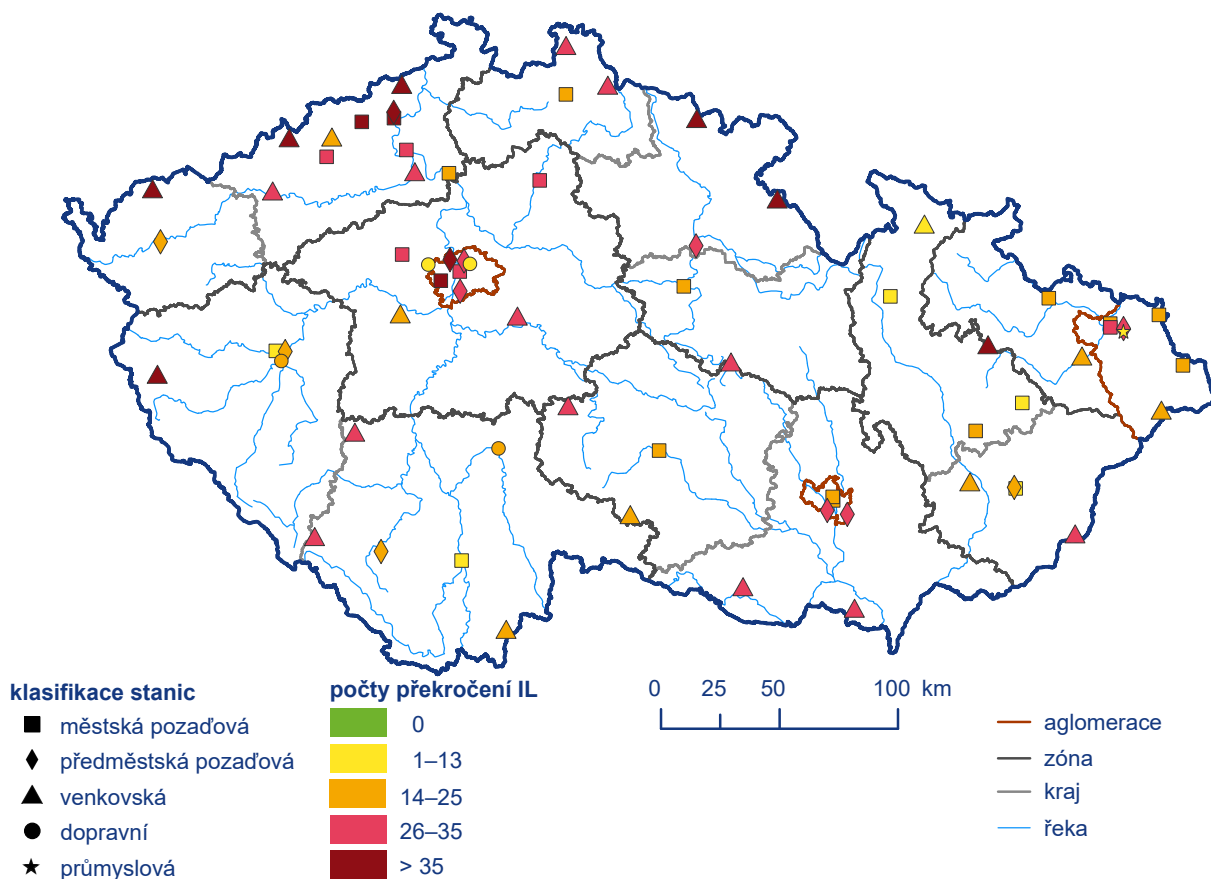
překročen na 36 z 64 stanic (56 %), za období 2016–2018 na 33 z 65 (51 %), 2015–2017 na 21 z 71 (30 %) a za období 2014–2016 na 22 z 75 stanic (29 %). Počet stanic s překročeným imisním limitem se v posledních letech zvyšuje.

K překročení imisního limitu  $O_3$  došlo ve tříletém období 2018–2020 na 62 % území ČR s 52 % obyvatel (Obr. IV.4.3). V porovnání s předchozími pěti tříletými obdobími se velikost území s překročeným imisním limitem pro  $O_3$  v roce 2020 řadí na třetí místo (71 % území s 57 % obyvatel za období 2017–2019, 80 % území s 52 % obyvatel za období 2016–2018, 31 % území s 9 % obyvateli za období 2015–2017 a 18 % území s 4 % obyvatel za období 2014–2016). V rámci jednotlivých let za období 2018–2020 došlo v roce 2020 k nejnižšímu počtu překročení hodnoty imisního limitu (Obr. IV.4.4). Pro přízemní  $O_3$  nebyla v roce 2020 vyhlášena žádná smogová situace (více viz kap. VI).

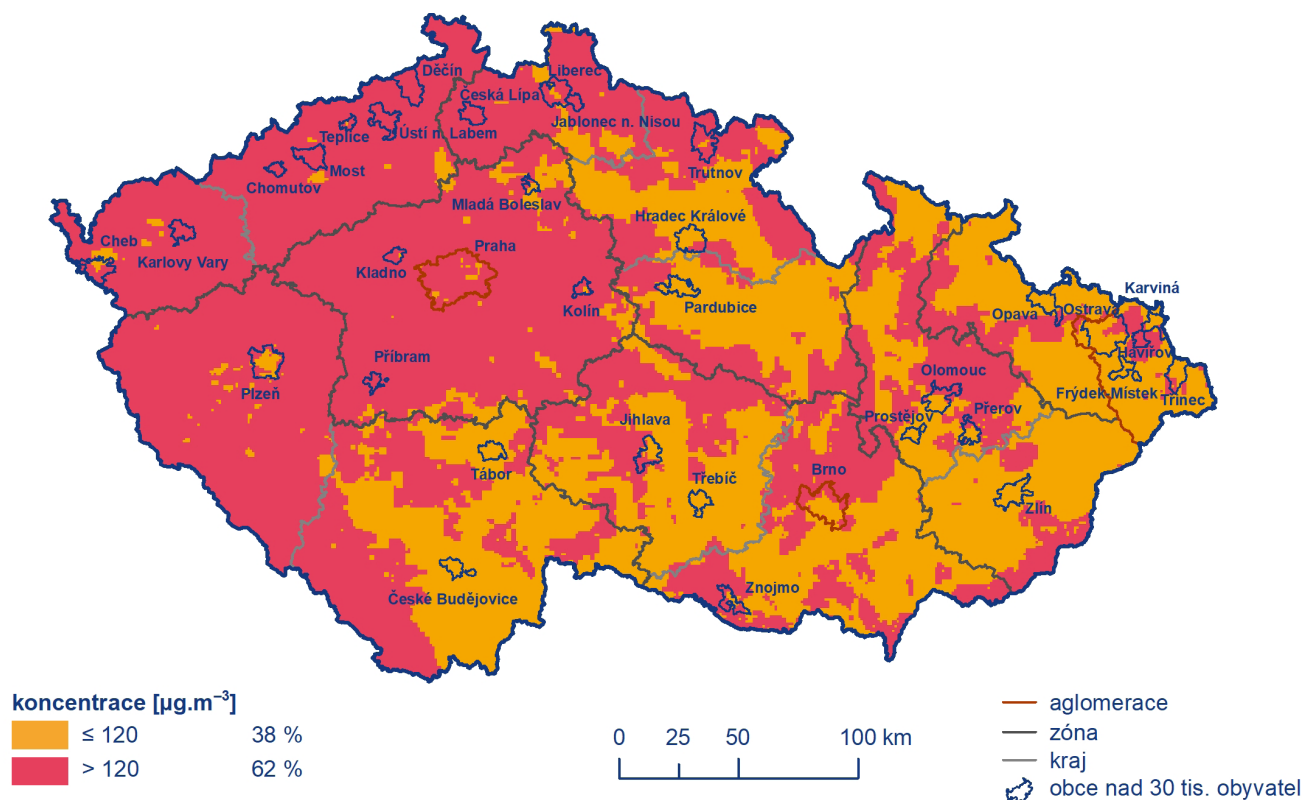


Obr. IV.4.1 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního ozonu v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018–2020

1 Imisní limit je překročen, jestliže byl maximální denní 8hodinový klouzavý průměr  $O_3$  vyšší než  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  alespoň 26× v průměru za 3 roky

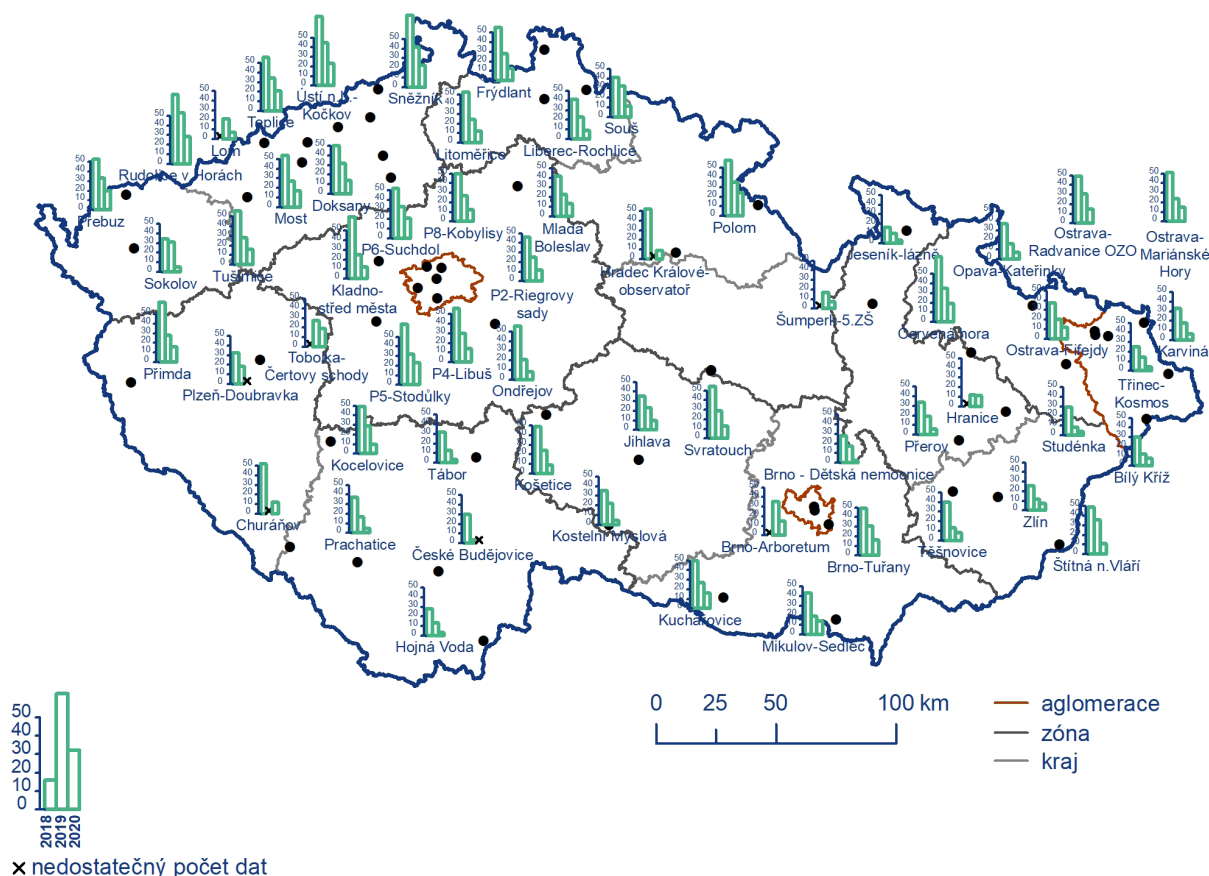


**Obr. IV.4.2 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2018–2020**

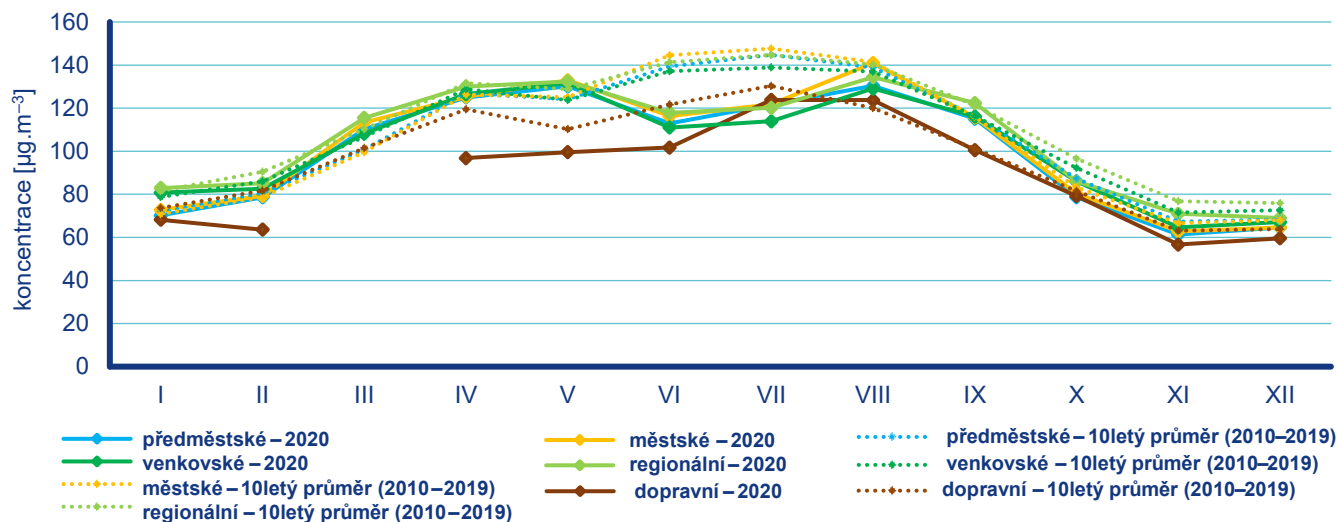


**Obr. IV.4.3 Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2018–2020**





**Obr. IV.4.4 Počet překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního ozonu za rok na vybraných stanicích, 2018–2020**



**Obr. IV.4.5 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací max. 8hod. klouzavého průměru  $\text{O}_3$  (průměry pro daný typ stanice), 2020**

Roční chod průměrných měsíčních koncentrací přízemního  $\text{O}_3$  (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc) je charakterizován nárůstem koncentrací v jarních a letních měsících z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek pro vznik přízemního  $\text{O}_3$ . V roce 2020 je patrné setrvání nebo pokles koncentrací v porovnání s desetiletým průměrem 2010–2019 ve všech měsících roku s výjimkou března (Obr. IV.4.5). Snížení koncentrací

v roce 2020 je patrné i v teplejších měsících roku, kdy v minulých letech byly měřeny vysoké koncentrace  $\text{O}_3$ , někdy vedoucí až k vyhlášení smogových situací. Propad koncentrací v červnu (o 18 %) a červenci (o 17 %) roku 2020 koresponduje s mimořádně nadnormálním úhrnem srážek v červnu a normálními teplotami v červnu i červenci (tzn. potlačení vhodných podmínek pro vznik přízemního ozonu). Nejvyšší koncentrace  $\text{O}_3$  byly v roce 2020 naměřeny



v srpnu, tedy v nejteplejším měsíci roku 2020 (kap. III), ale i tak byly na nižší úrovni než je jejich desetiletý průměr 2010–2019. Nárůst koncentrací  $O_3$  v porovnání s desetiletým průměrem byl pozorován pro měsíc březen, nejvíce na městských stanicích (14 %). V březnu byl v ČR vyhlášen nouzový stav a byl zaznamenán významný pokles dopravy (viz Příloha II). Zvýšení koncentrací  $O_3$  v městském prostředí v důsledku poklesu emisí  $NO_x$  z dopravy během lockdownů potvrzují i některé studie (Brancher 2021, Sicard 2020). Vzhledem ke komplikované atmosférické chemii ozonu a množství faktorů, které jeho vznik a zánik ovlivňují, je obtížné změnu koncentrací v březnu detailněji vyhodnotit.

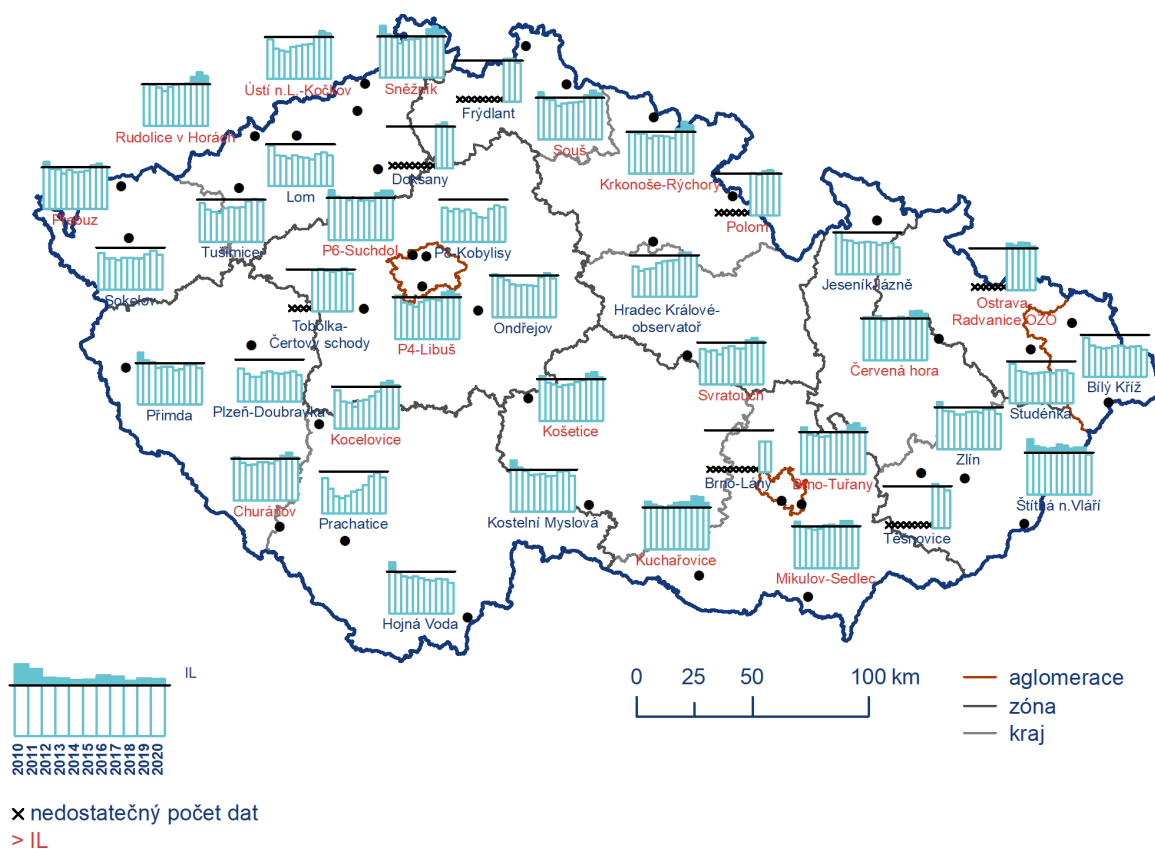
Nejnižší hodnoty koncentrací přízemního  $O_3$  jsou měřeny na dopravně zatížených lokalitách (Obr. IV.4.5, IV.4.9), kde je přízemní  $O_3$  odbouráván chemickou reakcí s  $NO$  ( $NO$  je součástí  $NO_x$ ). Lze předpokládat, že koncentrace  $O_3$  jsou nižší až podlimitní i v dalších dopravně zatíženějších oblastech, ve kterých však z důvodu absence měření nelze pomocí stávající metodiky tvorby map toto pravděpodobné snížení dokladovat. Hodnoty koncentrací přízemního  $O_3$  na venkovských, předměstských a městských stanicích dosahují podobných úrovní a jsou v porovnání s koncentracemi na dopravních stanicích vyšší (Obr. IV.4.5). Toto potvrzuje i studie Paoletti et al. (2014), kdy v letech 1990–2010 bylo na stanicích v Evropě a USA pozorováno snížení rozdílů mezi koncentracemi měřeními na lokalitách venkovských a městských. Zároveň na těchto stanicích došlo ke snížení maximálních měřených hodnot. Zmiňovaný pokles koncentrací přízemního  $O_3$  je mimo jiné připisován redukci emisí jeho prekurzorů, zejména  $NO_x$  ve vyspě-

lých státech. Snížení koncentrací v relativně čistých oblastech je přisuzováno snížení emisí jak  $NO_x$ , tak i VOC v širším (evropském až globálním) měřítku (Sicard et al. 2013).

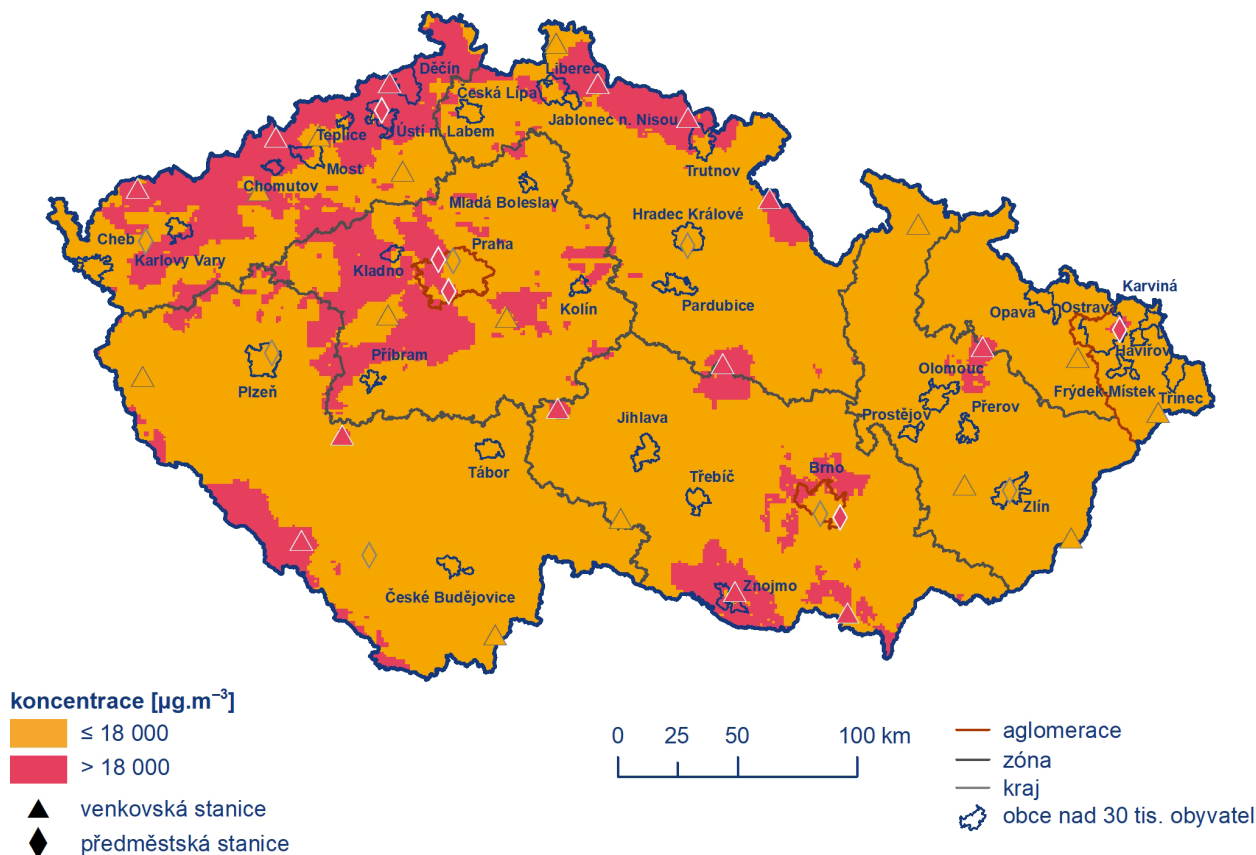
### Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit přízemního  $O_3$  pro ochranu vegetace  $18\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$  (průměr za pět let, Tab. I.2) byl překročen na 18 stanicích (46,2 %) z celkového počtu 39 venkovských a předměstských stanic, pro které byl podle legislativy relevantní výpočet expozičního indexu AOT40 (jedná o průměr za roky 2016–2020). Nejvyšší hodnoty indexu AOT40 byly za posledních 11 let (hodnocené období 2010–2020) zjištěny v roce 2019 a dále 2010 a 2018 (v průměru pro 32 venkovských a předměstských stanic s úplnou časovou řadou 2010–2020). V roce 2020 byly hodnoty indexu AOT40 čtvrté nejvyšší za období 2010–2020 (Obr. IV.4.6, IV.4.10). Nejvyšší hodnoty indexu AOT40 byly v roce 2020 zjištěny na stanicích Rudolice v Horách, Praha 6-Suchdol, Sněžník, Krkonoše-Rýchoř a Kuchařovice. K výskytu nadlimitních hodnot AOT40 došlo v roce 2020 zejména v horských oblastech Ústeckého a Libereckého kraje, dále v části Šumavy, Středočeského kraje a na jižní Moravě (Obr. IV.4.7).

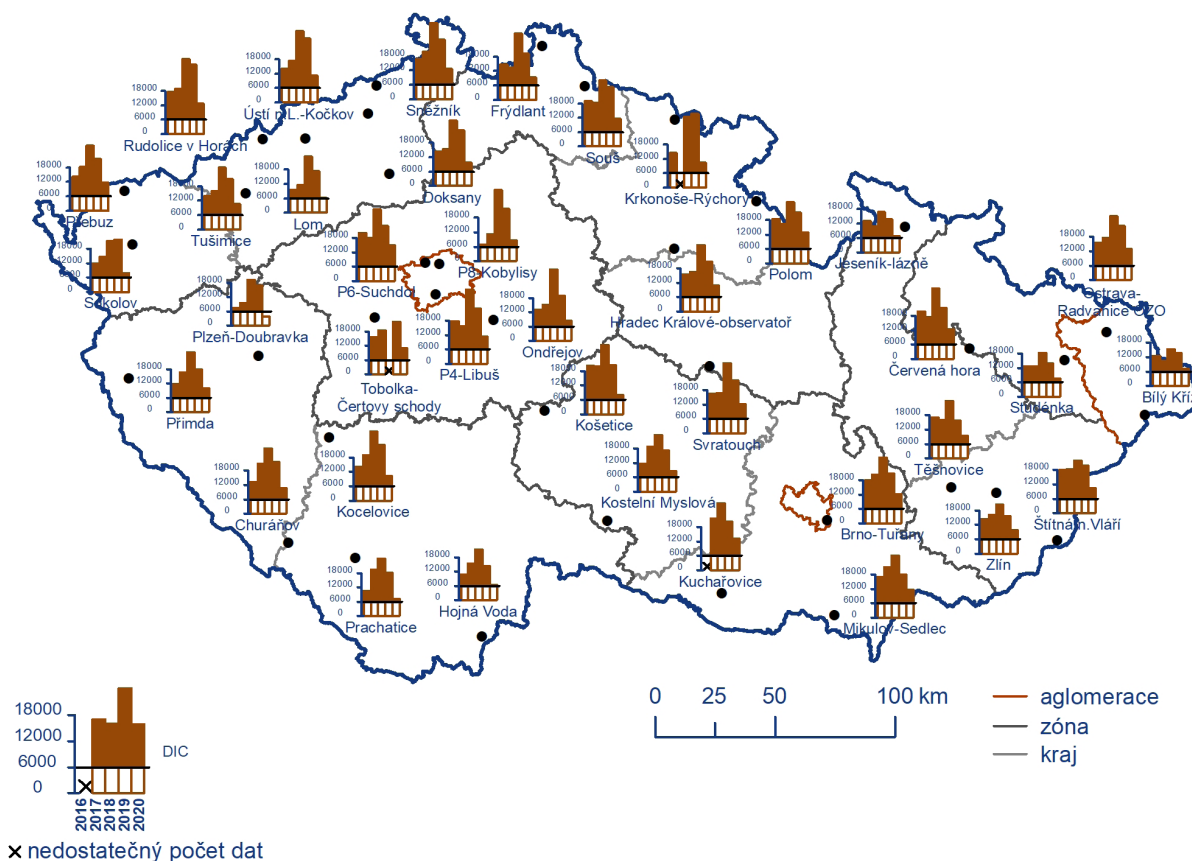
Roční hodnoty indexu AOT40 dlouhodobě překračují hodnotu dlouhodobého imisního limitu ( $6\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ , Tab. I.2) na všech



Obr. IV.4.6 Hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích, průměr za 5 let, 2010–2020



Obr. IV.4.7 Pole hodnot expozičního indexu AOT40, průměr za 5 let, 2016–2020



Obr. IV.4.8 Roční hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích v porovnání s dlouhodobým imisním cílem (DIC), 2016–2020

venkovských a předměstských stanicích (stejný soubor stanic pro posledních pět let, Obr. IV.4.8). V rámci hodnoceného pětiletí byly roční hodnoty indexu AOT40 v roce 2020 na většině stanicích nejnižších.

## IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu

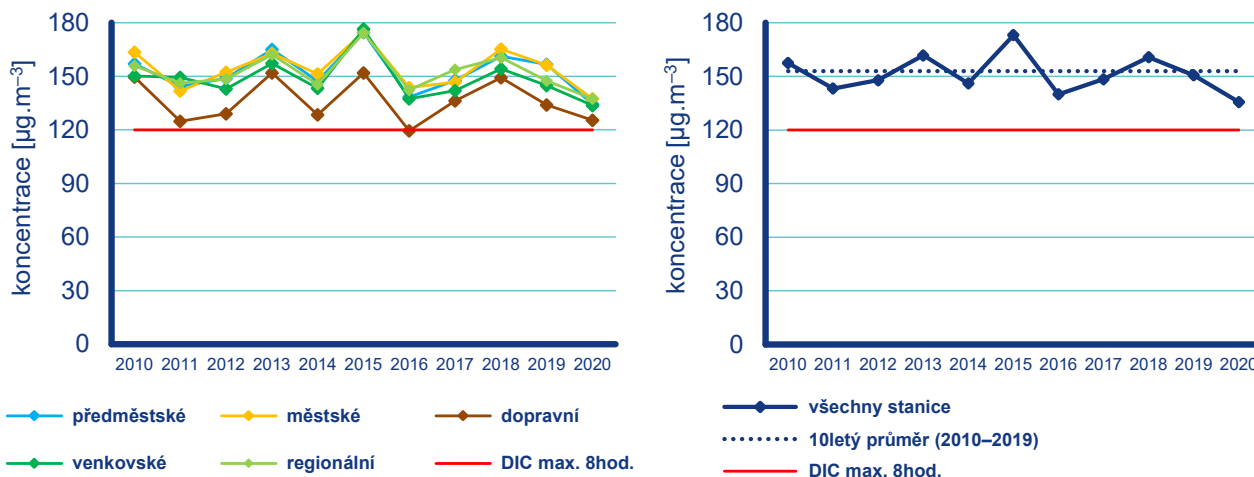
Vývoj koncentrací přízemního  $O_3$ , na rozdíl od předcházejících hodnocení založených převážně na tříletých obdobích, vychází z imisní charakteristiky v jednom roce, tj. z průměrné maximální denní 8hod. koncentrace pro daný typ stanice a pro všechny stanice. Tuto imisní charakteristiku je možné porovnávat s dlouhodobým imisním cílem pro přízemní  $O_3$  ( $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , Tab. I.1). Maximální denní 8hod. koncentrace (průměr pro všechny stanice, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2010–2020 pohybovaly v rozmezí od cca  $136 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  do  $173 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Maximální denní 8hod. průměrné koncentrace  $O_3$  nevykazují od roku 2010 výrazný vývoj (Obr. IV.4.9); nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem příznivých meteorologických podmínek (více v kap. IV.4.3) pro vznik  $O_3$  – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací přízemního  $O_3$  zejména na přelomu července a srpna během řady tropických dnů. Roky 2015 a 2018 jsou hodnoceny jako teplotně mimořádně nadprůměrné a srážkově silně podprůměrné (ČHMÚ 2016, 2019). Hodnota koncentrace přízemního  $O_3$  v roce 2020 (maximální denní 8hod. průměrná koncentrace, již zmíněných  $136 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se v rámci jedenáctiletého hodnoceného období 2010–2020 řadí na poslední místo a je tedy za hodnocené období nejnižší; v porovnání s desetiletým průměrem 2010–2019 ( $153 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) je o 11 % nižší. Pokles roční charakteristiky přízemního  $O_3$  je výsledkem již zmíněných výrazných poklesů koncentrací během června a července a dosažením průměrných až mírně podprůměrných koncentrací v teplejší části roku (duben–září), kdy během poloviny měsíců byly teploty sil-

ně podnormální (květen) až normální (červen, červenec) a během čtyř měsíců normální (květen), nadnormální (srpen a září) až mimořádně nadnormální úhrny srážek (červen) (více v kap. III).

Ve srovnávání koncentrací hrají zásadní roli emise prekurzorů a meteorologické podmínky, tj. intenzita a délka slunečního svitu, teplota, rychlost větru a výskyt srážek, resp. relativní vlhkost vzduchu (Blanchard et al. 2010; Ooka et al. 2011). Vztah mezi množstvím emitovaných prekurzorů a koncentracemi přízemního  $O_3$  však není lineární. Tato nelinearita je způsobena komplikovanou atmosférickou chemií vzniku a zániku  $O_3$ , dálkovým přenosem  $O_3$  a jeho prekurzorů a dalšími faktory, mezi které se řadí meteorologické podmínky, změna klimatu, emise nemetanických těkavých organických látek (NMVOC) z vegetace a požáry lesních porostů (EEA 2013b). Vzhledem k výše uvedeným faktorům nelze meziroční změny blíže komentovat.

Na základě výsledků dlouhodobého monitoringu v ČR, kdy je k dispozici na řadě stanic již 25letá řada imisních koncentrací přízemního  $O_3$ , je možné – navzdory vysoké meziroční variabilitě  $O_3$  – smysluplně hodnotit jeho dlouhodobé trendy (Weatherhead et al. 1998). Detailní analýza časoprostorových trendů dlouhodobého měření 26 stanic různého typu (městské, venkovské, horské) za období 1994–2015 ukázala, že navzdory podstatnému snížení emisí prekurzorů i snížení imisních koncentrací přízemního  $O_3$  na většině stanic představuje přízemní  $O_3$  v ČR stále značný problém. Jasně se prokázalo, že pro žádoucí snížení imisních úrovní přízemního  $O_3$  je kritický poměr  $\text{NO}/\text{NO}_2$ , a samotný současný významný pokles celkových emisí  $\text{NO}_x$  není tedy pro snížení  $O_3$  postačující (Hůnová, Baumelt 2018). Analýza změn prostorového rozložení přízemního  $O_3$ , konkrétně charakteristiky indexu AOT40 za období 2000–2015, indikovala, že území permanentně zatížené vysokou expozicí je zejména jižní část ČR, a to patrně v souvislosti s délkou a intenzitou slunečního záření (Hůnová et al. 2019a). Statisticky významný vliv meteorologických podmínek a znečištění ovzduší na denní variabilitu koncentrací přízemního  $O_3$  byl potvrzen i na naměřených datech. Kromě vlivu jednotlivých vysvětlujících proměnných na denní koncentrace přízemního  $O_3$  se ukázaly jako statisticky významné pro denní variabilitu pří-



Obr. IV.4.9 Koncentrace  $O_3$  (max. denní 8hod. klouzavý průměr) na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

zemního  $O_3$  i interakce mezi některými meteorologickými charakteristikami, jako např. mezi teplotou vzduchu a slunečním zářením, teplotou a relativní vlhkostí vzduchu a slunečním zářením a relativní vlhkostí vzduchu (Hůnová et al. 2019b).

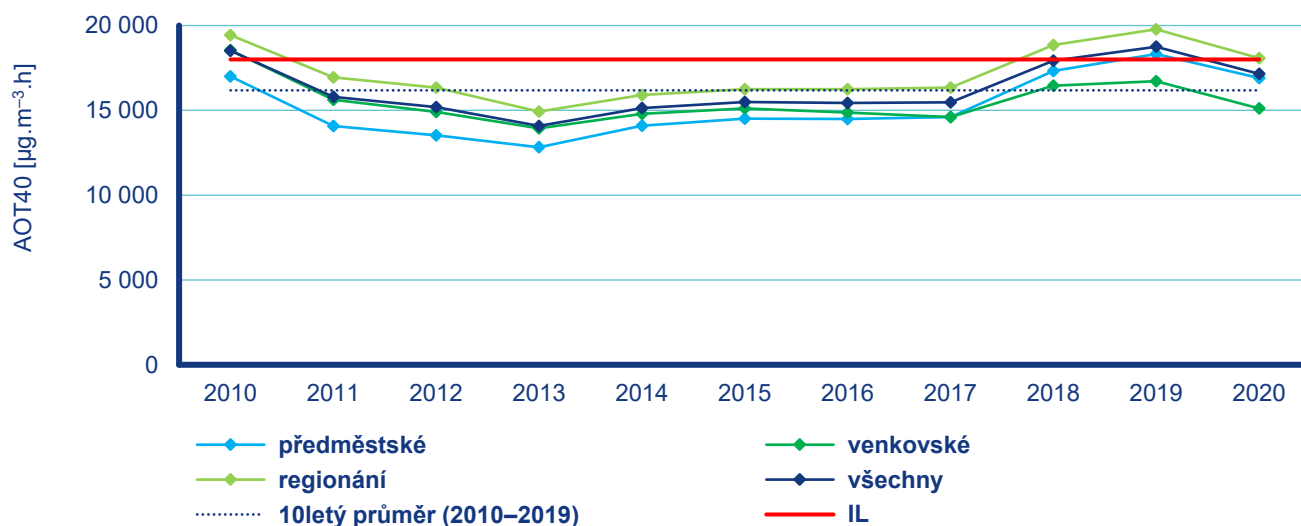
### IV.4.3 Vznik přízemního ozonu

Přízemní  $O_3$  nemá v atmosféře vlastní významný zdroj. Jedná se o tzv. sekundární látku vznikající v celé řadě velmi komplikovaných nelineárních fotochemických reakcí (např. Seinfeld, Pandis 2006). Prekurzory přízemního  $O_3$  jsou oxidy dusíku ( $NO_x$ ) a nemanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan ( $CH_4$ ) a oxid uhelnatý (CO). Důležitou reakcí je fotolýza oxidu uhličitého ( $NO_2$ ) slunečním zářením o vlnové délce 280–430nm, při které vzniká oxid dusnatý (NO) a atomární kyslík (O). Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku ( $O_2$ ) pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly přízemního  $O_3$ . Současně probíhá titrace  $O_3$  oxidem dusnatým za vzniku  $NO_2$  a  $O_2$ . Pokud je při této reakci přízemní  $O_3$  nahrazen radikály, jeho koncentrace v atmosféře rostou. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál OH (podrobněji např. Hůnová, Baumelt 2018).  $NO_x$  vznikají při veškerých spalovacích procesech. NMVOC jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty, rafinerie, použití barev a rozpouštědel atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace).

Při vzniku přízemního  $O_3$  nezáleží pouze na absolutním množství prekurzorů, ale i na jejich vzájemném poměru (Sillman et al. 1990; Fiala, Závodský 2003). Ve venkovských oblastech, kde je režim limitovaný  $NO_x$ , charakterizovaný relativně nízkými koncentracemi  $NO_x$  a vysokými koncentracemi VOC, narůstají koncentrace  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$ , zatímco se vzrůstajícími koncentracemi VOC se mění jen málo. Naopak v oblastech s režimem limitovaným VOC dochází k poklesu koncentrací  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$  a k nárůstu koncentrací  $O_3$  s rostoucími

koncentracemi VOC. Zvýšení koncentrací  $O_3$  v důsledku poklesu emisí  $NO_x$  (modernizace a denitrifikace velkých emisních zdrojů) bylo pozorováno v severozápadních Čechách (Hůnová, Baumelt 2018). Studie Branchera et al. (2021) zabývající se změnou koncentrací přízemního  $O_3$  během pandemie koronaviru poukazuje na nárůst koncentrací přízemního  $O_3$  v důsledku poklesu emisí  $NO_x$  během lockdownů a následné snížené titrace přízemního  $O_3$  oxidem dusnatým. Sicard et al. (2020) dokonce poukazuje na možnost zvýšení emisí VOC během lockdownů v důsledku domácích a zahradních aktivit (uklizení, grilování, spalování biomasy). Tato studie poukazuje i na skutečnost, že emise VOC klesají pomaleji než emise  $NO_x$ .

Oblasti s vysokým poměrem  $NO_x/VOC$  jsou typicky znečištěné oblasti okolo center velkých měst. Závislost vzniku přízemního  $O_3$  na počátečních koncentracích VOC a  $NO_x$  se často vyjadřují na diagramech ozonových isopleť. Jedná se o zobrazení maximální dosažené koncentrace přízemního  $O_3$  jako funkce počáteční koncentrace  $NO_x$  a VOC (Moldanová 2009). Významnou roli při vzniku přízemního  $O_3$  hrají nejen koncentrace prekurzorů, ale i meteorologické podmínky (Colbeck, Mackenzie 1994). Imisní koncentrace přízemního  $O_3$  rostou s rostoucím ultrafialovým zářením a teplotou vzduchu, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Tyto závislosti byly prokázány i na výsledcích dlouhodobých měření ČHMÚ (Hůnová et al. 2019b). Vysoké koncentrace bývají spojeny s déletrvající anticiklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace přízemního  $O_3$  mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického  $O_3$  do troposféry a také při bouřkách. V poslední době se rovněž zvyšuje význam dálkového přenosu přízemního  $O_3$  v rámci proudění na severní polokouli do Evropy a Severní Ameriky ze zdrojových oblastí jihovýchodní Asie. Přízemní  $O_3$  je z atmosféry odstraňován reakcí s NO, mechanismem suché či mokré depozice a interakcí s rostlinami (stomatárním tokem).



Obr. IV.4.10 Hodnoty expozičního indexu AOT 40, průměr za 5 let, 2010–2020



## IV.5 Benzen

### IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2020

Roční imisní limit benzenu ( $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 34 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.5.1). Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Ostrava-Přívoz ( $3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2019 ( $4,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 17%. Nejvyššími koncentracemi benzenu byla zatížena aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.5.2).

Dlouhodobě jsou koncentrace benzenu na území ČR, s výjimkou aglomerace O/K/F-M, velmi nízké a nedosahují ani poloviny imisního limitu (Obr. IV.5.3). Z celkového počtu 30 stanic, které na území ČR měřily koncentrace benzenu v roce 2019 i 2020, byly roční průměrné koncentrace vyšší na devíti stanicích (tj. 30%), zatímco nižší na 14 stanicích (47%). Koncentrace se nezměnila na sedmi stanicích (23%).

### IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu

Vývoj ročních průměrných koncentrací benzenu zprůměrovaných přes všechny typy stanic lze do roku 2016 označit jako klesající,

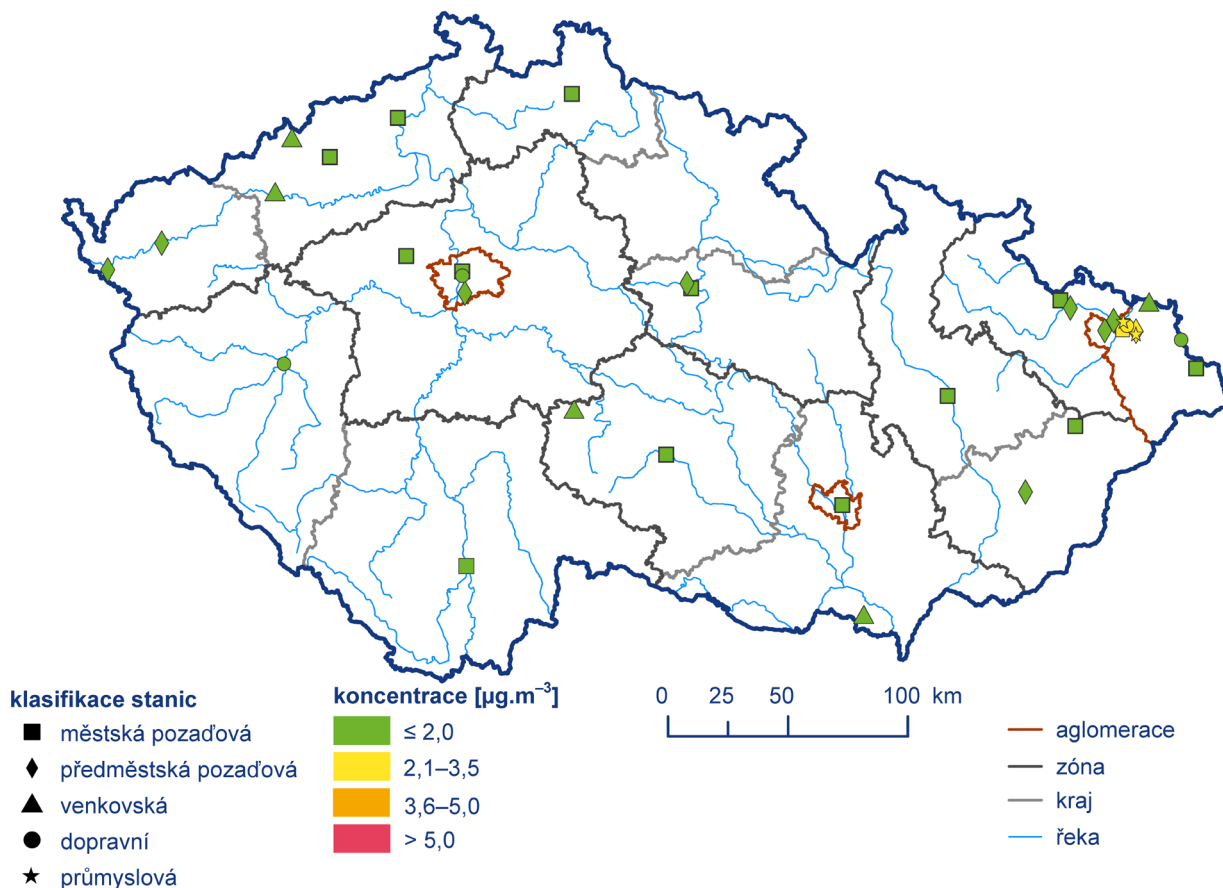
od roku 2017 jako stagnující. Průměrné koncentrace se od roku 2010 pohybují pod polovinou hodnoty imisního limitu, od roku 2014 pak i pod hodnotou desetiletého průměru 2010–2019. Rok 2020 je po roce 2016 a 2019 třetím rokem s nejnižší roční průměrnou koncentrací (Obr. IV.5.4).

Hodnoceno podle jednotlivých typů stanic, jsou nejvyšší roční průměrné koncentrace měřeny na průmyslových stanicích, které se vyskytují převážně v aglomeraci O/K/F-M, přičemž od roku 2012 nedochází k překročení hodnoty imisního limitu. Nejnižší roční průměrné koncentrace jsou měřeny na venkovských a regionálních stanicích, což je dáno umístěním stanic a malým ovlivněním zdroji emisí (Obr. IV.5.5).

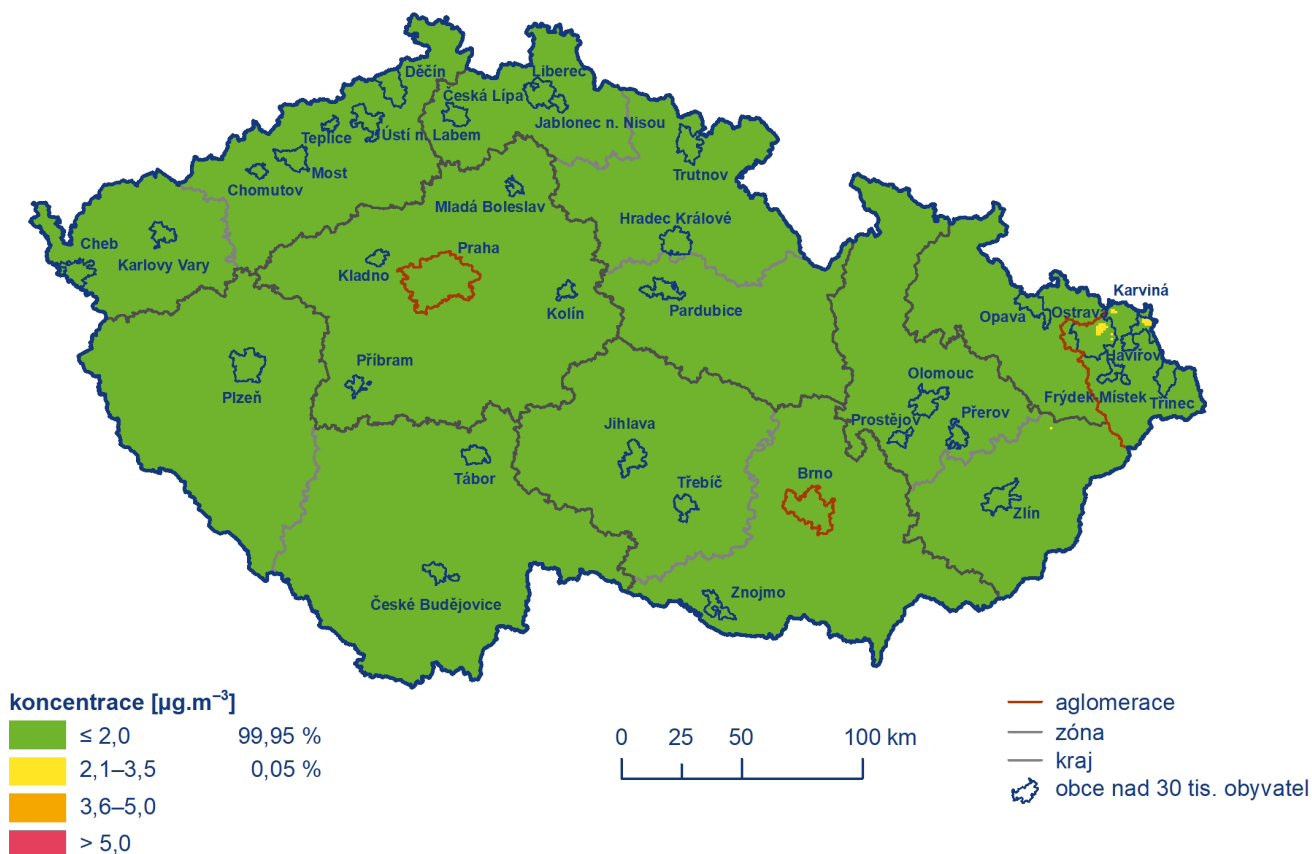
### IV.5.3 Emise benzenu

Benzen patří do skupiny organických sloučenin a používá se v průmyslu jako rozpouštědlo nebo jako surovina pro výrobu celé řady chemických látek. Benzen je součástí ropy a přidává se v malém množství do automobilového benzínu pro zlepšení oktánového čísla. Vyrábí se především zpracováním ropy a z uhlého dehtu vznikajícího při výrobě koksu. Společně s dalšími VOC vzniká také při nedokonalém spalování.

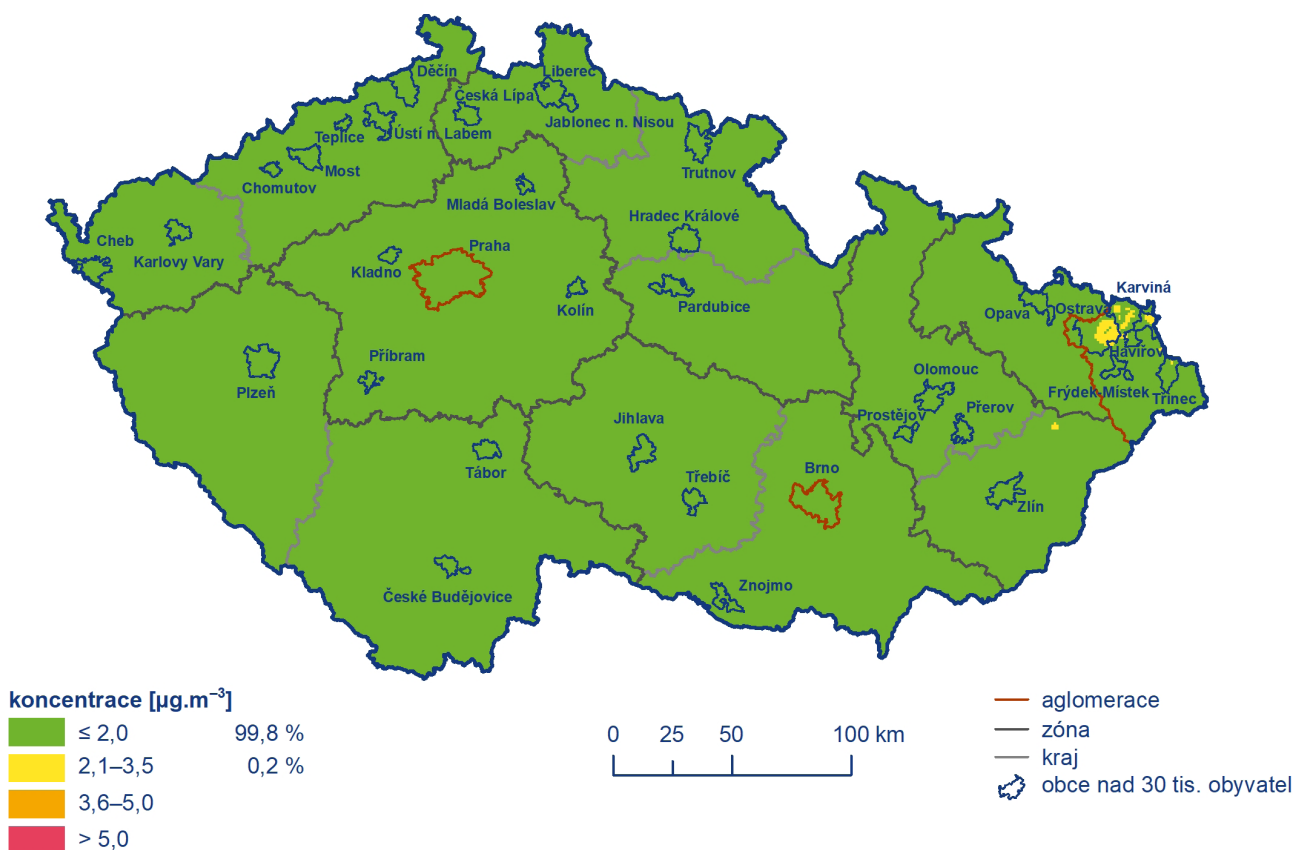
Benzen nespadá mezi znečišťující látky sledované Úmluvou LRTAP, a proto není jeho inventura k dispozici v členění podle



Obr. IV.5.1 Roční průměrné koncentrace benzenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020



Obr. IV.5.2 Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2020

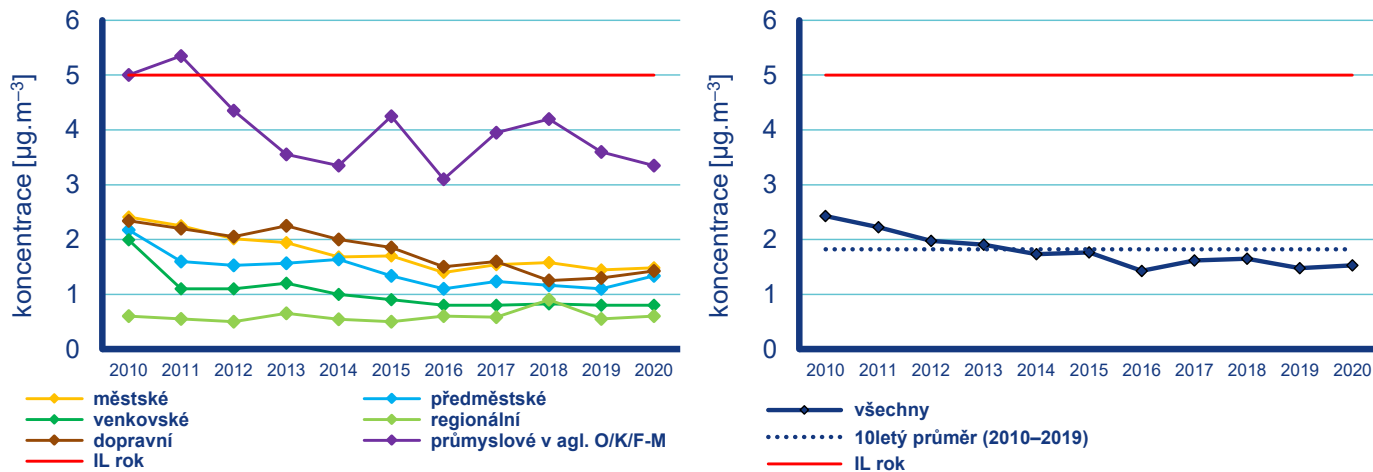


Obr. IV.5.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzenu, 2016–2020

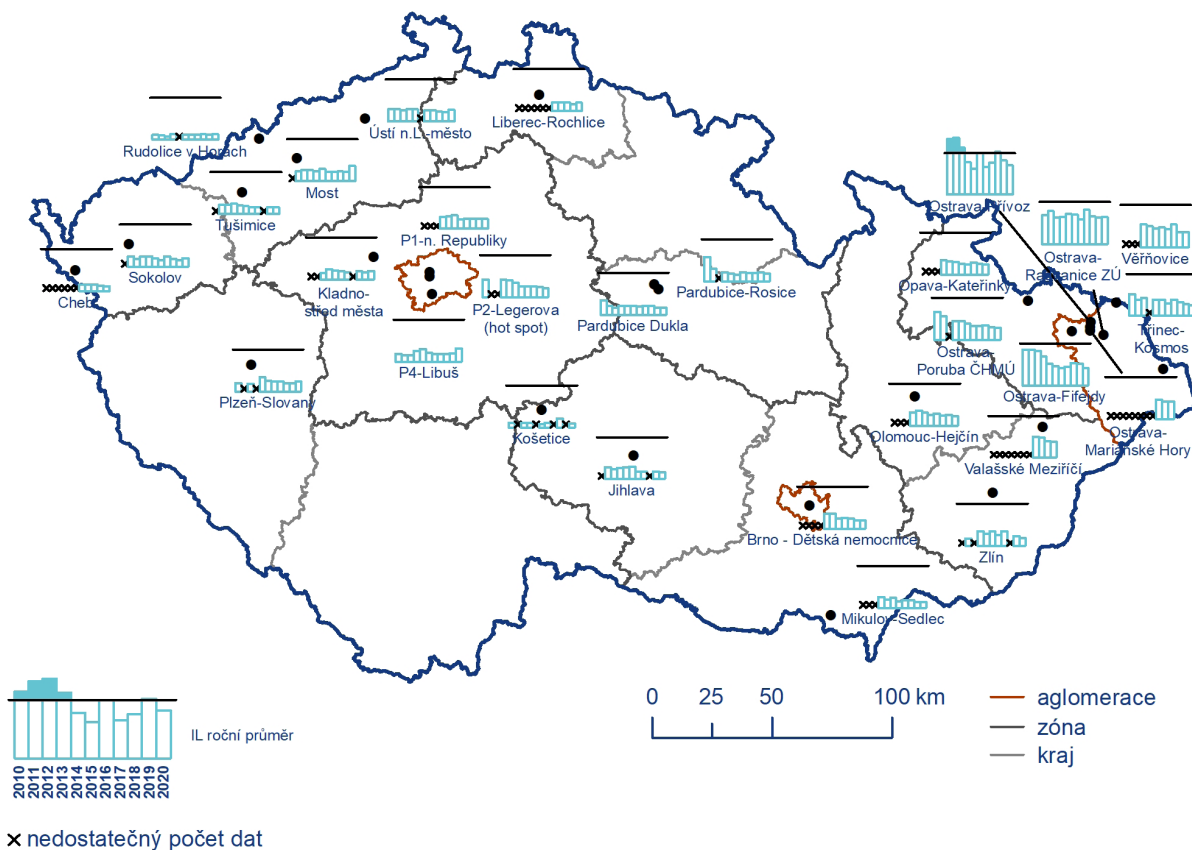


sektorů NFR, ale pouze podle kategorií REZZO. Podle vyhodnocení provedeného pro potřeby aktualizace PZKO bylo v roce 2016 do ovzduší vypuštěno 672,6 tun benzenu. Nejvíce se na emisích benzenu podílely zdroje kategorie REZZO 4 (75 %), ze kterých je benzen do ovzduší vnášen výfukovými plyny i odpařováním z palivových systémů vozidel. Významné množství emisí benzenu vznikalo u zdrojů kategorie REZZO 3 při spalování pevných paliv v domácnostech (13 %), při plošném pou-

žití organických rozpouštědel (5 %) nebo při těžbě paliv (3 %). Příspěvek zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 činil 4 % na celkových emisích benzenu, z toho nejvýznamnější podíl připadal zdrojům v sektoru Energetika – spalování paliv (kódy 1.1.–1.4. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 2,2 % a sektoru Použití rozpouštědel (kódy 9.1.–9.24. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 0,7 %.



Obr. IV.5.4 Vývoj ročních koncentrací benzenu na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



Obr. IV.5.5 Roční průměrné koncentrace benzenu na vybraných stanicích, 2010–2020

## IV.6 Těžké kovy

### IV.6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2020

#### Arsen

Roční imisní limit arsenu ( $6 \text{ ng.m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 62 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.1). Nejvyšší roční průměr ( $2,7 \text{ ng.m}^{-3}$ ) byl naměřen na městské pozadové stanici Kladno-Švermov a na předměstské pozadové stanici Kladno-Vrapice. Na stanici Kladno-Švermov se oproti roku 2019 ( $3,3 \text{ ng.m}^{-3}$ ) jedná o pokles o 18%, na stanici Kladno-Vrapice ( $2,6 \text{ ng.m}^{-3}$ ) pak o nárůst o 4%.

V roce 2020 byly roční průměrné koncentrace arsenu v ČR nízké a pohybovaly se pod dolní mezí pro posuzování ( $2,4 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Nad dolní mezí pro posuzování se koncentrace vyskytly pouze v okrese Kladno, ale ani zde nebylo dosaženo horní meze pro posuzování ( $3,6 \text{ ng.m}^{-3}$ ; Obr. IV.6.2).

Dlouhodobě jsou koncentrace arsenu na území ČR, s výjimkou oblastí Kladna a Prahy, podlimitní (Obr. IV.6.3). V nezatížených oblastech se koncentrace pohybují pod dolní mezí pro posuzování,

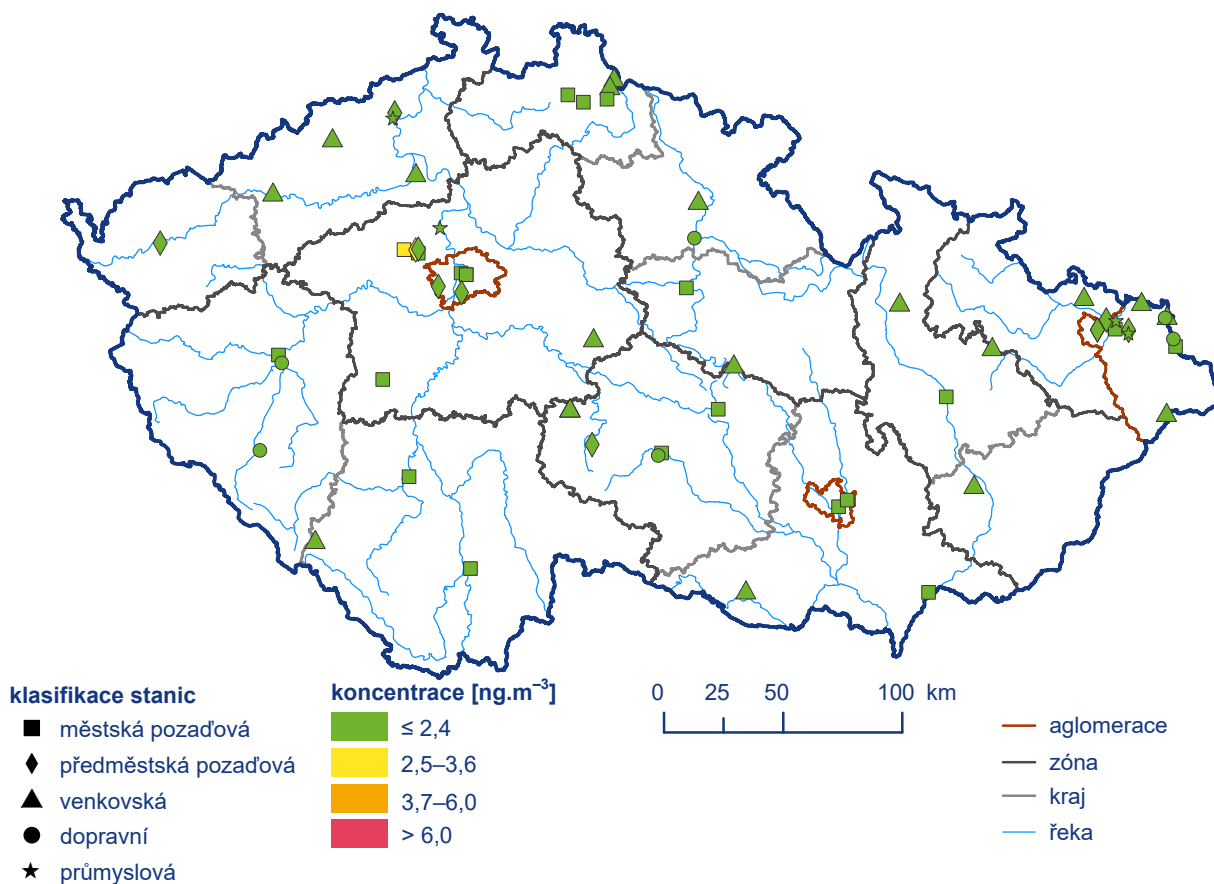
v zatížených oblastech i nad imisním limitem. Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace arsenu v roce 2019 i 2020, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace pouze na pěti stanicích (11 %), zatímco ke snížení na 36 stanicích (78 %). Koncentrace se nezměnila na pěti stanicích (11 %).

#### Kadmium

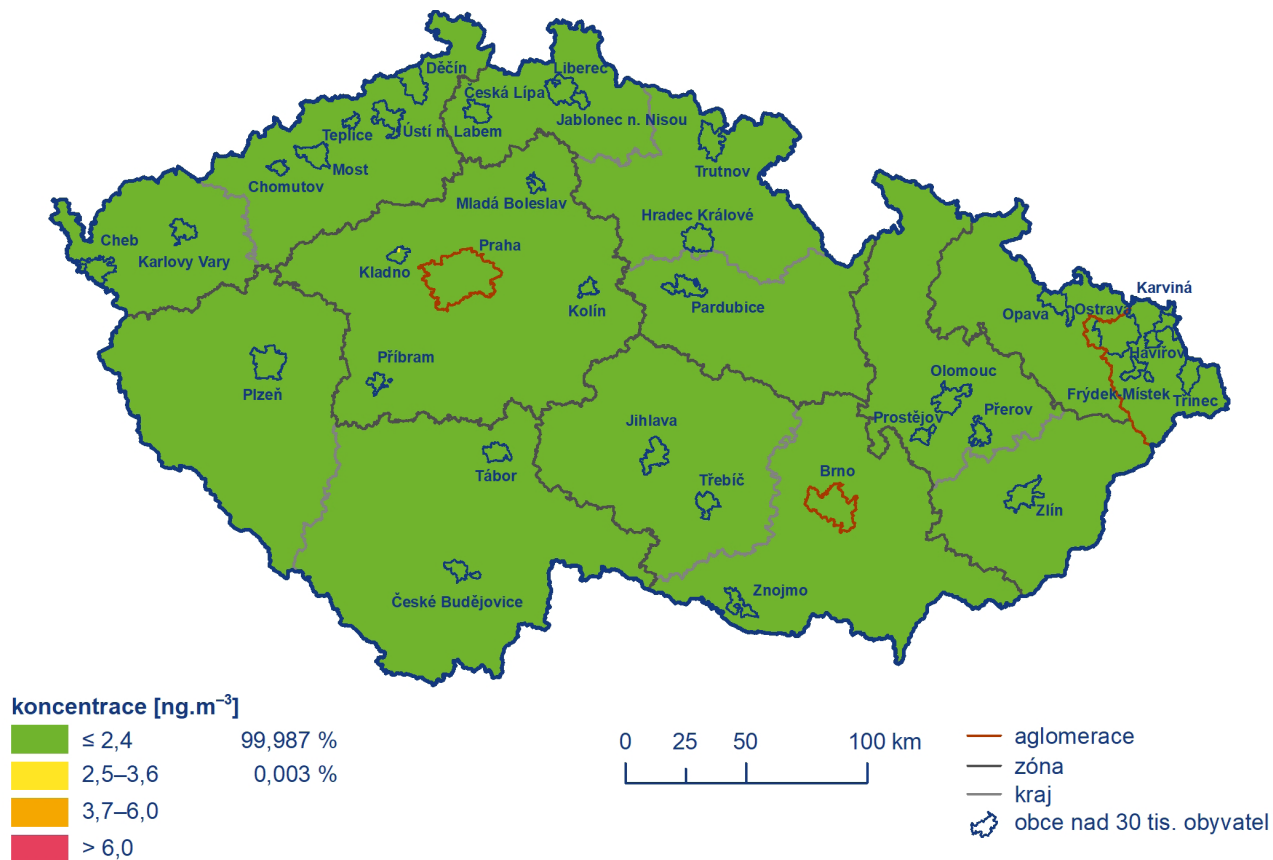
Roční imisní limit kadmia ( $5 \text{ ng.m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 63 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.4). Nejvyšší roční průměr byl naměřen na městské pozadové stanici Tanvald-školka ( $2,9 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Oproti roku 2019 ( $4 \text{ ng.m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 28%.

V roce 2020 byly roční průměrné koncentrace kadmia v ČR nízké a pohybovaly se pod dolní mezí pro posuzování ( $2 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Nad dolní mezí pro posuzování se koncentrace vyskytly pouze v okrese Jablonec nad Nisou, ale ani zde nebylo dosaženo horní meze pro posuzování ( $3 \text{ ng.m}^{-3}$ ; Obr. IV.6.5).

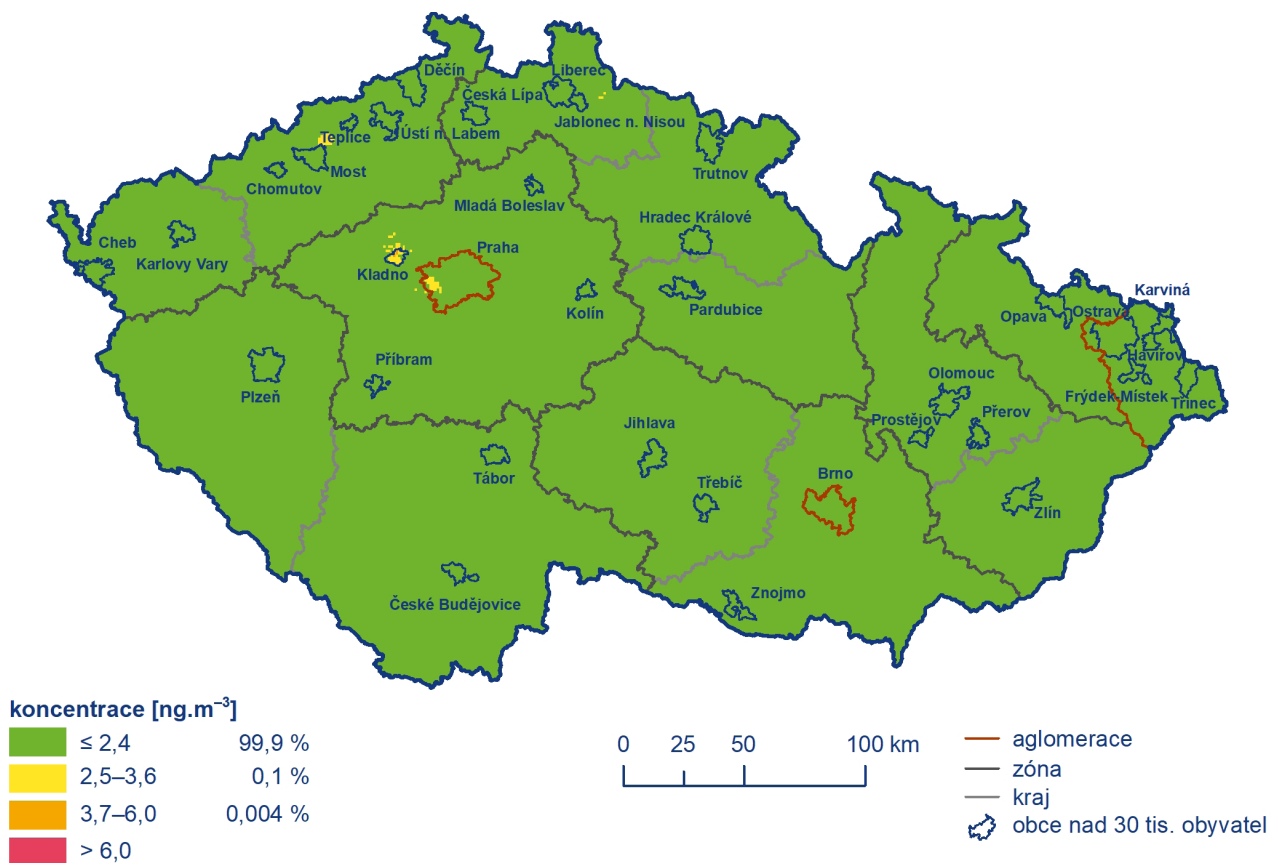
Dlouhodobě jsou koncentrace kadmia na území ČR, s výjimkou okolí Jablonce nad Nisou, podlimitní a pohybují se pod dolní mezí pro posuzování (Obr. IV.6.6). Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace kadmia v roce 2019 i 2020, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na 14 stanicích (30 %), zatímco ke snížení na 26 stanicích (57 %). Koncentrace se nezměnila na šesti stanicích (13 %).



Obr. IV.6.1 Roční průměrné koncentrace arsenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020



Obr. IV.6.2 Pole roční průměrné koncentrace arsenu, 2020



Obr. IV.6.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací arsenu, 2016–2020

## Nikl

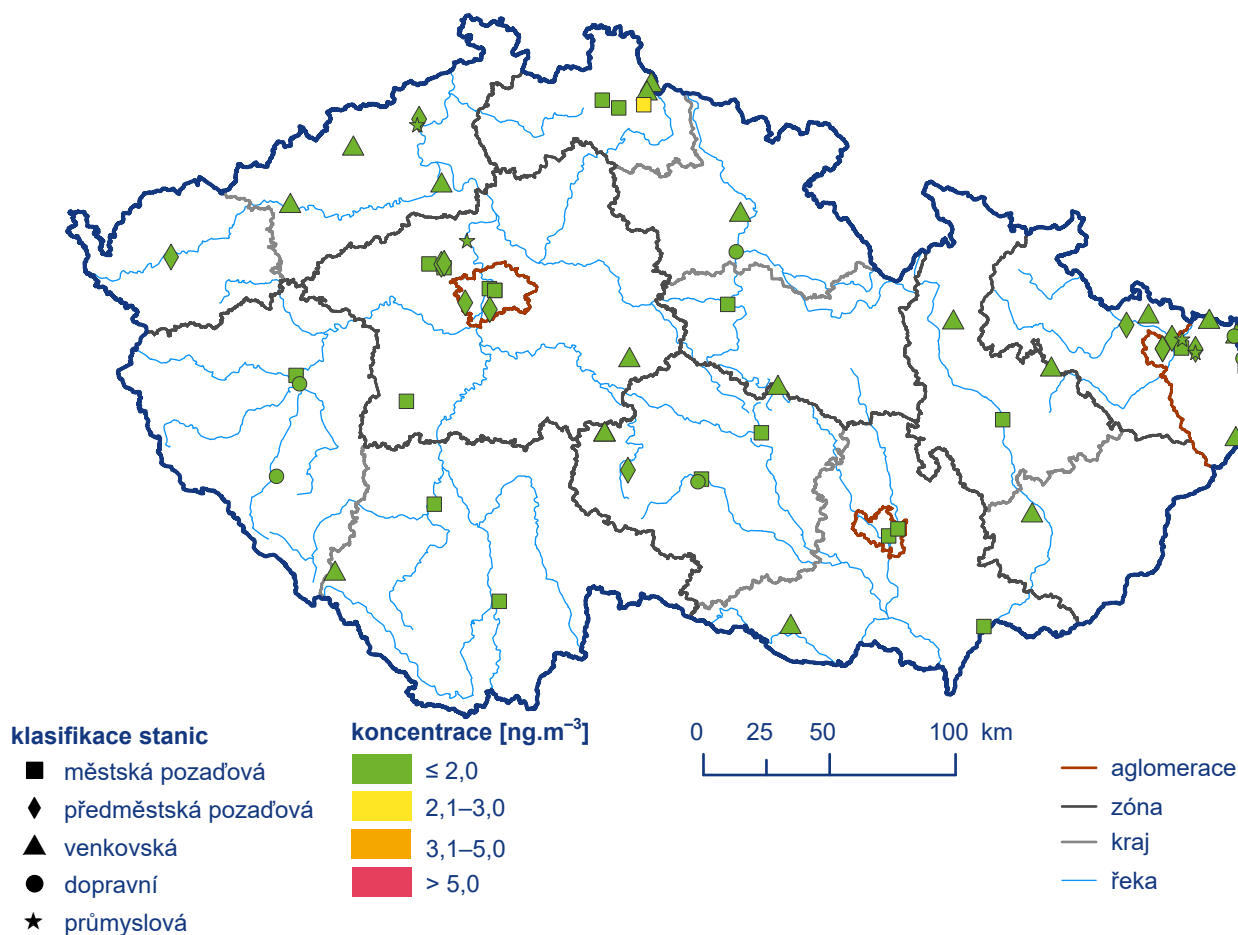
Roční imisní limit niklu ( $20 \text{ ng.m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 62 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na předměstské pozadové stanici Ostrava-Hošťálkovice ( $4,5 \text{ ng.m}^{-3}$ ), která je v provozu od ledna 2020. Nejvyšší koncentrace na stanici, na které probíhalo měření i v předchozích letech byla naměřena na průmyslové stanici Ostrava-Přívoz ( $3,1 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Oproti roku 2019 ( $3,6 \text{ ng.m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 14 %.

Dlouhodobě jsou koncentrace niklu velmi nízké na celém území ČR. Nejvyšší koncentrace jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M, ale ani zde nedosahují ani hodnoty dolní meze pro posuzování ( $10 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Z celkového počtu 38 stanic, které měřily koncentrace niklu v roce 2019 i 2020, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na sedmi stanicích (18 %), zatímco ke snížení na 22 stanicích (58 %). Koncentrace se nezměnila na devíti stanicích (24 %).

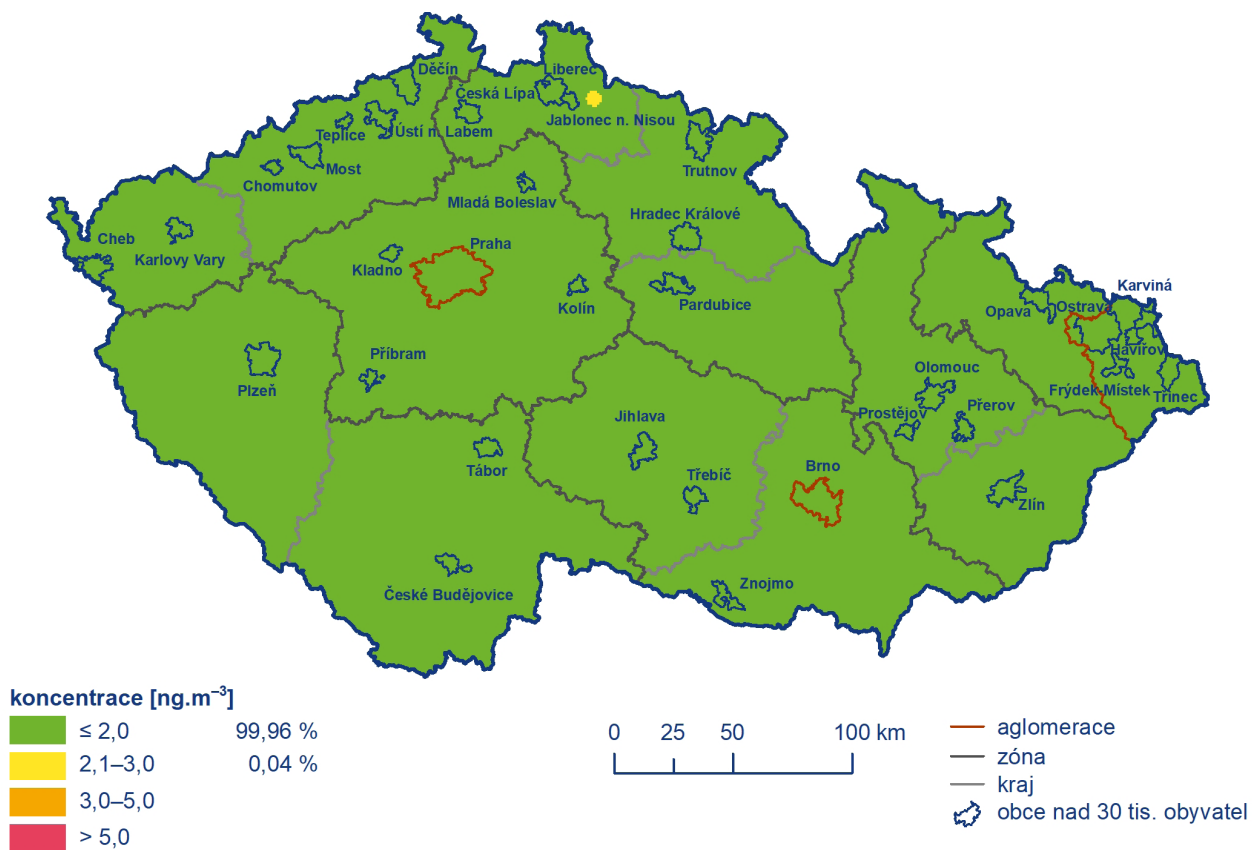
## Olovo

Roční imisní limit olova ( $500 \text{ ng.m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2020 překročen na žádné z 63 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $52 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Stejná hodnota byla naměřena i v roce 2019.

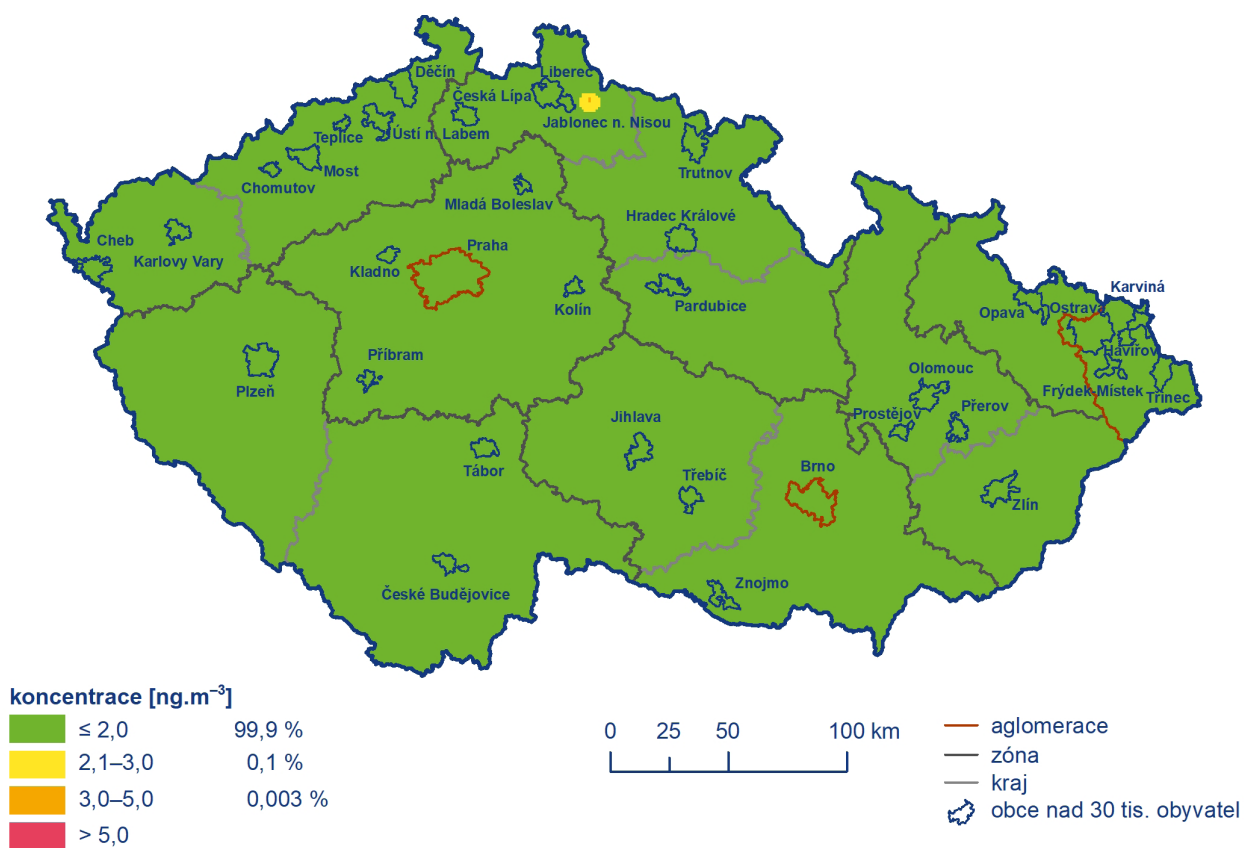
Dlouhodobě jsou koncentrace olova na celém území ČR velmi nízké. Nejvyšší koncentrace jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M, ale ani zde nedosahují ani hodnoty dolní meze pro posuzování ( $250 \text{ ng.m}^{-3}$ ). Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace olova v roce 2019 i 2020, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na devíti stanicích (20 %), zatímco ke snížení na 34 stanicích (74 %). Koncentrace se nezměnila na třech stanicích (7 %).



Obr. IV.6.4 Roční průměrné koncentrace kadmia měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020



**Obr. IV.6.5 Pole roční průměrné koncentrace kadmia, 2020**



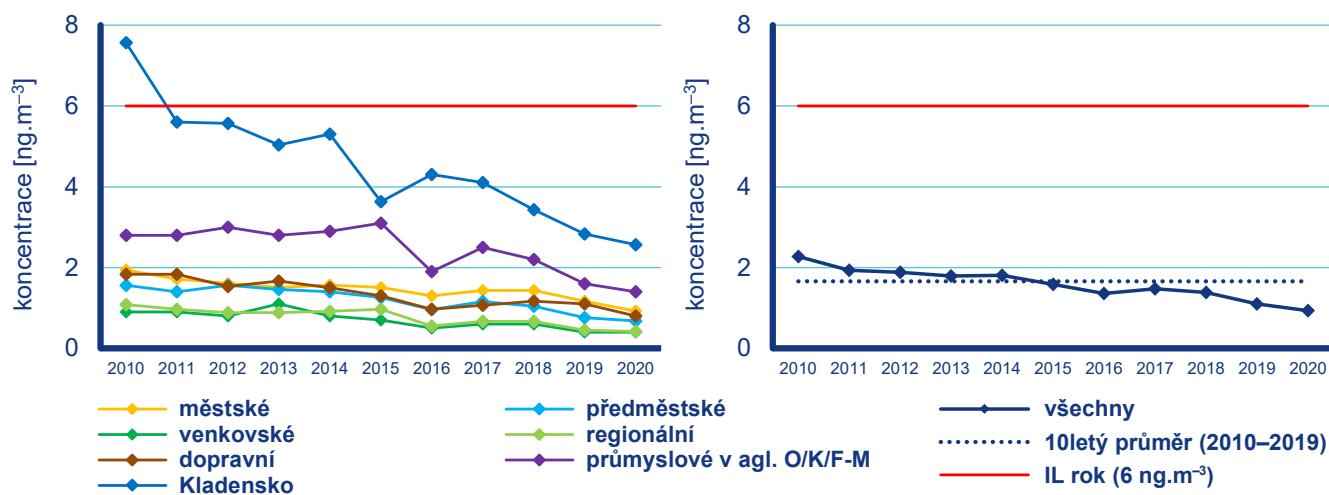
**Obr. IV.6.6 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací kadmia, 2016–2020**



## IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů

Koncentrace arsenu za posledních 11 let mírně klesají (Obr. IV.6.7). V nejzatíženější oblasti, na Kladensku, byly v hodnoceném období 2010–2020 zaznamenány vysoké až nadlimitní koncentrace

do roku 2013. Od roku 2014 se roční koncentrace pohybují nad hodnotou horní meze posuzování, v posledních dvou letech pak nepřekračují ani tuto hodnotu (Obr. IV.6.8). Kladensko je jednou z oblastí, kde probíhalo kampaňové měření koncentrací těžkých kovů v rámci projektu TAČR (č. TITSMZP704). Předběžné výsledky ukazují, že zvýšené koncentrace arsenu v tomto regionu jsou způsobeny používáním specifického uhlí pro individuální vytápění domácností. Problematika je předmětem dalšího zkoumání.



Obr. IV.6.7 Vývoj ročních koncentrací arsenu na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

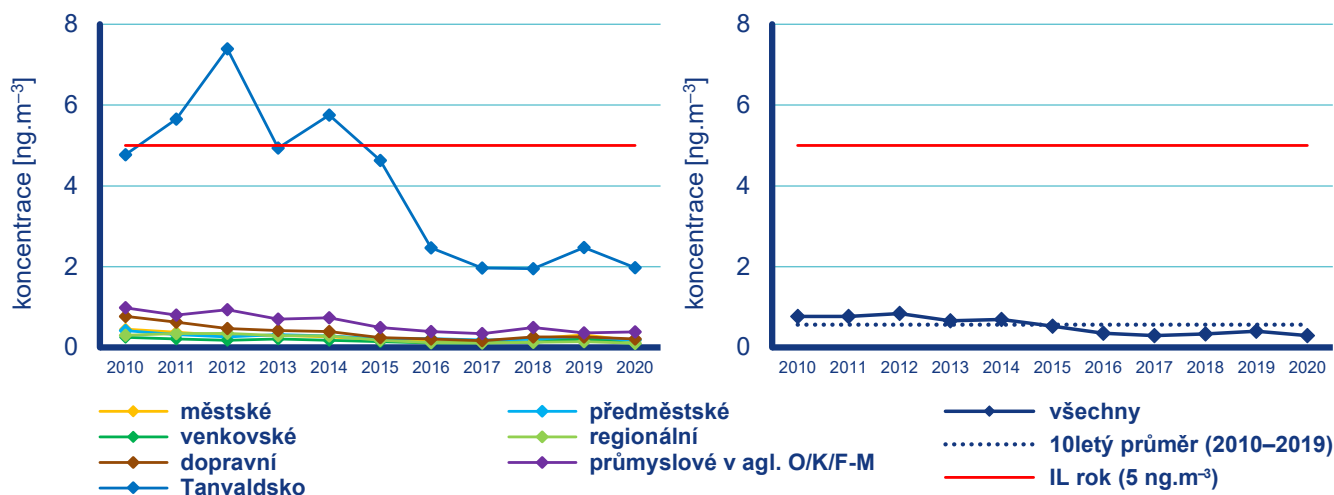


Obr. IV.6.8 Roční průměrné koncentrace arsenu na vybraných stanicích, 2010–2020

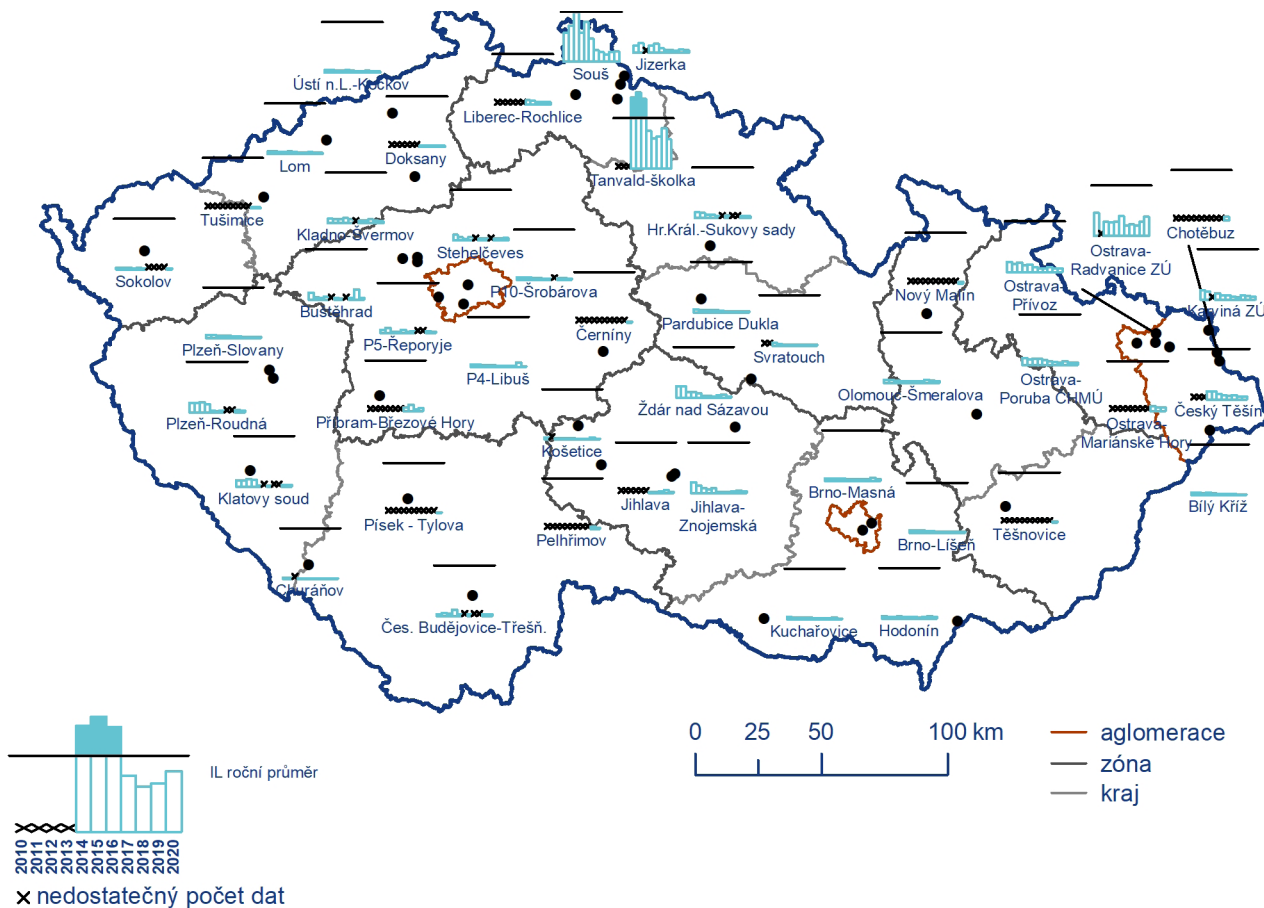


Celorepublikový průměr koncentrací kadmia má v posledních 11 letech mírně klesající, od roku 2016 setrvalý vývoj (Obr. IV.6.9). V nejzatíženější oblasti, na Tanvaldsku, byly v letech 2012 až 2015 zaznamenány vysoké až nadlimitní koncentrace (Obr. IV.6.10). Oblast Tanvaldu je charakteristická vysokým zastoupením sklářského průmyslu (ASKPCR 2014), který je vý-

znamným zdrojem emisí kadmia z používaných barev a tavidel (Beranová 2013). V letech 2015 a 2016 zde proběhla ekologizace provozu, což vedlo ke snížení ročních průměrných koncentrací kadmia pod hranici imisního limitu. I nadále je však potřeba každoroční vyhodnocení měření na stanici Tanvald-školka a sledování výsledků pro posouzení účinnosti jednotlivých opatření.



Obr. IV.6.9 Vývoj ročních koncentrací kadmia na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



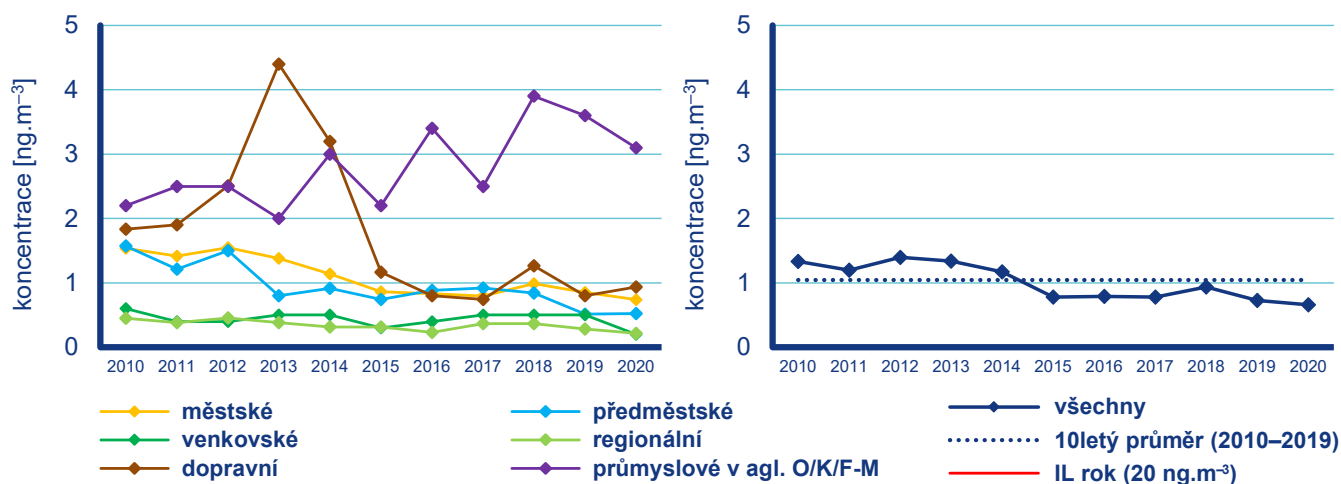
Obr. IV.6.10 Roční průměrné koncentrace kadmia na vybraných stanicích, 2010–2020

Celorepublikový průměr koncentrací niklu má v posledních 11 letech mírně klesající, od roku 2015 pak setrvalý vývoj (Obr. IV.6.11). Na dopravních stanicích došlo v roce 2013 k výraznému nárůstu koncentrací. Na průmyslových stanicích byly v roce 2018 a 2019 zaznamenány nejvyšší koncentrace od roku 2009. Příčina těchto výkyvů není zatím dostatečně objasněna.

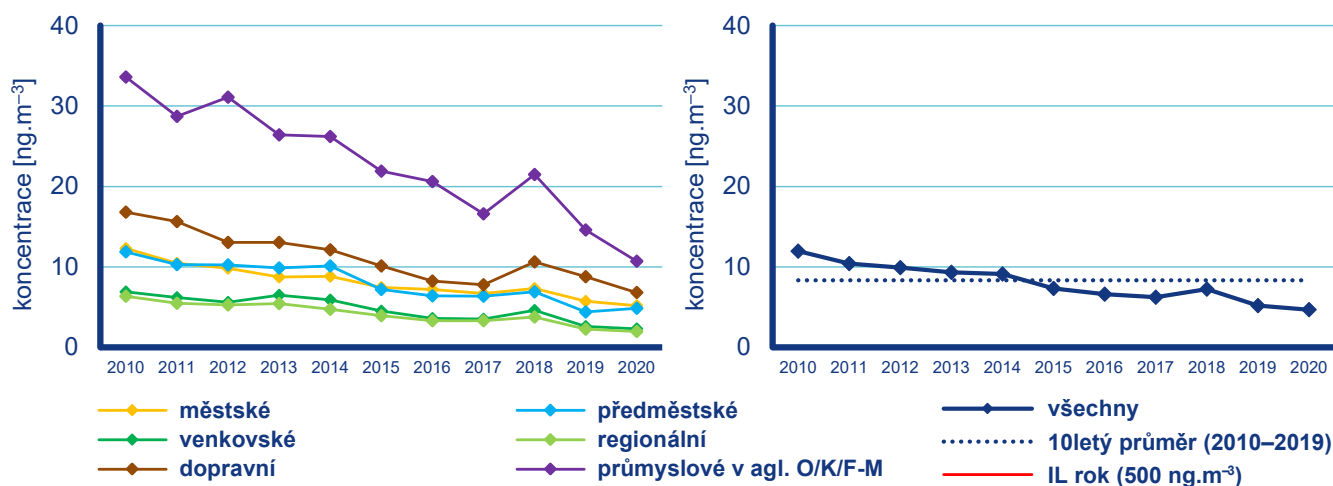
Koncentrace olova vykazují v posledních 11 letech klesající vývoj s výjimkou roku 2018, kdy došlo ke zvýšení koncentrací na všech typech stanic (Obr. IV.6.12).

### IV.6.3 Emise těžkých kovů

Do skupiny těžkých kovů jsou řazeny kovy se specifickou měrnou hmotností větší než  $4,5 \text{ g.cm}^{-3}$  a jejich sloučeniny. Těžké kovy jsou přirozenou součástí fosilních paliv a jejich obsah v palivu se liší podle lokality těžby. Množství emisí těžkých kovů při spalování fosilních paliv závisí především na druhu paliva, typu spalovacího zařízení a na teplotě spalování, která ovlivňuje těkavost těžkých kovů. Emise těžkých kovů vznikají i při některých technologických procesech, protože je obsahují vstupní suroviny (např. železná ruda, kovový šrot, sklářský kmen, barviva, skleněné střepty). Vedle uvedených procesů existuje i řada zdrojů fugitivních



Obr. IV.6.11 Vývoj ročních koncentrací niklu na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



Obr. IV.6.12 Vývoj ročních koncentrací olova na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

emisí obsahujících těžké kovy (např. částice z otěrů brzd a pneumatik nebo emise související se starými ekologickými zátěžemi po těžební a hutnické činnosti).

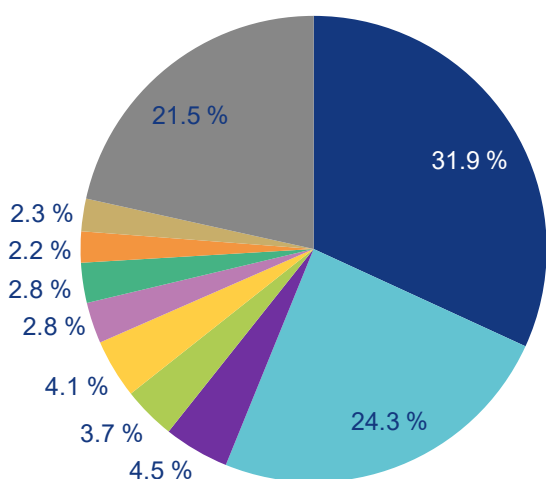
Spalovací procesy mají převažující význam především u emisí arsenu a niklu. Mezi nejvýznamnější sektory v celorepublikovém měřítku patří 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla, jejíž podíl v roce 2019 na emisích arsenu činil 24,3 % a na emisích niklu 36,8 % (Obr. IV.6.13 a IV.6.17). Podíl sektorů výroby železa a oceli (1A2a a 2C1) byl významný v roce 2019 především u emisí olova (21,6 %; Obr. IV.6.19). Vliv sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností převažoval u emisí kadmia s podílem 49,7 % (Obr. IV.6.15) a významně se projevoval i u emisí arsenu (31,9 %; Obr. IV.6.13). Významný podíl na celkových emisích olova tvoří emise z odpalování ohňostrojí a pyrotechniky (31,7 %; Obr. IV.6.19), které se řadí do sektoru 2G – Ostatní zdroje. Na emisích kadmia se sektor 2G podílel 9,2 %, kde hlavním zdrojem emisí byl tabákový kouř (Obr. IV.6.15). Klesající trend emisí těžkých kovů v období 2010–2019 souvisí s vývojem emisí suspendovaných částic (kap. IV.1.3), na které jsou tyto látky vázány (Obr. IV.6.14, IV.6.16, IV.6.18 a IV.6.20). K poklesu emisí těžkých

kovů významně přispěla opatření v sektoru výroby železa a oceli, zejména zlepšení systému odprášení spékacích pásů aglomerace železných rud. Technickými opatřeními se rovněž podařilo snížit emise těžkých kovů při výrobě skla. V posledních letech dochází k nárůstu objemu sekundární výroby neželezných kovů, zejména hliníku a olova. Emise těžkých kovů z těchto zdrojů jsou velice proměnlivé v závislosti na kvalitě zpracovávaného kovového odpadu.

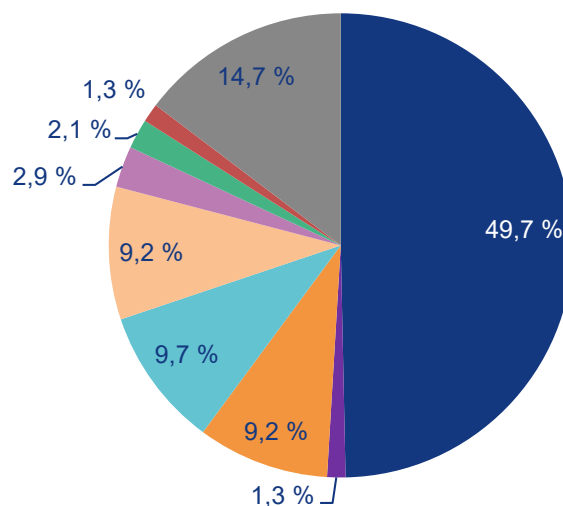
Vzhledem k převažujícímu podílu sektoru veřejné energetiky a výroby tepla a sektoru výroby železa a oceli je i územní rozložení emisí těžkých kovů (bez zahrnutí emisí ze sektoru 2G – Ostatní zdroje) dané především rozmístěním podniků spadajících do těchto sektorů. Emise arsenu a niklu jsou soustředěny v oblastech, ve kterých se nacházejí tepelné elektrárny a teplárny spalující uhlí. Jedná se především o podniky v Ústeckém, Středočeském a Pardubickém kraji. Emise kadmia a olova územně převažují v aglomeraci O/K/F-M vlivem koncentrace podniků na výrobu železa a oceli. Ve Středočeském kraji je významné množství emisí olova do ovzduší vnášeno ze sekundární výroby olova v Kovohutích Příbram.

- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily
- 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd
- 1A4ai – Služby, instituce: Spalovací stacionární zdroje
- 1B2aiv – Fugitivní emise z ropy: Rafinace a skladování
- 2A3 – Výroba skla
- 2C1 – Výroba železa a oceli
- 2C3 – Výroba hliníku
- 2C5 – Výroba olova
- 2G – Ostatní zdroje
- Ostatní

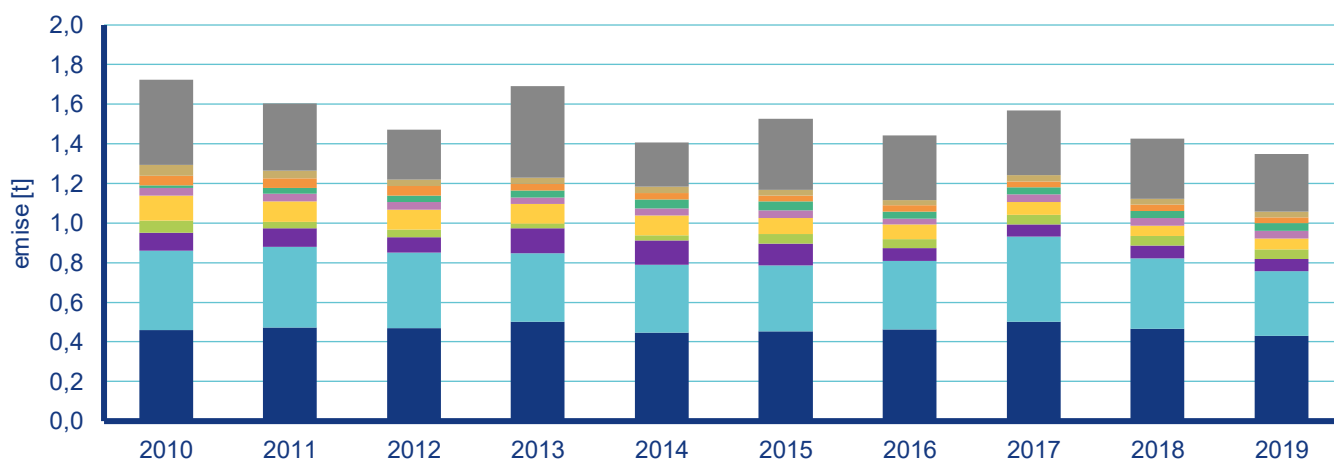
**Legenda k obrázkům IV.6.13 až IV.6.20**



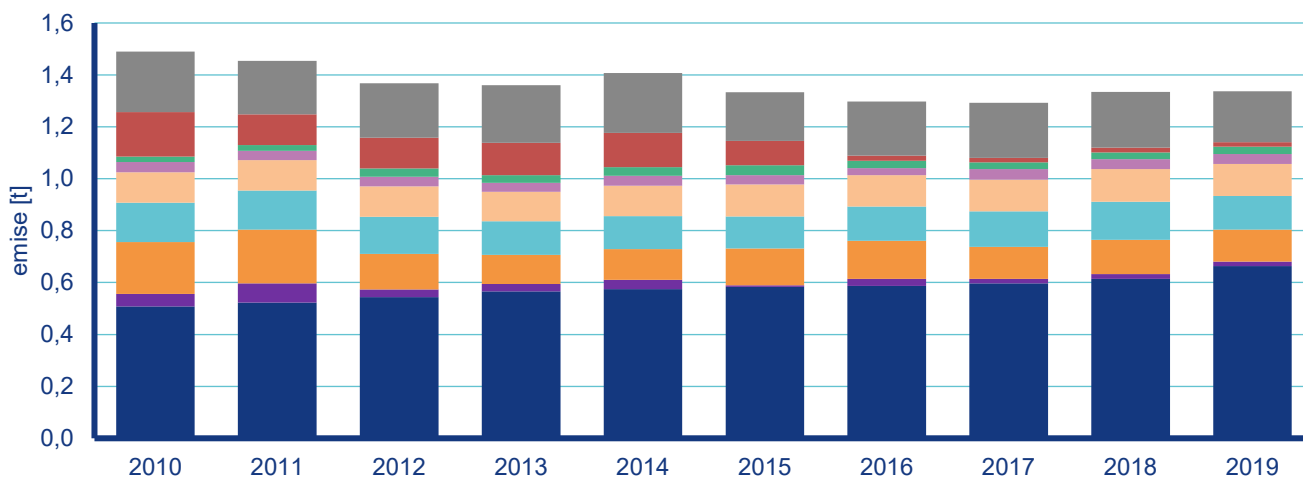
Obr. IV.6.13 Podíl sektorů NFR na celkových emisích arsenu, 2019



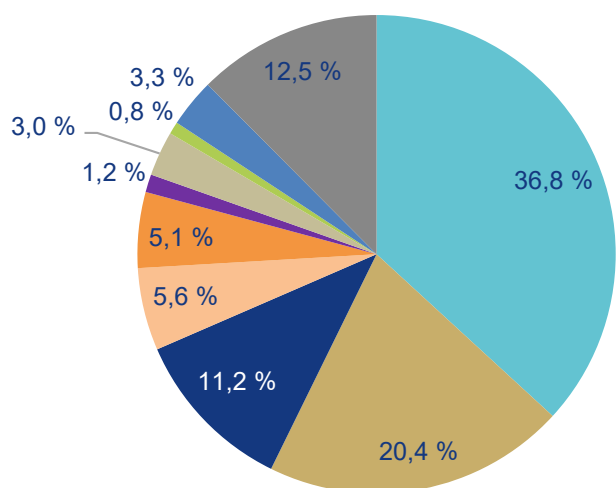
Obr. IV.6.15 Podíl sektorů NFR na celkových emisích kadmia, 2019



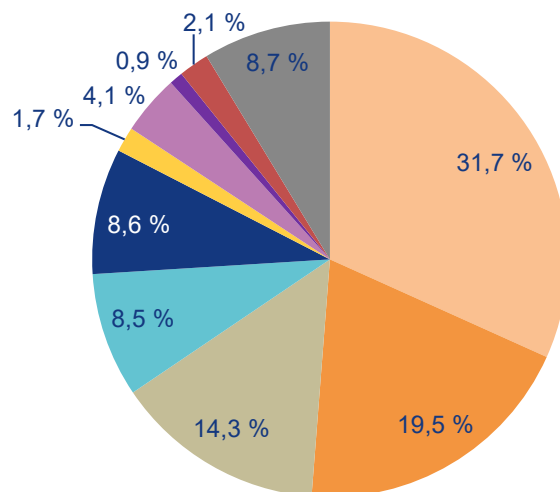
Obr. IV.6.14 Vývoj celkových emisí arsenu, 2010–2019



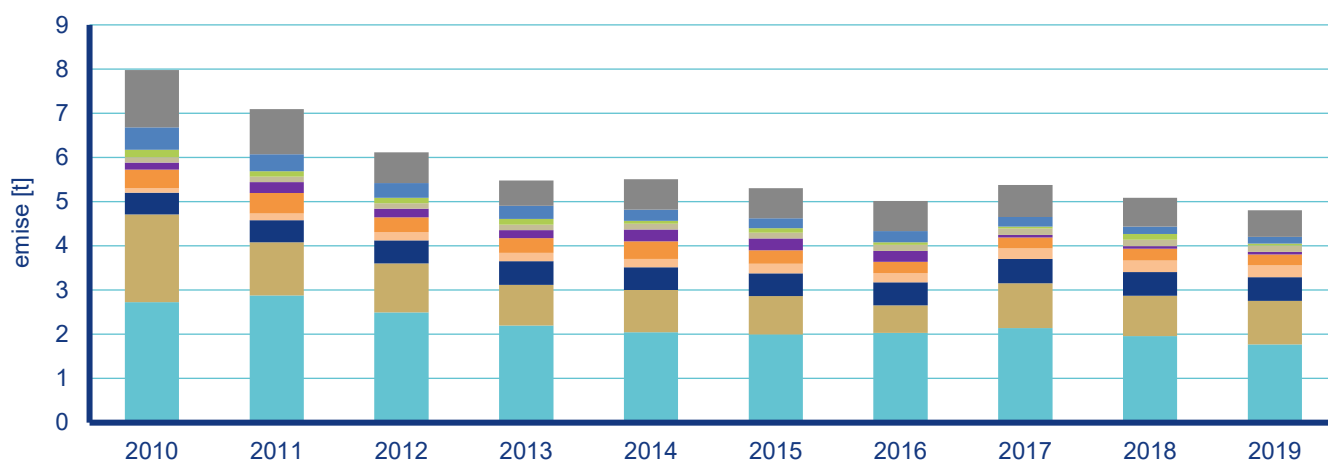
Obr. IV.6.16 Vývoj celkových emisí kadmia, 2010–2019



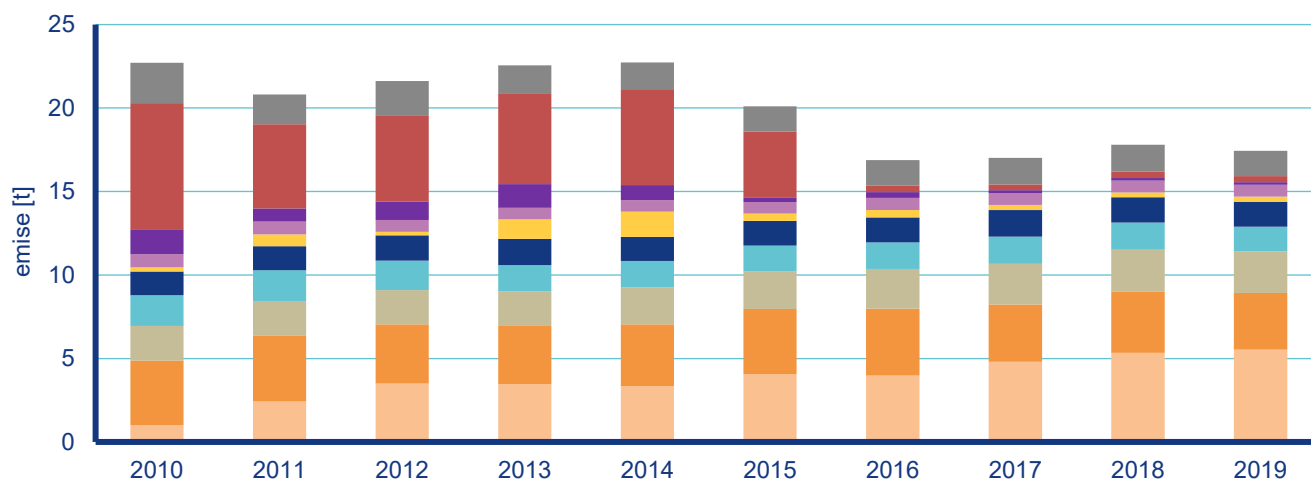
Obr. IV.6.17 Podíl sektorů NFR na celkových emisích niklu, 2019



Obr. IV.6.19 Podíl sektorů NFR na celkových emisích olova, 2019



Obr. IV.6.18 Vývoj celkových emisí niklu, 2010–2019



Obr. IV.6.20 Vývoj celkových emisí olova, 2010–2019

## IV.7 Oxid siřičitý

### IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2020

#### Znečištění ovzduší oxidem siřičitým vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

V roce 2020 nebyl v ČR překročen hodinový ani 24hodinový imisní limit oxidu siřičitého ( $\text{SO}_2$ ) na žádné měřicí stanici, takže oba imisní limity byly splněny.

Nicméně na stanici Lom v Ústeckém kraji byly naměřeny dne 9. 9. 2020 dvě hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  ( $416 \mu\text{g.m}^{-3}$  a  $386 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) přesahující limitní hodnotu  $350 \mu\text{g.m}^{-3}$ , přičemž povolený počet překročení je 24. Další nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  byly naměřeny na stanicích Měděnec ( $280 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Ostrava-Hošťálkovic (278  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ), Kostomlaty pod Milešovkou ( $260 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Tušimice ( $222 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice ZÚ ( $219 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Krupka ( $217 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) a Sněžník ( $211 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).

Nejvyšší 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  byly naměřeny na stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ ( $93 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Lom ( $77 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $54 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Teplice ( $46 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Sněžník ( $45 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Karviná ( $43 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Nová Víska u Domašína ( $43 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Krupka ( $42 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) a Havraň ( $41 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).

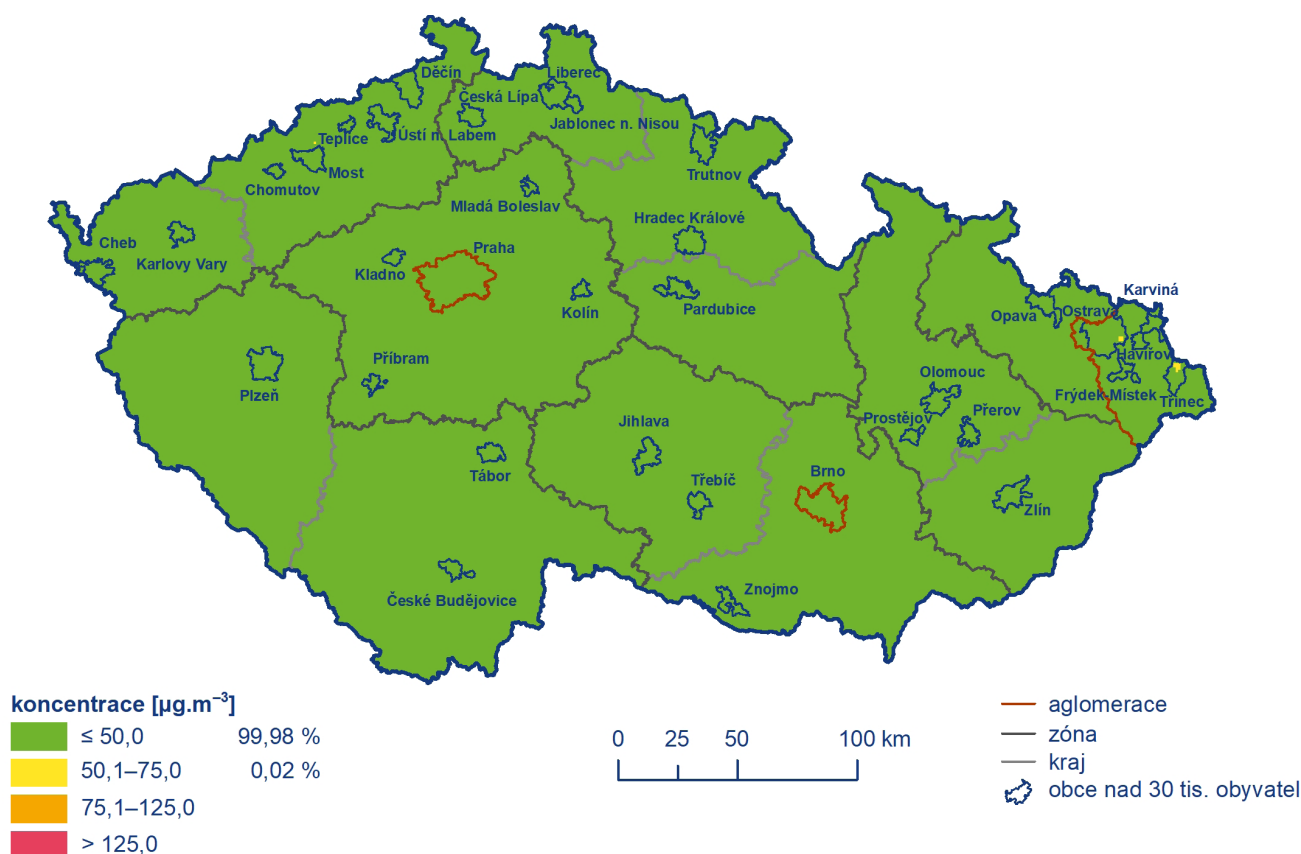
25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích Lom ( $135 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $114 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice ZÚ ( $111 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Krupka ( $83 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Karviná ( $82 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Chotěbuz ( $81 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) a Ostrava-Radvanice OZO ( $61 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).

Čtvrtá nejvyšší 24hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosáhla nejvyšších hodnot v podstatě na stejných stanicích – Ostrava-Radvanice ZÚ ( $57 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Lom ( $47 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $43 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Krupka ( $36 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), Teplice ( $35 \mu\text{g.m}^{-3}$ ) a Chotěbuz ( $34 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).

Na stanici Lom lze předpokládat vliv průmyslových zdrojů. Na stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ a Ostrava-Radvanice OZO se zvýšené koncentrace  $\text{SO}_2$  vyskytují zejména v souvislosti s lokálními zdroji v okolí stanic. V případě stanice Český Těšín, ale i další příhraniční stanice – Věřňovice, jde o emise  $\text{SO}_2$  z lokálních zdrojů v česko-polském příhraničí.

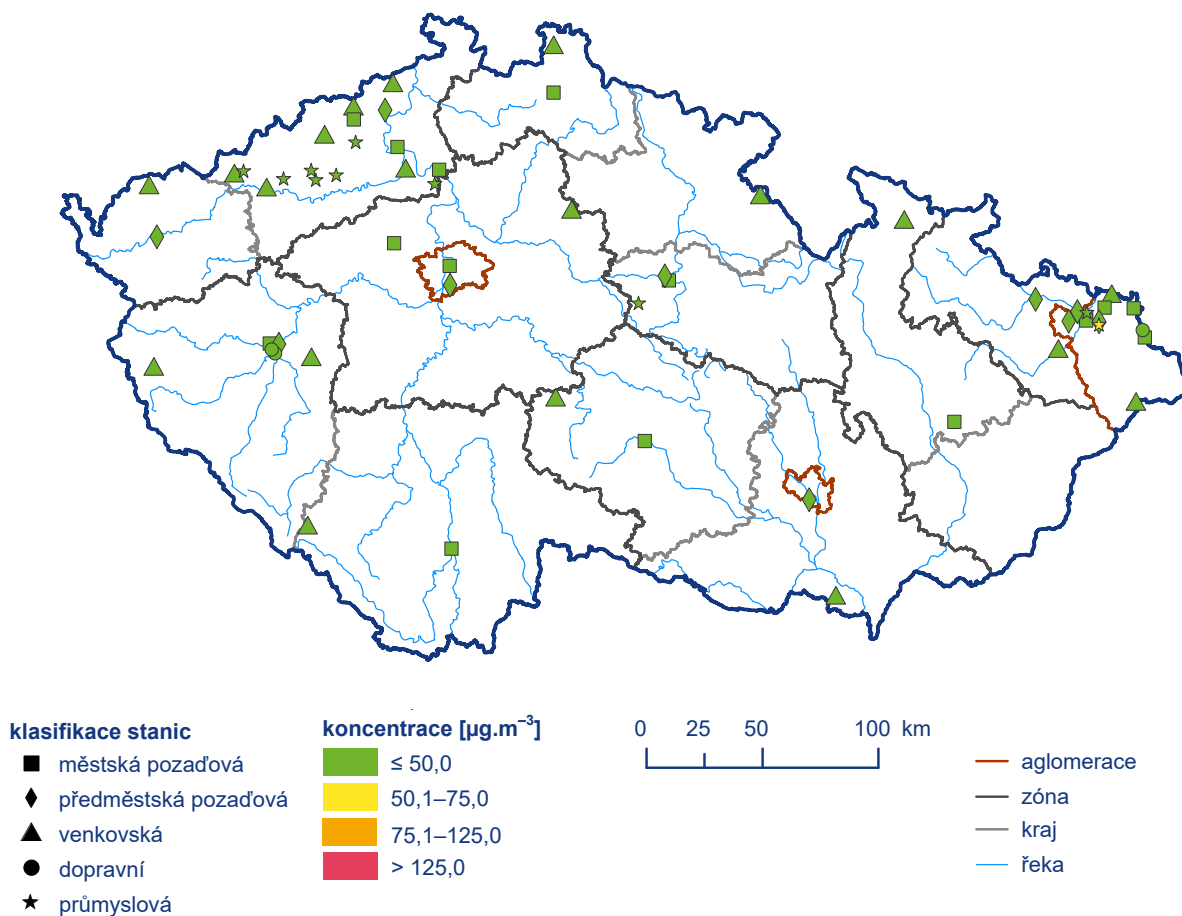
Na 99,98 % plochy ČR byly 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  pod dolní mezí pro posuzování ( $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ ). Pouze na 0,02 % území byla dolní mez pro posuzování překročena. Týká se to pouze měst Ostravy, Třince a malého území severně od Mostu (Obr. IV.7.1).

Bodovými značkami jsou na stanicích znázorněny 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu (Obr. IV.7.2).



Obr. IV.7.1 Pole 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$ , 2020



Obr. IV.7.2 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2020

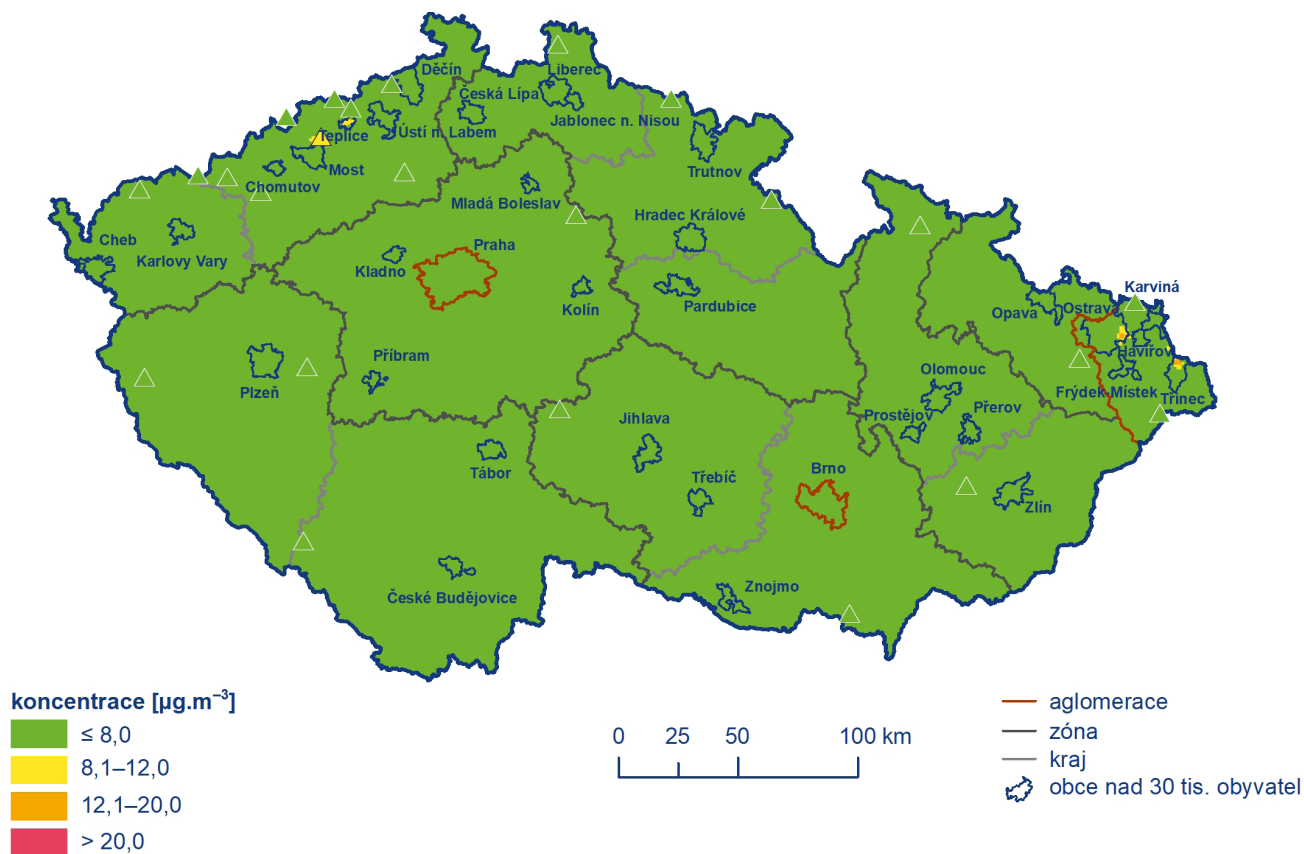
### Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2020 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Na venkovských lokalitách nebyl v roce 2020 překročen imisní limit pro roční ani zimní průměrnou koncentraci. Nejvyšší zimní průměrná koncentrace byla zaznamenána na stanicích Lom ( $9,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $8,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice ( $7,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $5,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Studénka ( $4,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Roční průměrná koncentrace dosáhla maxima na stejných stanicích – Lom ( $8,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $7,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $4,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice ( $4,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Studénka ( $4,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

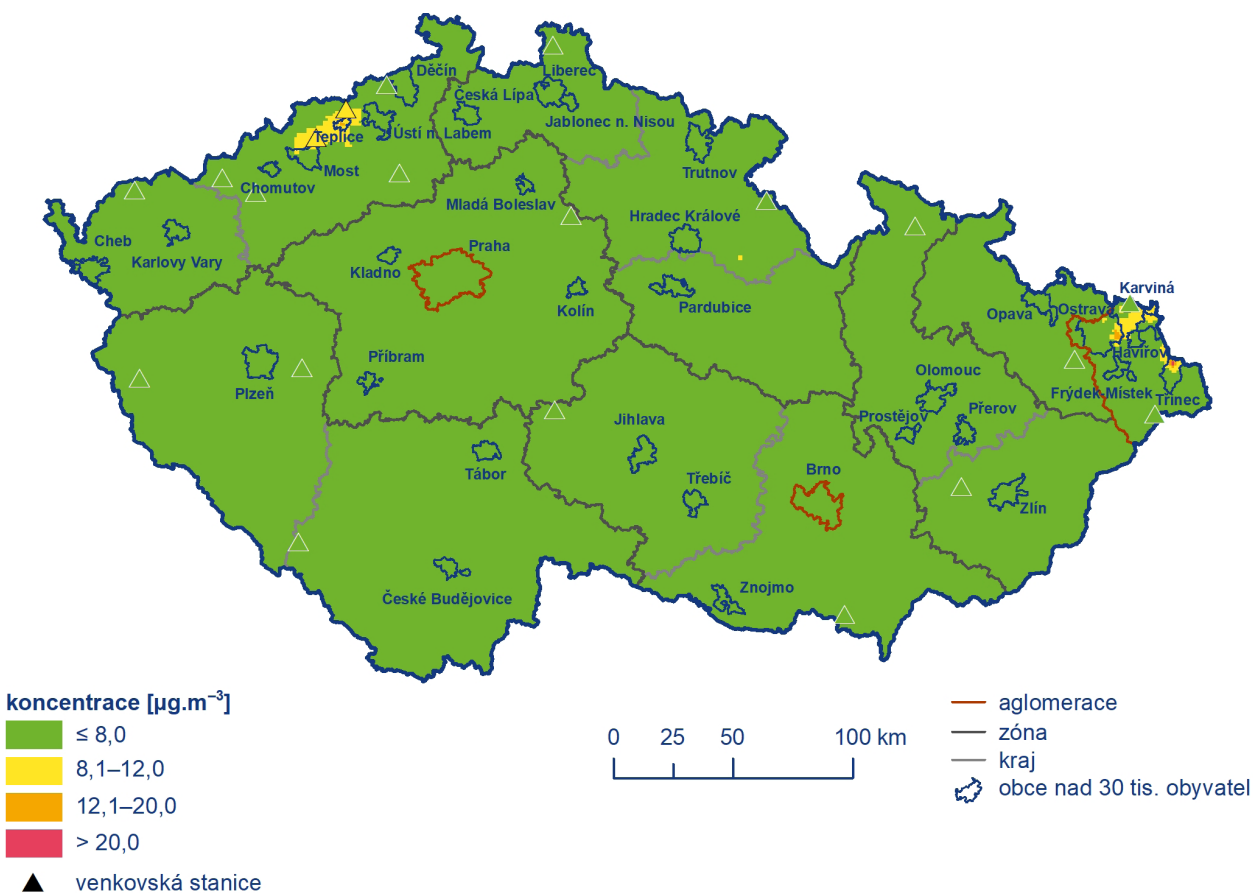
Na venkovském území ČR nedošlo v roce 2020 k překročení horní meze pro posuzování jak u roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$ , tak v případě průměrné koncentrace za zimní období 2020/2021. K překročení této horní meze pro posuzování roční průměr-

né koncentrace  $\text{SO}_2$  došlo pouze ve městech Ostrava a Třinec (Obr. IV.7.3). Ve stejných městech a v Teplicích došlo k překročení horní meze pro posuzování průměrné koncentrace za zimní období 2020/2021 (Obr. IV.7.4). V Moravskoslezském kraji sice došlo k překročení imisního limitu zimní průměrné koncentrace  $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , ale pouze ve městě Třinec. Toto překročení vychází při konstrukci mapy z modelového výpočtu.

Pro konstrukci obou map (Obr. IV.7.3 a IV.7.4) byly použity všechny pozadořové stanice měřící  $\text{SO}_2$  s přihlédnutím k jejich klasifikaci. Bodovými značkami jsou v mapách vyznačeny jen stanice venkovské, jelikož pouze na těchto lokalitách se hodnotí zimní a roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace.



Obr. IV.7.3 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$ , 2020



Obr. IV.7.4 Pole průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  v zimním období 2020/2021

## IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého

K výraznému snížení imisních koncentrací  $\text{SO}_2$  došlo po roce 1998 v souvislosti s nabytím účinnosti zákona č. 309/1991 Sb. a splněním předepsaných emisních limitů.

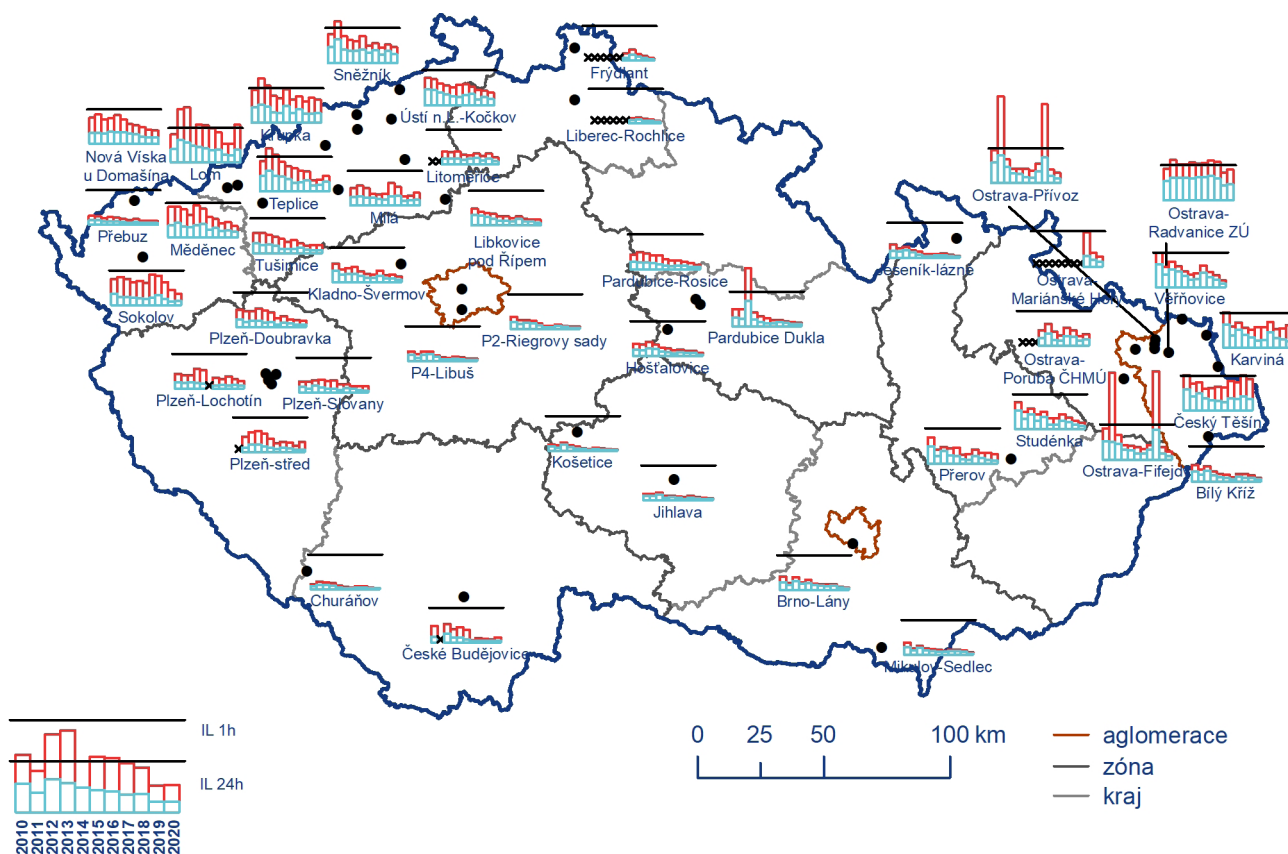
V období 2010–2020 je zpočátku patrné mírné zvýšení znečištění  $\text{SO}_2$ , ale od roku 2012 do roku 2016 je zřetelný další klesající průběh (Obr. IV.7.5). V roce 2017 byl pokles přerušen a v roce 2018 opět obnoven na většině lokalit. V roce 2019 a 2020 pokračoval mírný pokles imisních charakteristik  $\text{SO}_2$ . Tento pokles je patrný u většiny stanic jak u 4. nejvyšší 24hodinové, tak u 25. nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$ . Naopak vzestup je zřetelný v roce 2020 na stanici Lom (Obr. IV.7.5). Jak již bylo uvedeno, na stanici Lom lze předpokládat vliv průmyslových zdrojů.

V případě hodnocení vývoje ročních charakteristik  $\text{SO}_2$  na jednotlivých typech stanic ČR došlo v roce 2011 a 2018 k výraznému vzestupu u hodinových i 24 hodinových koncentrací  $\text{SO}_2$  na prů-

myslových stanicích v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (Obr. IV.7.6 a IV.7.7)<sup>1</sup>. Tento vzestup ovlivnily koncentrace naměřené na stanicích v Ostravě, vznikající při sanačních pracích na odpadních lagunách bývalého podniku OSTRAMO. V roce 2019 již vzestup nepokračoval, došlo naopak ke snížení hodinových koncentrací  $\text{SO}_2$ , které se v roce 2020 projevilo na městských, předměstských a regionálních stanicích (Obr. IV.7.6). V roce 2020 je tento pokles ještě více patrný u 24 hodinových koncentrací u téměř všech typů stanic i celkově na všech stanicích (Obr. IV.7.7).

V ročním a zimním průměru je zřetelný pokles koncentrací  $\text{SO}_2$  od roku 2017, který pokračoval v roce 2020 a za období 2020/2021. Tento pokles je v roce 2020 viditelný jak u všech venkovských lokalit, tak i u kategorie regionálních lokalit. 10letý roční i zimní průměr (2010–2019) má vyrovnaný chod, zimní průměr je v o něco vyšší hladině (Obr. IV.7.8).

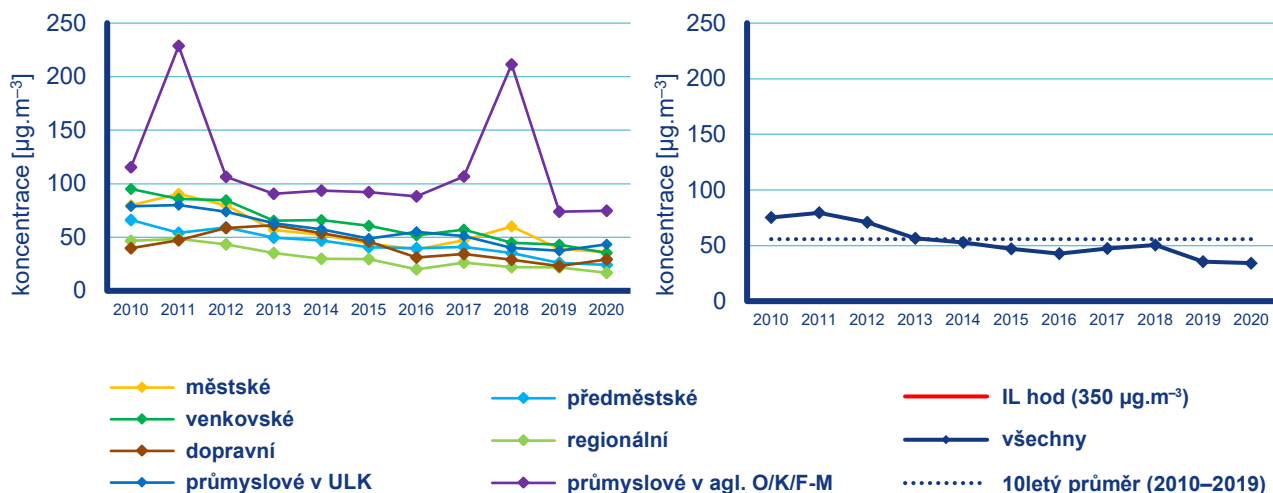
Celkový klesající průběh koncentrací  $\text{SO}_2$  je způsoben poklesem emisí v důsledku odsíření uhelných elektráren a změnou používaných paliv (viz vývoj emisí v kap. II). Vliv na meziroční kolísání koncentrací této látky mají rovněž v jednotlivých letech odlišné meteorologické a rozptylové podmínky.



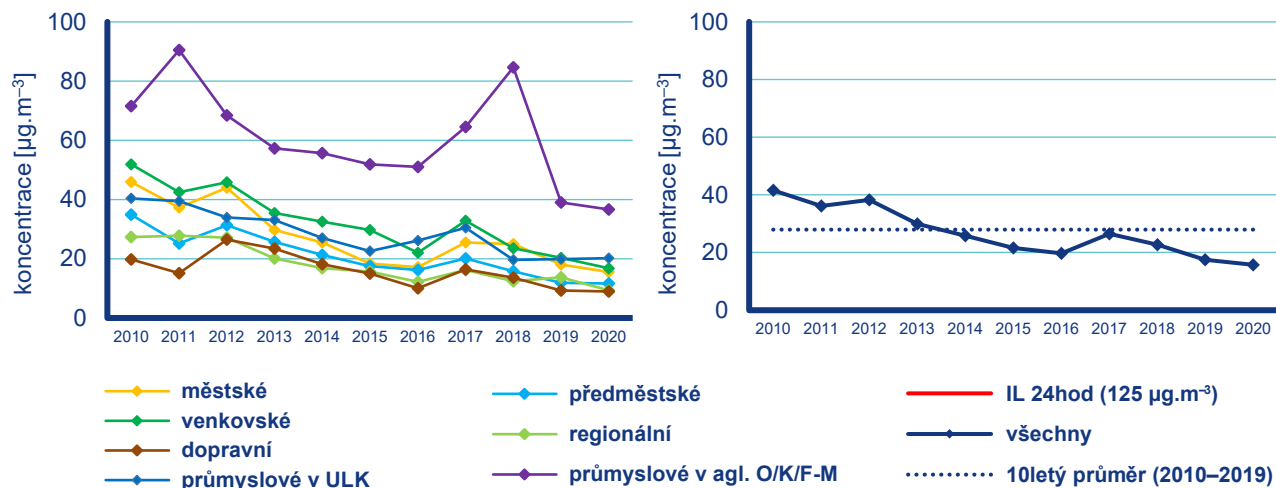
x nedostatečný počet dat

Obr. IV.7.5 4. nejvyšší 24hod. koncentrace a 25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  na vybraných stanicích, 2010–2020

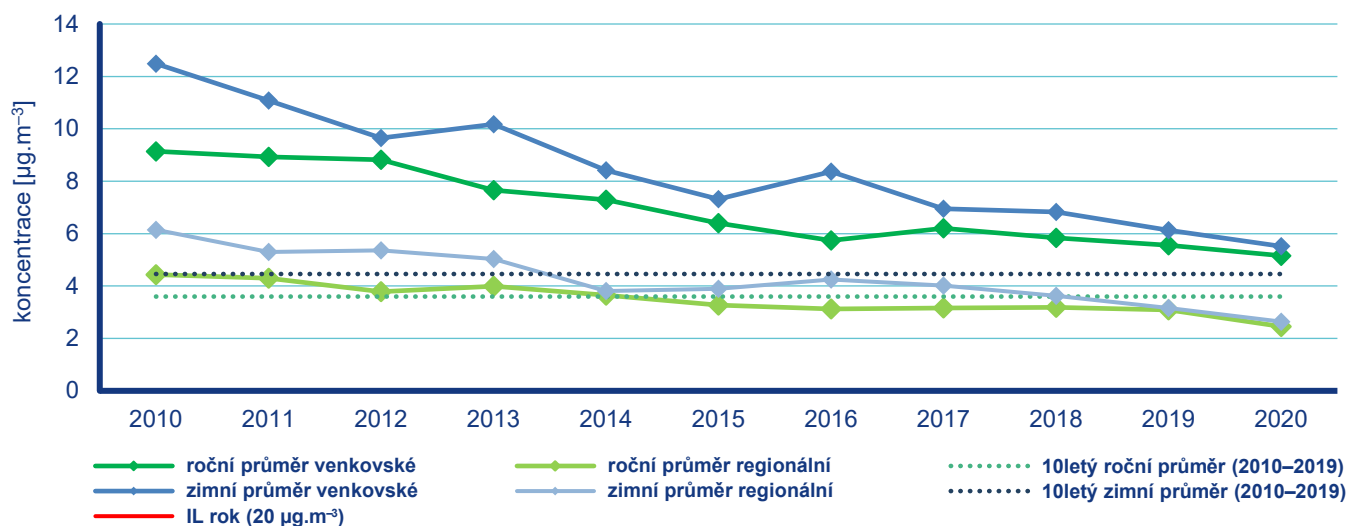
1 U typů stanic průmyslových byly rozlišeny průmyslové stanice v aglomeraci O/K/F-M od průmyslových stanic v Ústeckém kraji (ULK), které provozuje ČEZ a.s., a jsou umístěny na okraji malých obcí a v místech mimo osídlení. Zejména stanice v Ostravě bývají průmyslem značně ovlivněny, zatímco stanice v Ústeckém kraji vystihují spíše průmyslové pozadí oblasti Podkrušnohoří.



Obr. IV.7.6 25. nejvyšší 1hod. koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



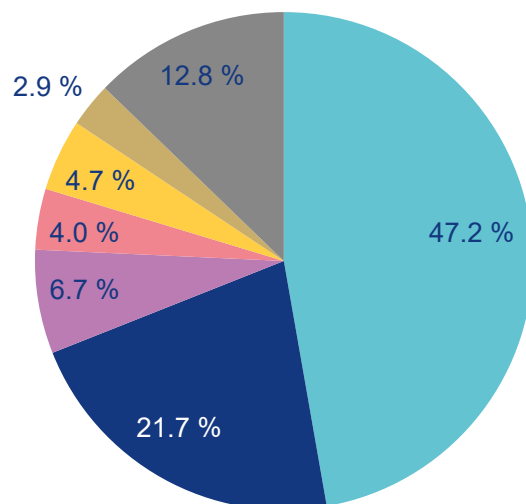
Obr. IV.7.7 4. nejvyšší 24hod. koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020



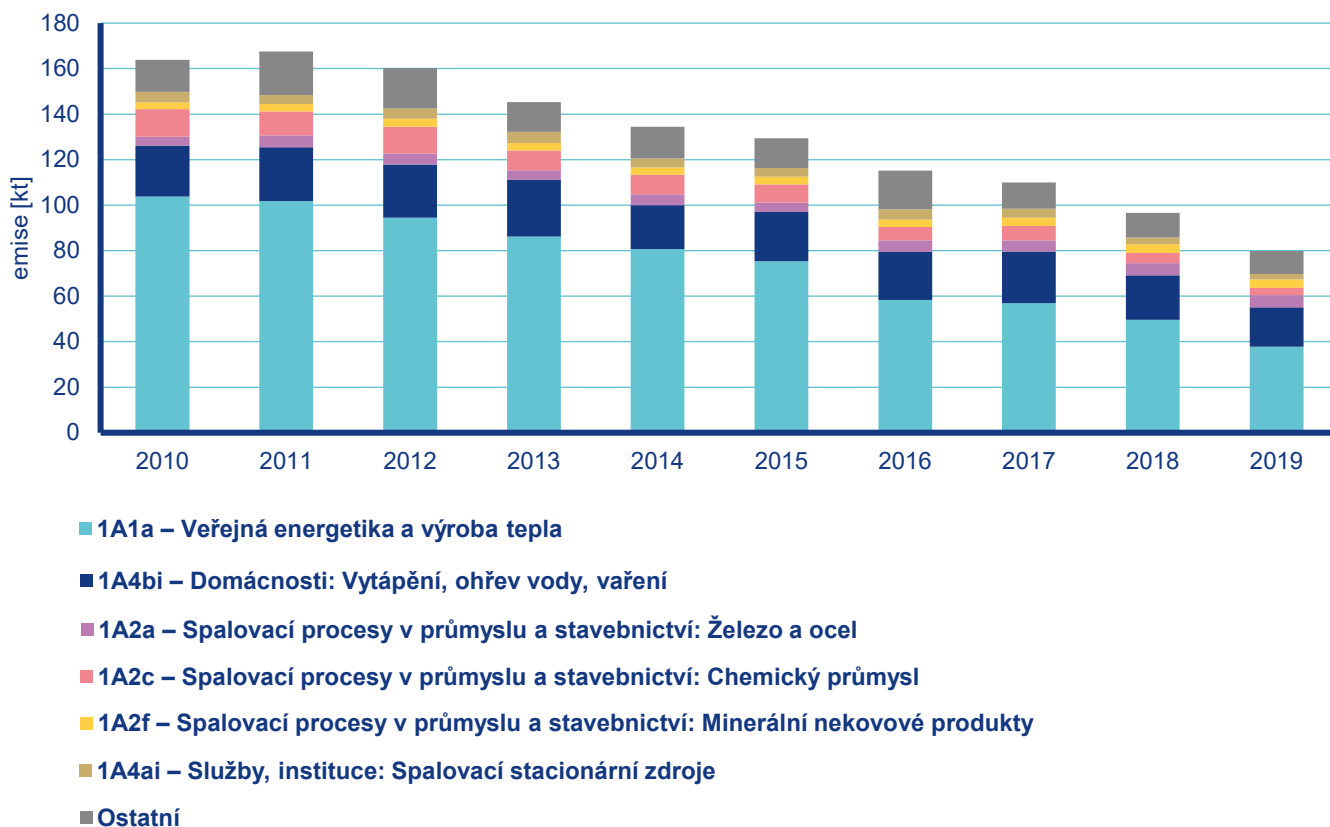
Obr. IV.7.8 Koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2010–2020

### IV.7.3 Emise oxidů síry

Zdrojem emisí oxidů síry je především spalování pevných fosilních paliv, která síru obsahují. V roce 2019 pocházelo v celorepublikovém měřítku ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla 47,2% emisí  $\text{SO}_x$  a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 21,7% (Obr. IV.7.9). K poklesu emisí  $\text{SO}_x$  v období 2010–2019 došlo po roce 2012 v důsledku přípravy zdrojů na plnění přísnějších emisních limitů (Obr. IV.7.10). Vzhledem k převažujícímu vlivu sektoru Veřejná energetika a výroba tepla jsou emise  $\text{SO}_x$  koncentrovány do Ústeckého, Moravskoslezského a Středočeského kraje, ve kterých se nacházejí větší energetické výrobní celky.



Obr. IV.7.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{SO}_x$ , 2019



Obr. IV.7.10 Celkové emise  $\text{SO}_x$ , 2010–2019

## IV.8 Oxid uhelnatý

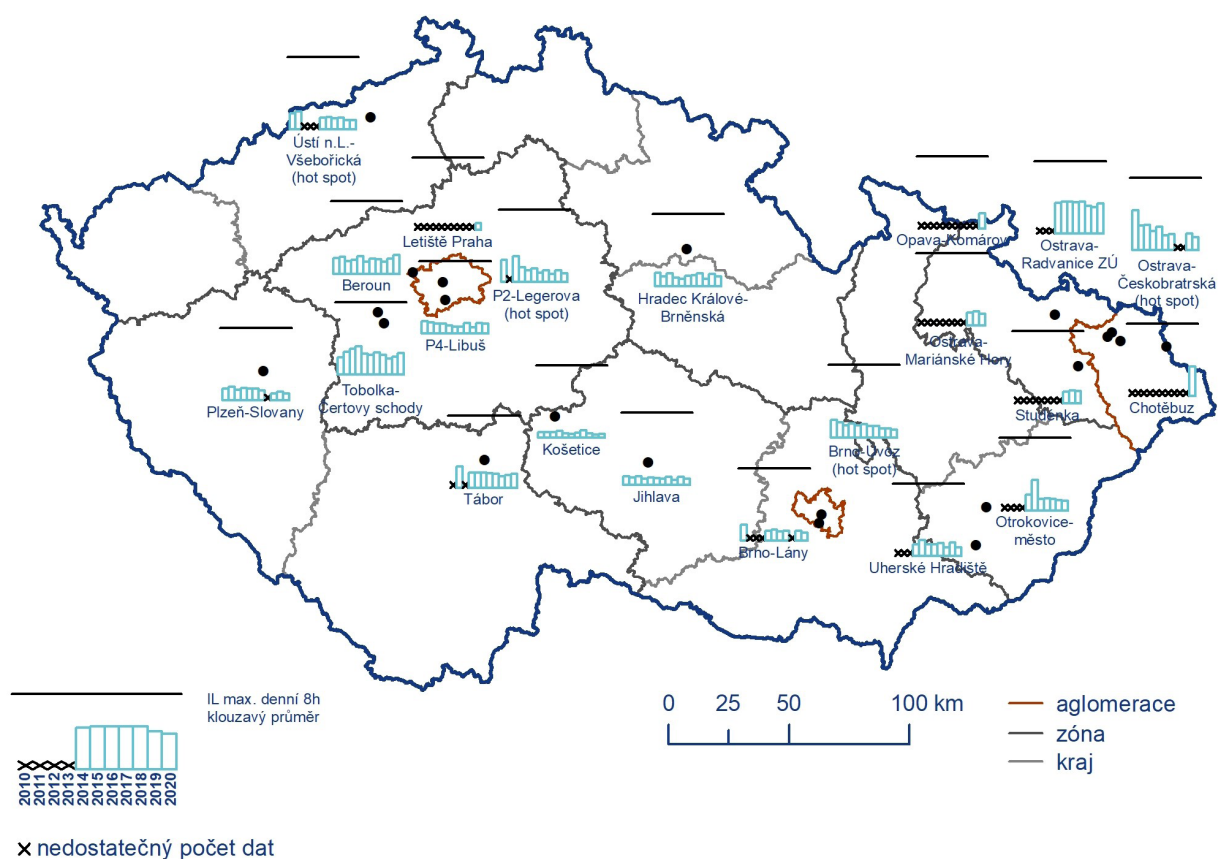
### IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2020

V roce 2020 nebyl, stejně jako v předchozích letech, v ČR překročen 8hodinový imisní limit oxidu uhelnatého (CO) na žádné z celkového počtu 23 stanic. Nejvyšší denní 8hodinová průměrná koncentrace CO byla naměřena na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ (4 191  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), přičemž imisní limit je 10 000  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jde o velmi exponovanou část města ovlivněnou průmyslem, dopravou i lokálními zdroji emisí. Pokud se uvádí pouze jedno maximum na jedné stanici, pak v pořadí druhá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na venkovské stanici Tobolka-Čertovy schody (2 986  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), kde lze předpokládat ovlivnění z blízké vápenky Čertovy schody. Třetí a čtvrtá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na dopravních stanicích Beroun (2 551  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Tábor (1 952  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), kde vzhledem k umístění stanic u frekventovaných komunikací dochází k ovlivnění z dopravy.

Zvýšené koncentrace CO se vyskytují především na městských lokalitách ovlivněných dopravou, proto bylo zachováno měření této látky na lokalitách klasifikovaných jako dopravní. Na městských a venkovských pozadových lokalitách se pohybují koncentrace CO hluboko pod imisním limitem. Výjimkou je stanice Tobolka-Čertovy schody, kde 8hodinová koncentrace CO dosahuje v několika případech téměř 30 % imisního limitu.

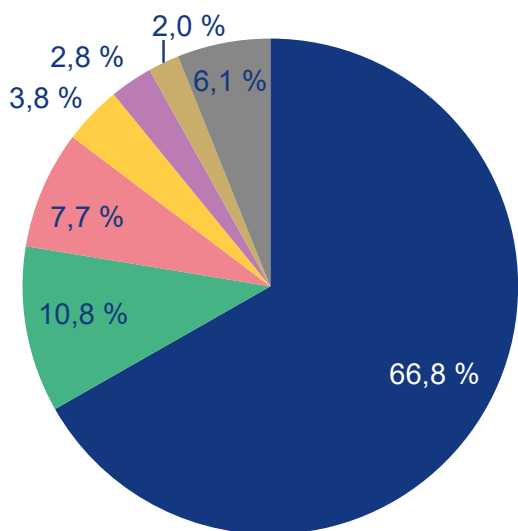
### IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého

Na Obr. IV.8.1 je patrný klesající průběh maximální denní 8hodinové koncentrace CO na většině stanic v ČR. V roce 2020 pokles koncentrací CO na většině stanic pokračoval (Ostrava-Českobratrská, hot spot, Ostrava-Mariánské Hory, Uherské Hradiště, Hradec Králové-Brněnská, Praha 2-Legerova, hot spot). Na některých stanicích došlo naopak k mírnému vzestupu (Ostrava-Radvanice ZÚ, Tobolka-Čertovy schody, Beroun).



Obr. IV.8.1 Maximální denní 8hod. klouzavá průměrná koncentrace CO na vybraných stanicích, 2010–2020



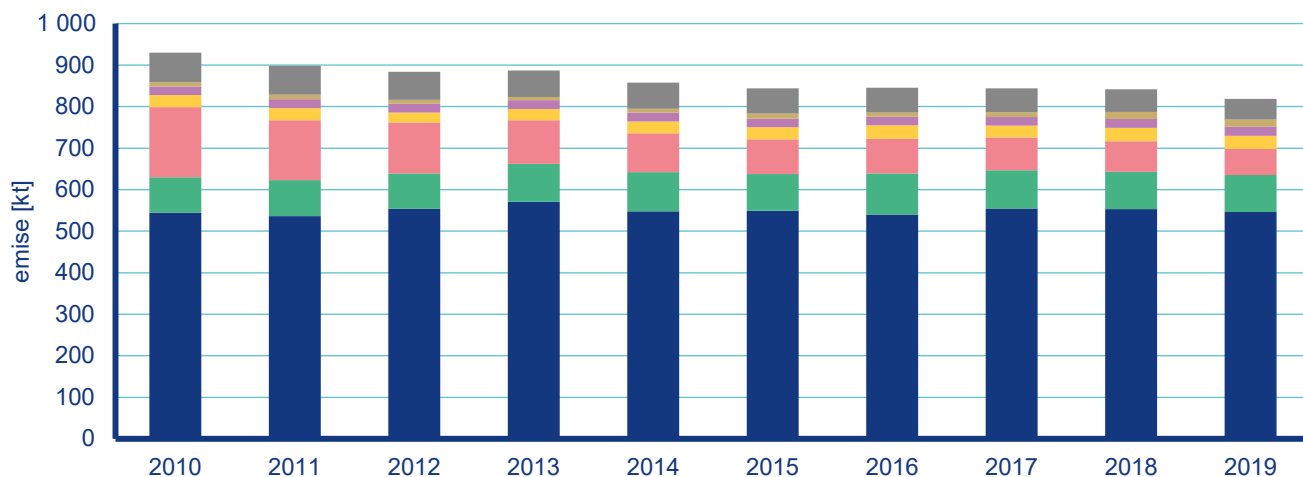


Obr. IV.8.2 Podíl sektorů NRF na celkových emisích CO<sub>2</sub>, 2019

### IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého

Oxid uhelnatý je produktem spalování paliv obsahujících uhlík za nízké teploty a nedostatku spalovacího vzduchu. Největší množství emisí CO vzniká v sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se v roce 2019 podílel na celorepublikových emisích 66,8%. Mezi další významné zdroje patřily sektory 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel (10,8 %) a 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily (7,7 %; Obr. IV.8.2). Klesající průběh emisí CO v letech 2010–2019 (Obr. IV.8.3) byl způsoben především přirozenou obnovou vozového parku a poklesem produkce železa a oceli po roce 2011. Vzhledem k převažujícímu vlivu sektoru 1A4bi je tento trend výrazně ovlivněn vývojem spotřeby pevných paliv v domácnostech (Obr. II.7).

V jednotlivých oblastech ČR se podíl sektorů na celkových emisích liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Vlivem převládajícího podílu lokálního vytápění jsou emise CO v ČR rozloženy po celém území obydlené zástavby. Vliv dopravy převládá podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a ve větších městských celcích. Velké množství emisí CO v aglomeraci O/K/F-M pochází z výroby železa a oceli.



- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily
- Ostatní
- 2C1 – Výroba železa a oceli
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní zdroje
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty

Obr. IV.8.3 Vývoj celkových emisí CO<sub>2</sub>, 2010–2019

## IV.9 Látky bez imisního limitu

### IV.9.1 Těkavé organické látky

Těkavou organickou látkou je, podle zákona o ochraně ovzduší, jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou metanu, která má při 20 °C tlak par 0,01 kPa nebo více, nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití. Těkavé organické látky (VOC) hrají důležitou úlohu v chemii ovzduší a tedy i v oxidační síle atmosféry, což ovlivňuje stav a kvalitu ovzduší. Spolu s oxidy dusíku se VOC významně podílí na procesu tvorby přízemního ozonu a dalších fotooxidačních znečišťujících látek. Přeměny a odbourávání VOC zpravidla začínají reakcí s hydroxylovým radikálem (Viden 2005). Vzhledem k rozsahu různě dlouhé reaktivity jednotlivých VOC a k jejich množství nebyl u těchto látek stanoven imisní limit.

Monitoring VOC byl do programu EMEP zařazen na základě rozhodnutí EMEP Workshop on Measurements of Hydrocarbons / VOC v Lindau 1989 (EMEP 1990). Vlastní měření bylo na Observatoři

Košetice zahájeno v průběhu roku 1992, o tři roky později jej pak doplnilo identické měření na stanici Praha 4-Libuš. V rámci EMEP byl zpočátku monitoring realizován na pěti stanicích, ale v průběhu 20 let se počet stanic i rozsah měřených uhlovodíků několikrát změnil. Na Observatoři Košetice se podařilo udržet homogenní řadu měření až do současnosti. Od roku 2011 byla Observatoř Košetice zapojena do projektu ACTRIS, realizovaného v rámci EU 7th Framework Programme INFRA-2010-1-1.1.16: Research Infrastructures for Atmospheric Research. Na tento projekt navázal nástupnický projekt ACTRIS-2 pod H2020-INFRAIA-20142015, realizovaný v období květen/2015–duben/2019. Problematika VOC byla řešena v pracovní skupině Trace gases networking: Volatile organic carbon and nitrogen oxides s cílem zkvalitnit a harmonizovat měření VOC v Evropě. V rámci projektu byly vyvinuty standardní operační postupy a testovány nejlepší měřicí techniky pro zajištění kvality. Laboratoř ČHMÚ se pravidelně účastnila roundrobin testu, kde v oblasti vlastní analýzy VOC výsledky potvrdily, že laboratoř vyhovuje doporučeným parametrům GC systému a splňuje u většiny látek požadované nejistoty jak ve standardech, tak v reálných vzorcích. Projekt ACTRIS-2 byl v roce 2019 ukončen. Aktivity v oblasti monitoringu a výzkumu VOC pokračují v rámci panevropské výzkumné infrastruktury ACTRIS, která je od roku 2016 součástí evropské cestovní mapy ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures). Průměrné roční koncentrace většiny VOC na stanicích Observatoř Košetice i Praha 4-Libuš vykazují během

Tab. IV.9.1.1 Průměrné roční koncentrace VOC v ovzduší na stanicích Košetice a Praha 4-Libuš

Těkavá organická látka		Roční průměr [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]									
		Košetice					Pha4-Libuš				
		1995	2005	2010	2015	2020	1995	2005	2010	2015	2020
Alkany	etan	2,34	2,07	2,51	2,20	1,98	3,62	2,43	1,94	1,97	2,12
	propan	1,80	1,21	1,28	1,10	0,90	2,15	1,65	1,82	1,06	1,10
	butan	1,16	0,60	0,71	1,04	0,43	1,76	1,02	1,15	1,15	0,62
	2-methylpropan	0,68	0,37	0,47	0,32	0,26	1,14	0,80	1,03	0,45	0,60
	pentan		0,29	0,35	0,30	0,19	1,21	0,52	1,74	0,32	0,30
	2+3 - methylpentan		0,03	0,06	0,06	0,12	0,90	0,47	0,31	0,22	0,19
	hexan		0,09	0,11	0,07	0,07	0,60	0,16	0,18	0,09	0,09
	heptan		0,03	0,06	0,06	0,15	0,30	0,07	0,14	0,08	0,19
	oktan		0,02	0,05	0,10	0,14		0,06	0,09	0,11	0,16
Alkeny	eten	1,28	0,77	0,55	0,55	0,59	2,52	1,32	0,45	0,62	0,72
	propen	0,32	0,15	0,16	0,12	0,13	0,68	0,34	0,30	0,14	0,18
	suma buteny		0,14	0,20	0,18	0,18	0,87	0,42	0,38	0,26	0,34
	suma penteny		0,05	0,07	0,02	0,03		0,27	0,14	0,04	0,04
	isopren	0,14	0,09	0,13	0,17	0,29		0,38	0,47	0,37	0,42
Aromatické uhlovodíky	benzen	1,05	0,42	0,58	0,41	0,38	1,51	0,62	0,72	0,42	0,44
	toluen	0,99	0,31	0,40	0,30	0,24	2,07	0,86	0,94	0,53	0,40
	ethylbenzen		0,06	0,06	0,19	0,11	0,42	0,19	0,18	0,27	0,16
	m,p-xylen		0,78	0,55	0,55	0,09	1,42	0,55	0,57	0,71	0,12
	o-xylen		0,05	0,04	0,29	0,08		0,16	0,14	0,35	0,11

25 let monitoringu statisticky významný sestupný trend, který reflektuje pokles emisí VOC jak v ČR, tak v celém středoevropském prostoru (Tab. IV.9.1.1). Trend koncentrací etanu je mnohem výraznější na předměstské stanici Praha 4-Libuš než na pozadové stanici. Výjimkou je pouze isopren, který je přírodního původu (je emitován listnatými stromy) a na obou stanicích vykazuje vzestupný trend. Obecně lze konstatovat, že koncentrace hlavních VOC byly v 90. letech minulého století na předměstské úrovni cca 1,5–2× vyšší než na pozadové stanici. V poslední dekádě se rozdíly mezi oběma stanicemi výrazně zmenšují.

Výsledky získané v roce 2020 nijak nevybočují z dlouhodobých trendů (Tab. IV.9.1.1). Roční chod většiny VOC reflektuje emisní úroveň, tedy maximální hodnoty v zimě a minima v létě, pouze u isoprenu je tomu naopak (Obr. IV.9.1.1).

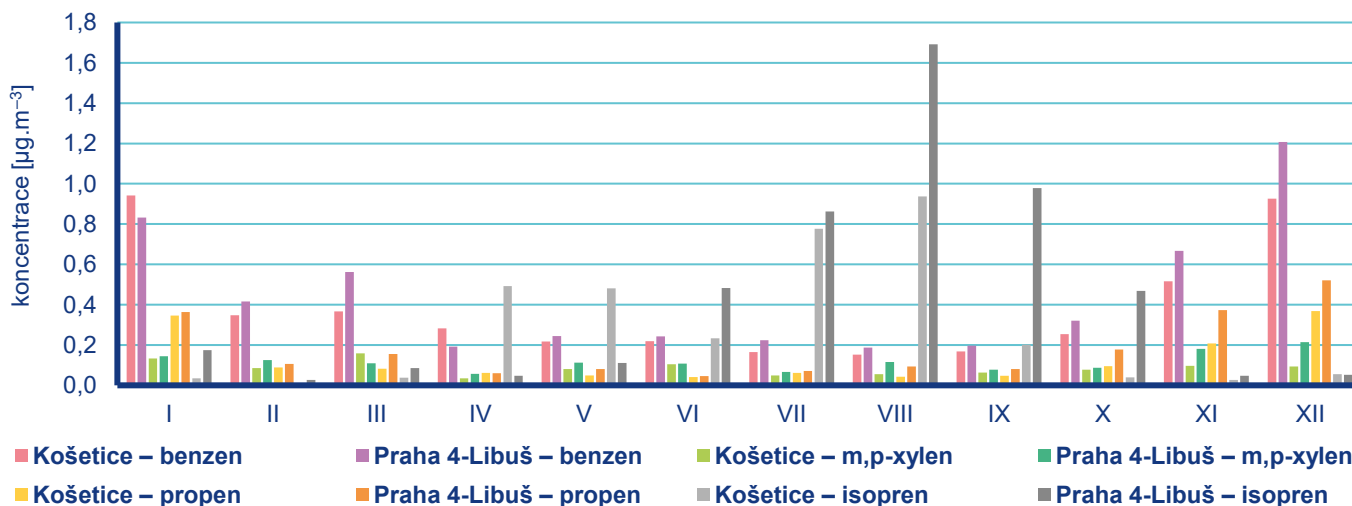
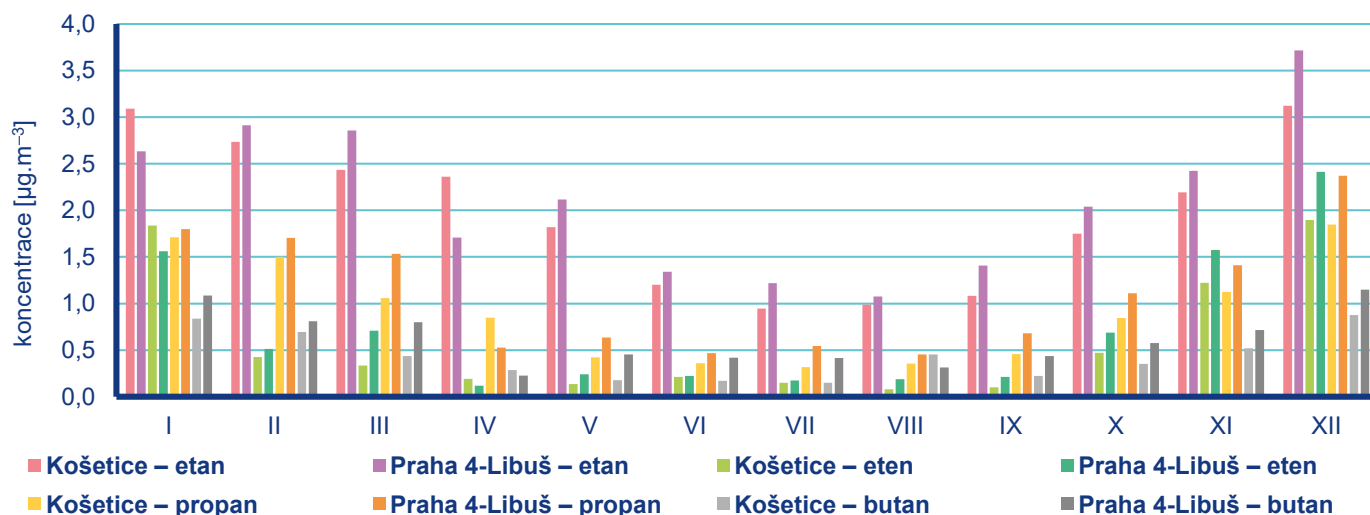
Ze zprávy o měření VOC v rámci EMEP (Solberg et al. 2018) vyplývá, že koncentrace VOC v regionálním měřítku kontinuálně klesají a reflektují tak sestupnou tendenci emisí. Úroveň koncentrací na Observatoři Košetice je srovnatelná s německými, švýcarskými a francouzskými stanicemi. U etanu je česká stanice dlouhodobě

charakterizována nižšími ročními průměry. U většiny VOC jsou naměřené hodnoty v zimě obvykle velmi podobné německým stanicím, zatímco v létě jsou u hodnoty na Observatoři Košetice mírně nižší.

Ženevský protokol o redukci emisí VOC a jejich transhraničním přenosu byl přijat v listopadu 1991 a vstoupil v platnost v září 1997 (UN-ECE 1991). Protokol obsahoval tři možnosti redukce VOC:

1. 30% redukce emisí VOC do roku 1999, přičemž jako základ byly použity roky 1984 a 1990;
2. Stejná redukce jako v bodě (1) a zajistit, aby celkové národní emise 1999 nepřesáhly úroveň roku 1988;
3. Kde emise 1988 nepřekračují stanovené limity, mohou státy přijmout jako emisní strop úroveň roku 1999.

V roce 1999 byl přijat Göteborgský protokol ke zmírnění acidifikace, eutrofizace a dopadů přízemního ozonu, který vstoupil v platnost 17. 5. 2005 (UN-ECE 1999). Protokol obsahuje emisní stro-

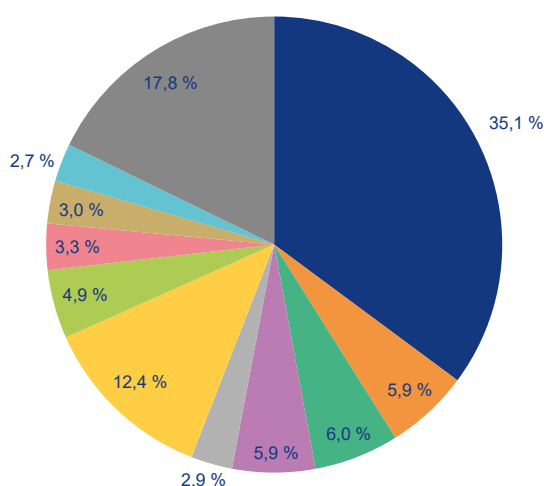


Obr. IV.9.1.1 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací VOC, 2020

py pro rok 2010 pro čtyři polutanty včetně VOC. Podle protokolu měly být evropské emise VOC sníženy alespoň o 40 % proti roku 1990. Česká republika podobně jako většina středoevropských zemí (s výjimkou Polska), tento limit splnila – emise VOC v ČR období 1990–2010 poklesly o 51 % (EEA 2013c).

### Emise těkavých organických látek

Chemické produkty obsahující NMVOC jsou používány v celé řadě aplikací v domácnostech i průmyslu jako čisticí prostředky,

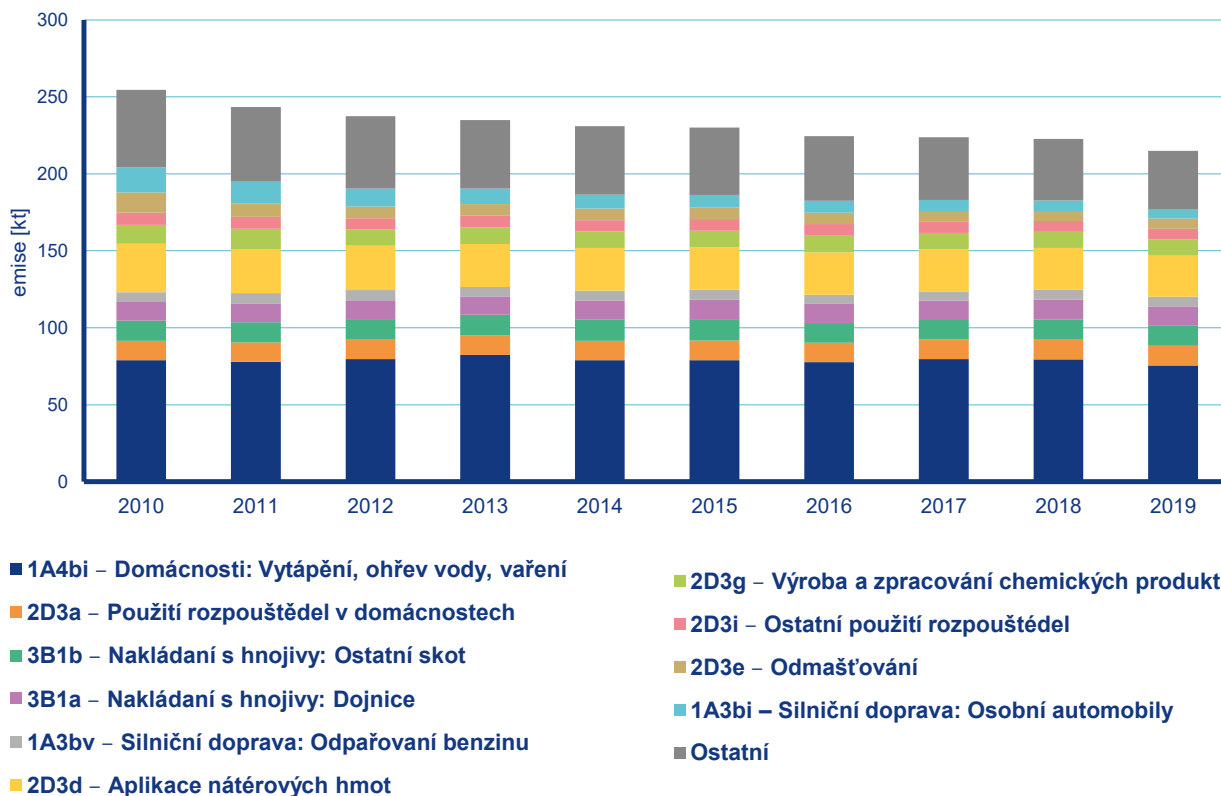


Obr. IV.9.1.2 Podíl sektorů NFR na celkových emisích NMVOC, 2019

rozpouštědla a odmašťovadla. Mohou být součástí barev, laků, lepidel a farmaceutických přípravků. Uvolňují se při výrobě, skladování a použití ropných produktů. NMVOC vznikají také při nedokonalém spalování.

Největší množství emisí NMVOC vzniklo v roce 2019 (Obr. IV.9.1.2) v sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (35,1 %). Podíl mobilních zdrojů (ČHMÚ 2021d) včetně odparů z palivového systému vozidel činil 16,8 %. Významné zdroje emisí NMVOC v ČR se nacházejí v sektoru užití a aplikace organických rozpouštědel (NFR 2D3), který se na znečišťování ovzduší těmito látkami podílel 31,4 %. Do tohoto sektoru spadají činnosti 2D3a – Použití rozpouštědel v domácnostech (5,9 %), 2D3d – Aplikace nátěrových hmot (12,4 %), 2D3e – Odmašťování (3 %), 2D3f – Chemické čištění (0,03 %), 2D3g – Výroba a zpracování chemických produktů (4,9 %), 2D3h – Tiskárenský průmysl (1,7 %) a 2D3i – Ostatní použití rozpouštědel (3,3 %). Část těchto emisí je do ovzduší vnášena řízeně, ale velká část jich uniká do ovzduší ve formě fugitivních emisí, jejichž omezování je obtížné. Dalším významným sektorem produkujícím emise NMVOC je zemědělství s celkovým podílem téměř 15 %.

Celkové emise NMVOC měly v období let 2010–2019 klesající tendenci (Obr. IV.9.1.3), který byl způsoben aplikací produktů s nižším obsahem VOC, např. vodou ředitelných barev nebo práškových plastů. U maloobdobatelských balení nátěrových hmot je uplatňována legislativní regulace omezující maximální obsah rozpouštědel v produktech dodávaných na trh. Vlivem neustálé obnovy vozového parku dochází i k průběžnému snižování emisí NMVOC z dopravy.

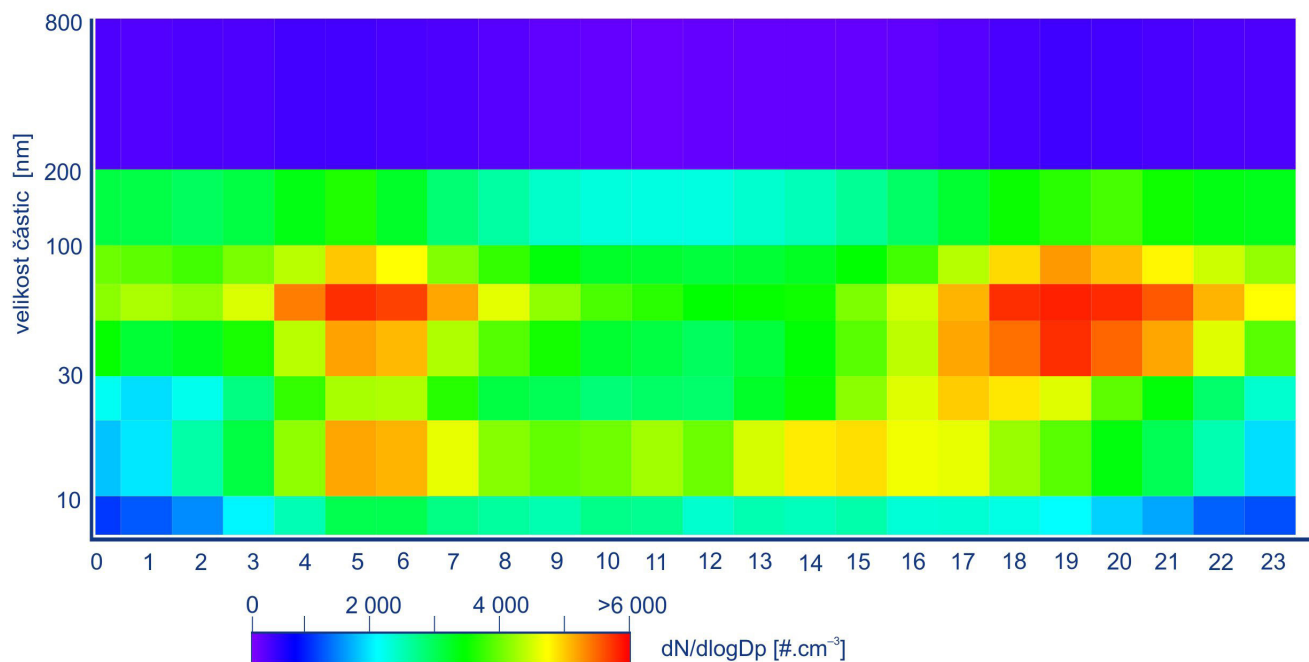


Obr. IV.9.1.3 Vývoj celkových emisí NMVOC, 2010–2019

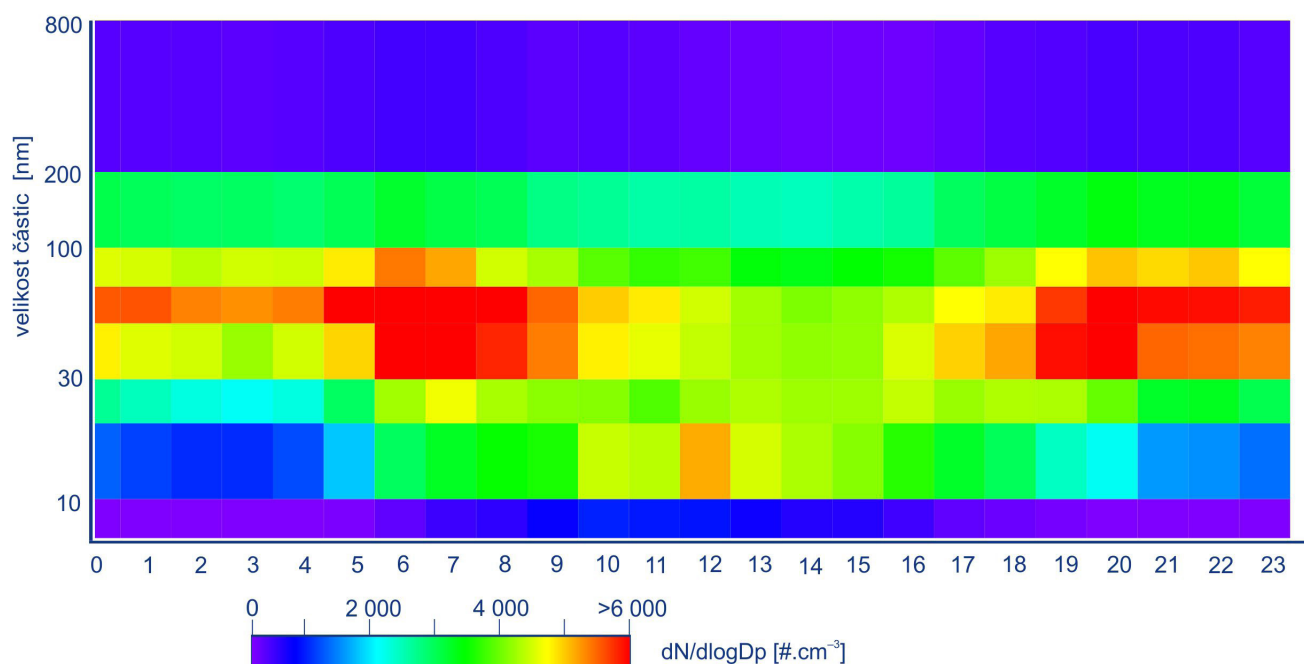
## IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic

Početní velikostní distribuce aerosolových částic je v rámci ČHMÚ měřena v síti ultrajemných částic, jejíž základ tvoří pět stanic: Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město. Díky dlouhodobé spolupráci ČHMÚ s Ústavem chemických procesů (ÚCHP AV ČR) jsou k dispozici

i data z experimentálního měření početní velikostní distribuce aerosolových částic z Observatoře Košetice. Toto měření je součástí monitorovací sítě evropské výzkumné infrastruktury ACTRIS (Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network). Od roku 2016 je tento typ měření podporován i českou částí projektu velké výzkumné infrastruktury ACTRIS-CZ, soustředující se právě na košetickou lokalitu. Pro činnosti zahrnující výzkumné aktivity ČHMÚ, dvou ústavů AV ČR a Masarykovy univerzity je používáno souhrnné označení lokality Národní atmosférická observatoř Košetice (NAOK).



Obr. IV.9.2.1 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Hradec Králové-Brněnská, 2020

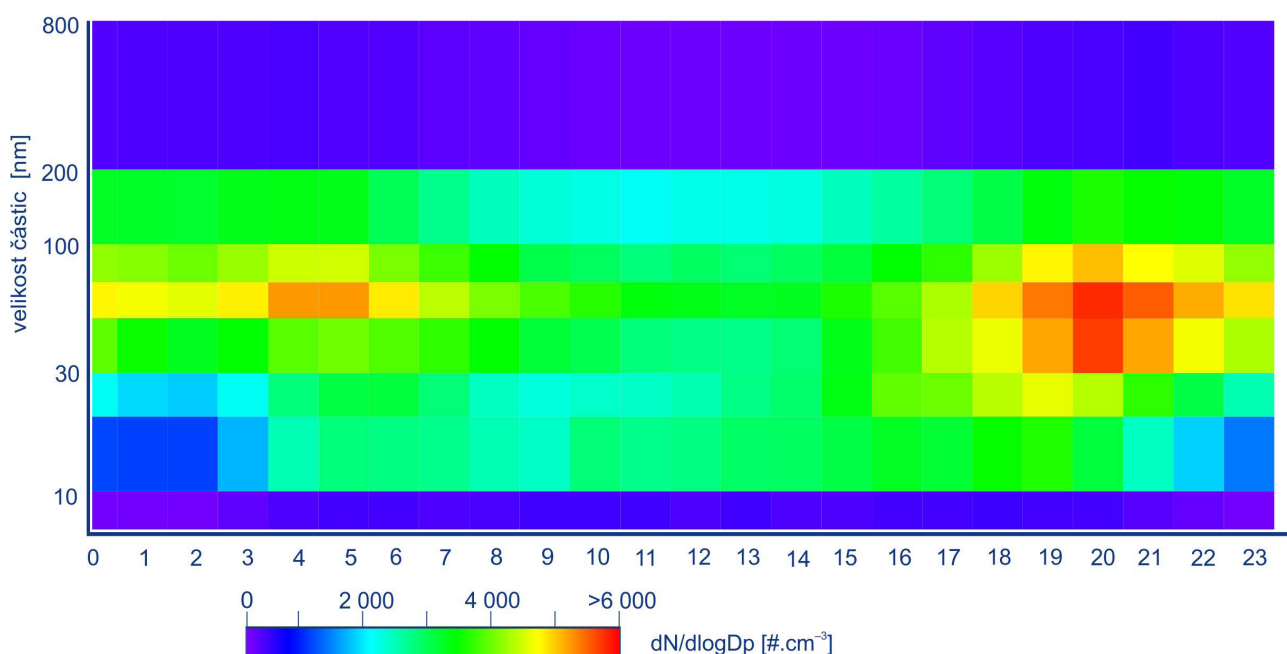


Obr. IV.9.2.2 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Lom, 2020

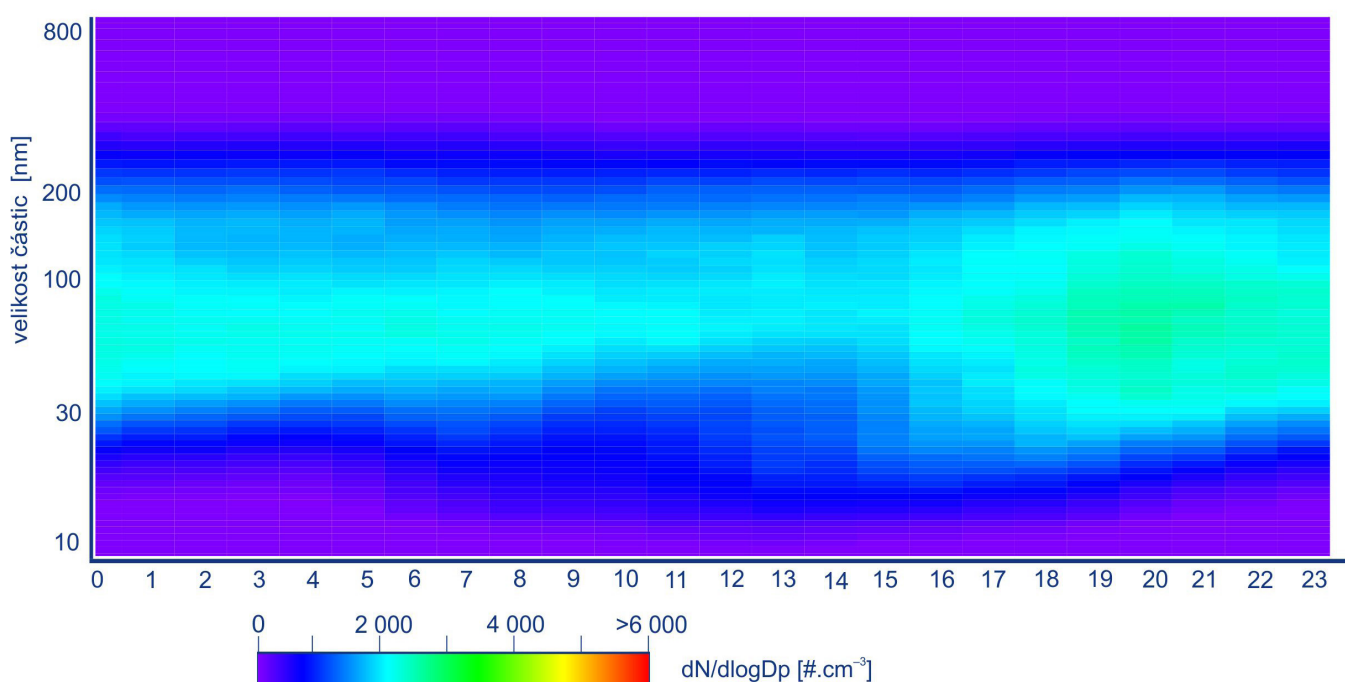
V denních spektrech měřených na šesti lokalitách (Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město) lze rozpoznat rozdíl v počtech částic v různých velikostních kategoriích, jež odrážejí charakter lokalit. Zatímco na mediánovém spektru stanice NAOK v kraji Vysočina (Obr. IV.9.2.4) se spíše projevuje vliv dálkového transportu, na ostatních stanicích lze identifikovat vliv místních zdrojů (např. doprava, průmysl) antropogenního původu. I přes některé odlišnosti lze spektra popsat pomocí společných znaků. Nejvyšší koncentrace počtu částic jsou zpravidla měřeny v pozdních večer-

ních, nočních a brzkých ranních hodinách. Tento úkaz je zřejmě spojen s vývojem výšky mezní vrstvy atmosféry a její stabilitou během nočních hodin. V noci může docházet k akumulaci znečišťujících látek, a tedy i aerosolových částic. Po východu slunce pak lze v některých případech zaznamenat nárůst fotochemických reakcí mezi akumulovanými látkami, jež může vést ke vzniku sekundárních aerosolů.

Vliv lidské činnosti v podobě zvýšené dopravní aktivity je patrný na všech stanicích kromě NAOK. Stoupající počet částic v ranních

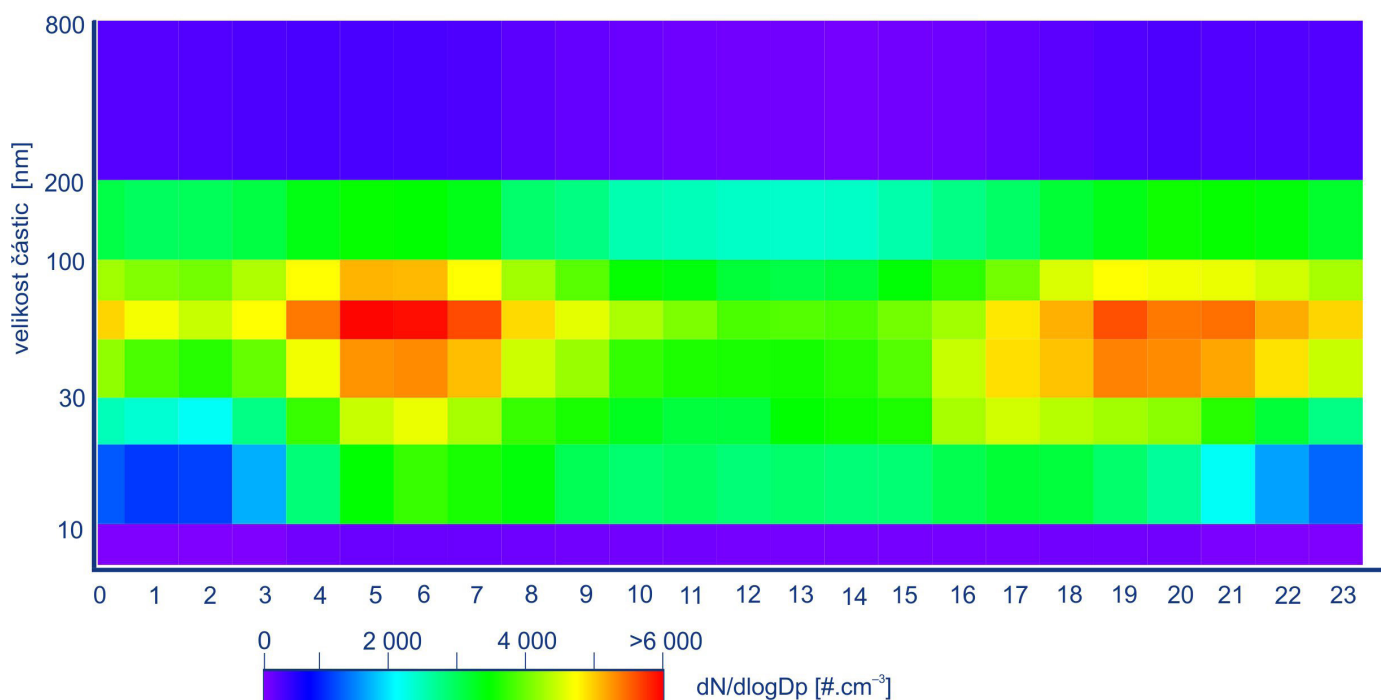


Obr. IV.9.2.3 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Mladá Boleslav, 2020



Obr. IV.9.2.4 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, NAOK, 2020





Obr. IV.9.2.5 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Plzeň-Slovany, 2020

a odpoledních hodinách ve všech částech spektra, reflektuje nejen dopravní špičku, ale i narůstající výskyt produktů spalování z průmyslových i lokálních zdrojů vytápění. S těmito zdroji je spojena jak zvýšená produkce částic, tak i jejich plynných prekurzorů, ze kterých mohou fotochemickými procesy vznikat sekundární částice. Nejvýrazněji se projevuje nárůst částic mezi 20 a 100 nm, který dosahuje maxima mezi 4. a 8. hodinou ranní (Obr. IV.9.2.1, IV.9.2.2, IV.9.2.3, IV.9.2.5 a IV.9.2.6)<sup>1</sup>. Na stanici Mladá Boleslav byl zaznamenán pozvolný nárůst počtu částic nukleačního módu (velikost částic do 20 nm) od ranních do večerních hodin což může indikovat stálý zdroj těchto částic ať už primárního či sekundárního původu (Obr. IV.9.2.3). Druhotný nárůst částic nukleačního módu byl pozorován na obou stanicích v Ústeckém kraji (Lom a Ústí nad Labem-město) s kulminací ve 12 hodin UTC (Obr. IV.9.2.2 a IV.9.2.6). Tento charakter vývoje počtu částic může být ovlivněn průmyslovými zdroji z chemického průmyslu a topografií místního terénu.

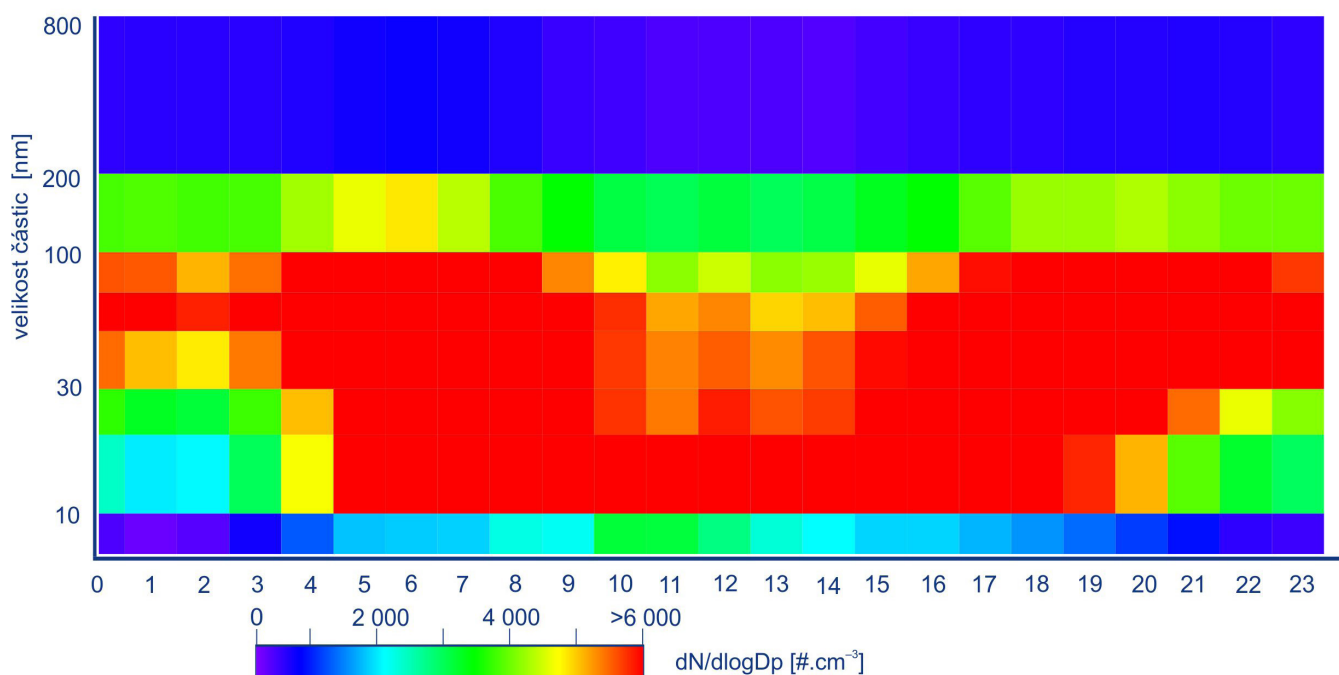
Kromě emisních zdrojů a jiných procesů v atmosféře jsou změny v početní koncentraci ovlivněny i stabilitou atmosféry. Zatímco během dne je atmosféra dobře promíchávána díky turbulentnímu proudění, ve večerních hodinách, kdy turbulence ustává, se atmosféra stabilizuje (Stull 2003).

Mediánové denní spektrum velikosti částic bylo v roce 2020 stejně jako v minulých letech na NAOK oproti ostatním porovnáva-

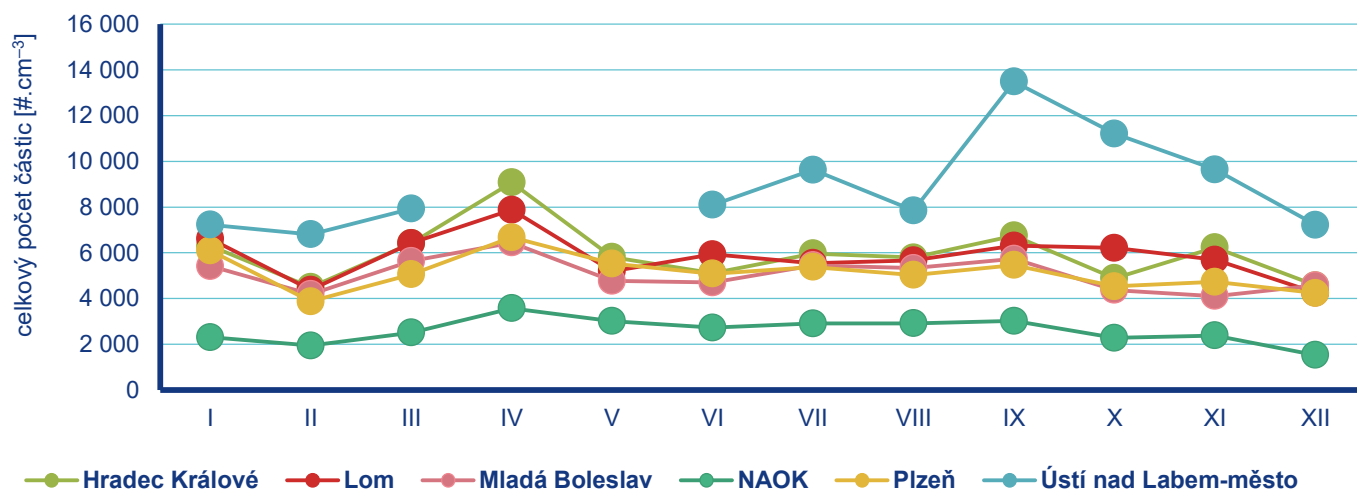
ným měřeními méně výrazné. Pozorujeme poměrně konstantní koncentrace částic akumulčního módu, které se mírně snižují v průběhu dne (mezi 6:00 a 14:00 UTC) vlivem zředění atmosféry. Počty částic nukleačního módu naopak narůstají od ranních hodin a dosahují maxima po 16. hodině. Nárůst počtu částic nukleačního módu je pravděpodobně spojen i s procesem vzniku částic a jejich následným růstem do vyšších velikostí. Právě na NAOK lze dobře pozorovat vliv dálkového transportu částic v podobě poměrně stabilních koncentrací akumulčního módu, vlivu zředění a stability atmosféry na koncentrace částic (Obr. IV.9.2.4).

V roční variabilitě celkového počtu částic jsou hodnoty ze stanic Hradec Králové-Brněnská, Mladá Boleslav, Lom a Plzeň-Slovany velmi podobné. Vyšší hodnoty (v rozmezí 4 499–9 076 částic.cm<sup>-3</sup>) byly zaznamenány na stanici Hradec Králové-Brněnská, nejnižší variabilita ze zmíněných stanic byla měřena na stanici Mladá Boleslav (4 105–6 441 částic.cm<sup>-3</sup>). Roční chod celkového počtu částic na těchto stanicích byl shodný i se stanicí NAOK (rozmezí hodnot 1 523–3 570 částic.cm<sup>-3</sup>). Stanice Ústí nad Labem-město měla během roku několik výpadků měření a tak nelze říci, zda se roční průběh koncentrací shoduje či odlišuje od ostatních stanic. Zatímco všechny stanice měly nevyšší celkové koncentrace měřeny v dubnu, stanice Ústí nad Labem-město zaznamenala maximum v září, a to 13 486 částic.cm<sup>-3</sup> (Obr. IV. 9.2.7).

1 Jednotka dN/dlogDp označuje normalizovaný počet částic v dané velikostní kategorii. Rozdělení počtu aerosolových částic neodpovídá symetrickému normálnímu rozdělení, proto se pro zobrazení aerosolového spektra používá logaritmická transformace k získání lognormálního rozdělení (Hinds 1999). Osa Y označuje velikostní kategorie aerosolových částic v nanometrech, barevná škála názorně ukazuje počet částic v dané velikostní kategorii (počet částic narůstá směrem od studených do teplých barev).



Obr. IV.9.2.6 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Ústí nad Labem-město, 2020



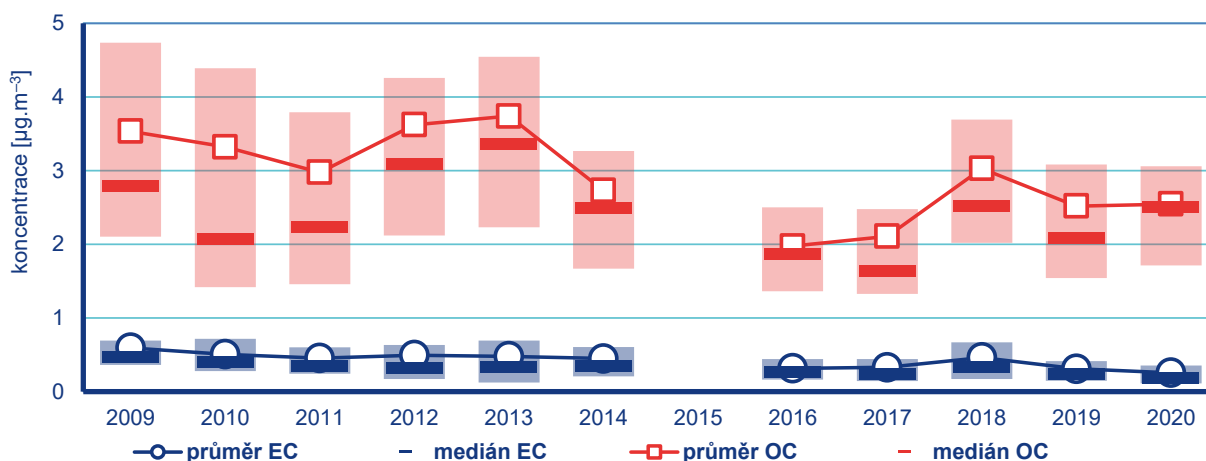
Obr. IV.9.2.7 Měsíční variabilita mediánu celkového počtu částic Hradec Králové-Brněnská, Lom, Ústí nad Labem-město, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město, 2020

### IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku

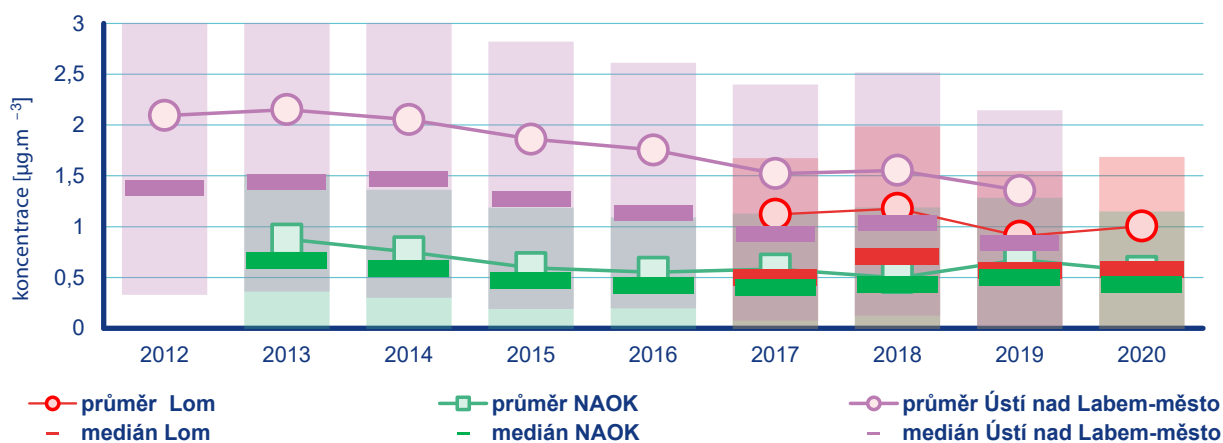
První pravidelné měření elementárního a organického uhlíku (EC/OC) v ČR bylo zahájeno v únoru 2009 na Observatoři Košetice (OBK). Průměrná koncentrace celkového uhlíku (TC) byla v letech 2009–2020 ve vzorkované frakci  $PM_{2,5}$   $3,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , z čehož EC tvoří  $0,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a OC  $2,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V roce 2020 byla nejvyšší průměrná koncentrace TC ( $4,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) naměřená v listopadu. Měsíc listopad byl na OBK o  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$  chladnější než je průměrná teplota měřená v listopadu od roku 2009 ( $4,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ). V tomto měsíci bylo také zaznamenáno několik epizod s mlhami, jež pokračovaly až do prosince, kdy byla změřena třetí nejvyšší průměrná měsíční koncentrace TC ( $3,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Méně příznivé meteorologické podmínky v těchto měsících mohly ovlivnit výsledky měření koncentrací uhlíku a to zhoršeným promícháváním vzduchu díky stabilitě atmosféry nebo zvýšením potřeby vytápění a nárůstem množství

těchto produktů spalování. V roce 2020 byla průměrná koncentrace TC ( $2,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) stejná jako v roce 2019. Průměrná roční koncentrace EC byla v roce 2020  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , koncentrace OC dosáhla  $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Při celkovém pohledu na chod koncentrací v průběhu měření lze identifikovat mírně klesající tendenci přes nárůst průměrných ročních koncentrací v některých letech. Zatímco od začátku měření koncentrace EC (2009 –  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pozvolna klesaly, v letech 2012, 2013 a 2018 došlo opět k nárůstu koncentrací. Po obnově měření v roce 2016 se roční průměrné koncentrace pohybovaly mírně nad  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Výrazný nárůst byl zaznamenán v roce 2018. Podobný, ale výraznější, chod jsme zaznamenali také u OC. Nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena v roce 2013 ( $3,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), naopak nejnižší koncentrace OC ( $2,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) je charakteristická pro rok 2016 (Obr. IV.9.3.1).

Měření koncentrací černého uhlíku (BC) probíhá na třech stanicích, a to na stanici Ústí nad Labem-město, Lom a Národní atmosférická observatoř Košetice (NAOK)<sup>1</sup>, kde jádrovou stanicí tvoří Observatoř Košetice. Stanice Ústí nad Labem-město a NAOK měří BC od roku 2012, Lom od roku 2017.



Obr. IV.9.3.1 Roční průměrné koncentrace EC a OC, Observatoř Košetice, 2009–2020

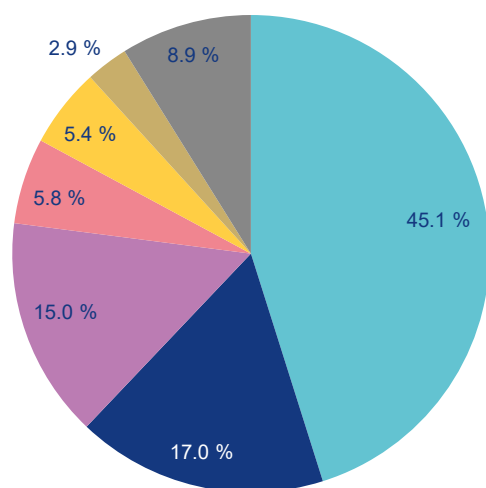


Obr. IV.9.3.2 Roční průměrné koncentrace BC, NAOK, Lom a Ústí nad Labem-město, 2012–2020

1 Název lokality NAOK je používán pro měření pořízená v rámci projektu ACTRIS-CZ. Jedná se o součást výzkumných činností, které provádějí čtyři partnerské organizace – Český hydrometeorologický ústav, Ústav chemických procesů AV ČR, Ústav výzkumu globální změny AV ČR a Masarykova univerzita. Součástí NAOK je Observatoř Košetice a zázemí Atmosférického stožáru.

Roční variabilita koncentrací BC odráží vyšší množství emisí produkovaných během topné sezony, zvýšené hodnoty jsou měřeny v chladné části roku. Mimo topnou sezonu lze v denních chodech identifikovat maxima pocházející zejména z dopravy. Dalším zdrojem BC v letních měsících je i grilování.

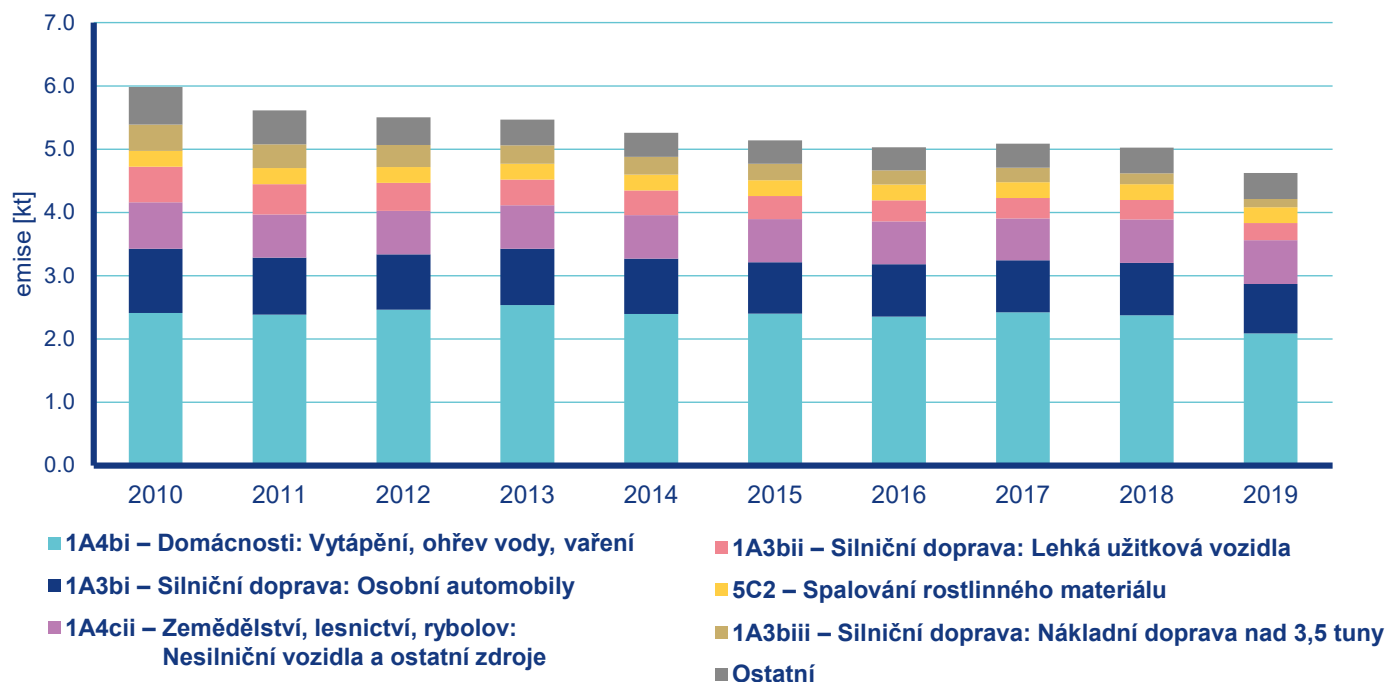
Hodnocení koncentrací BC na všech třech stanicích nelze z hlediska průměrné roční koncentrace provést s dostatečně vypovídající hodnotou, stanice Ústí nad Labem-město byla z porovnání za rok 2020 vyřazena pro značný nedostatek dat (více než 60%



**Obr. IV.9.3.3 Podíl sektorů NFR na celkových emisích BC, 2019**

výpadek dat). Průměrná roční koncentrace na stanici Lom v roce 2020 byla  $1,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , kvartilové rozpětí hodnot je obdobné jako v předešlých letech (1. a 3. kvartil dosahoval  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , resp.  $1,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Průměrná roční koncentrace BC na NAOK od roku 2013 poklesla z  $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  na  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v roce 2020. Variabilita naměřených hodnot byla nejnižší v roce 2016 (1. a 3. kvartil dosahoval  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , resp.  $0,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), v následujícím roce pak variabilita mírně vzrostla, stejně jako průměrná koncentrace. V roce 2020 byl oproti minulému roku zaznamenán mírný pokles koncentrací BC (z ročního průměru  $0,7$  na  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Zmíněný pokles však nemusí nutně znamenat zlepšení kvality ovzduší. V roce 2019 došlo na NAOK k obnově přístroje s vyšší frekvencí měření a vyspělejší technologií měření. Tato změna přístrojové techniky společně s chybějícími daty v roce 2019 mohla způsobit mírné změny ve výsledcích. I přesto, že stanice Lom i NAOK jsou pozadovými stanicemi, na stanici Lom byly měřeny téměř  $2\times$  vyšší průměrné roční koncentrace než na NAOK. Tyto rozdíly mohou být spojeny s odlišnou strukturou zdrojů, ovlivňující koncentrace BC (Obr. IV.9.3.2).

V ČR pocházelo dle výsledků inventarizace emisí v roce 2019 až  $47,3\%$  emisí BC ze sektoru mobilních zdrojů (ČHMÚ 2021d), a to především ze spalování paliv ve vznětových motorech. Z toho se na celkových emisích BC nejvíce podílely sektory: Silniční doprava: Osobní automobily (1A3bi)  $17,0\%$  a Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje (1A4cii)  $15,0\%$ . Ze stacionárních zdrojů vzniklo nejvíce emisí BC v sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (1A4bi) s podílem  $45,1\%$  na celkových emisích (Obr. IV.9.3.3). Vývoj celkových emisí BC v období 2009–2019 má klesající tendenci, která je způsobena zejména opatřeními v sektoru dopravy (Obr. IV.9.3.4) <sup>2</sup>.



**Obr. IV.9.3.4 Vývoj celkových emisí BC, 2010–2019**

# V. KVALITA OVZDUŠÍ V REGIONECH ČESKÉ REPUBLIKY

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, člení území ČR pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší na zóny a aglomerace, přičemž zóny jsou tvořeny jedním až třemi kraji. Tato kapitola je věnována podrobnějšímu hodnocení kvality ovzduší v regionech ČR, kde se regionem rozumí kraj, aglomerace nebo území kraje bez aglomerace. Pro meziregionální hodnocení kvality ovzduší jsou použity následující ukazatele: index kvality ovzduší (kap. V.II), koncentrace vybraných látek znečišťujících ovzduší vážených populací v regionech ČR a pro města s více než 30 000 obyvateli, podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech a podíl území regionu s překročením imisních limitů (kap. V.III). Charakteristiky regionů zaměřující se na vlivy na kvalitu ovzduší jsou doplněny skladbou emisí TZL, NO<sub>x</sub> a SO<sub>x</sub> v daném regionu (Obr. V.1.1, V.1.2, V.1.3).

## V.1 Charakteristika regionů

### Aglomerace Praha

Hlavní město Praha patří z hlediska znečištění ovzduší mezi více zatížené oblasti ČR. Tento stav je výsledkem spolupůsobení řady antropogenních a přírodních faktorů. Poloha Prahy v členitém terénu Pražské kotliny zásadním způsobem ovlivňuje klimatické poměry a rozptylové podmínky území (Ložek et al. 2005). V údolí Vltavy zejména v chladné polovině roku vznikají vhodné podmínky pro vznik teplotních inverzí, v jejichž důsledku dochází k akumulaci koncentrací škodlivých látek v přízemní vrstvě atmosféry.

Zhoršená kvalita ovzduší souvisí zejména se značným dopravním zatížením. Praha je díky své poloze nejen hlavním uzlem silniční sítě ČR, ale i významnou křižovatkou mezinárodní přepravy. Část

hlavních tahů vede centrem Prahy. Růst sektoru služeb a s ním spojená výstavba komerčních a administrativních center klade další nárok na dopravní obslužnost a na spotřebu energií včetně vytápění.

Nezanedbatelný vliv na současnou imisní situaci v Praze má i spotřeba pevných paliv pro vytápění rodinných domů především v okrajových částech města a vzrůstající obliba používání krbů a krbových kamen (MHMP 2020). Největší podíl emisí TZL a NO<sub>x</sub> pochází z dopravy, u emisí SO<sub>x</sub> z vytápění domácností.

Nejvýznamnější vyjmenované<sup>1</sup> zdroje emisí TZL jsou trvalé nebo dočasné provozny recyklačních linek stavebních odpadů (např. KARE, Praha Chodovská nebo KVD Plus) a dále těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Radotín, KÁMEN Zbraslav a ZAPA beton – betonárna Kačerov). Emise SO<sub>x</sub> nejvíce produkují podniky Českomoravský cement – závod Radotín, KNAUF Praha a v malé míře rovněž Pražské služby – spalovna Malešice). Nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> pochází z Českomoravského cementu – závod Radotín a provozu Pražské služby, a.s. – Závod 14, Zařízení na energetické využití odpadů Malešice). Postupně narůstají emise z provozu kogeneračních jednotek spalujících kalový plyn (Pražské vodovody a kanalizace, a.s., ÚČOV Praha 6) a skládkový plyn (TEDOM a.s. – kogenerační teplárna areál Daewo–Avia).

U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 40 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) CO (Českomoravský cement – závod Radotín). Emise NMVOC v tiskárně Svoboda Press představují 9,1 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů. Druhým nejvýznamnějším producentem emisí NMVOC je Trelleborg Wheel Systems Czech Republic, závod Praha (8,9 %).

1 Jednotlivě jsou sledovány zdroje vyjmenované v příloze č. 2 zákona č. 201/2012, o ochraně ovzduší, s výjimkou kategorie Chovy hospodářských zvířat. Provozovatelé zdrojů jsou podle § 17 odstavce 3 písmene c) povinni vést provozní evidenci o stálých a proměnných údajích o stacionárním zdroji popisujících zdroj a jeho provoz a o údajích o vstupech a výstupech z tohoto zdroje (více viz ČHMÚ 2021d).

## Zóna Střední Čechy

### Středočeský kraj

Středočeský kraj je velikostí, počtem obcí i obyvatel největším krajem ČR. Reliéf kraje je poměrně málo členitý. Sever a východ je rovinatý, na jihu a jihozápadě převládají vrchoviny.

Kvalita ovzduší ve Středočeském kraji je dlouhodobě ovlivňována průmyslovým charakterem kraje; stěžejními průmyslovými odvětvími jsou strojírenství, chemie a potravinářství. V kraji je hustá dopravní infrastruktura a vysoké intenzity dopravy v návaznosti na aglomeraci Praha ( $\text{NO}_x$ ). Je zde hustá rezidenční zástavba s lokálními topeništi. V obcích s počtem obyvatel do dvou tisíc (1 026 obcí) žije 40,7 % obyvatel. Podíl městského obyvatelstva na celkovém počtu obyvatel kraje byl 51,7 % k 31. 12. 2019 a byl nejnižší v celé ČR (ČSÚ, 2020).

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL jsou výroba elektrické energie a tepla (Energotrans Mělník), těžba a zpracování nerostných surovin (SHB – lom Bernartice a ZAPA beton – lom Votice) a rovněž ŠKODA AUTO – závod Mladá Boleslav. Emise  $\text{SO}_x$  pochází z výroby elektrické energie a tepla (Energotrans Mělník, Teplárna Kladno – Elektrárna Kladno, Veolia Energie Kolín – Elektrárna Kolín) a průmyslových zdrojů (např. ORLEN Unipetrol RPA – Jednotka RAFINÉRIE Kralupy). V průběhu října 2020 došlo k ukončení provozu hnědohelných kotlů ve Spolaně a jejich náhradě moderními kotly spalujícími zemní plyn. Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Energotrans Mělník, Teplárna Kladno – Elektrárna Kladno a Veolia Energie Kolín – Elektrárna Kolín) a průmyslové zdroje (SPOLANA, KAVALIERSGLASS provozovna Sázava a ORLEN Unipetrol RPA – Jednotka RAFINÉRIE Kralupy).

U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (56,2 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) CO z výroby vápna (Vápenka Čertovy schody) a emise NMVOC z výroby aut (ŠKODA AUTO a.s. – závod Mladá Boleslav a Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech).

## Zóna Jihozápad

### Jihočeský kraj

Jihočeský kraj svou rozlohou je druhým největším krajem v ČR a zároveň je krajem s nejmenší hustotou zalidnění z celé ČR. Kraj představuje geograficky poměrně uzavřený celek, jehož jádro tvoří jihočeská kotlina. Převážná část kraje leží v nadmořské výšce 400 až 600 m. V Českých Budějovicích a čtyřech největších městech kraje žije cca třetina obyvatel kraje.

Kvalitu ovzduší Jihočeského kraje v rámci ČR můžeme hodnotit příznivě. K nejméně zatíženým oblastem náleží horské partie Šumavy a Novohradských hor. Zhoršenou kvalitu ovzduší lze oče-

kávat v Českobudějovické aglomeraci a v centrech větších měst (Tábor, Písek, Strakonice) kde je soustředěna převážná část průmyslové výroby z celého kraje. Neméně důležitý vliv na kvalitu ovzduší v sídlech tvoří silniční doprava.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárna České Budějovice – Novohradská ulice), těžba a zpracování nerostných surovin (LB MINERALS – pracoviště Borovany a ERB invest) a další průmyslové zdroje (Kasalova pila – Jindřichův Hradec, odkaliště DIAMO SUL Píbram – Mydlovary a Aluprogres). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  z kategorie REZZO 1–2 zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárna Strakonice, Teplárna České Budějovice, Teplárna Písek, Technické služby Kaplice – městská výtopna, C–Energy Planá, Teplárna Tábor) a nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárna České Budějovice – Novohradská ulice, Teplárna Strakonice, C–Energy Planá, CARTHAMUS – Energoblok Domoradice).

### Plzeňský kraj

Plzeňský kraj je svou rozlohou třetím největším krajem v ČR, avšak počtem obyvatel se řadí na osmé místo v ČR. Plzeňský kraj se vyznačuje různorodým reliéfem. Na jedné straně dominantní pásmo pohraničních pohoří na jihozápadě (Šumava a Český les), které je v protikladu s Plzeňskou kotlinou na severovýchodě kraje. Vše je doplněno centrální částí tvořenou Plzeňskou pahorkatinou a částečně Brdskou vrchovinou.

Kvalitu ovzduší Plzeňského kraje v rámci ČR můžeme hodnotit relativně příznivě. K nejméně zatíženým oblastem náleží horské partie Šumavy, Českého lesa, západní Brdy a oblast v okolí Manětína a Nečtin. Opačná situace je v Plzni a jejím okolí, kde měrné emise v okrese Plzeň–město mnohonásobně převyšují hodnoty měrných emisí v ČR. Plzeň se svým okolím je zatížena vysokou koncentrací průmyslových aktivit a silniční dopravou.

Pro Plzeňský kraj je typický vysoký počet malých sídel s nerovnoměrným rozmístěním. Chybí zde města střední velikosti. Struktura středisek je v porovnání s ČR atypická. Ve městech žije cca 66,9 % obyvatel z celkového počtu obyvatel kraje.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují průmyslové zdroje (LASSELSBERGER), těžba a zpracování nerostných surovin (EUROVIA Kamenolomy – kamenolom Těškov, EUROVIA Kamenolomy – Plzeň 6–Litice, LB MINERALS – VJ Plzeňsko, provoz Kaznějov) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Plzeňská teplárenská – areál Teplárna). Nejvýznamnější zdroje REZZO 1–2 emisí  $\text{SO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Plzeňská teplárenská – areál Energetika a areál Teplárna, nebo KLATOVSKÁ TEPLÁRNA) a nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Plzeňská teplárenská – areál Teplárna a areál Energetika, Plzeňská teplárenská a ZEVO Plzeň) a další průmyslové zdroje (Pfeifer Holz a STOELZLE UNION).



## Zóna Severozápad

### Karlovarský kraj

Karlovarský kraj leží na nejzápadě Čech. Na počet obyvatel je Karlovarský kraj nejmenším krajem Česka, rozlohou je třetí nejmenší. Oblast náleží ke Krušnohorské soustavě a terén má charakter převážně vrchovinný.

V kraji je významně zastoupeno lázeňství. Dalším významným ekonomickým odvětvím je těžba hnědého uhlí na Sokolovsku a kaolinu na Karlovarsku. V sokolovské oblasti je zastoupen chemický průmysl a energetika. Na území kraje jsou také známé sklářské a keramické podniky. Lehký průmysl je zastoupen hlavně těžbou dřeva a dřevozpracujícím průmyslem, výrobou dílů pro automobilový průmysl a plastů.

Kraj lze z hlediska znečišťování ovzduší rozdělit na tři oblasti. První lázeňskou část najdeme v jižní části kraje. Zde je hlavně lehký a potravinářský průmysl a na znečištění se převážně podílí lokální topeniště a doprava. V druhé části kraje najdeme chemický průmysl, hnědouhelný důl a elektrárny Vřesová a Tisová. Ty se podílí výrazně na znečištění regionu, ale současně zde najdeme i vliv lehkého průmyslu včetně skláren a keramických závodů. Třetí oblastí je Krušnohoří, kde je většina znečištění ovlivněno lokálními topeništi.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL jsou výroba elektrické energie a tepla (Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část Vřesová a Elektrárna Tisová), těžba a zpracování uhlí a nerostných surovin (Sokolovská uhelná a Basalt CZ – provoz Libá) a dalších průmyslových zdrojů (Synthomer a Lias Vintířov). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část a Elektrárna Tisová) a průmyslové zdroje (Lias Vintířov, O–I Czech Republic – závod Nové Sedlo a Synthomer). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část a Elektrárna Tisová) a průmyslové zdroje (O–I Czech Republic – závod Nové Sedlo a Synthomer).

### Ústecký kraj

Ústecký kraj leží na severozápadě Čech. Reliéf kraje je velmi členitý od hraničního hřebenu Krušných hor, přes sopečné České středohoří, Polabskou nížinu, po nejnižší bod ČR u Hřenska.

Hospodářství kraje je specifické pro různé oblasti kraje. Od oblastí nížinných, tedy zemědělských, přes oblasti průmyslové po oblasti hornaté. Obecně se však kraj vyznačuje výraznou orientací hospodářství na těžký průmysl. Vydátná ložiska hnědého uhlí s sebou nese i průmysl energetického zpracování uhlí. Velké emisní zatížení kraje plyne i z přítomnosti největší česká rafinérie ropy, chemického průmyslu a průmyslu keramického a zpracování železných kovů a mědi. V regionu je též zastoupeno potravinářství – vinařství a pivovarnictví a zemědělství. K emisnímu zatížení kraje přispívá i lehký průmysl a lokální topeniště.

Geografická poloha Ústeckého kraje, která je ještě zvýrazněna emisemi z povrchových hnědouhelných dolů a tepelných elektráren, podporuje vznik inverzních vrstev a zadržuje vznikajících škodlivin v nižších vrstvách atmosféry. Díky odsíření a odprašení elektráren a dalších průmyslových podniků již v kraji znečištění nedosahuje takových hodnot, jako v minulosti, ale region je stále zatížen vyššími koncentracemi škodlivin. I proto je v kraji větší počet stanic pro měření znečištění venkovního ovzduší.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Pruněřov 2, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700), těžba hnědého uhlí a průmyslové zdroje (např. Mondi Štětí – Celulozka). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700, ČEZ – OJ Elektrárna Mělník, Teplárna Trmice, United Energy – teplárna Komořany, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Pruněřov) a průmyslové zdroje (např. AGC Flat Glass Czech – závod Řetenice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Pruněřov 2) a průmyslové zdroje (např. ORLEN Unipetrol RPA – závod PETROCHEMIE).

Při zpracování rostlinných olejů v podniku Viterra jsou produkovány významné emise NMVOC. Emise  $NH_3$  jsou produkovány při výrobě minerální vlny v Knauf Insulation a skla v AGC Flat Glass Czech – závod Řetenice).

## Zóna Severovýchod

### Liberecký kraj

Liberecký kraj leží na samém severu Čech, rozlohou je po Praze druhým nejmenším. Reliéf kraje je velmi členitý – Lužické a Jizerské hory na severu, Krkonoše na severovýchodě a pahorkatiny ve středu a na jihu kraje.

Znečištění ovzduší v Libereckém kraji je menší, chybí tu výrazný zdroj těžkého průmyslu. Na znečištění se v kraji výrazně podílí těžba sklářských i stavebních písků a štěrkopísků a dobývání stavebního kamene, lehký průmysl (sklářství, gumárenství, výroba bižuterie a mincovna), potravinářský průmysl a lokální topeniště. Výrazným zdrojem znečištění ovzduší kadmiiem je sklářský průmysl v Desné a v okolí (více viz kap. IV.6).

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje s těžbou a zpracováním kamene (EUROVIA Kamenolomy – Košťálov a DP Chlum, Provodínské písky a CEMEX Sand – lom Smrčí) a další průmyslové zdroje (MLÝN PERNER SVIJANY a Wotan Forest OPO JILOS). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ENERGIE Holding – výtopna Hradčany, Teplárna Liberec, GOLEM Velké Hamry – MEZIVODÍ) a průmyslové zdroje (Sklostroj Turnov CZ – Turnov a Galvanoplast

Fischer). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (TERMIZO – Spalovna komunálních odpadů a DIAMO TÚU Stráž pod Ralskem) a průmyslové zdroje (PRECIOSA ORNELA závod Desná a Polubný a Crystalex CZ – závod Nový Bor). Významnější emise NMVOC produkují výroby Fehrer Bohemia Česká Lípa a Magna Exteriors (Bohemia) – závod Liberec.

## Královéhradecký kraj

Královéhradecký kraj se nachází na severovýchodě Čech. Severní hranice kraje tvořená Orlickými horami a Krkonošemi kontrastuje s jižní hranicí tvořenou Polabskou nížinou. Kvalita ovzduší je v Královéhradeckém kraji na relativně dobré úrovni. Ovlivňuje ji především dopravní zátěž i přes velice hustou síť železniční dopravy, která je pouze na dvou tratích kompletně elektrifikována. Krajské město Hradec Králové je velkým silničním uzlem i přes to, že dálniční síť je teprve ve výstavbě. Dále je ovzduší ovlivněno lokálním vytápěním.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí), těžba a zpracování nerostných surovin (výroba minerální vlny Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice, Krkonošské vápenky Kunčice – lom Lánov a Sklopísek Střeleč) a další průmyslové zdroje (slévárna Seco Industries – provozovna Jičín, TereosTTD – Cukrovar České Meziříčí, Kimberly-Clark Jaroměř a Serafin Campestrini Borohrádek). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí a Teplárna Dvůr Králové, Tepelné hospodářství – Výtopna Draha) a průmyslové zdroje (TereosTTD – Cukrovar České Meziříčí a Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí a Teplárna Dvůr Králové) a průmyslové zdroje (TereosTTD – Cukrovar České Meziříčí a Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice).

## Pardubický kraj

Pardubický kraj se nachází na jihovýchodě České republiky. Severní hranice je tvořena Orlickými horami a pohořím Kralický Sněžník. Na jihu sousedí s krajem Vysočina, z toho důvodu je i zde mírná pahorkatina. Rovinný terén je převážně v okolí krajského města Pardubice a sousedního města Chrudimí. Rozlohou je na desátém místě ze všech krajů.

Kvalita ovzduší je v kraji ovlivňována především chemickým průmyslem (například světoznámá výroba Semtexu), dopravou a lokálním vytápěním.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Chvaletice, Elektrárny Opatovice – Elektrárna Opatovice), těžba nerostných surovin (EUROVIA Kamenolomy – lom Chornice) a další průmyslové zdroje (CEMEX Czech Republic). Nejvýznamnější zdroje emisí

$\text{SO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Opatovice, Elektrárna Chvaletice a Synthesia – odbor Energetika) a průmyslové zdroje (CEMEX Czech Republic, Synthesia – SBU Nitroceluloza – část Anorganika nebo P-D Refractories CZ). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Chvaletice a Elektrárna Opatovice) a průmyslové zdroje (CEMEX Czech Republic).

## Zóna Jihovýchod

### Kraj Vysočina

Kraj Vysočina patří co do rozlohy k větším krajům ČR. Od okolních krajů se odlišuje vyšší průměrnou nadmořskou výškou, vyšší členitostí území a řídkým osídlením (jedná se o pátý největší kraj, ale zároveň kraj s čtvrtým nejnižším počtem obyvatel). Více než polovinu území pokrývá zemědělská půda (60,6 %) a zbytek území tvoří především lesy (30,4 %). Celé území leží v oblasti Českomoravské vrchoviny.

Z hlediska znečištění ovzduší lze kraj hodnotit velmi pozitivně. Vysoký podíl lesů, menší podíl měst a zároveň absence výraznějšího průmyslu znamenají, že kvalita ovzduší je na většině míst příznivá. Kvalita ovzduší je v kraji ovlivňována lokálním vytápěním (hlavní zdroj TZL a  $\text{SO}_x$ ) a dopravou, zejména dálnicí D1 (hlavní zdroj  $\text{NO}_x$ ).

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje s těžbou a zpracováním kamene (COLAS CZ) a další průmyslové zdroje (Lukaform, KRONOSPAN CR a Dřevozpracující družstvo). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  produkují energetické zdroje ŽĎAS a dále kotelna podniku Dřevozpracující družstvo a ATOS – kotelna Stínadla. Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují především průmyslové zdroje KRONOSPAN OSB a KRONOSPAN CR a dále kotelna podniku Dřevozpracující družstvo.

### Jihomoravský kraj bez aglomerace Brno

Jihomoravský kraj se nachází na jihovýchodě ČR, jeho centrem je Brno – druhé největší město v ČR. Z pohledu meteorologického se jedná v kontextu ČR o velmi teplou oblast. Zejména v jižní části kraje je velmi rozšířeno zemědělství, nachází se zde více než 90 % veškerých vinic v ČR. Celkem tvoří zemědělská půda přibližně 60 % území. Oproti ostatním krajům má Jihomoravský kraj vyšší hustotu zalidnění.

Kvalita ovzduší je v Jihomoravském kraji ovlivňována lokálním vytápěním domácností (zejména v malých obcích) a ve větší míře se projevuje vliv již zmiňovaného zemědělství a eroze půdy v jižní části kraje. Lokálně ovlivňuje kvalitu ovzduší výrazněji také doprava, a to především na území měst a v oblastech s vyšší intenzitou dopravy (například podél dálnic D1 a D2, které krajem prochází).

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – Elektrárna Hodonín), těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Mokrý, COLAS CZ – kamenolom Tasovice, KAMENOLOMY ČR – kamenolom Lhota Rapotina) a další průmyslové zdroje (např. NAVOS – NS Hustopeče). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – Elektrárna Hodonín), těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Mokrý) a průmyslové zdroje (např. VETROPACK MORAVIA GLASS). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují průmyslové zdroje (Českomoravský cement – závod Mokrý, VETROPACK MORAVIA GLASS a CARMEUSE CZECH REPUBLIC – Vápenka Mokrý) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – Elektrárna Hodonín).

U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 70 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) CO z výroby cementu v provozovně Českomoravský cement, Závod Mokrý, která produkuje rovněž větší emise  $NH_3$ .

## Aglomerace Brno

Aglomerace Brno zahrnuje území druhého největšího města v ČR, Brna. Leží přibližně ve středu Jihomoravského kraje.

Tak jako v každém větším městě, ovlivňuje kvalitu ovzduší v Brně doprava, která je zdrojem zejména  $NO_x$ . Naopak lokální vytápění domácností nepředstavuje tak významný problém, jelikož je celé území plynofikované a vytápění v kotlích na tuhá paliva není příliš časté, přesto nelze tento zdroj znečišťování ani v Brně opomíjet a týká se zejména okrajových částí města.

V poslední době se projevují na území Brna v souvislosti s kvalitou ovzduší dva negativní aspekty. Tím prvním je stále nedostavěný velký městský okruh, který by svedl tranzitní, ale i část osobní dopravy mimo hustě obydlenou oblast a zvýšil plynulost dopravy. Druhým problematickým aspektem jsou stavební práce, které na některých lokalitách (zejména na jih od hlavního nádraží) velmi lokálně, ale za to velmi výrazně, negativně ovlivňují kvalitu ovzduší navýšením koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$ .

Za konkrétních rozptylových a meteorologických podmínek se i na území Brna projevuje výrazněji vliv dálkového transportu, a to především při severovýchodním proudění, kdy se Moravskou bránou na území aglomerace dostává znečištění z Moravskoslezského kraje či přeshraničně až z Polska.

Nejvýznamnějším vyjmenovaným zdrojem emisí TZL je Eligo – odštěpný závod Brno. Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (SAKO Brno – divize 3 ZEVO a provozovny Tepláren Brno) a dále průmyslové zdroje (např. Slévárna HEUNISCH Brno). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárny Brno a SAKO Brno – divize 3 ZEVO) a průmyslové zdroje (REMET – provoz Brno).

## Zóna Střední Morava

### Olomoucký kraj

Olomoucký kraj patří hustotou zalidnění i rozlohou k průměru v rámci ČR. Geograficky zahrnuje sever a severozápad Moravy (zde v Hrubém Jeseníku dosahuje území nejvyšších nadmořských výšek) a západ Českého Slezska. Na severu sousedí s Polskem. Jihovýchodní části kraje charakterizují nížinné oblasti Hané, lemované výběžky vrchovin. Od severu k jihu krajem protéká řeka Morava. Tyto geografické podmínky ovlivňují nejen polohu hlavních dopravních koridorů, ale i charakter šíření znečišťujících látek v atmosféře.

V kraji převažuje zpracovatelsko–strojírenský průmysl a zemědělská činnost. Územím kraje procházejí dálnice D1, D35 a D46. Na znečištění ovzduší se také podílí dálkový a regionální přenos znečištění ze zahraničí (Polsko) i ze sousedního Moravskoslezského kraje. Významné množství lokálních emisí však vzniká při nedokonalém spalování paliv v sektoru vytápění domácností.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje s těžbou a zpracováním kamene (OMYA CZ – závod Pomezí, ZAPA beton – lom Hrubá Voda, Kámen Brno – kamenolom Kobeřice) a další průmyslové zdroje (ROUČKA SLÉVÁRNA – Slévárna Lutín, Cement Hranice a PRECHEZA). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Přerov a Teplárna Olomouc) a průmyslové zdroje (PRECHEZA, Tereos TTD, Závod lihovar Kojetín, Cukrovar Vrbátky a Litovelská cukrovarna). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Přerov a Teplárna Olomouc) a průmyslové zdroje (např. Cement Hranice a Precheza).

U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 40 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) CO podniku Cement Hranice. Významné emise NMVOC produkuje podnik ADM Olomouc.

### Zlínský kraj

Zlínský kraj leží na východě ČR a je tvořen kopcovitým terénem, který místy přechází v hornatý. Celkově zaujímá Zlínský kraj 5 % celkového území ČR. Jedná se o kraj s nadprůměrnou lesnatostí ve srovnání s jinými kraji v ČR. Zemědělská půda tvoří přibližně polovinu území kraje.

Kvalitu ovzduší ve Zlínském kraji lze celkově hodnotit jako zhoršenou ve srovnání s jinými kraji v ČR. Je to dáno především malými zdroji znečišťování, tedy hlavně lokálním vytápěním domácností. Právě menší zdroje znečišťování ovzduší jsou v případě TZL a benzo[a]pyrenu dominantní. Do jisté míry se na znečištění podílí také větší průmyslové zdroje, což platí hlavně u  $NO_x$  a  $SO_x$ . Emise  $NO_x$  pochází především z dopravy, která ovlivňuje kvalitu ovzduší v tomto kraji lokálně, zejména v oblastech měst a oblastí s vyšší intenzitou dopravy. Zhoršená kvalita ovzduší v kraji je do značné míry dána také dálkovým transportem znečišťujících

látek z okolí, a to zejména ze severu a severovýchodu, tedy z oblastí Moravskoslezského kraje či přeshraničně z Polska.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují průmyslové zdroje (CS CABOT, ZEVOS Sušárna Dolní Němčí a Pelety Bylnice) a dále zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika, Teplárna Otrokovice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika, Teplárna Otrokovice, Teplárna Zlín, CTZ Uherské Hradiště) a průmyslové zdroje (DEZA – Chemické výroby a CS CABOT). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika, Teplárna Otrokovice, Teplárna Zlín) a průmyslové zdroje (CS CABOT a DEZA – Chemické výroby).

U emisí dalších znečišťujících látek patří k významnějším emise  $\text{NH}_3$  produkovaná při spalování koncových plynů v DEZA – Energetika.

## Moravskoslezský kraj

Moravskoslezský kraj je dle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, pro účely posuzování a hodnocení kvality ovzduší rozdělen na zónu Moravskoslezsko a aglomeraci O/K/F-M (Obr. I.2).

Moravskoslezský kraj je třetím nejlidnatějším v ČR, hustotou zalidnění je druhý v pořadí za Prahou. Větší část kraje leží v Českém Slezsku. Svou polohou na severovýchodě republiky zahrnuje jak nejprůmyslovější regiony ČR, tak i zemědělské a horské oblasti. Tato rozmanitost je způsobena geografickými i geologickými podmínkami (od horských poloh přes hornatiny, náhorní plošiny až po nížinný terén), podstatnou roli sehrává hraniční poloha s Polskem. Významným dopravním tahem je dálnice D47–Lipník–Ostava. Krajem procházejí dva mezinárodní železniční koridory.

Přírodní charakter a odlišný ekonomický vývoj se podílejí na rozdílech v kvalitě životního prostředí jednotlivých oblastí kraje. Nejzávažnější dopady na životní prostředí se koncentrují do střední a severovýchodní části kraje (Ostravsko, Karvinsko, Frýdecko-Místecko a Třinecko), jehož obyvatelstvo je vystaveno nejvyšší míře znečištění ovzduší v rámci ČR. Na druhé straně jsou součástí Moravskoslezského kraje také místa s významnými a cennými přírodními zvláštnostmi, jež jsou chráněny v rámci tří CHKO.

## Zóna Moravskoslezsko

Mimo průmyslové jádro kraje, ležící v samostatně popisované aglomeraci O/K/F-M, se nachází jen relativně malá část vyjmenovaných zdrojů znečišťování. Nejvýznamnějším takovým technologickým zdrojem je výroba vápna, dalšími jsou teplárenské a technologické zdroje (potravinářství, léčiva). Ačkoliv u vytápění domácností v průměru převládají centrální zdroje tepla, v kraji je evidován stále vysoký podíl spalování pevných paliv v zastaralých typech spalovacích zařízení.

Mimo průmyslové jádro kraje mezi nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL patří zdroje s těžbou a zpracováním kamene (EUROVIA Kamenolomy, Jakubčovice nad Odrou, SILNICE MORAVA – Kamenolom Tisová) a další průmyslové zdroje (Moravskoslezské

cukrovary – odštěpný závod Opava, TATRA METALURGIE – slévárna a AL INVEST Břidličná). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují průmyslové zdroje (Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava, LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK – výroba vápna) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (TEPLO BRUNTÁL – Centrální výtopna, Veolia Energie ČR – Teplárna Krnov a KOMTERM Technology – Energetika Kopřivnice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Krnov, TEPLO BRUNTÁL – Centrální výtopna) a průmyslové zdroje (Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava, LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK – výroba vápna).

U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl emisí CO z výroby vápna (LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK). Významné emise NMVOC produkují podniky Teva Czech Industries, STYRO-TRADE Rýmařov a AL INVEST Břidličná.

## Agglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

Charakter i plocha aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek se od ostatních dvou aglomerací ČR (Praha a Brno) výrazně odlišují. Agglomerace zahrnuje plochu tří celých okresů, nikoliv pouze městské oblasti. Celkem aglomerace O/K/F-M zaujímá více než třetinu Moravskoslezského kraje. Území je historicky zatížené rozsáhlou průmyslovou činností v oblasti Hornoslezské pánve. Klíčovými faktory ovlivňujícími výslednou kvalitu ovzduší jsou vysoká koncentrace průmyslové výroby, velká hustota zástavby s lokálním vytápěním pevnými palivy a hustá dopravní infrastruktura na obou stranách česko-polské hranice. Obce na většině území aglomerace na sebe navzájem bezprostředně navazují (tzv. slezský typ zástavby) a průmyslové areály jsou součástí měst.

Podstatným činitelem, který se podílí na výsledné snížené kvalitě ovzduší v aglomeraci, je míra a charakter přeshraničního i mezi-regionálního přenosu znečištění v nejčastějších směrech proudění větru. V oblasti česko-polské hranice je to nejtypičtěji v ose jihozápad–severovýchod. V aglomeraci (a to nejen v bezprostřední blízkosti hranice na Karvinsku) tak významně ovlivňují kvalitu ovzduší (za určitých meteorologických situací dokonce určujícím způsobem) také přeshraniční emise a imisní příspěvky pocházející z území Polska. Možnosti rozptylu či přenosu znečišťujících příměsí v atmosféře podmiňují i další meteorologické faktory (kap. III). Nejen v nížinné rovině Ostravské pánve, ale například i v horských údolích aglomerace dochází k častému výskytu inverzního charakteru počasí se stabilním teplotním zvrstvením atmosféry, a tedy zhoršenými rozptylovými podmínkami, které zvláště v zimním období rovněž významně přispívají ke zvyšování koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. K nejčastějšímu výskytu smogových epizod s nadprahovými koncentracemi suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  v rámci aglomerace dochází v údolních oblastech Olše a Odry s těžištěm výskytu od prosince do února (podrobnosti v kap. VI).

Jednotlivé kategorie zdrojů emisí mají v aglomeraci O/K/F-M odlišné zastoupení, než je tomu v jiných oblastech ČR. Podíl průmyslových zdrojů a energetiky na emisích hlavních škodlivin se

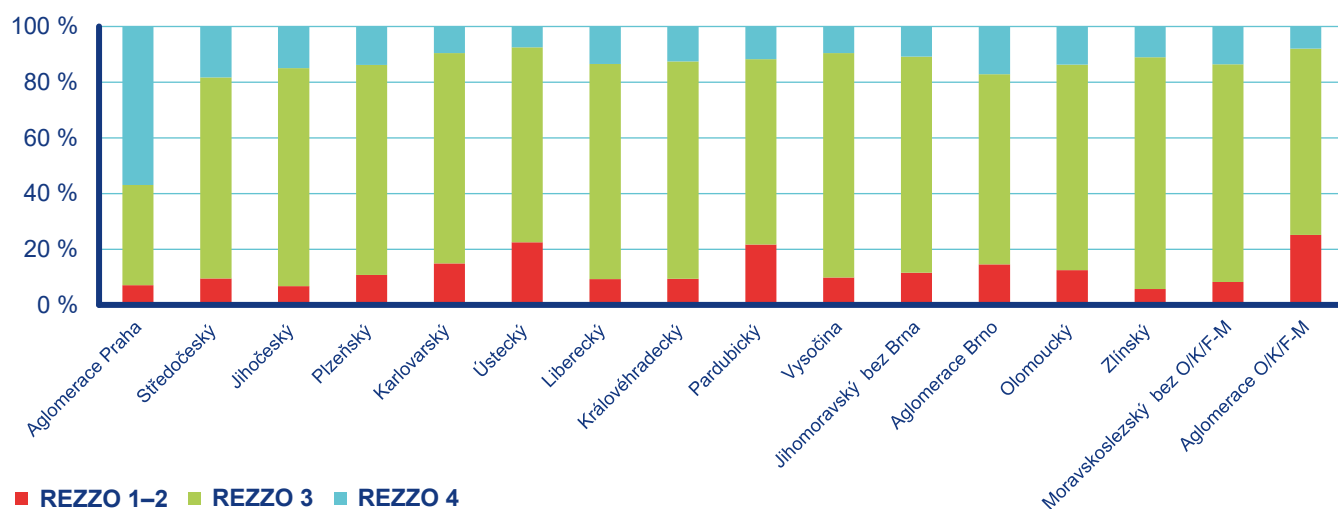


stále snižuje. Významné hutní komplexy společně s koksovny, energetikou a dalšími individuálně sledovanými zdroji však dosud produkují podstatnou část znečištění.

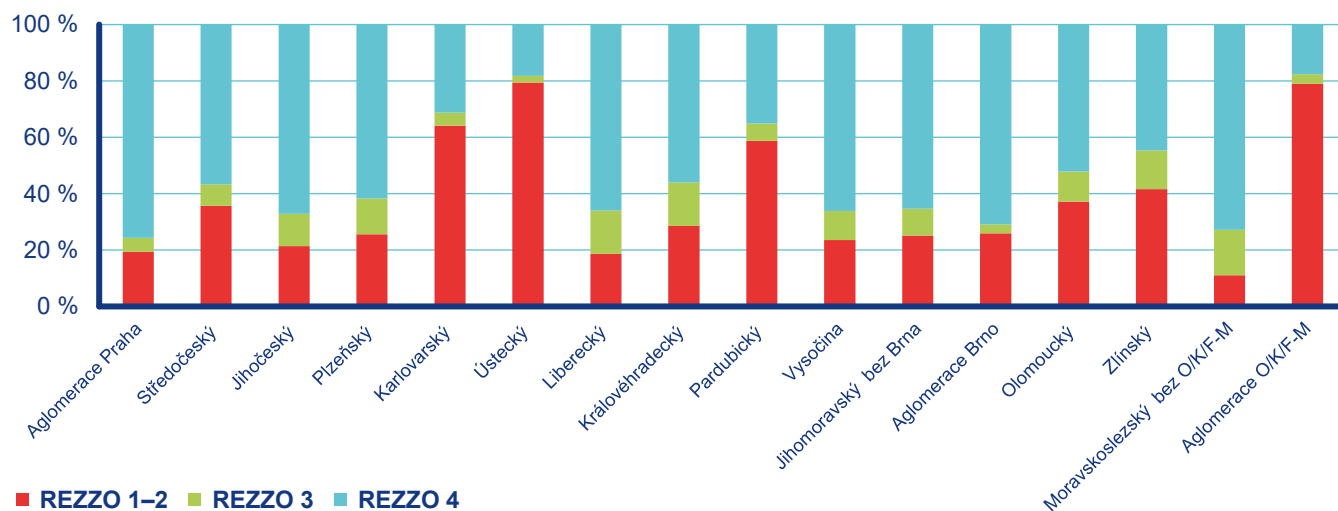
Z hlediska vytápění lze v hodnoceném území nalézt významnější rozdíly vyplývající především z charakteru skladby domácností jednotlivých okresů. Zatímco v okrese Frýdek–Místek se podíl bytů vytápěných lokálně pevnými palivy blíží 20 %, v okrese Karviná se jedná o cca 8 % a v okrese Ostrava o 4 %. Tato skutečnost, zvýrazněná navíc vyšší průměrnou nadmořskou výškou sídel v okrese Frýdek–Místek i větší průměrnou plochou bytů, se projevuje především u emisí, u nichž tvoří kategorie REZZO 3 významnější podíl, tj. u TZL a částic, VOC, benzenu a především u emisí benzo[*a*]pyrenu.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují průmyslové zdroje (Liberty Ostrava především závod 13 Ocelárna a závod 12 Vysoké pece, TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY – Výroba surového železa a dále např. OKK Koksovny – Koksovna Svoboda) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ENERGETIKA TŘINEC a Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice). Nejvýznamnější zdroje emisí SO<sub>x</sub> zastupují průmyslové zdroje (Liberty Ostrava – závod 12 Vysoké pece, TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY – Výroba surového železa a Biocel Paskov), zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice a ČSA, TAMEH Czech a ENERGETIKA TŘINEC). Nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> zastupují rovněž průmyslové zdroje (TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, Liberty Ostrava a Biocel Paskov) a výroba elektrické energie a tepla (TAMEH Czech – Teplárna společnosti, Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice, ENERGETIKA TŘINEC – provoz teplárny a tepelná energetika a Elektrárna Dětmarovice).

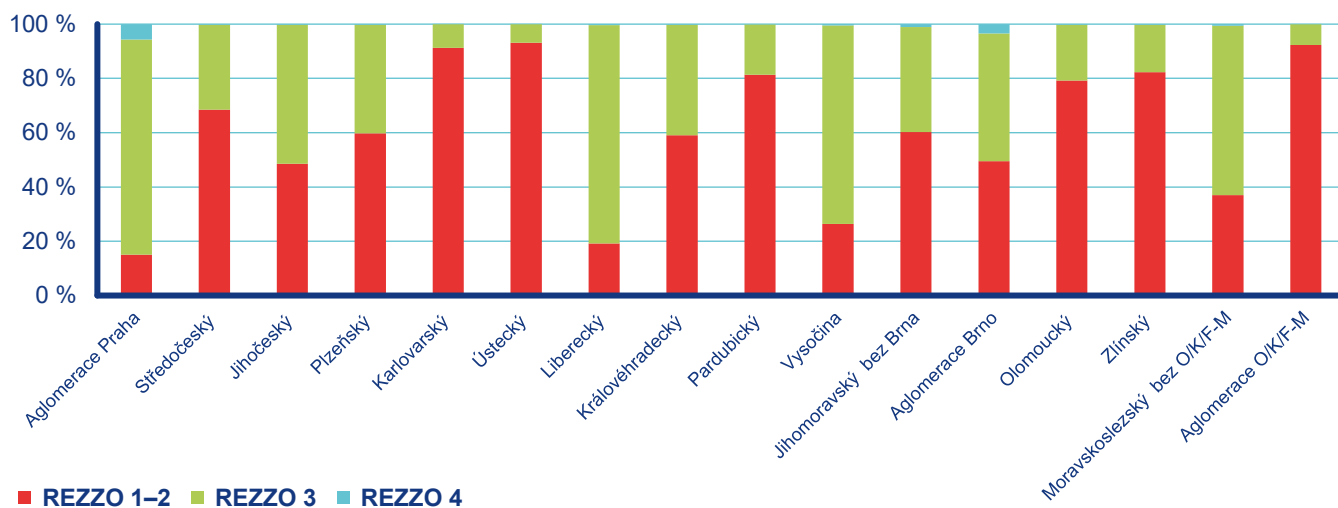
U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl emisí CO při výrobě oceli (TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY a Liberty Ostrava). Významné emise NMVOC produkuje výroba automobilů HYUNDAI MOTOR MANUFACTURING CZECH a Biocel Paskov. Větší emise NH<sub>3</sub> produkuje podnik ROCKWOOL, výrobní závod Bohumín.



Obr. V.1.1 Skladba emisí TZL v regionech ČR, 2019



Obr. V.1.2 Skladba emisí NO<sub>x</sub> v regionech ČR, 2019



Obr. V.1.3 Skladba emisí SO<sub>x</sub> v regionech ČR, 2019



## V.2 Index kvality ovzduší v regionech České republiky

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 (SO<sub>2</sub>), oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>) a suspendovaných částic (PM<sub>10</sub>) současně. V letním období (1. 4. – 30. 9.) se navíc hodnotí také 3hodinové klouzavé koncentrace přízemního ozonu (O<sub>3</sub>). 3hodinový klouzavý průměr vysti-

huje potenciální dopad znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel lépe než hodinové nebo denní průměrné koncentrace. Výhodou IKO je srozumitelné základní trojstupňové barevné rozdělení. Aktuální hodnoty IKO jsou dostupné na internetových stránkách ČHMÚ<sup>2</sup>, spolu s konkrétními radami a doporučeními SZÚ<sup>3</sup> k zajištění ochrany lidského zdraví (Tab. V.2.1). Uvedená zdravotní doporučení jsou podložena hodnoceními Světové zdravotnické organizace (WHO 2000).

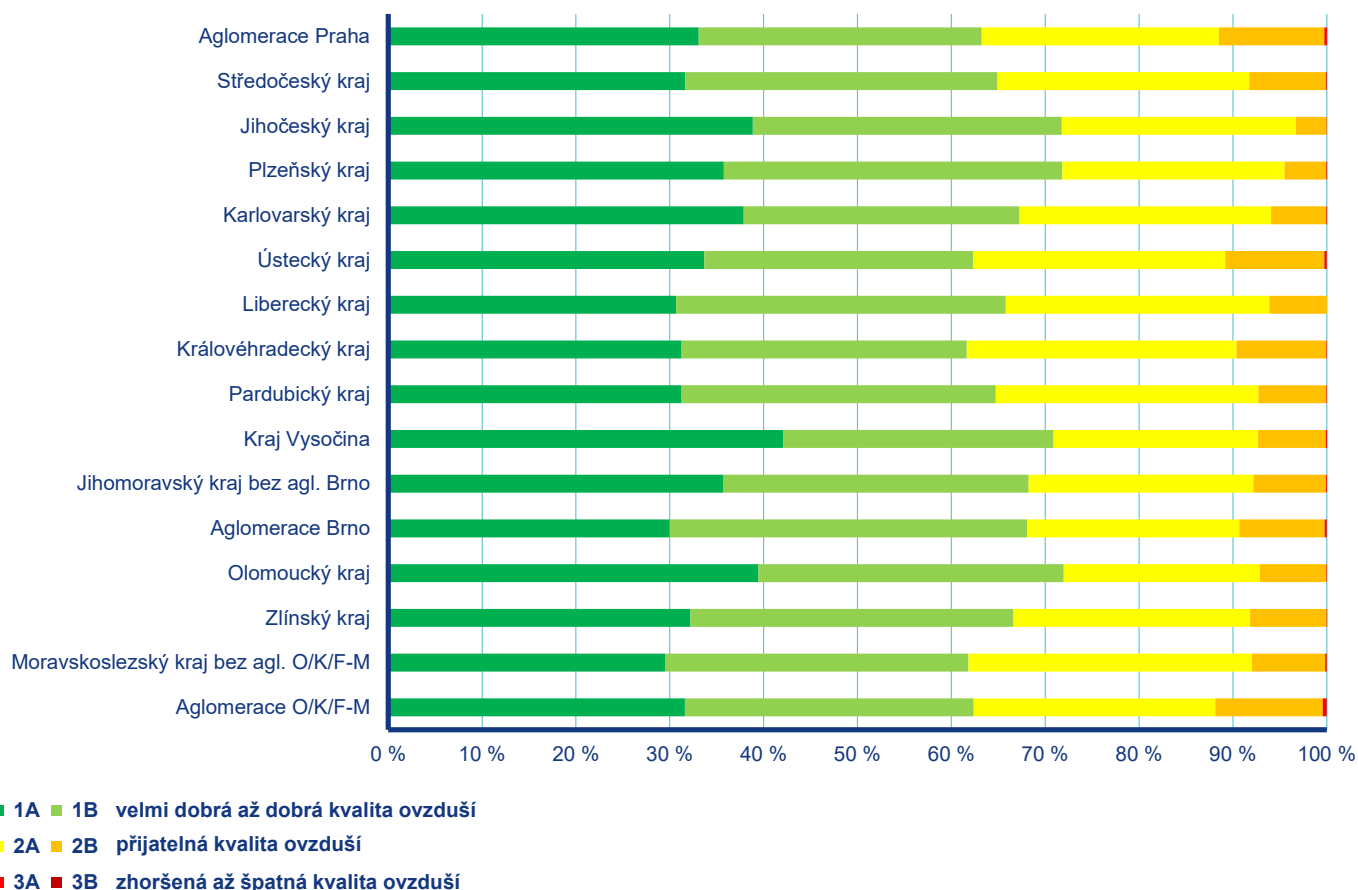
V jednotlivých regionech převládala v roce 2020 velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší (stupeň 1A, 1B), a to v rozmezí 61–72 % (Obr. V.2.1). Přijatelná kvalita ovzduší (stupeň 2A, 2B) se vyskytovala v rozmezí 28–38 %. Zhoršená až špatná kvalita ovzduší byla zaznamenána ve všech regionech ČR s výjimkou Libereckého kraje v rozmezí 0,1–0,4 %.

Tab. V.2.1 Doporučení SZÚ ke snížení expozice obyvatel znečišťujícími látkami a ochraně zdraví

Stupeň	Rozmezí indexu	Kvalita ovzduší	Citlivé a ohrožené skupiny	Obecná populace
<b>1A</b>	< 0,34	Velmi dobrá až dobrá.	Ideální podmínky pro pobyt venku.	Ideální podmínky pro pobyt venku.
<b>1B</b>	≥ 0,34–0,67		Venkovní aktivity bez omezení.	Venkovní aktivity bez omezení.
<b>2A</b>	≥ 0,67–1,00	Přijatelná.	Může představovat nepatrné riziko vzniku obtíží pro velmi malý počet lidí, kteří jsou mimořádně citliví na znečištění ovzduší. Není třeba měnit své obvyklé venkovní aktivity, pokud nezaznamenáte příznaky, jako je kašel a dráždění krku.	Venkovní aktivity bez omezení.
<b>2B</b>	≥ 1,00–1,50		Zvažte snížení nebo odložení/přesunutí namáhavých činností venku, zejména pokud se zhorší Váš zdravotní stav nebo se objeví příznaky, jako je kašel a dráždění v krku.	Není třeba měnit své obvyklé aktivity venku.
<b>3A</b>	≥ 1,50–2,00	Zhoršená až špatná.	Omezte namáhavé činnosti zejména ve venkovním prostředí, zvláště pokud se zhorší Váš zdravotní stav nebo se objeví příznaky jako je kašel a podráždění krku. Astmatici a lidé s chronickým onemocněním mohou mít potřebu častějšího použití úlevového léku. Všichni starší lidé a děti by měli omezit fyzickou aktivitu.	Zvažte snížení nebo odložení/přesunutí namáhavé činnosti venku, pokud se objeví příznaky, jako je kašel a podráždění krku.
<b>3B</b>	≥ 2,00		Zkraťte pobyt venku a vyhněte se při tom fyzické námaze. Astmatici a lidé s chronickým onemocněním mohou mít potřebu častějšího použití úlevového léku.	Omezte nebo odložte namáhavé činnosti venku, zvláště když zaznamenáte jakékoliv nepříjemné pocity a příznaky jako je dráždění v krku, pálení očí kašel apod.

2 [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_3hour\\_data\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_3hour_data_CZ.html)

3 [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/d\\_szu.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/d_szu.pdf)



Obr. V.2.1 Skladba indexu kvality ovzduší v jednotlivých regionech ČR, 2020

### Index kvality ovzduší na městských a předměstských stanicích

Na městských a předměstských stanicích se v roce 2020 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO (1A a 1B, velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší), a to v rozmezí 64–78 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.2). Nejvyšší výskyt byl zaznamenán v Jihočeském kraji (78 %), nejnižší pak v aglomeraci O/K/F-M (64 %). Druhý stupeň IKO (2A a 2B, přijatelná kvalita ovzduší) byl nejčastěji zaznamenán v Ústeckém kraji (36 %), nejméně často v kraji Jihočeském (22 %). S výjimkou Libereckého kraje byl ve všech regionech zaznamenán i třetí stupeň IKO (3A a 3B, zhoršená až špatná kvalita ovzduší), nejvíce v aglomeraci O/K/F-M (0,3 %).

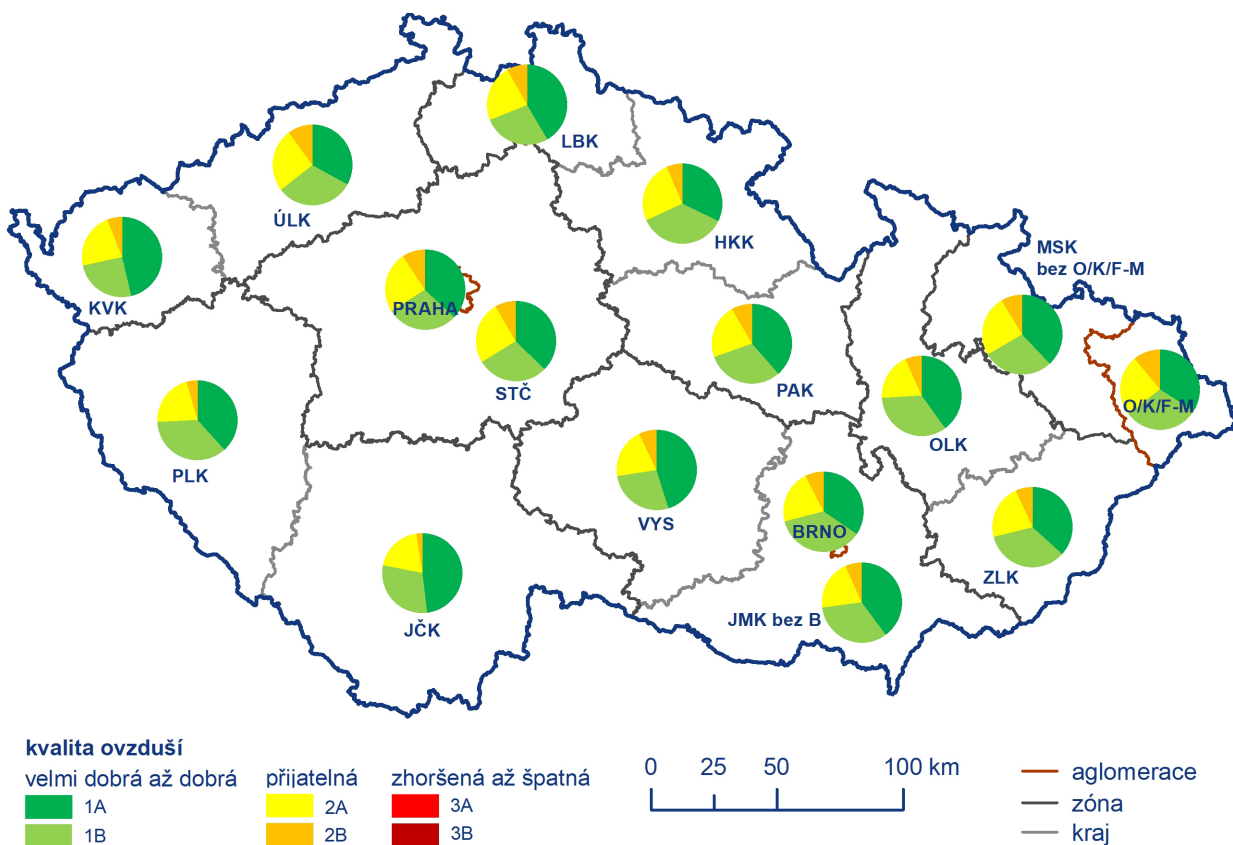
### Index kvality ovzduší na venkovských stanicích

Na venkovských stanicích se v roce 2020 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 55–68 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.3). Výjimku tvoří Karlovarský kraj, kde se první i druhý stupeň IKO vyskytovaly stejně často a Pardubický kraj, kde převažoval druhý stupeň IKO (55 %) oproti prvnímu stupni (45 %). Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v kraji Vysočina (68 %). Druhý stupeň IKO byl po Pardubickém a Karlovarském kraji nejčastěji zaznamenán v Královéhradeckém kraji

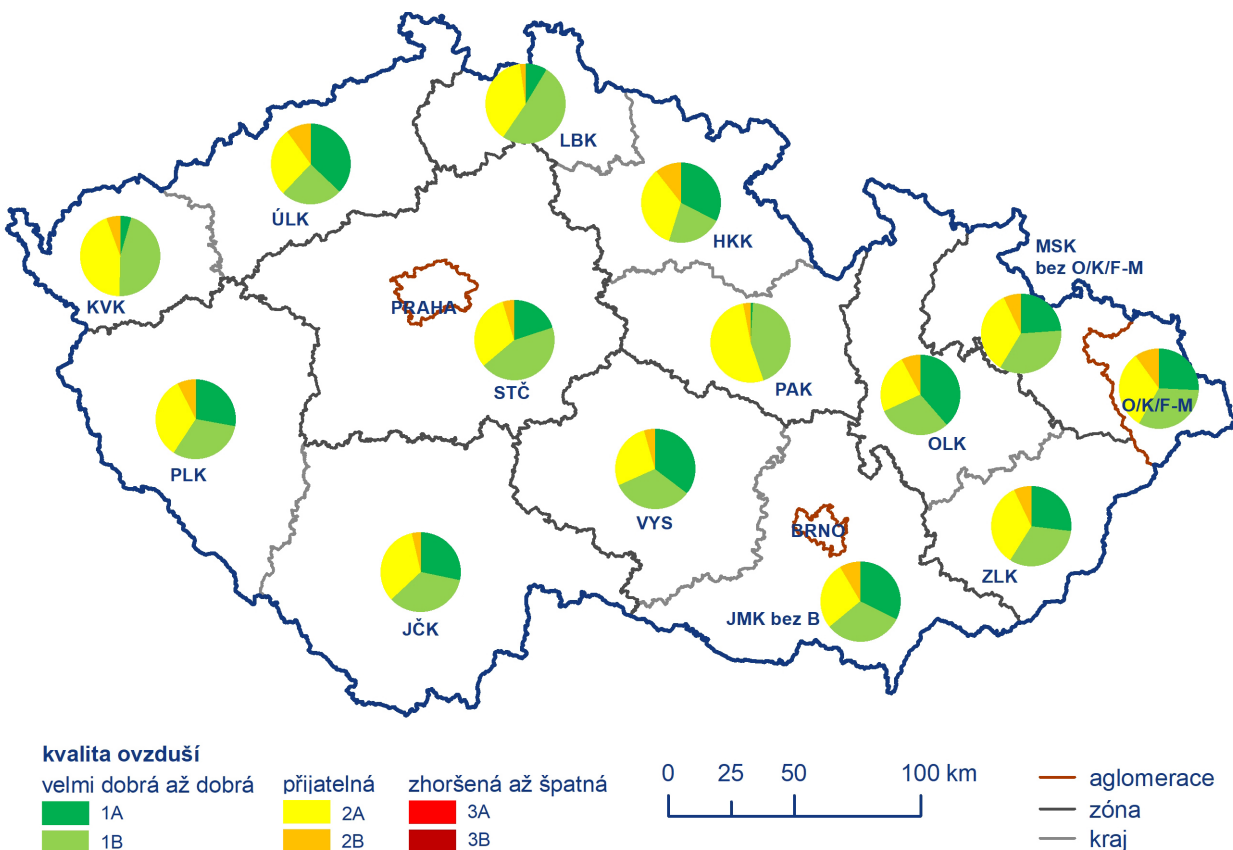
(45 %), nejméně často v kraji Vysočina (32 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán v Moravskoslezském kraji včetně aglomerace O/K/F-M a dále v Jihomoravském, Olomouckém, Plzeňském, Středočeském, Ústeckém a Zlínském kraji. Nejčastěji se třetí stupeň IKO vyskytoval v aglomeraci O/K/F-M (0,9 %).

### Index kvality ovzduší na dopravních stanicích

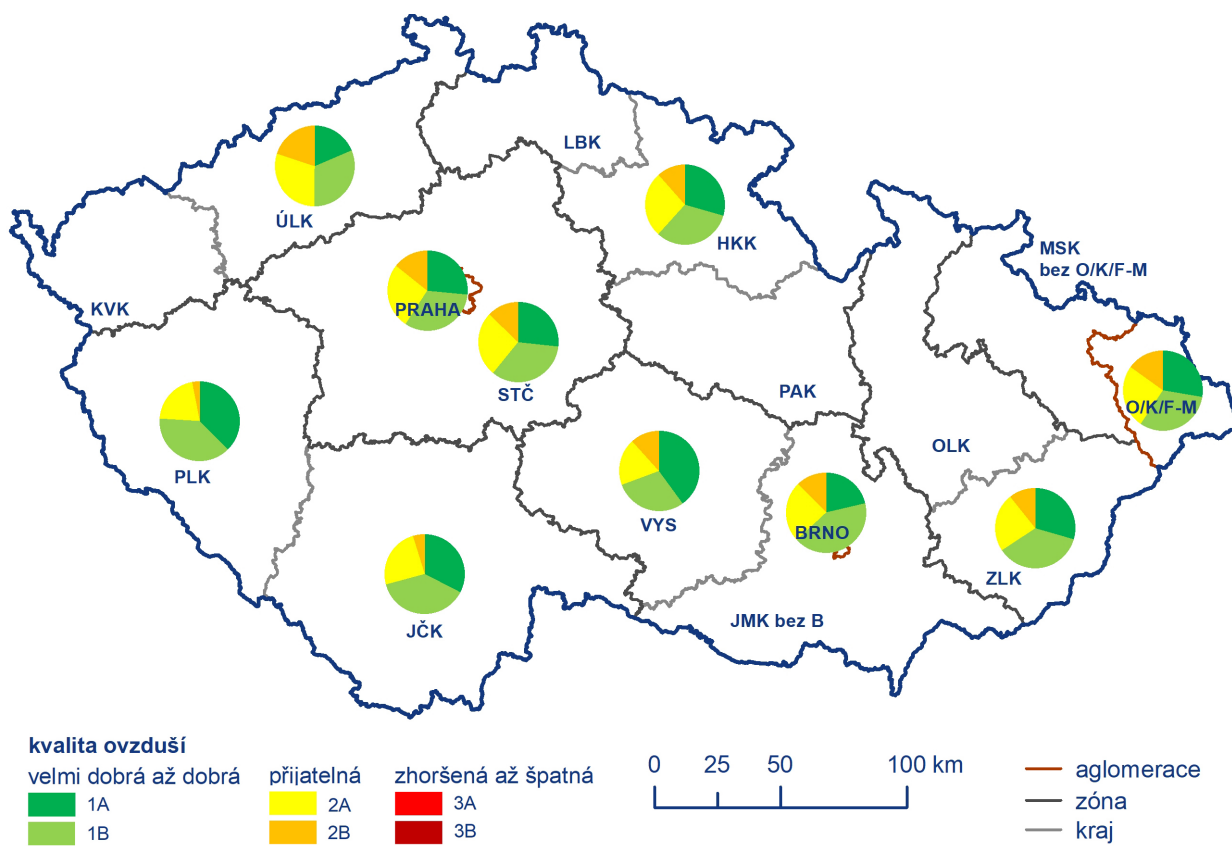
Na dopravních stanicích se v roce 2020 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 60–76 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.4). Výjimku tvoří Ústecký kraj, kde se první i druhý stupeň IKO vyskytovaly stejně. Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v Plzeňském kraji (76 %). Druhý stupeň IKO byl po Ústeckém kraji nejčastěji zaznamenán v aglomeracích Praha a O/K/F-M (40 %), nejméně často v Plzeňském kraji Vysočina (24 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán ve všech regionech, kde jsou k dispozici měření z dopravních stanic. Nejčastěji se třetí stupeň IKO vyskytoval v Ústeckém kraji (0,9 %).



**Obr. V.2.2** Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2020



**Obr. V.2.3** Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2020



Obr. V.2.4 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2020

## V.3 Regionální rozdíly kvality ovzduší v České republice

### V.3.1 Podíl území a obyvatelstva regionů vystavených nadlimitním koncentracím

Vývoj plochy území s nadlimitními koncentracemi polutantů, vyjma ozonu, v zónách a aglomeracích v letech 2012–2020<sup>4</sup> poukazuje na značné regionální rozdíly kvality ovzduší v ČR (Obr. V.3.1.1). Nejvíce zatíženými regiony z pohledu podílu území, kde došlo k překročení imisního limitu alespoň pro jednu látku znečišťující ovzduší, je dlouhodobě Moravskoslezský, Olomoucký a Zlínský kraj. K regionům, kde byla vymezena významná část území s nadlimitními koncentracemi, patřila do roku 2018 i aglomerace Praha, ve které v roce 2019 došlo k nejvýraznějšímu zmenšení plochy s nadlimitními koncentracemi v souvislosti s poklesem koncentrací benzo[*a*]pyrenu a suspendovaných částic PM<sub>10</sub>. Podobnou situaci pozorujeme i v aglomeraci Brno a v Ústeckém a Středočeském kraji, ačkoliv v těchto třech regionech byl podíl území s nadlimitními koncentracemi v porovnání s Prahou před rokem 2019 nižší. Naopak k regionům s nejnižším až v některých letech nulovým podílem území s výskytem nadlimitních koncentrací patří kraje Karlovarský, Vysočina a Jihočeský.

Po zahrnutí přízemního O<sub>3</sub> dochází k výraznému navýšení podílu území s nadlimitními koncentracemi v jednotlivých regionech (Obr. V.3.1.2), a s výjimkou kraje Vysočina v roce 2014 došlo k vymezení tohoto území ve všech regionech po celé hodnocené období 2012–2020. V některých regionech v Čechách (Karlovarský, Ústecký, Jihočeský a Plzeňský kraj, Praha, Středočeský a Liberecký kraj) je patrný nárůst tohoto podílu za hodnocené období 2012–2020, zatímco v regionech na Moravě (Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský kraj) podíl území s nadlimitními koncentracemi klesá. V ostatních regionech je vývoj kolísavý.

Vedle porovnání plochy s překročenými imisními limity v regionech je uvedeno i porovnání procenta obyvatel žijících v těchto oblastech v letech 2012–2020 (Obr. V.3.1.3 a Obr. V.3.1.4).

Vzhledem k tomu, že v jednotlivých regionech je odlišná hustota obyvatel, je ukazatel podílu území regionů s nadlimitními koncentracemi doplněn i o ukazatel počtu obyvatel žijících v těchto oblastech, neboť v některých regionech může zasažené území (v případě zahrnutí O<sub>3</sub>) pokrývat oblasti s nízkou hustotou obyvatel. V hustě osídlených oblastech však může nastat i situace opačná, kdy na relativně malém území s nadlimitními koncentracemi žije vysoký počet obyvatel (tj. v oblastech bez zahrnutí ozonu, kde je znečištění ovzduší ovlivněno emisemi suspendovaných částic a benzo[*a*]pyrenu zejména z vytápění domácností a dopravy).

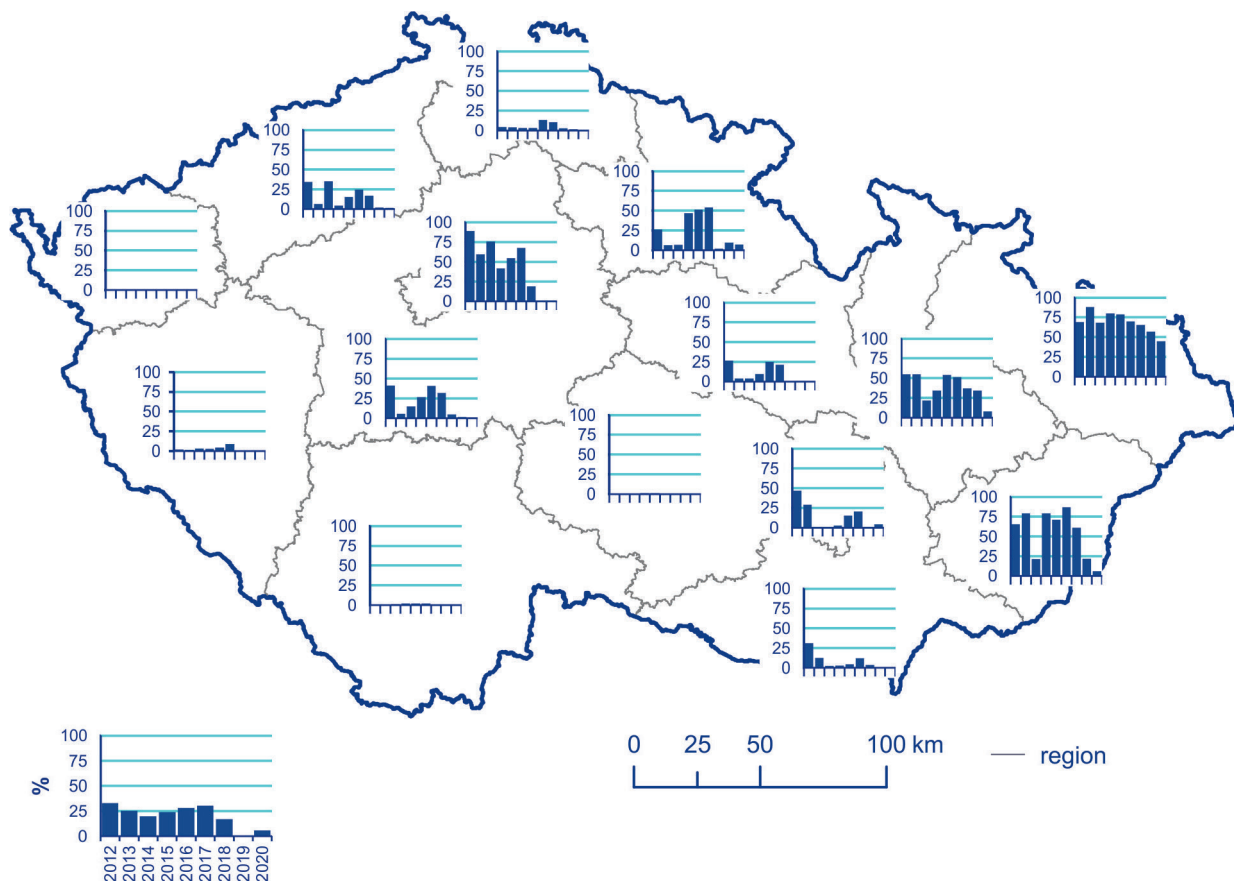
Z výše uvedeného důvodu byl pro porovnání regionů využit ukazatel počtu obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (Obr. V.3.1.5 a Obr. V.3.1.6).

V roce 2020 žilo nejvíce obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím bez zahrnutí O<sub>3</sub> v Moravskoslezském kraji (více než 1 milion obyvatel). Dalšími zatíženými regiony byly kraje Olomoucký, Zlínský a Královéhradecký s cca 260 000, 230 000 a 145 000 obyvateli vystavenými nadlimitním koncentracím. Pouze v Karlovarském kraji a v aglomeraci Praha nebyl nikdo v roce 2020 vystaven nadlimitním koncentracím polutantů bez zahrnutí přízemního O<sub>3</sub>.

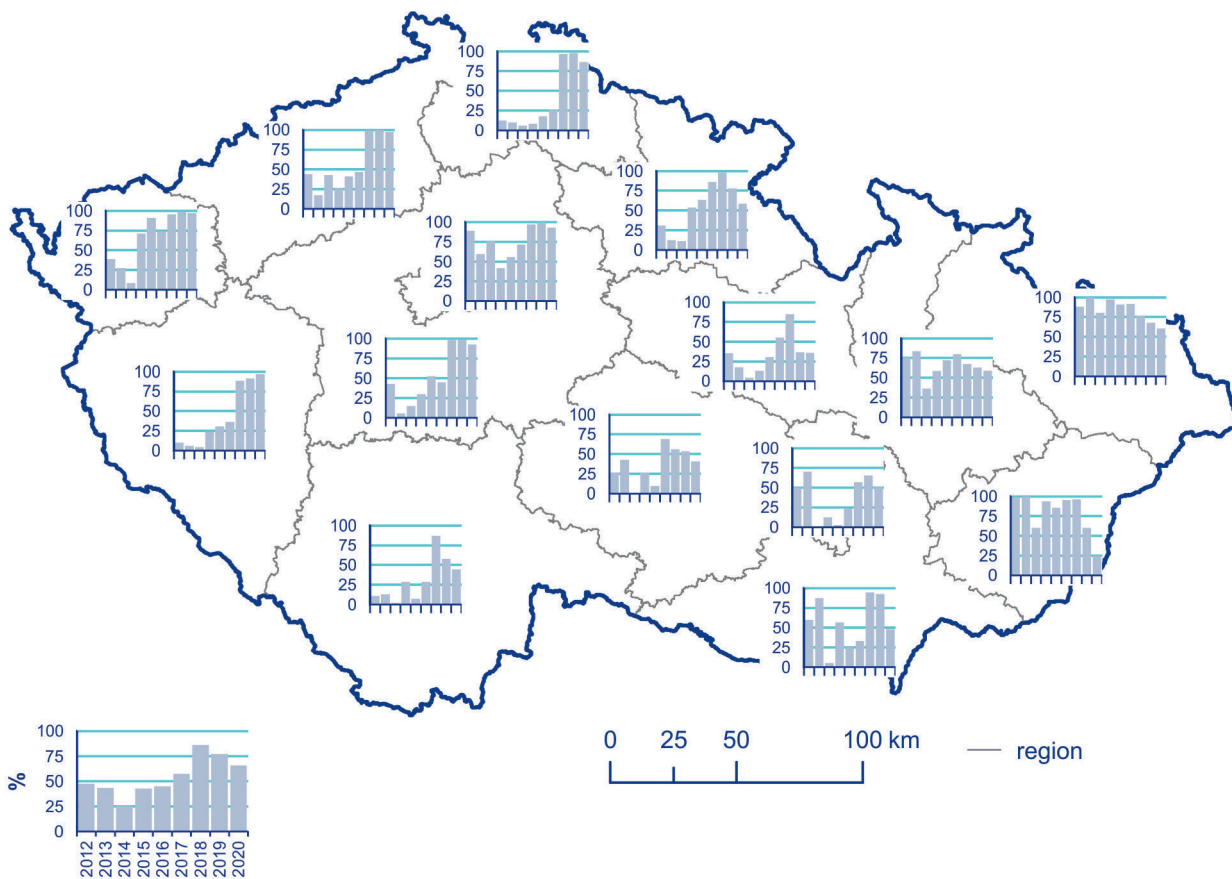
Po zahrnutí přízemního O<sub>3</sub> do hodnocení lze konstatovat, že více než milion obyvatel v aglomeraci Praha, Středočeském a Moravskoslezském kraji bylo v roce 2020 vystaveno nadlimitním koncentracím. Nejméně obyvatel (cca 93 000) bylo vystaveno nadlimitním koncentracím v Brně. V případě hodnocení všech znečišťujících látek včetně O<sub>3</sub> tedy není v ČR nezasažený region.

4

V roce 2012 vstoupil v platnost nový zákon č. 201/2012Sb., o ochraně ovzduší, který zavedl nové vymezení oblastí s nadlimitními koncentracemi látek znečišťujících ovzduší.

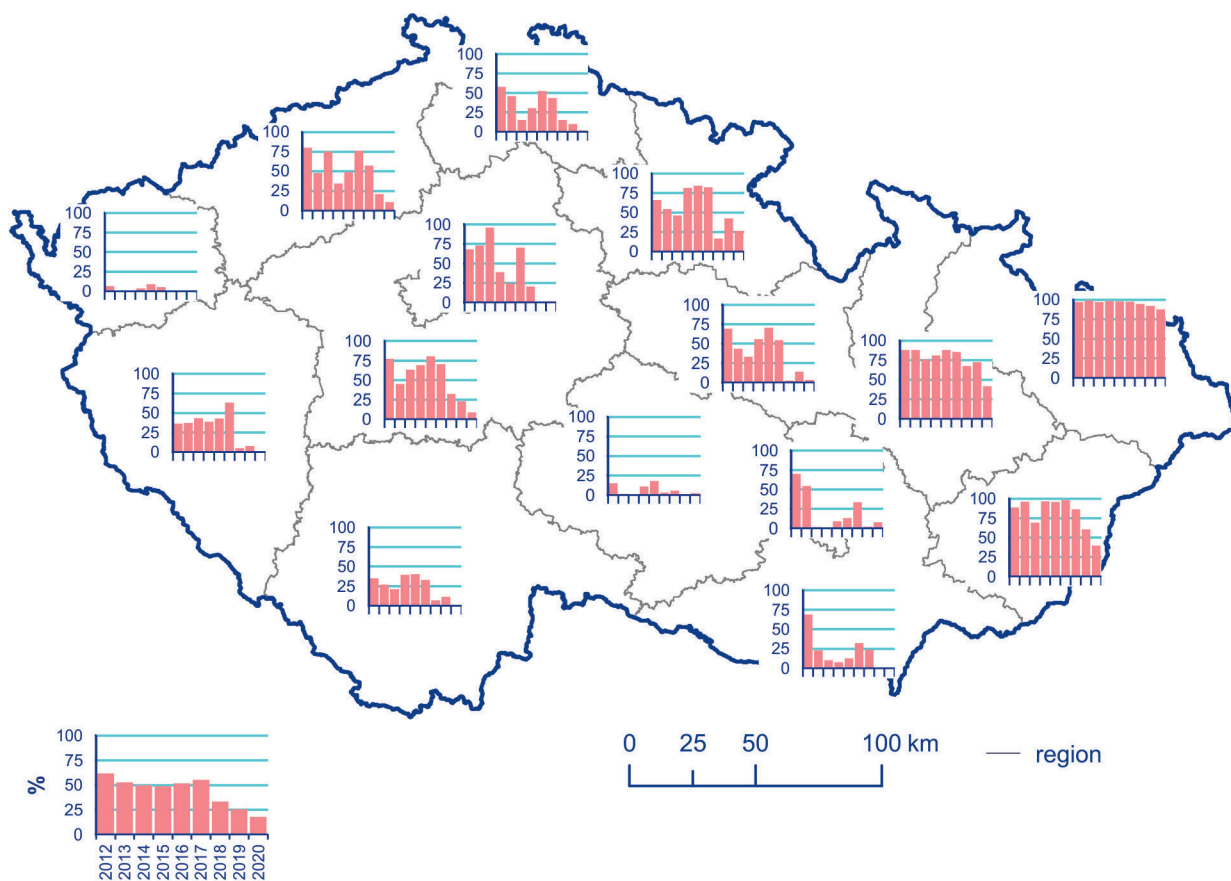


Obr. V.3.1.1. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (bez zahrnutí O<sub>3</sub>), 2012–2020

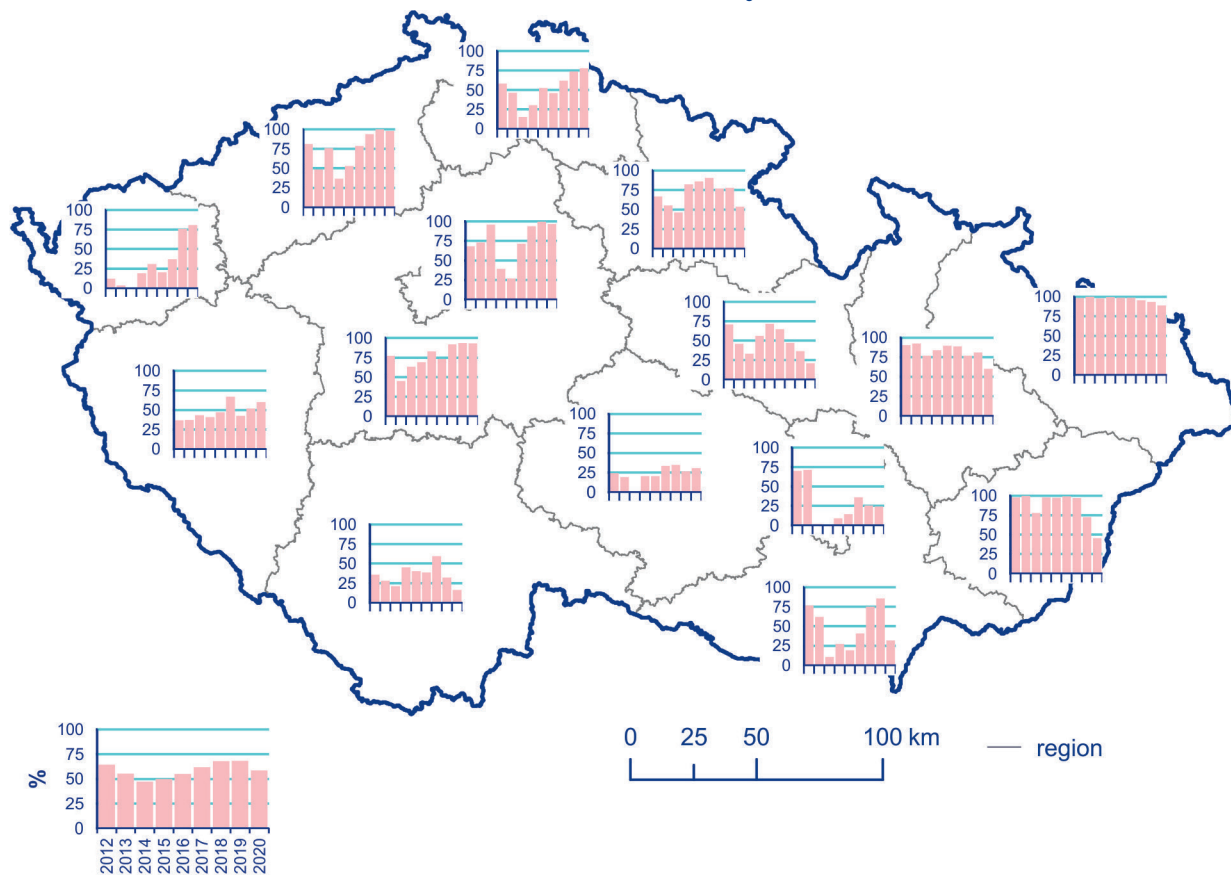


Obr. V.3.1.2. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (se zahrnutí O<sub>3</sub>), 2012–2020

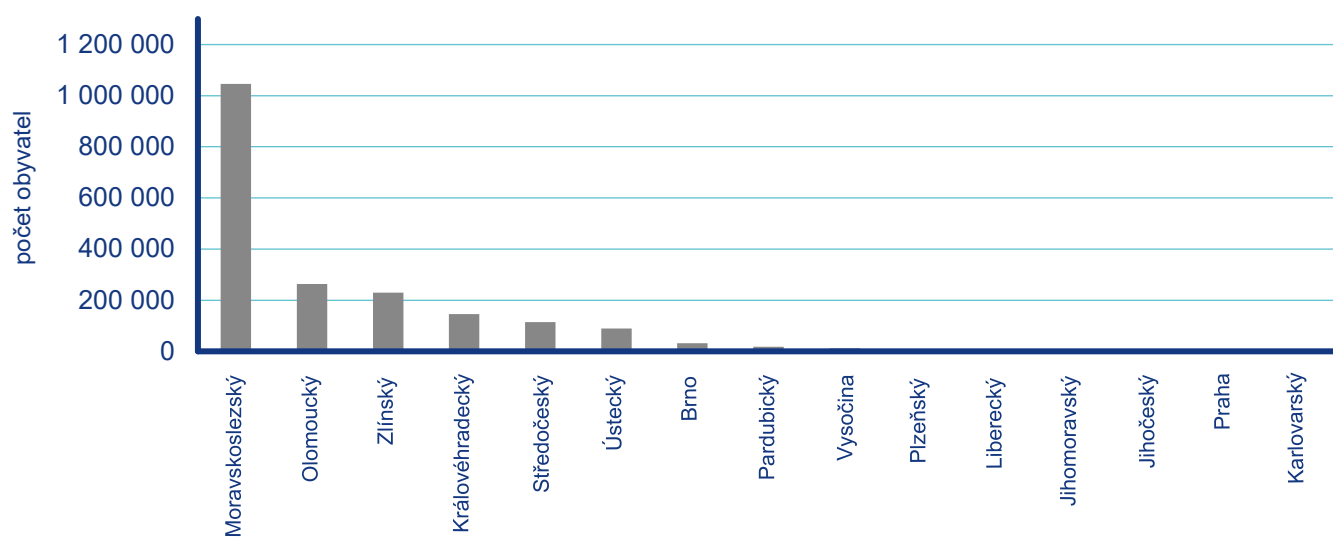




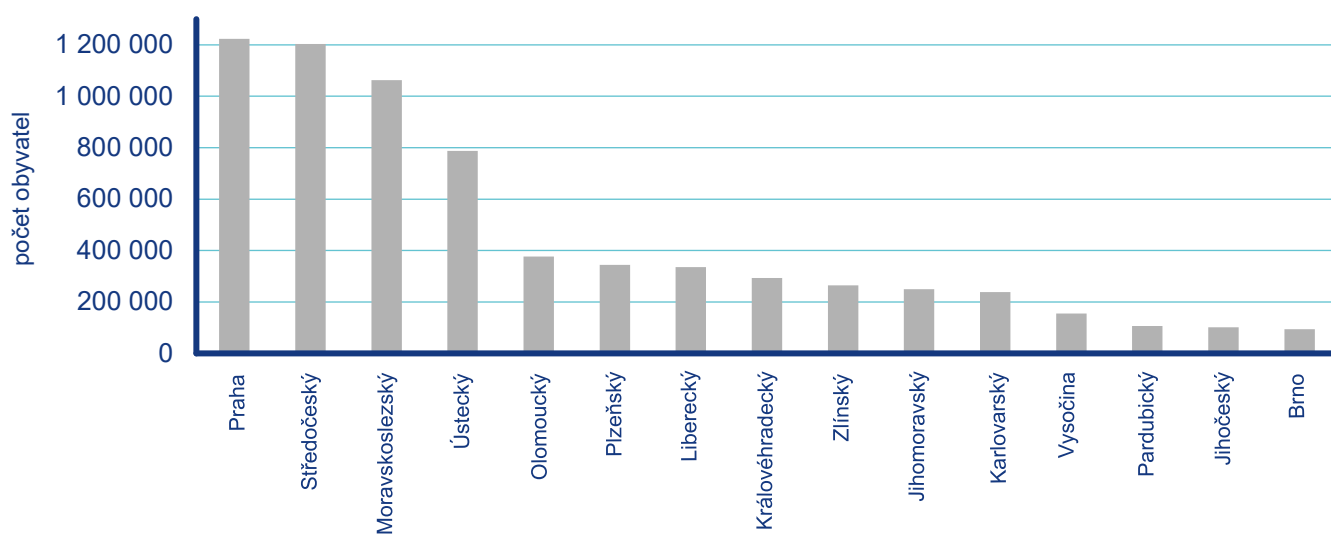
Obr. V.3.1.3 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (bez zahrnutí O<sub>3</sub>), 2012–2020



Obr. V.3.1.4 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (se zahrnutím O<sub>3</sub>), 2012–2020



**Obr. V.3.1.5 Počet obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (bez zahrnutí O<sub>3</sub>) v regionech ČR, 2020**



**Obr. V.3.1.6 Počet obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (se zahrnutí O<sub>3</sub>) v regionech ČR, 2020**

### V.3.2 Koncentrace $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$ , $NO_2$ a $O_3$ vážené populací

V rámci hodnocení expozice obyvatel byly vypočteny průměrné koncentrace pro suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  a  $O_3$  vážené populací pro regiony (Obr. V.3.2.1) a města, ve kterých žije více než 30 000 obyvatel (Obr. V.3.2.2). Koncentrace vážené populací lze zjednodušeně charakterizovat jako hodnotu koncentrace znečišťující látky, které je v průměru vystaven člověk žijící v daném městě / kraji. Tato charakteristika je pro jednotlivé státy zveřejňována v rámci evropského hodnocení kvality ovzduší (ETC/ACM 2018).

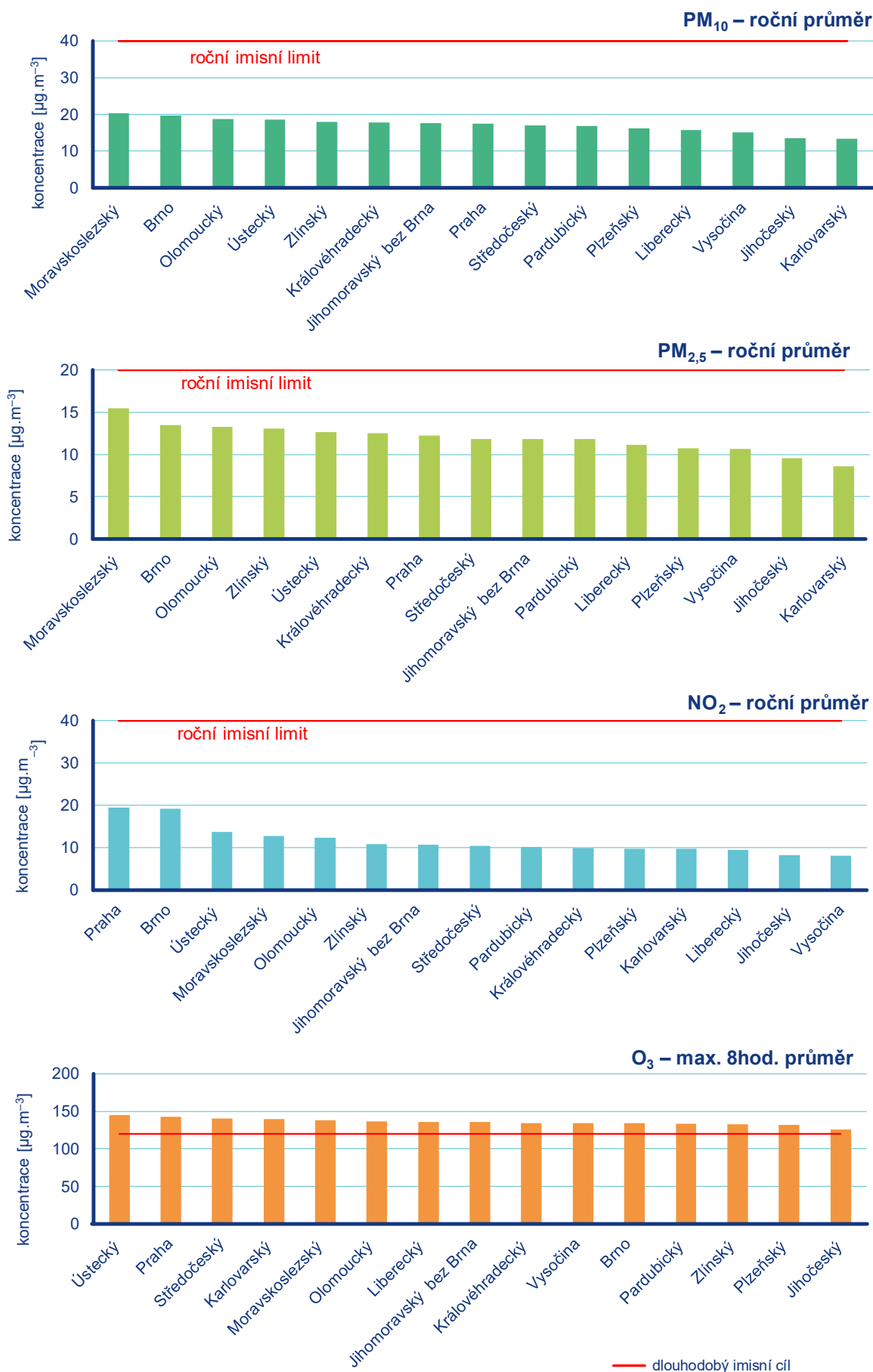
V roce 2020 vážené průměrné roční koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  nepřekročily imisní limit v žádném regionu. Z porovnání vážené koncentrace regionů ČR vyplývá, že nejvyšší koncentracím suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  jsou vystaveni lidé v Moravskoslezském kraji, Brně a v krajích Olomoucký, Ústecký a Zlínský. Velká města s nejvyššími hodnotami vážené koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  (Karviná, Havířov, Ostrava) se nachází v nejzatíženějším regionu ČR – Moravskoslezský kraj. Nejnižší vážené koncentrace pro suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  byly spočteny pro kraje Plzeňský, Liberecký, Vysočina, Jihočeský a Karlovarský. K nejčistším městům z hlediska hodnocení koncentrací suspendovaných částic patří České Budějovice, Cheb, Karlovy Vary, a Jablonec nad Nisou. Relativně nízké hodnoty ve městech nacházejících se v krajích Karlovarském a Jihočeském souvisí se zdejšími nízkými regionálními pozadovými koncentracemi suspendovaných částic. Na rozdíl od nejvíce zatížených regionů zde není tak významný dálkový transport znečištění ovzduší a krajinný ráz umožňuje dobré provětrávání (zejména oblast jižních Čech). Nezanedbatelné je i nízké emisní zatížení těchto oblastí.

Z pohledu hodnocení úrovně zatížení ovzduší koncentracemi  $NO_2$  je situace poněkud odlišná. Je to dáno zejména odlišnými hlavními emisními zdroji než v případě suspendovaných částic. Mezi hlavní emisní zdroje  $NO_x$ , jejichž součástí jsou  $NO_2$ , patří veřejná energetika, výroba tepla a silniční doprava. Z hodnocení pro rok 2020 vyplývá, že v souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu jsou nejvyšší koncentracím  $NO_2$  vystaveni lidé ve dvou nejlidnatějších městech ČR, tj. v Praze a Brně. Dále jsou v pořadí města v Olomouckém, Moravskoslezském a Ústeckém kraji. V roce 2020 bylo nejnižším hodnotám  $NO_2$  v rámci velkých měst vystaveni obyvatelé v Trutnově, Příbrami, Jablonci nad Nisou, Táboře a Chebu. Relativně nízké koncentrace  $NO_2$  jsou ve městech s nižším počtem obyvatel a s tím související nižší intenzitou dopravy a v oblastech s nižšími regionálními pozadovými koncentracemi  $NO_2$  zapříčiněnými nižšími emisemi z velkých zdrojů znečišťování a méně významným dálkovým transportem znečištění (kraje Jihočeský, Karlovarský, Vysočina a Liberecký). Úrovně průměrných vážených koncentrací  $NO_2$  v ČR nepřekračují imisní limit, nicméně z dlouhodobého měření  $NO_2$  na některých dopravních lokalitách, zejména v místech s vysokou dopravní intenzitou doprovázenou špatným provětráváním (hustá zástavba) a častým omezováním plynulosti dopravy (křižovatky a dopravní

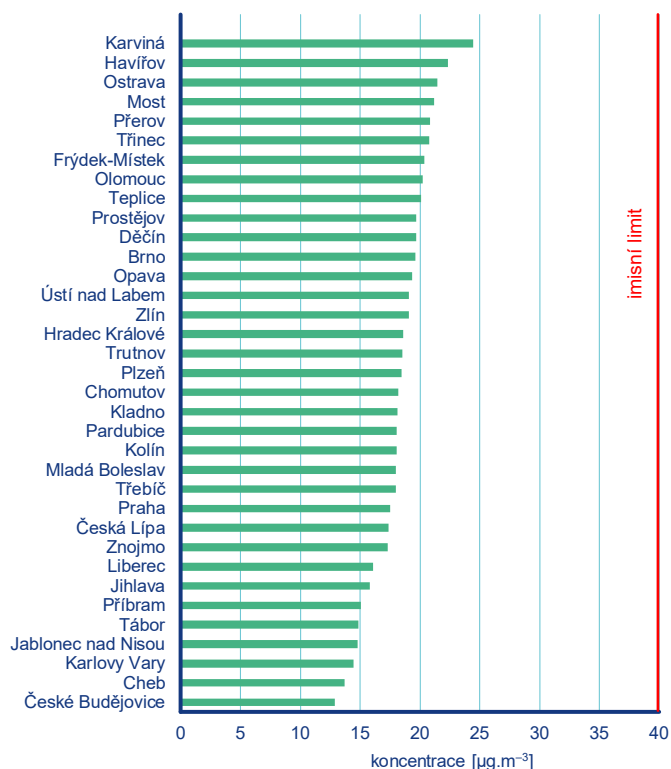
zácpy), lze překročení limitních hodnot v bezprostřední blízkosti silně vytižených komunikací předpokládat.

Vážené koncentrace přízemního  $O_3$  (maximální denní 8hodinový průměr v roce 2020) lze porovnat s dlouhodobým imisním cílem ( $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) na rozdíl od imisního limitu, který je založen na tříletém průměru (Tab. I.1). Vzhledem k tomu, že přízemní  $O_3$  nemá svůj vlastní emisní zdroj a vznik a chemismus  $O_3$  je složitý a závisí na mnoha faktorech, mohou se jeho zvýšené koncentrace objevit v různých, a to i v relativně čistých, oblastech (více viz kap. IV.4). V roce 2020 byly vážené koncentrace  $O_3$  vyšší než je dlouhodobý imisní cíl zaznamenány ve všech regionech ČR. Nejvyšší váženými koncentracím  $O_3$  byly v roce 2020 vystaveny obyvatelé v Ústeckém kraji, v Praze a krajích Středočeský, Karlovarský a Moravskoslezský.

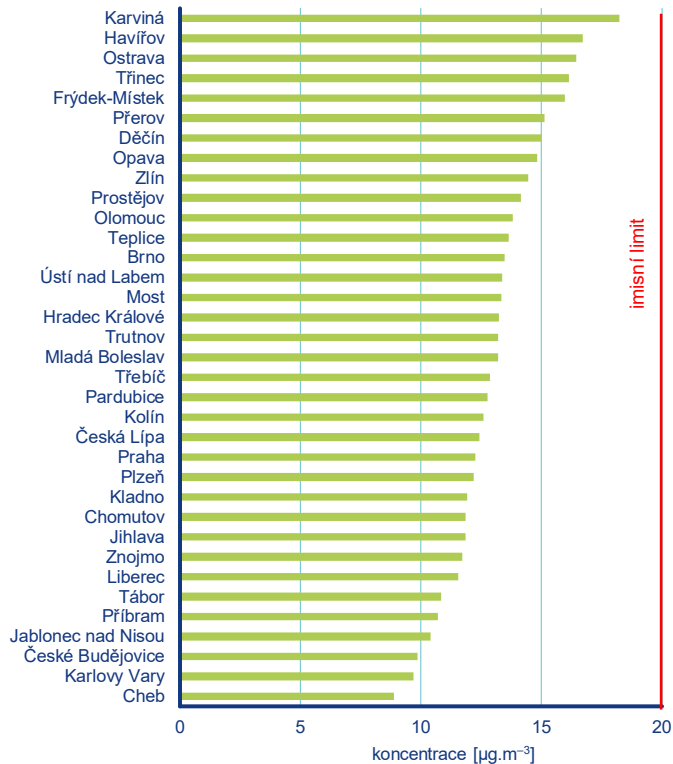
Vážené koncentrace přízemního  $O_3$  přesáhly hodnotu dlouhodobého imisního cíle ve všech městech s více jak 30 000 obyvateli s výjimkou Českých Budějovic. Nejvyšší koncentrace byly spočteny pro města v Ústeckém kraji (Most, Teplice, Chomutov, Děčín a Ústí nad Labem) a Moravskoslezském kraji (Ostrava, Havířov, Karviná). Mezi města s vyšší váženou koncentrací patří i Kladno, Karlovy Vary, Jihlava a Česká Lípa.



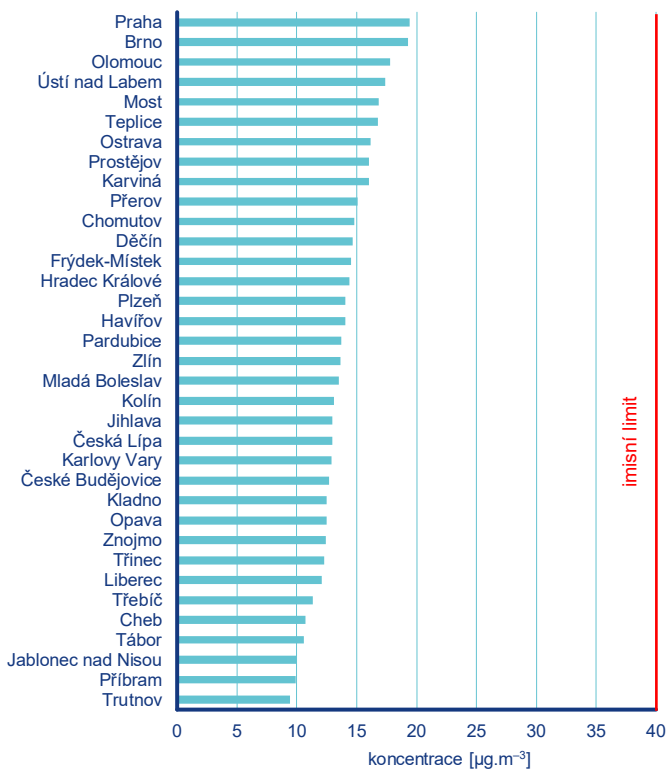
Obr. V.3.2.1 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací v regionech ČR, 2020



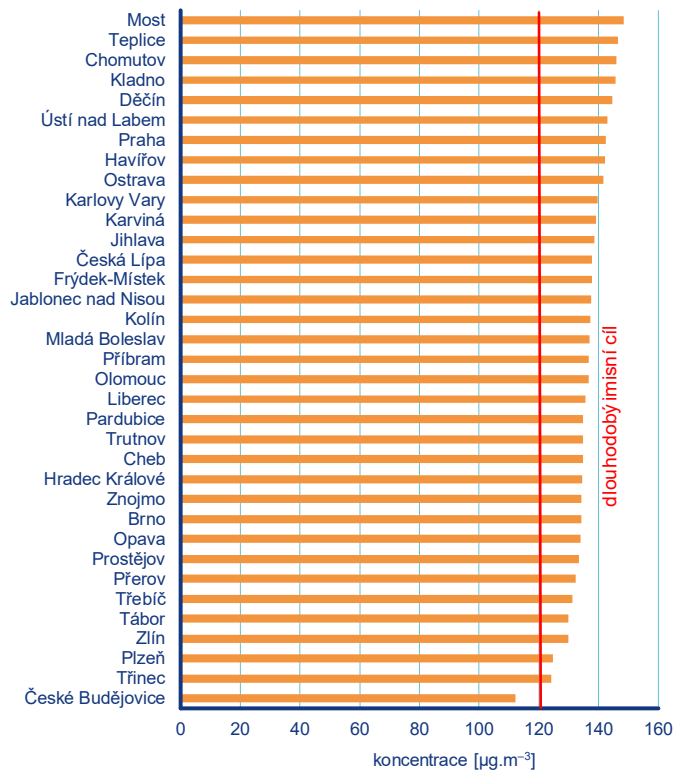
PM<sub>10</sub> – roční průměr



PM<sub>2,5</sub> – roční průměr



NO<sub>2</sub> – roční průměr



O<sub>3</sub> – max. 8hod. průměr

Obr. V.3.2.2 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací ve městech s více jak 30 000 obyvateli, 2020

# VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM

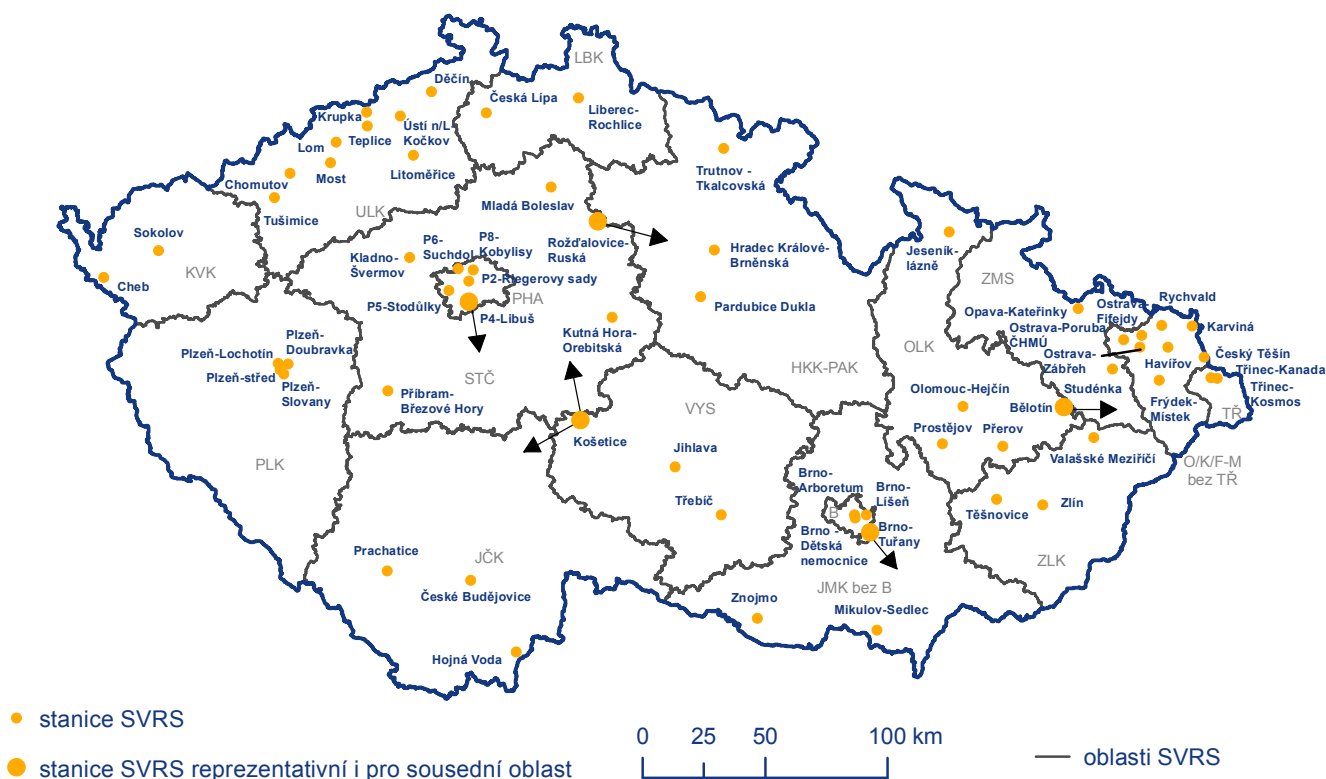
ČHMÚ provozuje na základě pověření MŽP Smogový varovný a regulační systém (SVRS). Informace, které jeho prostřednictvím poskytuje, slouží k upozornění na mimořádně znečištěné ovzduší (smogová situace, popř. lokální překročení prahových hodnot) a také k regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek z vybraných zdrojů významně ovlivňujících kvalitu ovzduší daného území. Mezi sledované látky patří suspendované částice  $PM_{10}$ , oxid siřičitý  $SO_2$ , oxid dusičitý  $NO_2$  a přízemní (troposférický) ozon  $O_3$ .

SVRS je od 1. září 2012 upraven zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, a vyhláškou č. 330/2012 Sb., v platném znění. Jeho pravidla jsou shrnuta v Tab. VI.2. Při vyhlásování smogové situace a regulace pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  je hodnocen i předpokládaný výhled na následujících 24 hodin. Naproti tomu při vyhlásování smogové situace pro  $O_3$  a varování pro  $O_3$ ,  $NO_2$  a  $SO_2$  očekávaný vývoj koncentrací hodnocen není a veřejnost je v souladu s článkem 13 Směrnice 2008/50/ES informována bezprostředně po překročení příslušné prahové hodnoty. Z téhož důvodu postačuje k vyhlášení smogové situace a varování pro ozon překročení prahové hodnoty na jedné stanici.

Aktuální seznam oblastí SVRS je uveden v Tab. VI.1. Oblasti a reprezentativní stanice pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  (Obr. VI.1, VI.3, VI.4) jsou stanoveny Věstníkem MŽP a pro  $O_3$  (Obr. VI.2) směrnici ředitele ČHMÚ. Pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  byl po celý rok 2020 v platnosti seznam zveřejněný ve Věstníku MŽP č. 5/2019 (MŽP 2019) a platný od 1. října 2019. Pro  $O_3$  pak seznam upravený směrnici ředitele ČHMÚ č. 2019/12.

## Vyhlášené smogové situace a regulace (varování)

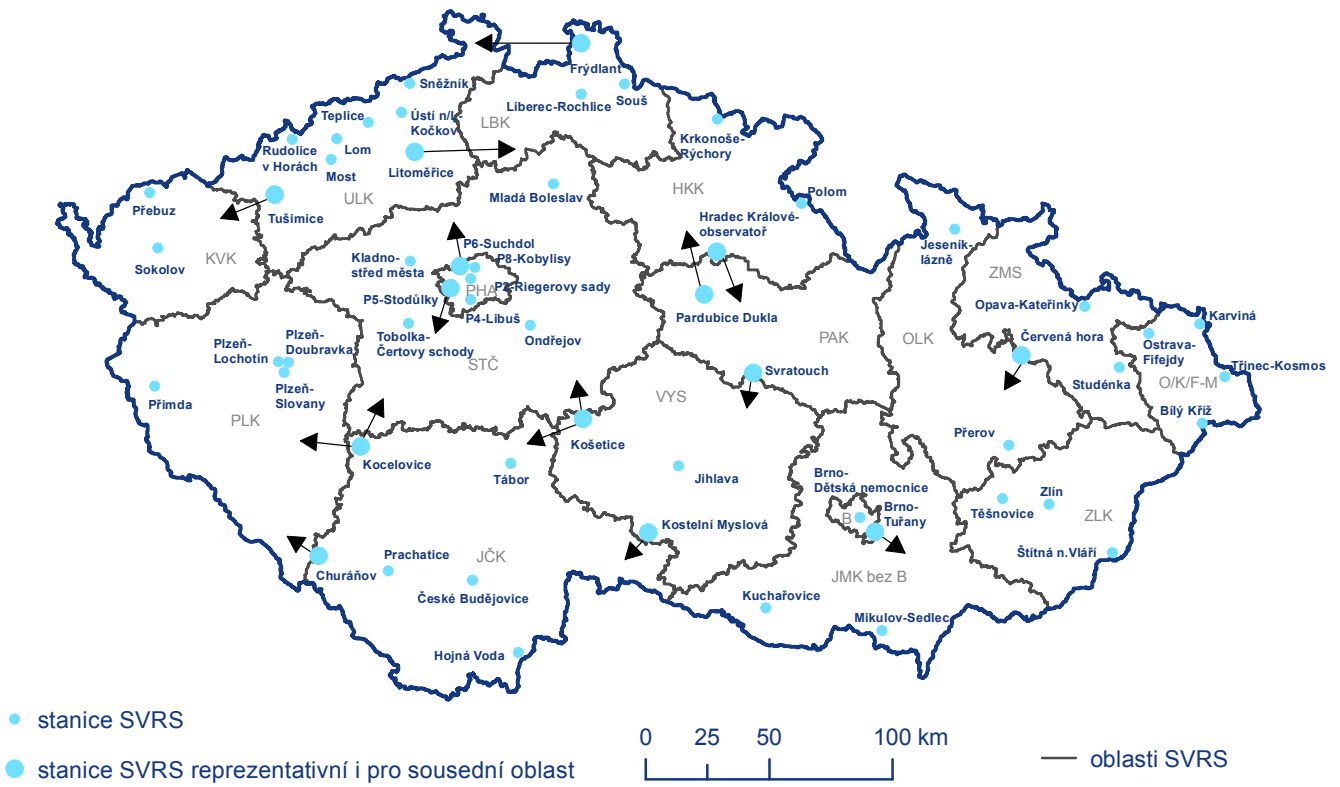
V roce 2020 nebyly vyhlášeny žádné smogové situace ani regulace, resp. varování pro jakoukoliv ze sledovaných látek. Jedná se o první takový rok od začátku fungování smogového a varovného regulačního systému v 80. letech 20. století. Hlavním důvodem jsou příznivé meteorologické a rozptylové podmínky částečně podpořené snižováním emisí díky postupné modernizaci emisních zdrojů (více viz kap. II, III a IV).



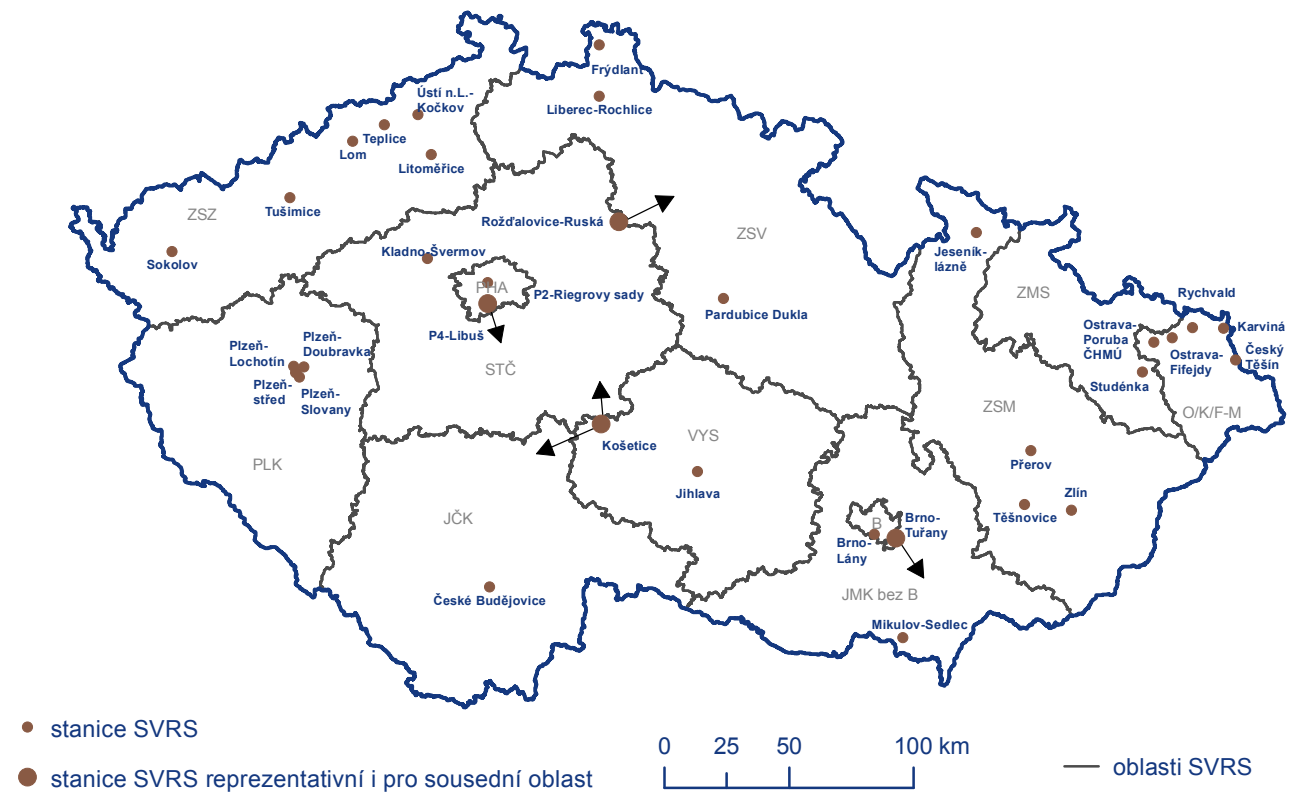
Obr. VI.1 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro  $PM_{10}$  v roce 2020 (platné od 1. 10. 2019)



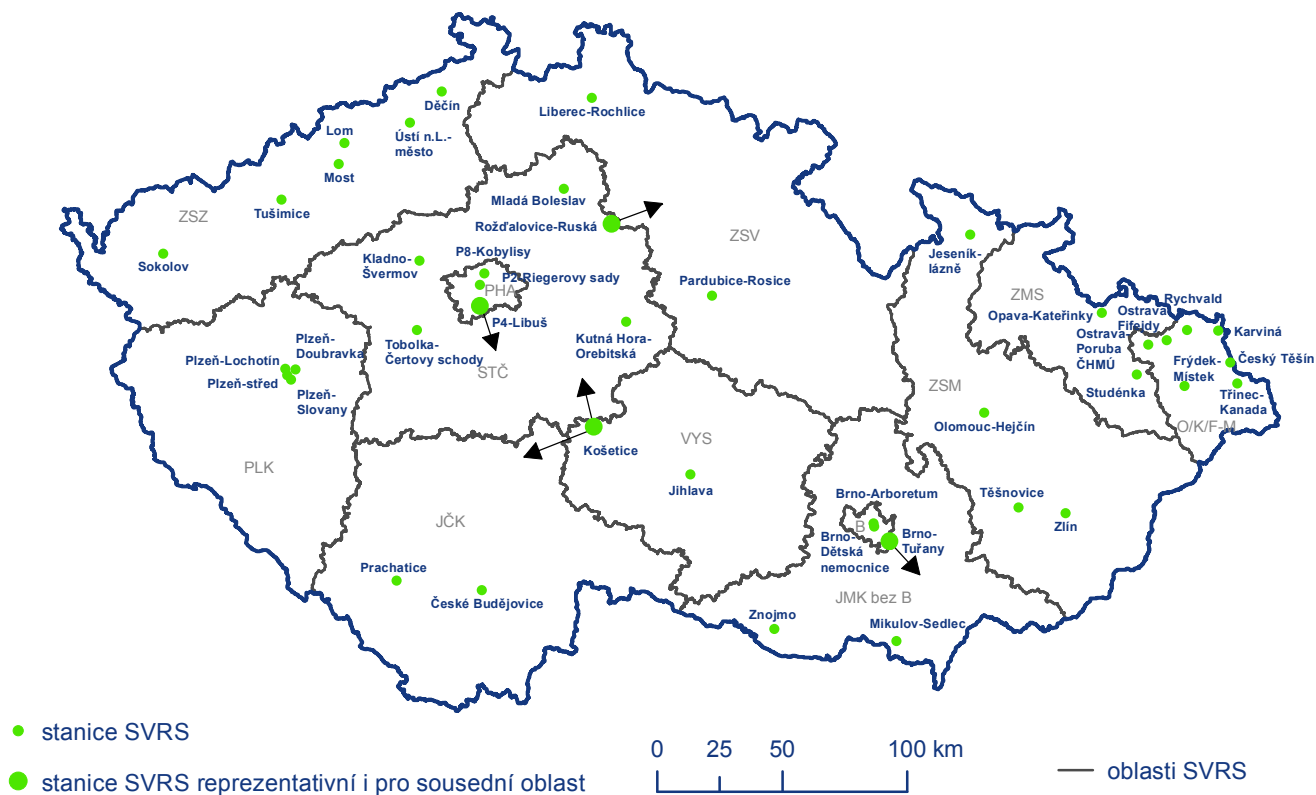
## VI. Smogový varovný a regulační systém



**Obr. VI.2 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro O<sub>3</sub> v roce 2020 (platné od 1. 10. 2019)**



**Obr. VI.3 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro SO<sub>2</sub> v roce 2020 (platné od 1. 10. 2019)**

Obr. VI.4 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro NO<sub>2</sub> v roce 2020 (platné od 1. 10. 2019)

Tab. VI.1 Oblasti SVRS pro jednotlivé látky

Zóna / Aglomerace	Oblast SVRS* (zkratka)		
	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Aglomerace Praha		PHA	
Zóna Střední Čechy		STČ	
Zóna Jihozápad		Plzeňský kraj (PLK)	
		Jihočeský kraj (JČK)	
Zóna Severozápad	ZSZ	Ústecký kraj (ULK)	
		Karlovarský kraj (KVK)	
Zóna Severovýchod	ZSV	Královéhradecký kraj a Pardubický kraj (HKK-PAK)	Královéhradecký kraj (HKK)
			Pardubický kraj (PAK)
		Liberecký kraj (LBK)	
Zóna Jihovýchod		Kraj Vysočina (VYS)	
		Jihomoravský kraj bez aglomerace Brno (JMK bez B)	
Aglomerace Brno		B	
Zóna Střední Morava	ZSM	Olomoucký kraj (OLK)++	
		Zlínský kraj (ZLK)++	
Zóna Moravskoslezsko		ZMS	
Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek	O/K/F-M+	Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek- Místek bez Třinecka (O/K/F-M bez TŘ)	O/K/F-M
		Třinecko (TŘ)**	

\* název oblasti SVRS uveden, pokud se liší od názvu zóny či aglomerace

\*\* území obcí s rozšířenou působností Jablunkov (8110) a Třinec (8121)

+ členění od října 2013, kdy bylo zrušeno rozdělení O/K/F-M na O/K/F-M bez Třinecka a Třinecko

++ členění pro PM<sub>10</sub> platné od října 2016, kdy došlo k rozdělení zóny Střední Morava

Tab. VI.2 Pravidla pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací (varování)

Škodlivina	Prahová hodnota			Délka překročení	Počet stanic*	Doplňující podmínka
	Zkratka	$\mu\text{g.m}^{-3}$	Interval			
<b>Vyhlášení smogové situace</b>						
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>IPH</b>	100	12 h	1 h	50 % (2 stanice, jsou-li právě 2)	Na základě vyhodnocení předpovědi meteorologických podmínek a imisní situace se během následujících 24 hodin nepředpokládá pokles koncentrace pod informativní prahovou hodnotu.
<b>NO<sub>2</sub></b>		200	1 h	3 h	1 stanice	
<b>SO<sub>2</sub></b>		250				
<b>O<sub>3</sub></b>		180	1 h			---
<b>Vyhlášení regulace</b>						
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>RPH</b>	150	12 h	1 h	50 % (2 stanice, jsou-li právě 2)	Na základě vyhodnocení předpovědi meteorologických podmínek a imisní situace se během následujících 24 hodin nepředpokládá pokles koncentrace pod regulační prahovou hodnotu.
<b>NO<sub>2</sub></b>		400	1 h	3 h		
<b>SO<sub>2</sub></b>		500				
<b>Vyhlášení varování</b>						
<b>O<sub>3</sub></b>	<b>VPH</b>	240	1 h	1 h	1 stanice	---
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>RPH</b>	400		3 h		
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>RPH</b>	500				
<b>Odvolání</b>						
Smogová situace je ukončená a regulace nebo varování se odvolá, pokud na žádné měřicí lokalitě reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km <sup>2</sup> není naměřená koncentrace znečišťujících látek vyšší než příslušná prahová hodnota, přičemž tento stav trvá nepřetržitě alespoň 12 hodin a na základě meteorologické předpovědi není v průběhu následujících 24 hodin očekáváno opětovné překročení informativní, regulační nebo varovné prahové hodnoty.						
Časový <b>interval 12 hodin se zkracuje až na 3 hodiny</b> v případě, že meteorologické podmínky nelze označit jako podmiňující smogovou situaci a podle meteorologické předpovědi je v průběhu následujících 24 hodin téměř vyloučeno opětovné překročení informativní, regulační nebo varovné hodnoty.						

\* Stanice musí být reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km<sup>2</sup>.

Pozn.: **IPH** označuje informativní, **RPH** regulační a **VPH** varovnou prahovou hodnotu. Požadavky na počty stanic se vztahují na reprezentativní stanice pro danou oblast SVRS.

# VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ

## VII.1 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany lidského zdraví

Na území ČR jsou každoročně vymezovány oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. Mapa oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu<sup>1</sup> bez zahrnutí přízemního ozonu podává ucelenou informaci o kvalitě ovzduší na území ČR. V roce 2020 bylo jako oblast s překročením imisních limitů vymezeno 4,6 % území ČR, kde žije přibližně 19 % obyvatel (Obr. VII.1.1; Tab. VII.1.1). Vymezení těchto oblastí je v naprosté většině zapříčiněno překročením ročního imisního limitu pro benzo[a]pyren (Tab. VII.1.1). V minimální míře se na zařazení území

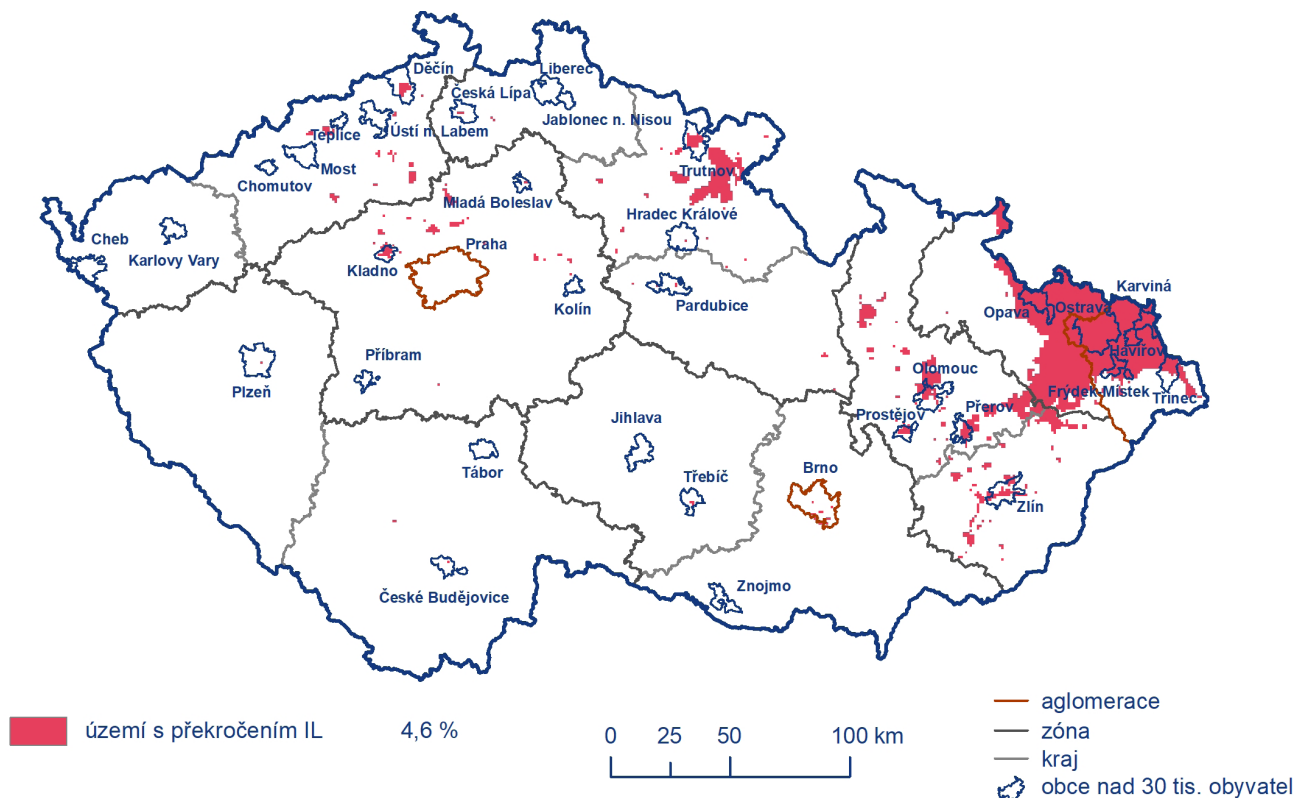
do těchto oblastí podílelo v roce 2020 překročení denního imisního limitu pro suspendované částice PM<sub>10</sub> a ročního imisního limitu PM<sub>2,5</sub>. Nadlimitní oblasti zaujímaly největší plochu v aglomeraci O/K/F-M (56 %) a v zóně Moravskoslezsko (39 %) (Tab. VII.1.2). V aglomeraci O/K/F-M je nadlimitním koncentracím vystavena většina obyvatel (94 %) (Tab. VII.1.3) a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR. V meziročním porovnání 2019/2020 se plocha oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu zmenšila téměř o 4 %. Obr. VII.1.2 znázorňuje porovnání území s překročenými imisními limity bez zahrnutí ozonu v roce 2020 s rokem 2019. Z meziročního srovnání lze konstatovat, že k nejvýraznějšímu zmenšení nadlimitní plochy došlo v zóně Střední Morava, kde došlo k úbytku území s překročeným imisním limitem pro benzo[a]pyren, jehož koncentrace meziročně poklesly (kap. IV.2). Vymezená plocha s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu v roce 2020 je nejmenší za hodnocené období 2012–2020 (Obr. VII.1.3). Ke zlepšení situace přispěly zejména velmi atypické meteorologické a rozptylové

**Tab. VII.1.1 Plocha území s překročením imisního limitu (%) a počet exponovaných obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (%) v rámci České republiky, 2020**

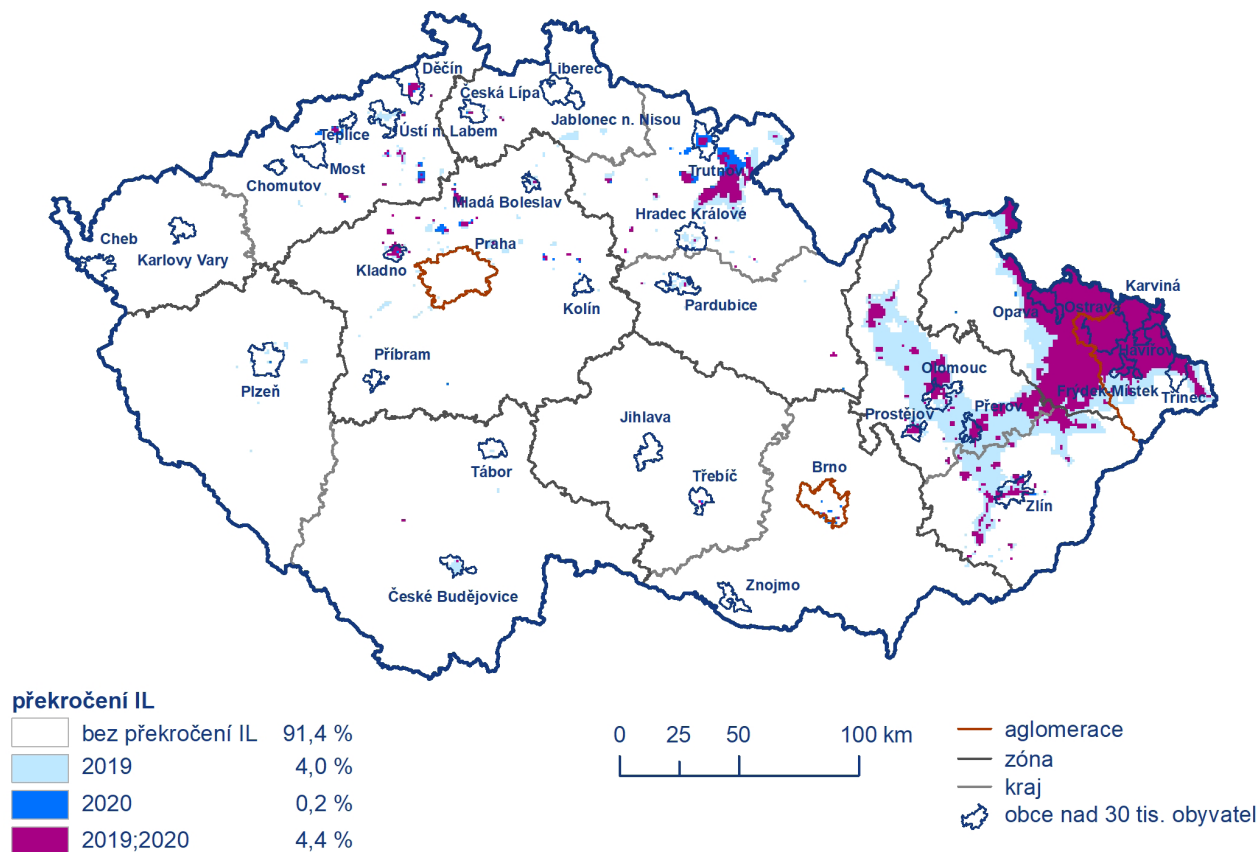
Česká republika	Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění						
	Bod 1 přílohy			Bod 3 přílohy		Bod 4 přílohy	
	PM <sub>10</sub> 36. max 24h průměr > 50 µg.m <sup>-3</sup>	PM <sub>2,5</sub> roční průměr > 20 µg.m <sup>-3</sup>	Souhrn překročení IL	BaP roční průměr > 1 ng.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení bez O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> 26. nejvyšší max. denní 8h klouzavý průměr (v průměru za 3 roky) > 120 µg.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení s O <sub>3</sub>
Obyvatelé	0,002	0,2	0,2	19	19	51,8	65,7
Plocha	0,001	0,04	0,04	4,6	4,6	62	65,5

<sup>1</sup> Roční imisní limit pro PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo[a]pyren, NO<sub>2</sub>, olovo, kadmium, arsen, nikl a benzen, imisní limit pro CO (max. denní 8hodinový klouzavý průměr), denní imisní limit pro PM<sub>10</sub> a SO<sub>2</sub>, hodinový imisní limit pro SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub>.

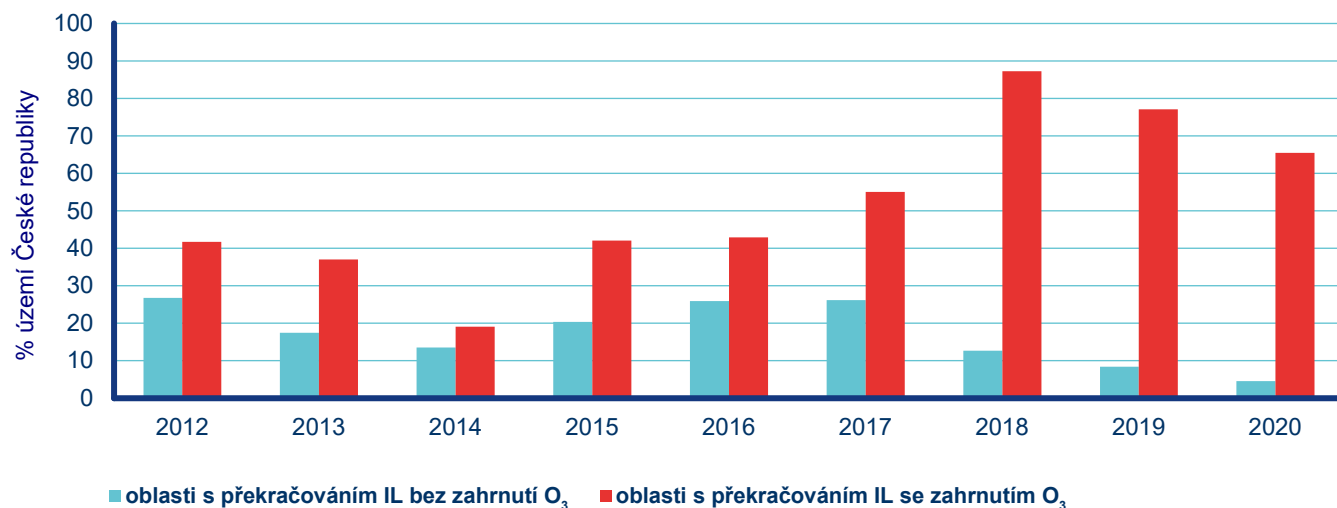
## VII. Oblasti s překročením imisních limitů



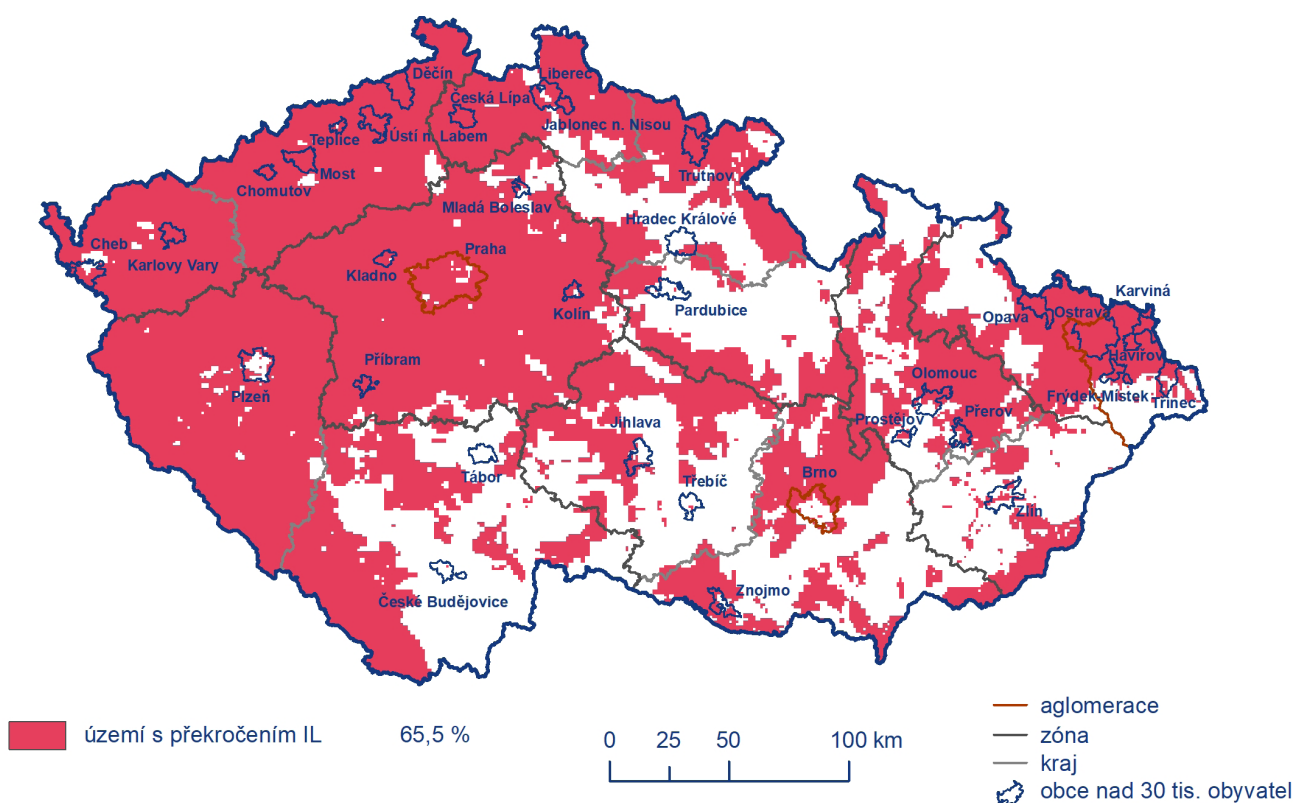
Obr. VII.1.1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2020



Obr. VII.1.2 Porovnání oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2019 a 2020



Obr. VII.1.3 Překročení imisního limitu v České republice, % plochy, 2012–2020



Obr. VII.1.4 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2020

podmínky v únoru a také klesající spotřeba paliv díky rostoucím teplotám v zimních měsících v posledních letech. Pokles koncentrací lze přisoudit i již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (zejména pak výměna kotlů), postupující obnově vozového parku a opatřením na velkých zdrojích viz kap. II a IV.

Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2020 vymezeno 65,5 %

území ČR (Obr. VII.1.4), kde žije přibližně 66 % obyvatel (Tab. VII.1.1). V meziročním srovnání 2019/2020 došlo k dalšímu zmenšení plochy s překročením minimálně jednoho imisního limitu včetně ozonu o 12 %, nicméně i tak se jedná o třetí největší plochu s nadlimitními koncentracemi v hodnoceném období 2012–2020 (Obr. VII.1.3). Z grafu je patrné snížení rozsahu nadlimitní plochy v posledních dvou letech související s klesajícími koncentracemi ozonu v roce 2019 a 2020 (kap. IV.4).



Tab. VII.1.2 Překročení imisního limitu v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % plochy územního celku, 2020

Zóna / aglomerace	Kraj	Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění											
		Bod 1 přílohy			Bod 3 přílohy			Bod 4 přílohy					
		PM <sub>10</sub> 36. max 24hod. průměr > 50 µg.m <sup>-3</sup>	PM <sub>2,5</sub> roční průměr > 20 µg.m <sup>-3</sup>	Souhrn překročení IL	BaP roční průměr > 1 ng.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení bez O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> max. denní 8h klouzavý průměr > 120 µg.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení s O <sub>3</sub>					
Aglomerace Praha	Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>93,02</b>	<b>93,02</b>	<b>93,02</b>
Zóna Střední Čechy	Středočeský kraj	-	-	-	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>92,46</b>	<b>92,46</b>	<b>92,49</b>
Zóna Jihozápad	Jihočeský kraj	-	-	-	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	44,62	44,65	44,65
	Píseňský kraj	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	96,95	96,97	96,97
	Karlovarský kraj	-	-	-	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>67,23</b>	<b>67,26</b>	<b>67,26</b>
Zóna Severozápad	Ústecký kraj	-	0,02	0,02	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	97,57	97,57	97,57	
Zóna Severovýchod	Liberecký kraj	-	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>97,38</b>	<b>97,38</b>	<b>97,38</b>
	Královéhradecký kraj	-	0,02	0,02	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24	53,14	58,42	58,42	
	Pardubický kraj	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	35,68	35,85	35,85	
	Kraj Vysočina	-	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>2,88</b>	<b>2,88</b>	<b>2,88</b>	<b>2,88</b>	<b>2,88</b>	<b>55,25</b>	<b>57,34</b>	<b>57,34</b>	
Zóna Jihovýchod	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	47,92	47,96	47,96	
Aglomerace Brno	Olomoucký kraj	-	-	-	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>44,35</b>	<b>44,39</b>	<b>44,39</b>	
Zóna Střední Morava	Zlínský kraj	-	-	-	<b>4,27</b>	<b>4,27</b>	<b>4,27</b>	<b>4,27</b>	<b>4,27</b>	<b>47</b>	<b>50,4</b>	<b>50,4</b>	
	Moravskoslezský kraj	-	-	-	8,08	8,08	8,08	8,08	8,08	53,63	59,13	59,13	
	Moravskoslezsko	-	-	-	<b>7,13</b>	<b>7,13</b>	<b>7,13</b>	<b>7,13</b>	<b>7,13</b>	<b>38,69</b>	<b>44,34</b>	<b>44,34</b>	
Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frydek-Místek	Moravskoslezský kraj	<b>0,05</b>	<b>1,32</b>	<b>1,32</b>	<b>56,17</b>	<b>56,17</b>	<b>56,17</b>	<b>56,17</b>	<b>56,17</b>	<b>20,28</b>	<b>60,03</b>	<b>60,03</b>	
		0,02	0,48	0,48	44,82	44,82	44,82	44,82	44,82	24,31	60,71	60,71	

Tab. VII.1.3 Překročení imisního limitu v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % obyvatel 2020

Zóna / aglomerace	Kraj	Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění													
		Bod 1 přílohy			Bod 3 přílohy		Bod 4 přílohy								
		PM <sub>10</sub> 36. max 24hod. průměr > 50 µg.m <sup>-3</sup>	PM <sub>2,5</sub> roční průměr > 20 µg.m <sup>-3</sup>	Souhrn překročení IL	BaP roční průměr > 1 ng.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení bez O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> 26. nejvyšší max. denní 8h klouzavý průměr (v průměru za 3 roky) > 120 µg.m <sup>-3</sup>	Celkový souhrn překročení s O <sub>3</sub>							
Aglomerace Praha	Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>96,66</b>	<b>96,66</b>	<b>96,66</b>			
Zóna Střední Čechy	Středočeský kraj	-	-	-	<b>8,89</b>	-	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	<b>8,89</b>	<b>92,83</b>	<b>92,83</b>	<b>93,24</b>			
Zóna Jihozápad	Jihočeský kraj	-	-	-	0,54	-	0,54	0,54	0,54	15,65	15,65	16,2			
	Píseňský kraj	-	-	-	1,46	-	1,46	1,46	1,46	58,82	58,82	60,28			
		-	-	-	<b>0,98</b>	-	<b>0,98</b>	<b>0,98</b>	<b>0,98</b>	<b>36,21</b>	<b>36,21</b>	<b>37,19</b>			
Zóna Severozápad	Karlovarský kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	80,7	80,7	80,7			
	Ústecký kraj	-	0,19	0,19	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114	97,91	97,91	97,91			
		-	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>8,15</b>	<b>93,29</b>	<b>93,29</b>	<b>93,29</b>			
Zóna Severovýchod	Liberecký kraj	-	-	-	1,78	-	1,78	1,78	1,78	77,92	77,92	77,92			
	Královéhradecký kraj	-	0,34	0,34	26,54	26,54	26,54	26,54	26,54	34,87	34,87	53,58			
	Pardubický kraj	-	-	-	3,62	3,62	3,62	3,62	3,62	17,58	17,58	20,92			
Zóna Jihovýchod	Kraj Vysočina	-	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>1,15</b>	<b>41,4</b>	<b>41,4</b>	<b>49,41</b>			
	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	28,51	28,51	30,77			
		-	-	-	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	31,29	31,29	31,97			
Aglomerace Brno		-	-	-	<b>1,3</b>	-	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>30,2</b>	<b>30,2</b>	<b>31,5</b>			
Zóna Střední Morava	Olomoucký kraj	-	-	-	41,94	41,94	41,94	41,94	41,94	23,34	23,34	60,09			
	Zlínský kraj	-	-	-	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	5,89	5,89	45,59			
		-	-	-	<b>40,87</b>	<b>40,87</b>	<b>40,87</b>	<b>40,87</b>	<b>40,87</b>	<b>14,97</b>	<b>14,97</b>	<b>53,13</b>			
Zóna Moravskoslezsko		-	<b>0,18</b>	<b>74,73</b>	<b>0,18</b>	<b>74,73</b>	<b>74,73</b>	<b>74,73</b>	<b>8,27</b>	<b>8,27</b>	<b>78,25</b>				
Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek	Moravskoslezský kraj	<b>0,02</b>	<b>2,13</b>	<b>2,13</b>	<b>94,12</b>	<b>94,12</b>	<b>94,12</b>	<b>94,12</b>	<b>28,63</b>	<b>28,63</b>	<b>94,38</b>				
		0,01	1,45	1,45	87,41	87,41	87,41	87,41	21,58	21,58	88,8				

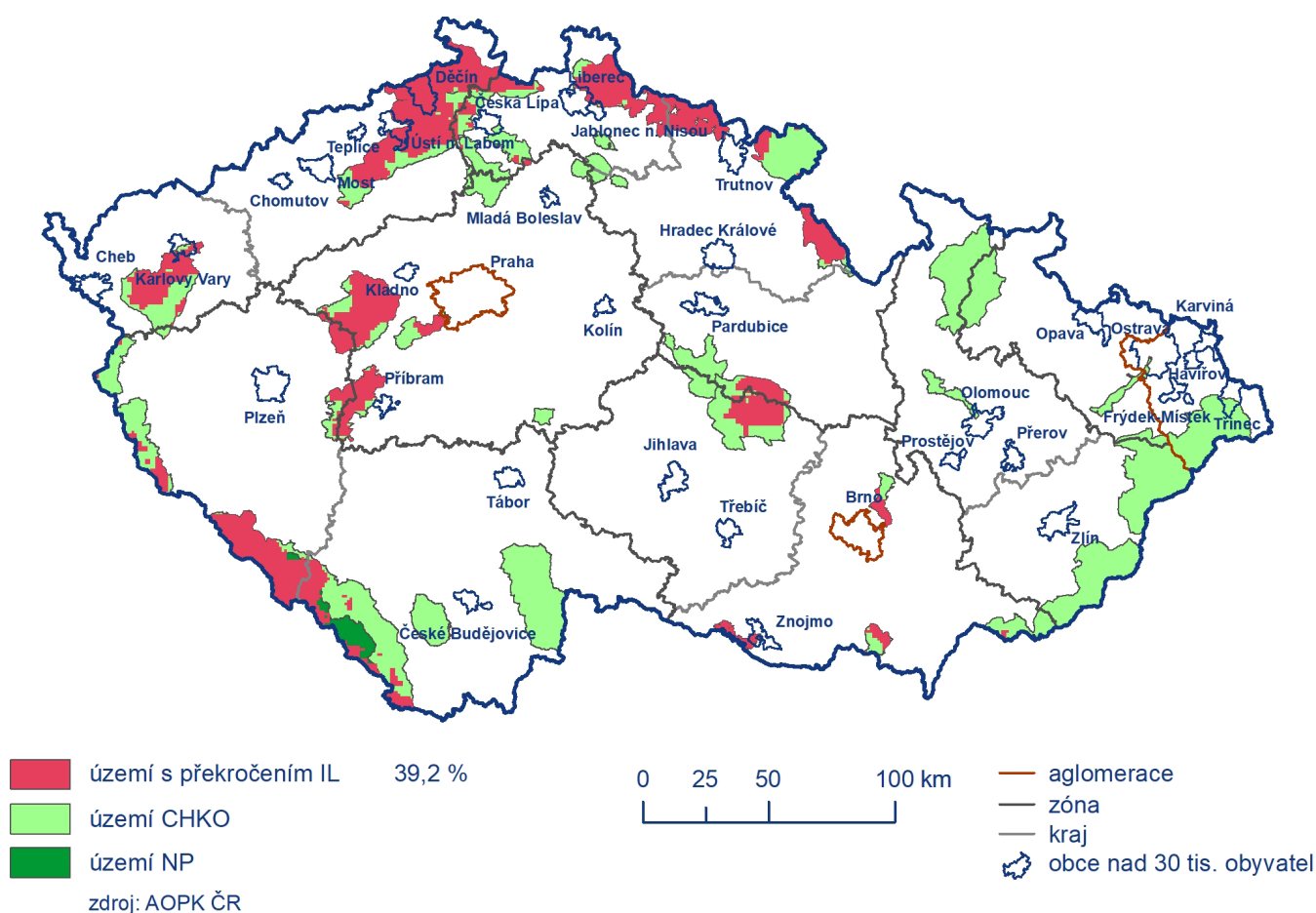
## VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace

Z hlediska ochrany nejvhodnějších přírodních lokalit ČR je vyhodnocováno i překročení imisních limitů pro ochranu ekosystémů a vegetace<sup>2</sup> na území NP a CHKO (Tab. VII.2.1). V roce 2020 došlo k překročení alespoň jednoho z těchto limitů na 39 % území NP a CHKO (Obr. VII.2.1).

Nadlimitní koncentrace  $\text{NO}_x$  se vyskytují zejména v okolí dopravních komunikací; z hlediska nejvhodnějších přírodních částí ČR došlo k překročení imisního limitu pro  $\text{NO}_x$  na velmi malém území několika CHKO (Tab. VII.2.1; Obr. VII.2.2).

V roce 2020 došlo k překročení imisního limitu pro AOT40 alespoň na části území ve všech NP a ve většině CHKO (Tab. VII.2.1).

Imisní limit pro roční i zimní průměrnou koncentraci  $\text{SO}_2$  nebyl v roce 2020, stejně jako v předchozích letech, překročen na území žádné CHKO ani NP.



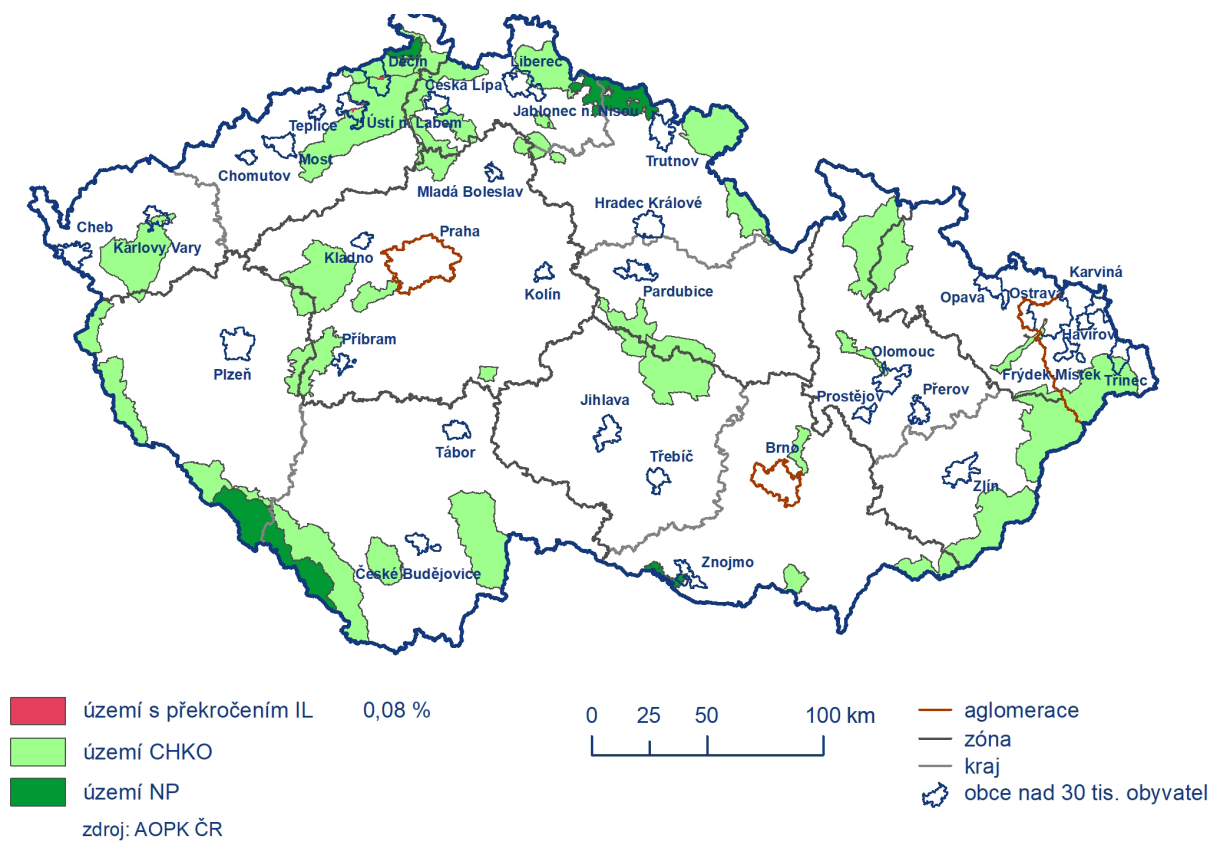
**Obr. VII.2.1** Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO se zahrnutím přízemního ozonu, 2020

2 Imisní limit pro roční a zimní průměrnou koncentraci  $\text{SO}_2$ , imisní limit pro roční průměrnou koncentraci  $\text{NO}_x$  a imisní limit pro  $\text{O}_3$  vyjádřený jako expoziční index AOT40.

**Tab. VII.2.1 Překročení imisního limitu (NO<sub>x</sub> a AOT40) pro ochranu ekosystémů a vegetace v rámci NP a CHKO, % plochy NP a CHKO, 2020**

NP + CHKO	NO <sub>x</sub> Roční průměr > 30 µg.m <sup>-3</sup>	O <sub>3</sub> AOT 40 > 18 000 µg.m <sup>-3</sup> .h	Souhrn
NP České Švýcarsko	–	100	100
Krkonošský národní park	–	99,9	99,9
NP Podýjí	–	98,8	98,8
NP Šumava	–	72,4	72,4
CHKO Beskydy	–	–	–
CHKO Bílé Karpaty	–	1,5	1,5
CHKO Blaník	–	–	–
CHKO Blanský les	–	–	–
CHKO Brdy	–	75,7	75,7
CHKO Broumovsko	–	14,2	14,2
CHKO České středohoří	0,6	70,8	70,8
CHKO Český kras	1,8	42,2	44
CHKO Český les	–	20,4	20,4
CHKO Český ráj	–	–	–
CHKO Jeseníky	–	–	–
CHKO Jizerské hory	–	90	90
CHKO Kokořínsko - Máchův kraj	–	3,4	3,4
CHKO Křivoklátsko	–	82,1	82,1
CHKO Labské pískovce	0,2	97,9	97,9
CHKO Litovelské Pomoraví	0,03	–	0
CHKO Lužické hory	–	74,9	74,9
CHKO Moravský kras	–	56,5	56,5
CHKO Orlické hory	–	85,6	85,6
CHKO Pálava	–	51,6	51,6
CHKO Poodří	0,1	–	0,1
CHKO Slavkovský les	–	57,3	57,3
CHKO Šumava	–	37,7	37,7
CHKO Třeboňsko	–	–	–
CHKO Žďárské vrchy	–	51,1	51,1
CHKO Železné hory	–	–	–

## VII. Oblasti s překročením imisních limitů



**Obr. VII.2.2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO bez zahrnutí přízemního ozonu, 2020**

## VIII. EVROPSKÝ KONTEXT

Znečištění ovzduší ve velkých průmyslových oblastech patří mezi vážné environmentální problémy Evropy přibližně od poloviny minulého století. Znamé epizody tzv. Velkého londýnského smogu přiměly nejen Velkou Británii, ale i další západoevropské země k postupnému přijímání národních zákonů k omezení znečišťování ovzduší.

V 60. letech 20. století začalo být zřejmé, že problém lze vyřešit pouze na základě mezinárodní spolupráce. Ze studií v rámci programu zkoumajícího dálkový přenos znečištění ovzduší, který probíhal v rámci Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) v letech 1971–1977, vyplynulo, že k acidifikaci řek a jezer ve Skandinávii dochází v důsledku tzv. kyselých dešťů, jež jsou způsobeny znečišťujícími látkami uvolňovanými do ovzduší v kontinentální Evropě. Byl proto přijat první mezinárodní právně závazný dokument, jehož účelem bylo řešit na široké regionální úrovni problémy spojené se znečišťováním ovzduší, a sice Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států (CLRTAP), kterou v roce 1979 přijala Evropská hospodářská komise OSN.

Díky opatřením jak v rámci CLRTAP, tak zejména později v rámci směrnic Evropské unie (EU), se kvalita ovzduší v Evropě během posledních desetiletí podstatně zlepšila. Podařilo se snížit emise mnoha znečišťujících látek, nicméně znečištění způsobené suspendovanými částicemi a ozonem stále představuje závažná rizika. Značná část evropské populace a ekosystémů je stále vystavena koncentracím znečišťujících látek vyšším, než jsou legislativně stanovené limity a doporučené hodnoty Světové zdravotnické organizace (WHO).

Přes uvedená zlepšení patří znečištění ovzduší k nejrizikovějším environmentálním faktorům způsobujícím předčasná úmrtí, zvyšujícím výskyt širokého spektra nemocí, poškozujícím vegetaci a ekosystémy a vede i ke ztrátě biologické rozmanitosti v Evropě. To vše též znamená značné ekonomické ztráty. Další zlepšení vyžaduje opatření a spolupráci na globální, kontinentální, národní a místní úrovni, a to ve většině hospodářských odvětví a se zapojením veřejnosti. Opatření musí zahrnovat technologický rozvoj, strukturální změny včetně optimalizace infrastruktury a územního plánování a změny chování. Ochrana přírodního kapitálu, podpory hospodářské prosperity, lidského blahobytu a sociálního rozvoje jsou součástí vize Evropské unie 2050, která byla stanovena 7. akčním programem EU pro životní prostředí (EU 2013).

### Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů v rámci Evropy

Emise hlavních znečišťujících látek vypouštěných do venkovního ovzduší v Evropě od roku 1990 poklesly. Nicméně ke snížení nedošlo dostatečně ve všech sektorech a emise některých znečišťujících látek se dokonce zvýšily. Nedošlo např. k dostatečnému snížení emisí  $\text{NO}_x$  z mobilních zdrojů, a proto nejsou v mnoha městech dodržovány imisní limity. V posledním desetiletí v EU rovněž vzrostly emise  $\text{PM}_{2,5}$  a benzo[a]pyrenu, pocházející z nedokonalého spalování uhlí a biomasy v domácnostech, v soukromých i veřejných budovách. Tyto zdroje se nyní v EU nejvíce podílejí na emisích částic a benzo[a]pyrenu (Obr. VIII.1).

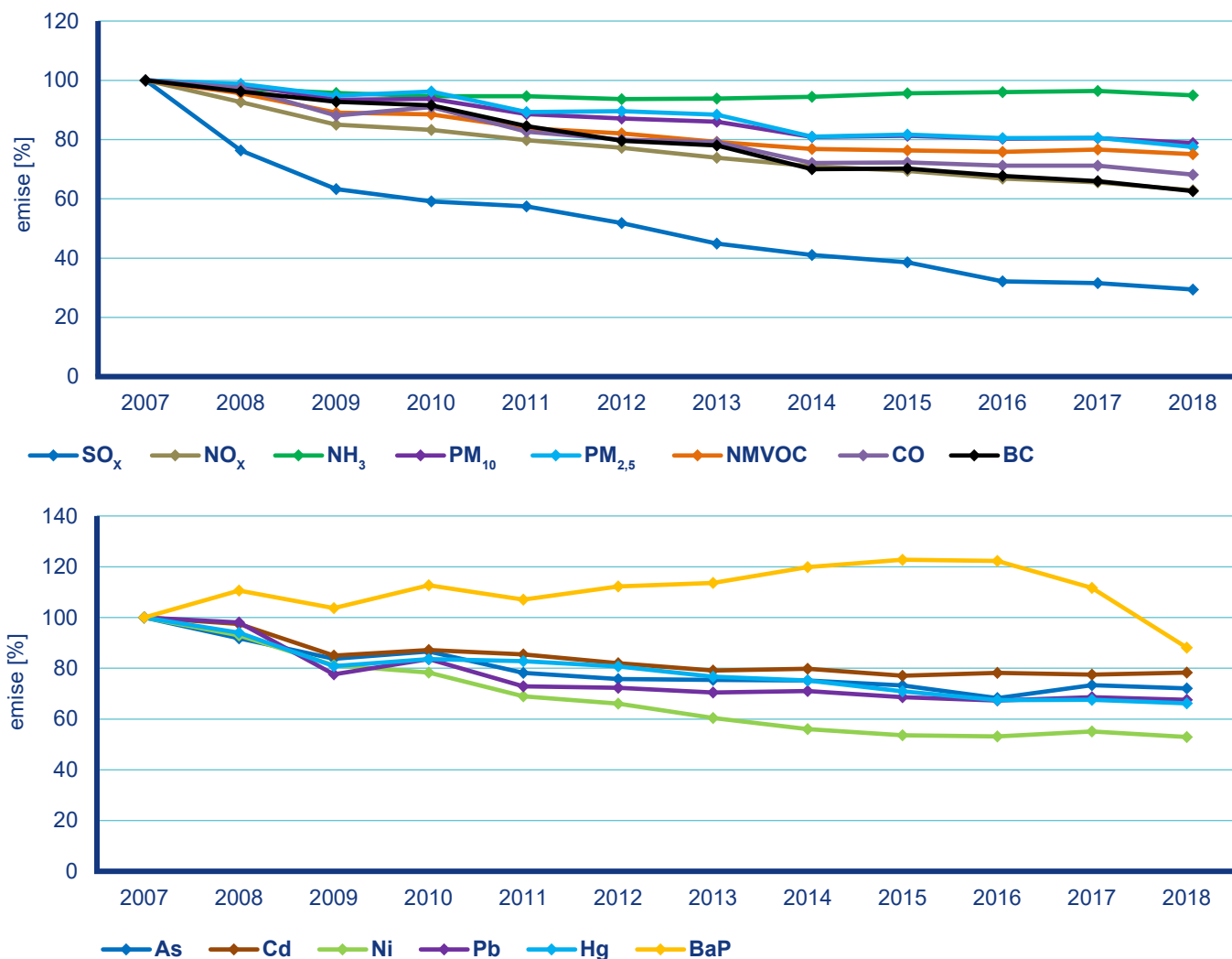
Emise skleníkových plynů zaznamenávají svůj pokles, a to především emise  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  (Obr. VIII.2). U emisí fluorovaných uhlovodíků byl naopak vidět až do roku 2014 nárůst. V posledních letech se ale začínají projevovat efekty nařízení EU omezující používání F-plynů a začíná docházet k postupnému poklesu jejich emisí. Celkově platí pro evropské státy mezinárodní povinnosti snižování emisí skleníkových plynů vycházející z požadavků jak Rámcové Úmluvy OSN o změně klimatu, tak z navazujících předpisů Evropské unie. Snižování emisí fluorovaných plynů a omezování jejich používání je pak dáno také Montrealským protokolem.

### Monitoring kvality ovzduší v rámci Evropy

Dlouhodobý monitoring kvality ovzduší v Evropě je na vysoké úrovni a hustotou sítě patří Evropa spolu se Severní Amerikou k nejlépe pokrytým kontinentům. Národní monitorovací sítě kvality ovzduší jsou v jednotlivých státech provozovány v souladu s legislativou EU, nicméně praktické zajištění je v jednotlivých státech odlišné. Někde jsou řízeny centrálně agenturami pro životní prostředí nebo meteorologickými ústavy, jinde regionálními úřady. Centrální evropskou databázi dat koncentrací znečišťujících látek naměřených na stanicích imisního monitoringu (AQ e-reporting database) provozuje Evropská agentura pro životní prostředí (EEA). Jednotlivé státy každoročně na základě legislativy EU předávají EEA data naměřená v rámci svých monitorovacích sítí.

Vedle národních sítí jsou dlouhodobě realizovány panevropské projekty, mezi jejichž hlavní cíle patří detekování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v celoevropském kontextu. Jedná se o programy realizované pod CLRTAP (EMEP a skupina pro hodnocení dopadů dálkového přenosu škodlivin přes hranice států), v rámci programu GAW Světové meteorologické organizace (WMO) a v rám-

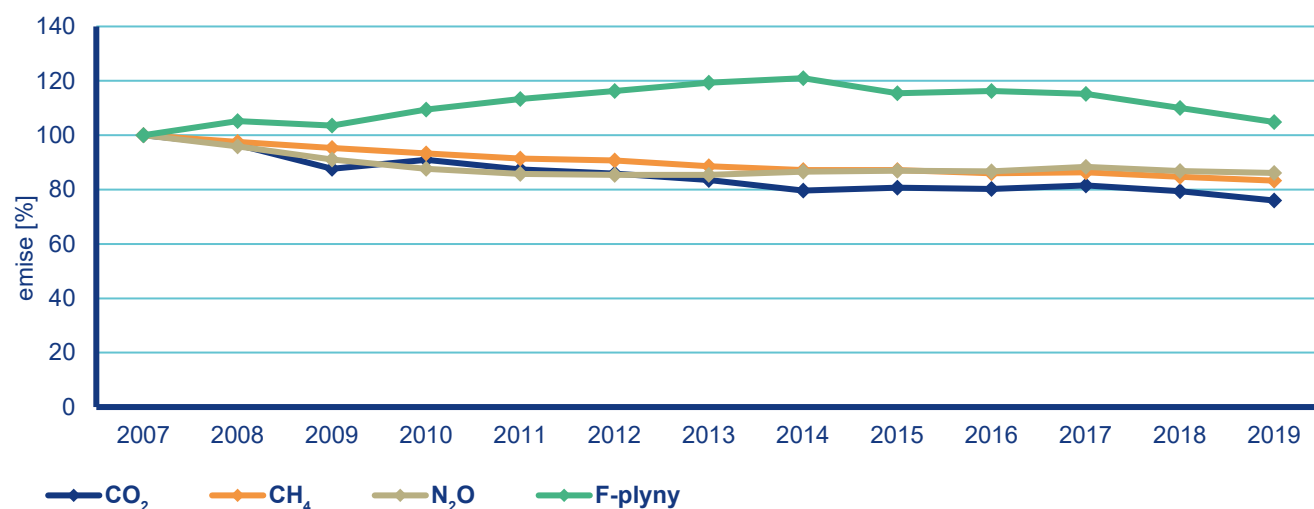




Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2007. Údaje o využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví jsou k dispozici do roku 2012. Předávání zpráv o emisích BC je dobrovolné, nejsou tedy zahrnuty všechny státy.

Zdroj dat: EEA

**Obr. VIII.1 Celkové emise ve 28 členských státech Evropské unie, 2009–2018**



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2007. Emise jsou uvedeny včetně emisí ze sektoru využívání území, změny ve využívání území a lesnictví.

Zdroj dat: UNFCCC

**Obr. VIII.2 Celkové emise skleníkových plynů ve 28 členských státech Evropské unie, 2009–2019**

ci evropských výzkumných infrastruktur (ACTRIS, ICOS). Dálkový přenos znečišťujících látek v rámci celého kontinentu i mimo něj je řešen úmluvou CLRTAP v rámci programu EMEP. Program byl založen v roce 1977 a jedním z jeho hlavních cílů je sledování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v regionálním měřítku, a to na základě měření na vybraných pozadových lokalitách.

## Aktuální stav kvality ovzduší v Evropě

Z hlediska poškozování lidského zdraví v Evropě je nejproblematičtější úroveň koncentrací částic (PM), přízemního ozonu ( $O_3$ ), oxidu dusičitého ( $NO_2$ ) a karcinogenního benzo[a]pyrenu. Závažné zdravotní problémy způsobuje znečištěné ovzduší zejména obyvatelům měst a obcí. Poškození ekosystémů způsobuje nejrozsáhleji  $O_3$ , kromě toho zvýšené koncentrace oxidů dusíku ( $NO_x$ ) přispívají k depozici dusíku způsobující eutrofizaci.

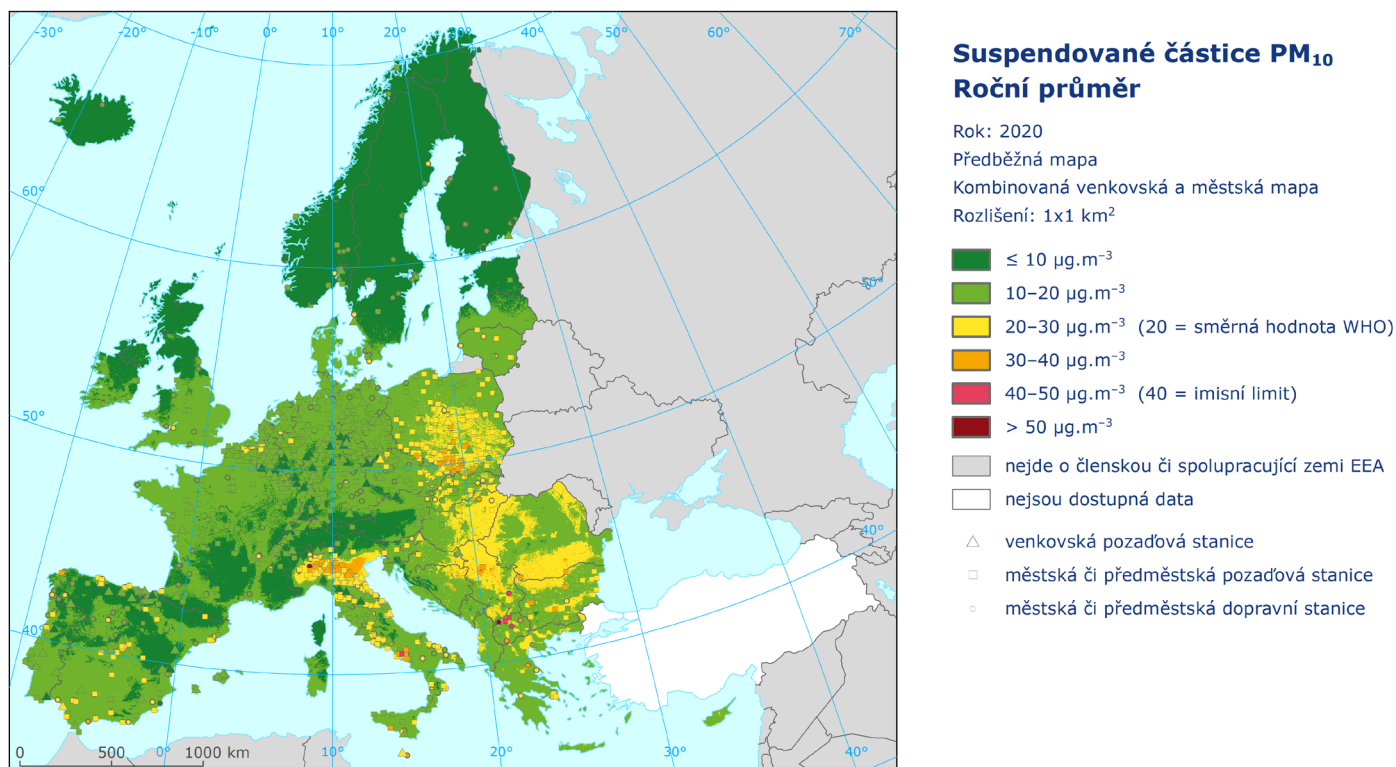
Odhaduje se, že v členských státech EU bylo v tříletém období 2017–2019 vystaveno 6–15 % obyvatel nadlimitním 24hodinovým koncentracím  $PM_{10}$ , 1–6 % nadlimitním ročním koncentracím  $PM_{2,5}$ , 13–38 % koncentracím  $O_3$  vyšším než cílová hodnota a 4–7 % nadlimitním ročním koncentracím  $NO_2$  (ETC/ATNI 2021). Ročním koncentracím benzo[a]pyrenu vyšším než cílová hodnota bylo v tříletém období 2016–2018 vystaveno cca 15–22 % městské populace EU (EEA 2020).

Odhad procenta populace EU vystavené v tříletém období 2017–2019 koncentracím vyšším, než jsou doporučené hodnoty WHO, byl ještě vyšší, a to 32–42 % pro roční koncentraci  $PM_{10}$ , 65–77 % pro roční koncentraci  $PM_{2,5}$  a 4–7 % pro roční koncentraci  $NO_2$  (ETC/ATNI 2021). Denní koncentraci  $O_3$  vyšší, než je doporučená hodnota WHO, bylo v letech 2016–2018 vystaveno 96–99 % městské populace EU; v případě roční koncentrace benzo[a]pyrenu to bylo 75–90 % a v případě 24hodinové koncentrace  $SO_2$  19–29 % městské populace EU (EEA 2020).

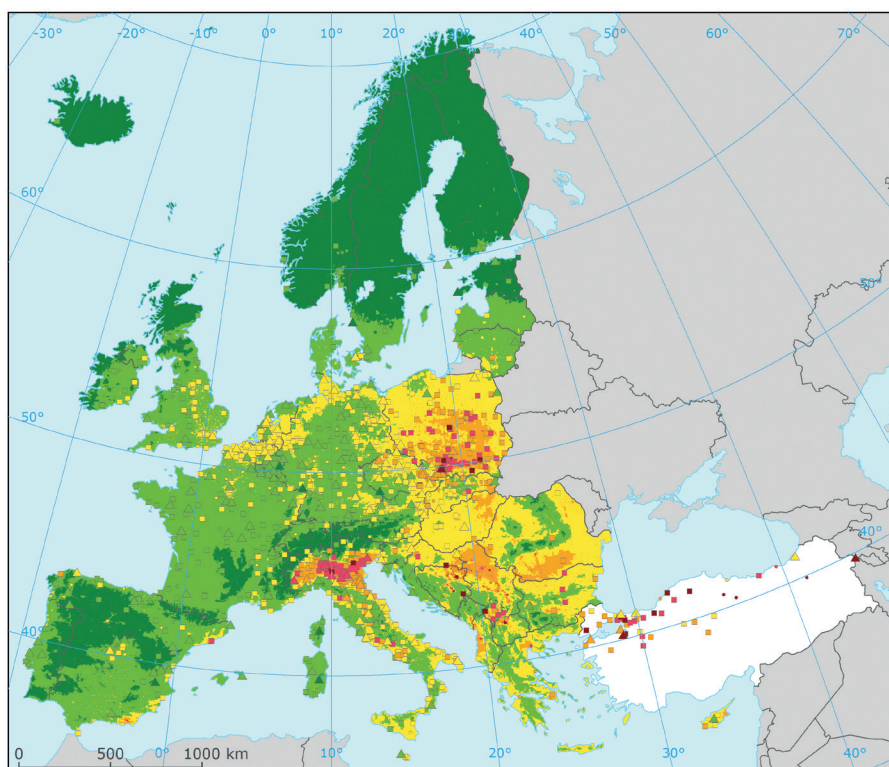
Odhady zdravotních dopadů vlivu znečištěného ovzduší ukazují, že dlouhodobá expozice jemným částicím ( $PM_{2,5}$ ) přispěla v Evropě v roce 2018 k cca 417 tis. předčasných úmrtí, dlouhodobá expozice koncentracím  $NO_2$  k 55 tis. a krátkodobá expozice koncentracím  $O_3$  přibližně k 21 tis. předčasných úmrtí (EEA 2020).

Nadlimitními koncentracemi suspendovaných částic a benzo[a]pyrenu jsou nejvíce zatíženi obyvatelé střední a východní Evropy včetně Balkánského poloostrova, k plošně nejvíce znečištěným oblastem patří rovněž Pádská nížina v severní Itálii (Obr. VIII.3, Obr. VIII.4, Obr. VIII.5).

Limitní koncentrace  $NO_2$  jsou překračovány zejména v lokalitách ovlivněných dopravou (Obr. VIII.6). Výskyt nadlimitních koncentrací lze předpokládat i ve státech, které výše zmíněné škodliviny sledují pouze na omezeném počtu lokalit, nebo je nesledují vůbec, resp. tyto údaje EEA nepředávají.



Obr. VIII.3 Pole průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  v Evropě, 2020, předběžná mapa



### Suspendované částice PM<sub>2,5</sub> Roční průměr

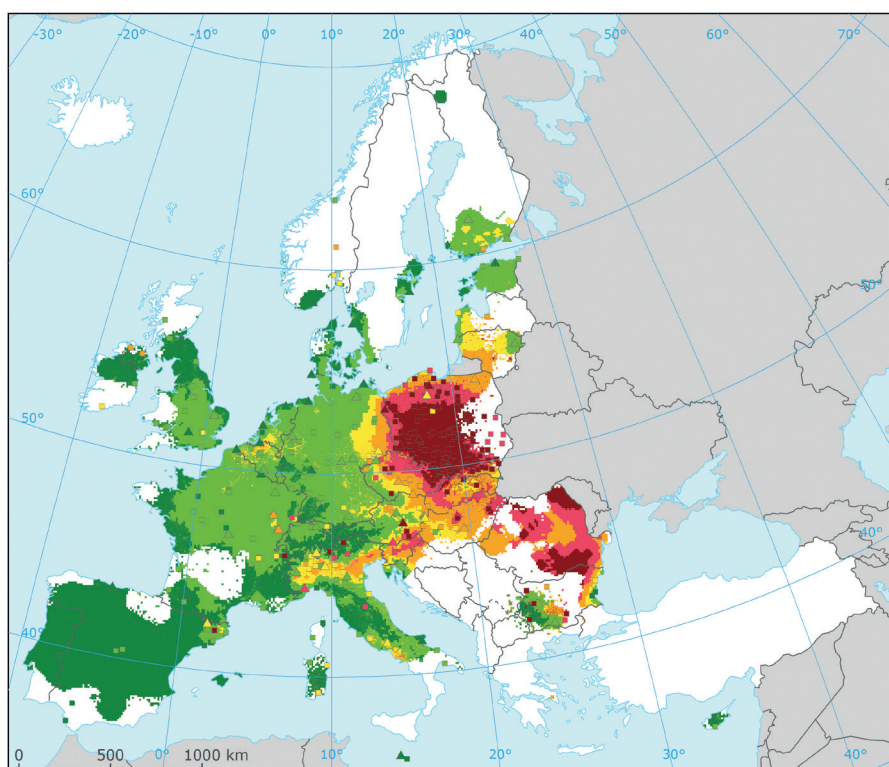
Rok: 2019

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1x1 km<sup>2</sup>

- $\leq 5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- 5–10  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- 10–15  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (10 = směrná hodnota WHO)
- 15–20  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- 20–25  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (20 = orientační limit 2020)
- > 25  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (25 = imisní limit)
- nejde o členskou či spolupracující zemi EEA
- nejsou dostupná data
- venkovská požadová stanice
- městská či předměstská požadová stanice
- městská či předměstská dopravní stanice

Obr. VIII.4 Pole průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Evropě, 2019



### Benzo[a]pyren Roční průměr

Rok: 2013

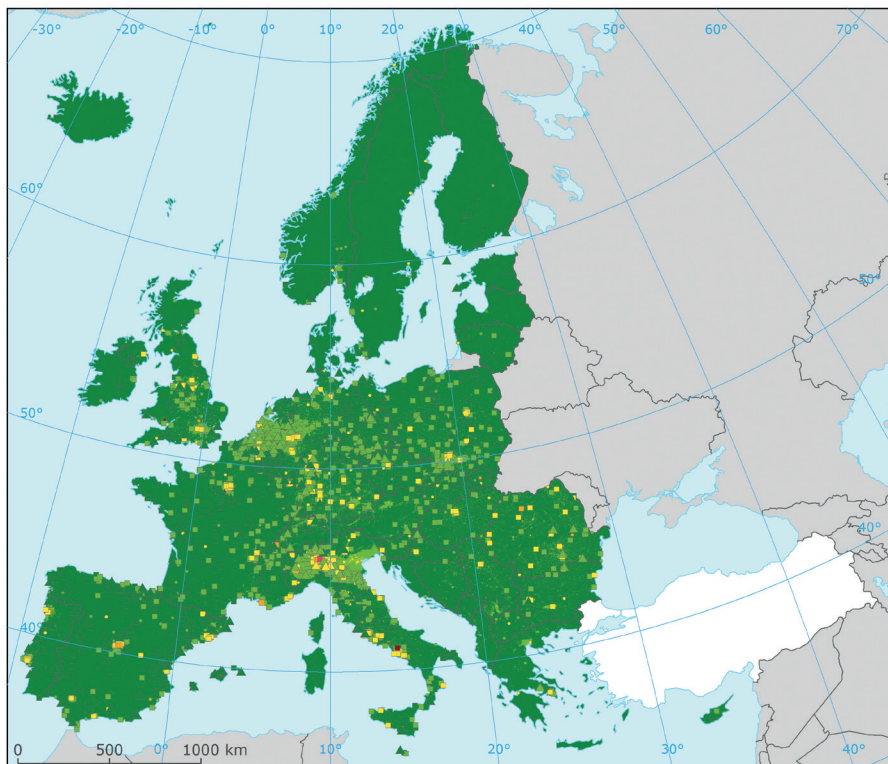
Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1x1 km

- $\leq 0,12 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- 0,12–0,4  $\text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- 0,4–0,6  $\text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- 0,6–1  $\text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- 1–1,5  $\text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  (1 = cílový limit)
- > 1,5  $\text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- nejde o členskou či spolupracující zemi EEA
- nejsou dostupná data
- venkovská požadová stanice
- městská či předměstská požadová stanice

Obr. VIII.5 Pole průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v Evropě, 2013





### Oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>) Roční průměr

Rok: 2020

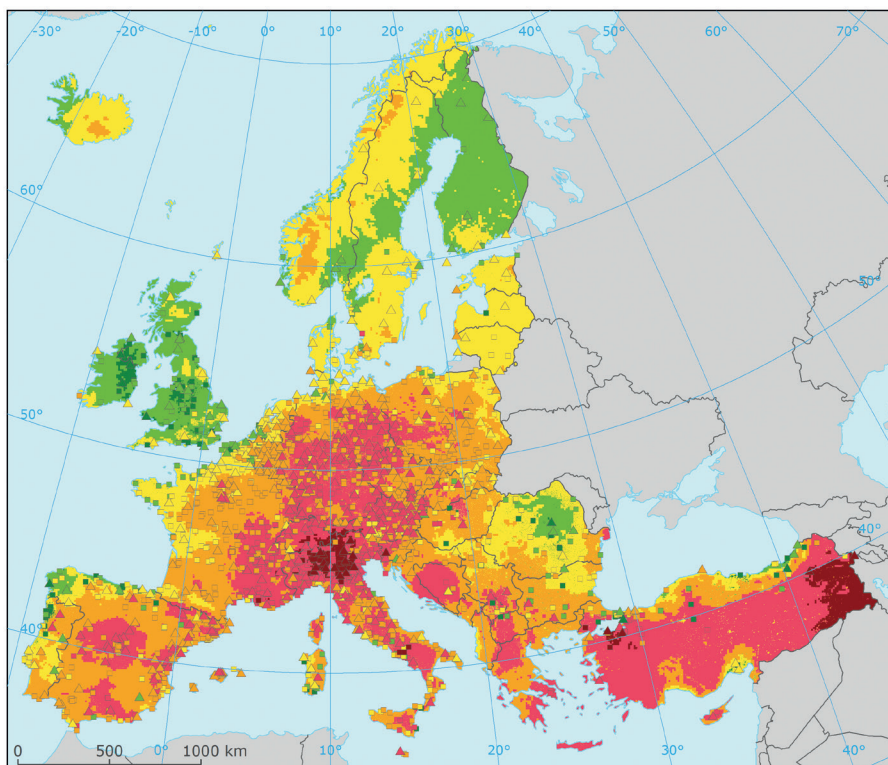
Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1x1 km<sup>2</sup>

- ≤ 10 µg.m<sup>-3</sup>
- 10–20 µg.m<sup>-3</sup>
- 20–30 µg.m<sup>-3</sup>
- 30–40 µg.m<sup>-3</sup>
- 40–45 µg.m<sup>-3</sup> (40 = imisní limit)
- > 45 µg.m<sup>-3</sup>
- nejde o členskou či spolupracující zemi EEA
- nejsou dostupná data
- △ venkovská pozadová stanice
- městská či předměstská pozadová stanice
- městská či předměstská dopravní stanice

Obr. VIII.6 Pole průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v Evropě, 2020, předběžná mapa



### Ozon – 93.2 percentil max. denních 8hod. průměrů

Rok: 2019

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1x1 km<sup>2</sup>

- ≤ 90 µg.m<sup>-3</sup>
- 90–100 µg.m<sup>-3</sup>
- 100–110 µg.m<sup>-3</sup>
- 110–120 µg.m<sup>-3</sup>
- 120–140 µg.m<sup>-3</sup> (120 = cílový limit)
- > 140 µg.m<sup>-3</sup>
- nejde o členskou či spolupracující zemi EEA
- nejsou dostupná data
- △ venkovská pozadová stanice
- městská či předměstská pozadová stanice

Obr. VIII.7 Pole 93,2 percentilu denních maximálních 8hodinových koncentrací O<sub>3</sub> v Evropě, 2019

K primárním škodlivinám, které pocházejí z místních a oblastních zdrojů emisí, se přidává znečištění ovzduší sekundárním aerosolem (kap. IV.2.3, IV.9.3) a přízemním ozonem. Koncentrace přízemního ozonu vzhledem k mechanismu jeho vzniku (kap. IV.4.3) narůstají od nízkých hodnot v severní Evropě až po nejvyšší koncentrace zejména ve státech kolem Středozemního moře (Obr. VIII.7).

### **Kvalita ovzduší České republiky v evropském kontextu**

Úroveň znečištění ovzduší se v různých částech ČR velmi výrazně liší. Na jedné straně jsou oblasti velmi málo znečištěné, ve kterých je kvalita ovzduší obdobná jako v čistých souvisle obydlených regionech Evropy a koncentrace škodlivin ani zdaleka nedosahují imisních limitů. Data z českých pozadových stanic programu EMEP jsou srovnatelná s koncentracemi naměřenými na podobně lokalizovaných středoevropských stanicích. Na straně druhé aglomerace O/K/F-M patří společně s přílehlou oblastí Polské republiky v dlouhodobé perspektivě k nejvíce znečištěným evropským regionům, a to jak z hlediska rozlohy, tak dosahovaných koncentrací (kap. IV.3). Přenos škodlivin mezi ČR a sousedícími státy je nejintenzivnější právě v oblasti Slezska (podrobněji Blažek et al. 2013). Znečištěný vzduch samozřejmě proudí přes státní hranici i v jiných oblastech, ale vzájemné přeshraniční působení je mnohem menší, přičemž většinou není dostupná jeho kvantifikace ani odhad pravděpodobného vlivu. Kromě oblasti Slezska je podíl různých zdrojů na úrovni znečištění ovzduší podrobněji popsán pouze v česko-slovenském příhraničí Moravskoslezského a Žilinského kraje (VŠB-TU Ostrava 2014).

Ohledně úrovně průměrných koncentrací na obyvatele patří ČR k nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$  a benzo[a]pyrenu, k průměrně až nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska ozonu a k průměrně znečištěným zemím z hlediska  $NO_2$  (EEA 2020).

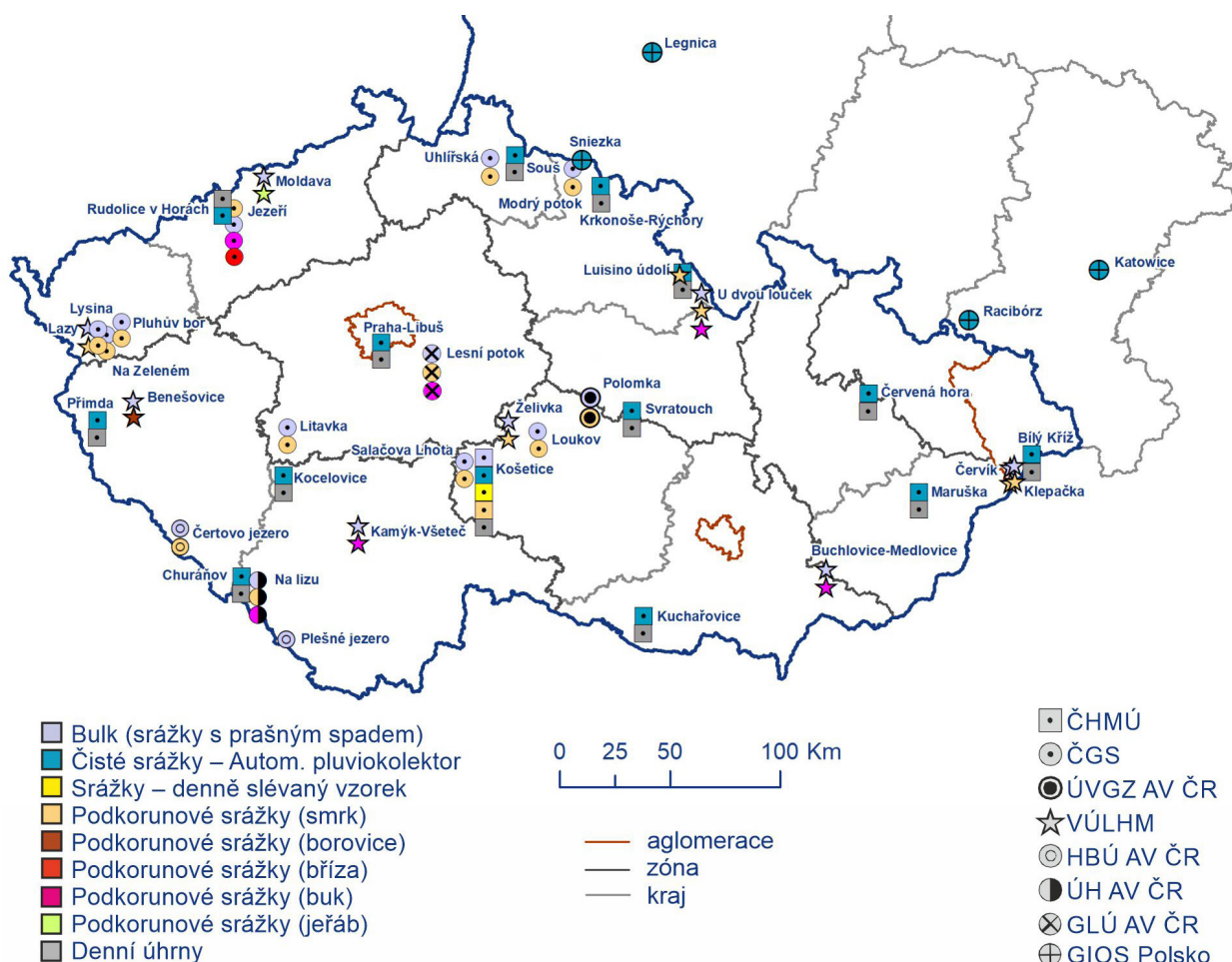
# IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Atmosférická depozice je tok látek z atmosféry k zemskému povrchu (Braniš, Hůnová 2009). Jedná se o významný proces přispívající k samočištění ovzduší, na druhé straně je však vstupem znečišťujících látek do jiných složek prostředí. Atmosférická depozice má mokrou a suchou složku. Mokrú složku je spojena s výskytem atmosférických srážek (depozice vertikální: déšť, sníh, kroupy; horizontální: mlha, námraza, jinovatka), a je tedy epizodická. Složka suchá představuje depozici plynů a částic různými mechanismy a probíhá neustále.

Atmosférická depozice většiny sledovaných látek se v Evropě za posledních dvacet let významně snížila, v řadě regionů však stále zůstává problémem (EEA 2011). Na území ČR se chemické složení atmosférických srážek a atmosférická depozice sledují dlouhodobě na poměrně značném počtu lokalit.

V roce 2020 byla do databáze Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) dodána data o chemickém složení atmosférických srážek celkem ze 39 lokalit v ČR. V ČR zajišťuje měření ČHMÚ (14 lokalit), ČGS (10 lokalit), VÚLHM (10 lokalit), HBÚ AV ČR (2 lokality) a ÚH AV ČR, ÚVGZ AV ČR a GLÚ AV ČR (po 1 lokalitě). Dále byla dodána data ze 6 polských lokalit (GIOS) v příhraničních oblastech (Obr. IX.1, Tab. IX.4).

Látky prezentované v kapitole atmosférické depozice nemají legislativně stanovené limity, jak je tomu v případě imisí. Z tohoto důvodu byla zvolena odlišná barevná škála za účelem větší přehlednosti depozičních map. Podrobnější informace o atmosférické depozici, odběrech vzorků, měření a kvantifikaci jejich složek a specifikace tvorby map jsou k dispozici v ČHMÚ (2021d).



Obr. IX.1 Staniční sítě sledování kvality atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2020



## Výsledky

Rok 2020 byl v ČR srážkově nadnormální. Průměrný roční úhrn srážek 766 mm představuje 112% dlouhodobého normálu 1981–2010 (více viz kap. III). Vyšší srážkové úhrny v porovnání s rokem 2019 (634 mm) se projeví na zvýšení mokré depozice oxidovaných forem dusíku ( $N_{NO_3^-}$ ), celkové mokré depozice dusíku a celkové depozice dusíku.

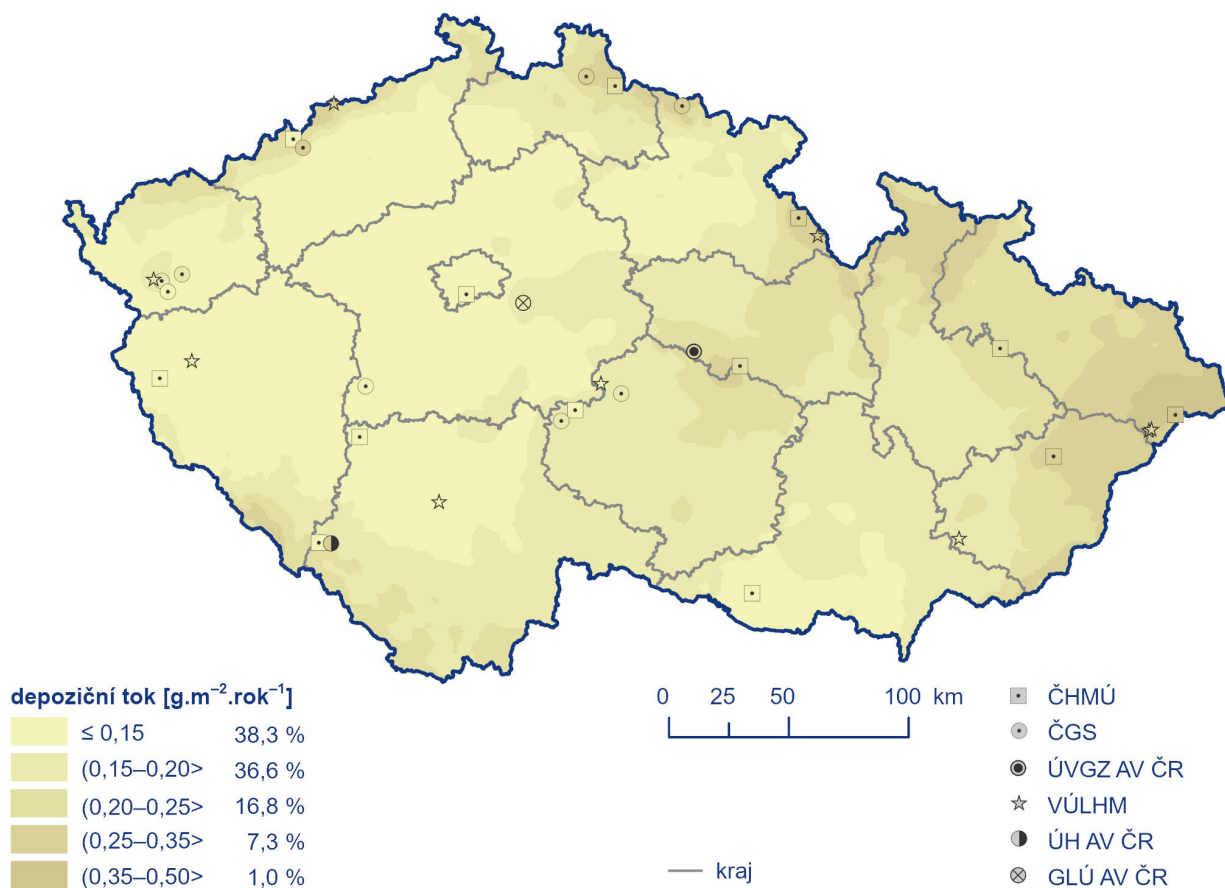
## Depozice síry

Průměrná hodnota depozičního toku síry v roce 2020 byla  $0,388 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2019 ( $0,419 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o pokles o 8%.

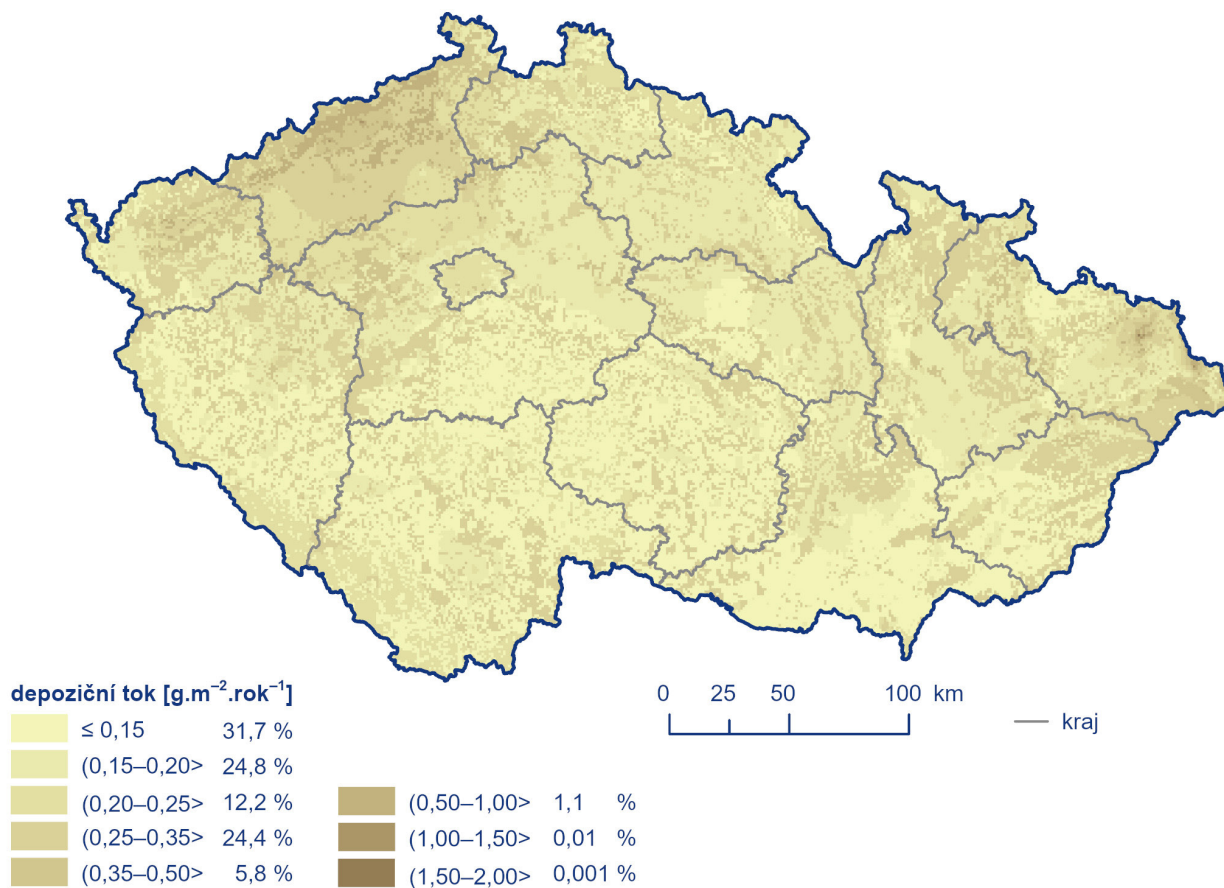
Pole celkové depozice síry vyjadřuje celkovou úroveň depozice síry na plochu ČR. Její kvantifikace se provádí na základě měřených koncentrací  $SO_4^{2-}$  v atmosférických srážkách a imisních koncentrací  $SO_2$ . V roce 2020 byla tato hodnota 30 577 t (Tab. IX.2), oproti roku 2019, kdy byla hodnota celkové depozice síry 33 032 t. Nejvyšších hodnot celkové depozice síry bylo dosaženo v oblasti Krušných hor a Ostravska (Obr. IX.4).

Mokrá depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ) dosáhla v roce 2020 hodnoty 13 793 t, zatímco v roce 2019 hodnoty 13 657 t. Nejvyšších hodnot mokré složky pak bylo dosaženo v horských oblastech, a to v Moravskoslezských Beskydách, Jeseníkách, Krkonoších, na Českomoravské vrchovině a na Šumavě (Obr. IX.2). V roce 2020 činila suchá depozice síry ( $S_{SO_2}$ ) 16 784 t, zatímco v roce 2019 to bylo 19 365 t. Nejvyšších hodnot suché složky bylo dosaženo na území Krušných hor a Moravskoslezských Beskyd (Obr. IX.3).

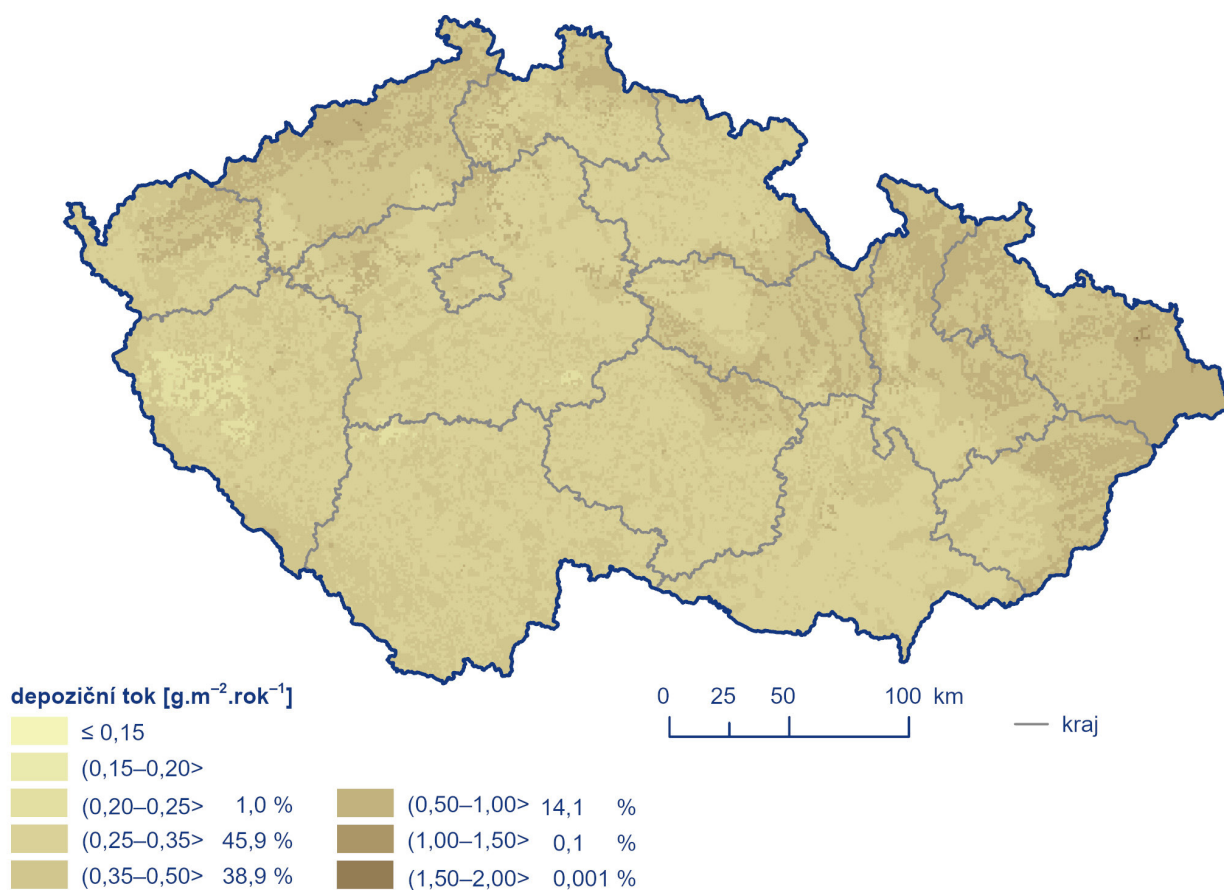
Podkorunová depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ) na zalesněný povrch ČR dosáhla v roce 2020 hodnoty 7 492 t, přičemž maximálních hodnot bylo dosaženo v horských oblastech (Obr. IX.5). Mapové zobrazení podkorunové depozice síry bylo vytvořeno pro místa s porosty na základě pole koncentrací síry v podkorunových srážkách („throughfall“) a z verifikovaného pole srážek procentuálně modifikovaného množstvím srážek naměřeným pod porosty na jednotlivých stanicích v rozsahu 49% (Luisino údolí) až 90% (U dvou louček) srážkového úhrnu na volné ploše pro rok 2020. Podkorunová depozice obecně zahrnuje mokrou vertikální a horizontální depozici (z mlh, nízkých oblačností a z námraz) a suchou depozici částic a plynů v lesních porostech.



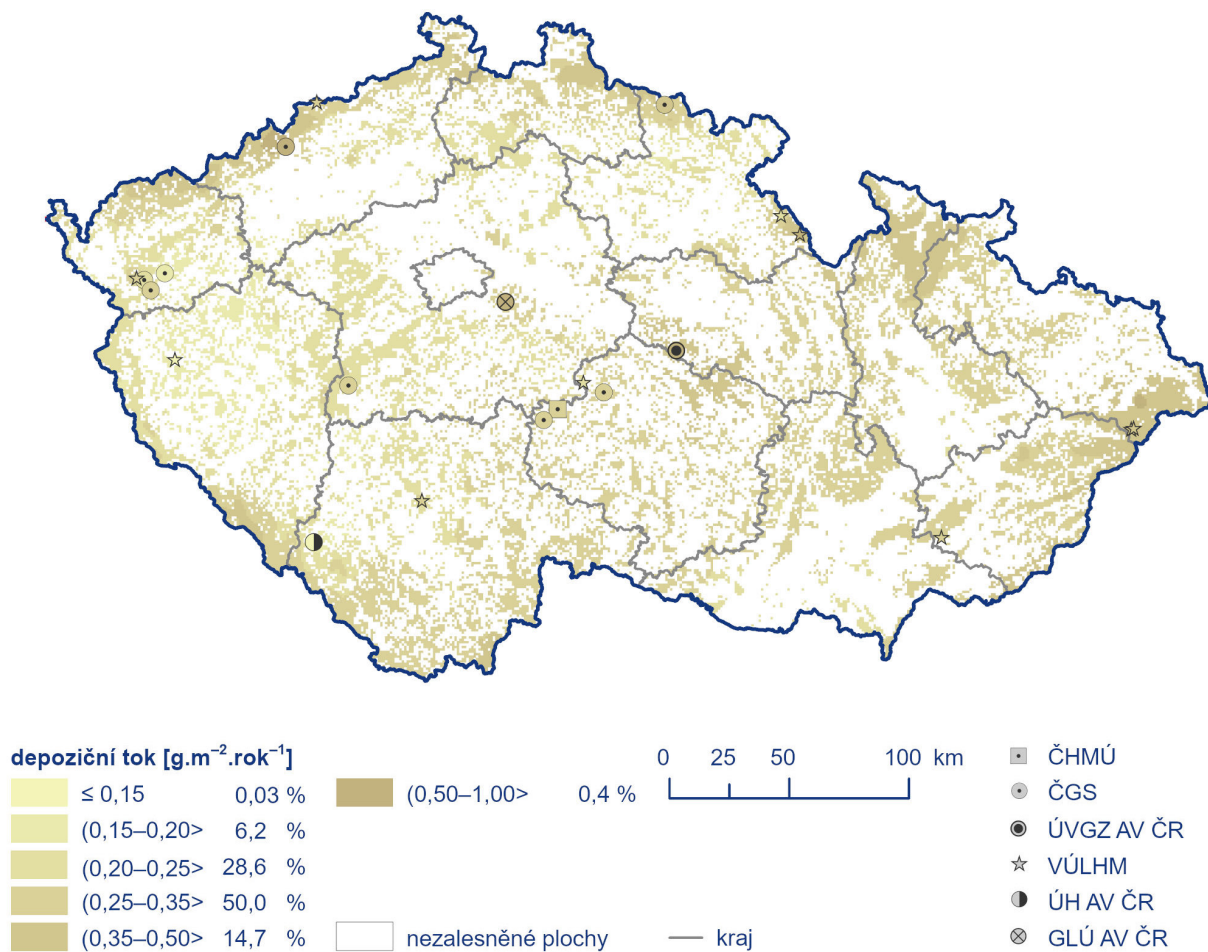
Obr. IX.2 Pole mokré roční depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ), 2020



Obr. IX.3 Pole suché roční depozice síry (S<sub>SO<sub>2</sub></sub>), 2020



Obr. IX.4 Pole celkové roční depozice síry, 2020



Obr. IX.5 Pole podkorunové roční depozice síry, 2020

Tab. IX.1 Průměrné hodnoty depozičních toků S, N a H v České republice, 2020

Prvek	Depozice	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$	$\text{keq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$
<b>S (<math>\text{SO}_4^{2-}</math>)</b>	mokrá	0,175	0,109
<b>S (<math>\text{SO}_2</math>)</b>	suchá	0,213	0,133
<b>S</b>	celková	0,388	0,242
<b>N (<math>\text{NO}_3^-</math>)</b>	mokrá	0,182	0,130
<b>N (<math>\text{NH}_4^+</math>)</b>	mokrá	0,363	0,259
<b>N (<math>\text{NO}_x</math>)</b>	suchá	0,170	0,121
<b>N</b>	celková	0,715	0,511
<b>H (pH)</b>	mokrá	0,003	0,027
<b>H (<math>\text{SO}_2, \text{NO}_x</math>)</b>	suchá	0,025	0,252
<b>H</b>	celková	0,028	0,280

Tab. IX.2 Odhad celkové roční depozice uvedených složek na plochu České republiky (78 841  $\text{km}^2$ ) v tunách, 2020

	Depozice [t]		
	mokrá	suchá	celková
<b>S</b>	13 793	16 784	30 577
<b>N (ox)</b>	14 382	13 397	27 779
<b>N (red)</b>	28 617		
<b>N (ox + red)</b>	42 999		56 396
<b>H+</b>	218	2 006	2 224
<b>Pb</b>	31	17	
<b>Cd</b>	2,0	0,9	



**Tab. IX.3 Odhad celkové roční deponice síry na zalesněný povrch České republiky (26 428 km<sup>2</sup>) v tunách, 2001–2020**

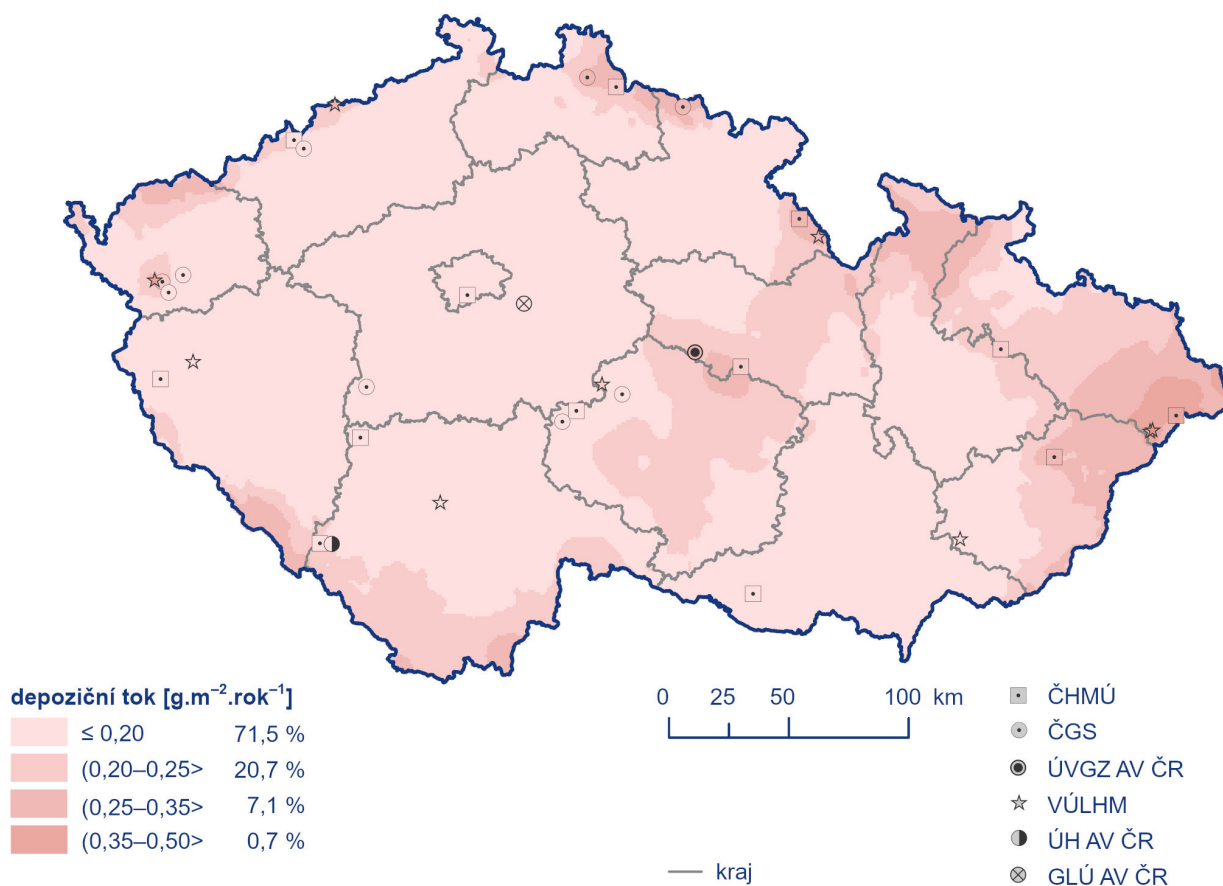
	Depozice [t]	
	celková (sumární)	podkorunová
2001	27 894	36 899
2002	25 984	31 011
2003	21 306	26 818
2004	23 247	32 835
2005	22 855	26 461
2006	21 975	25 660
2007	17 445	29 279
2008	15 528	30 197
2009	16 590	26 193
2010	17 621	27 944
2011	15 118	18 691
2012	15 311	19 079
2013	16 530	19 723
2014	16 810	12 836
2015	13 294	16 044
2016	12 625	19 724
2017	14 621	12 608
2018	14 870	14 002
2019	13 133	10 707
2020	13 057	7 492

## Depozice dusíku

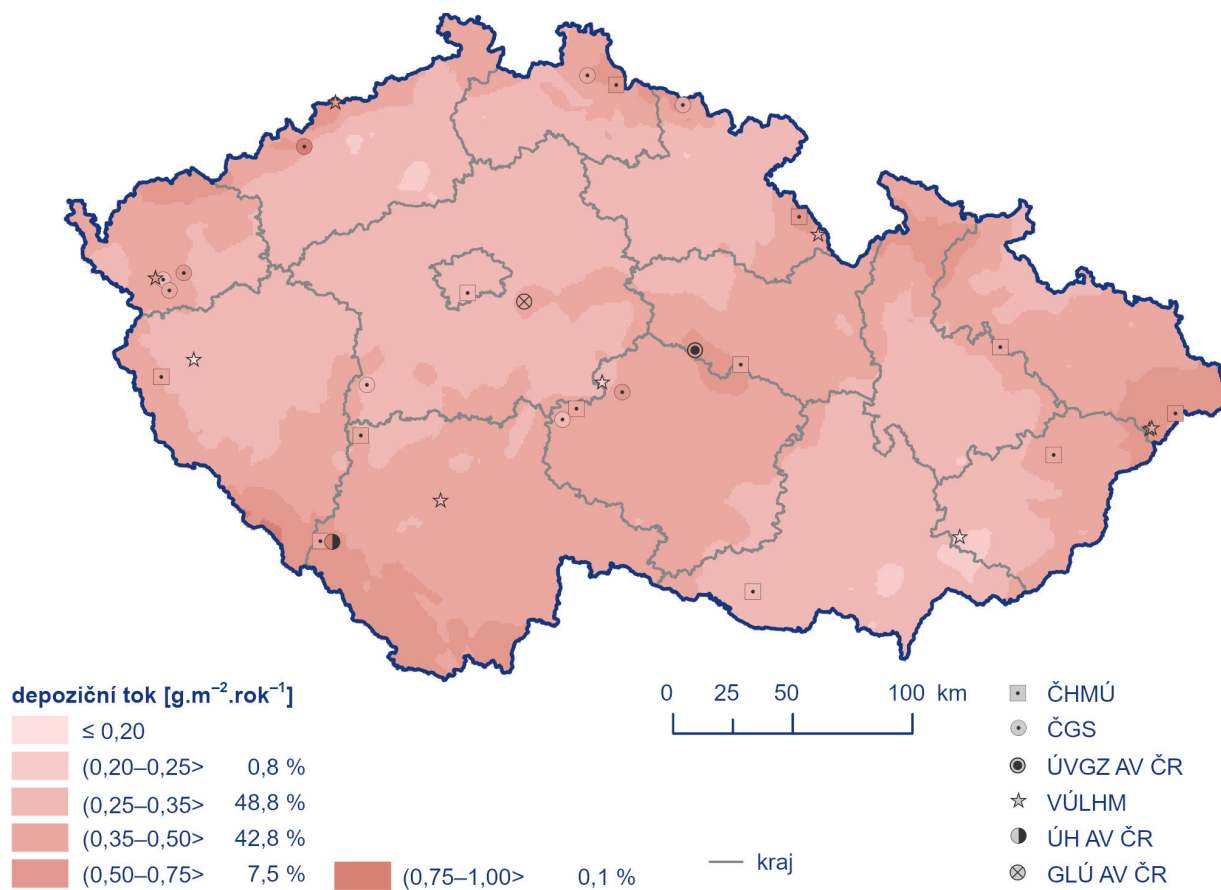
Průměrná hodnota depozičního toku dusíku v roce 2020 byla 0,715 g.m<sup>-2</sup>.rok<sup>-1</sup> (Tab. IX.1). Oproti roku 2019 (0,694 g.m<sup>-2</sup>.rok<sup>-1</sup>) se jedná o nárůst o 3 %.

Celková deponice dusíku na plochu České republiky byla v roce 2020 rovna hodnotě 56 396 t (Tab. IX.2). Oproti deponici síry zde došlo k nárůstu ve srovnání s rokem 2019, kdy byla hodnota rovna 54 749 t. Nejvyšších hodnot celkové deponice dusíku bylo dosaženo na území Jeseníků, Moravskoslezských Beskyd, Orlických hor, Šumavy a Novohradských hor (Obr. IX.10).

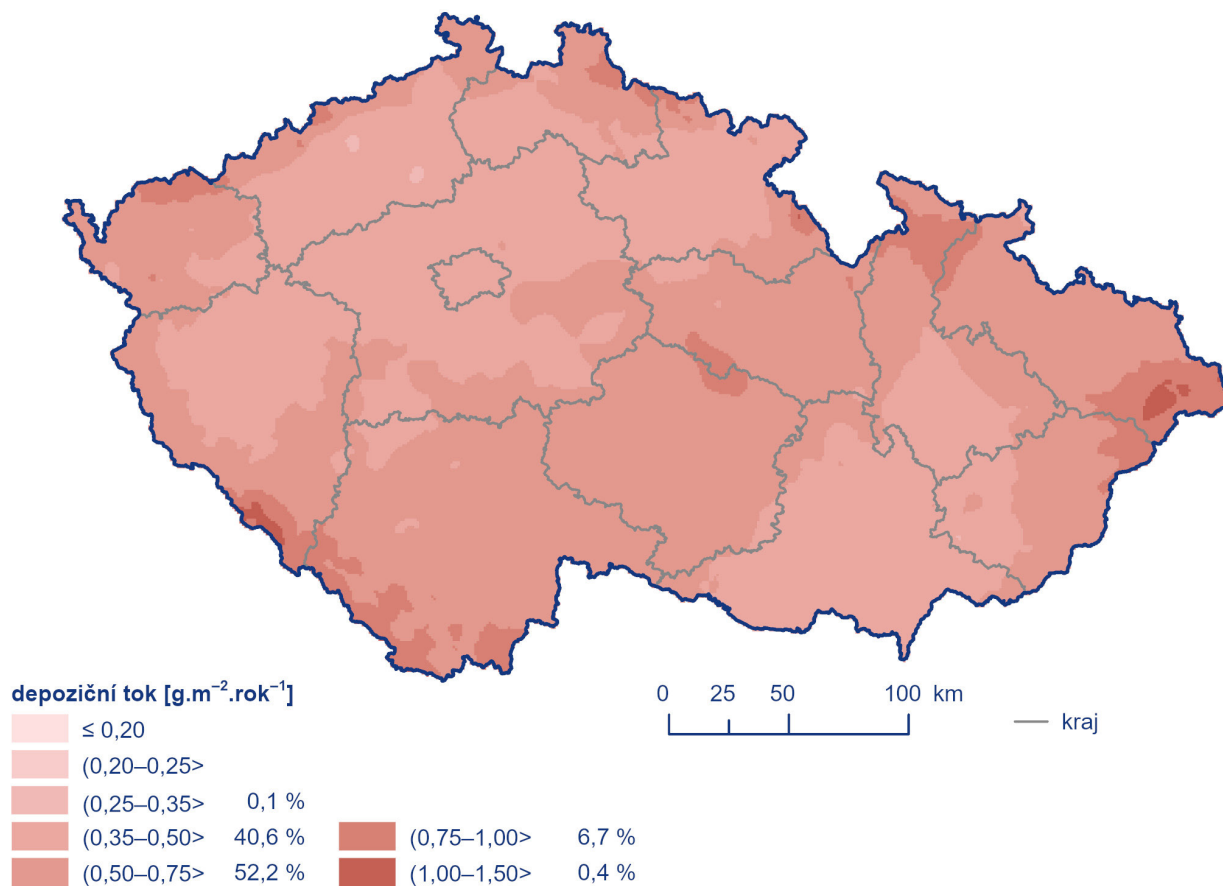
Naopak nižších hodnot dosáhly některé dílčí složky deponice dusíku. Mokrý deponice oxidovaných forem dusíku (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-</sup>) dosáhla v roce 2020 hodnoty 14 382 t (Obr. IX.6), zatímco v roce 2019 hodnoty 15 815 t. Mokrý deponice redukovaných forem (N<sub>2</sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) se v roce 2020, stejně jako celková deponice dusíku, zvýšila, a to na hodnotu 28 617 t (Obr. IX.7) oproti roku 2019, kdy byla hodnota 24 437 t. Celková mokrý deponice dusíku (součet mokrý deponice N<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-</sup> a N<sub>2</sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pak byla v roce 2020 rovna hodnotě 42 999 t, zatímco v roce 2019 pouze 40 252 t. Nejvyšší hodnoty celkové mokrý deponice dusíku byly zaznamenány v oblasti Šumavy, Krkonoš, Jizerských hor, Orlických hor, Českomoravské vrchoviny, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd (Obr. IX.8).



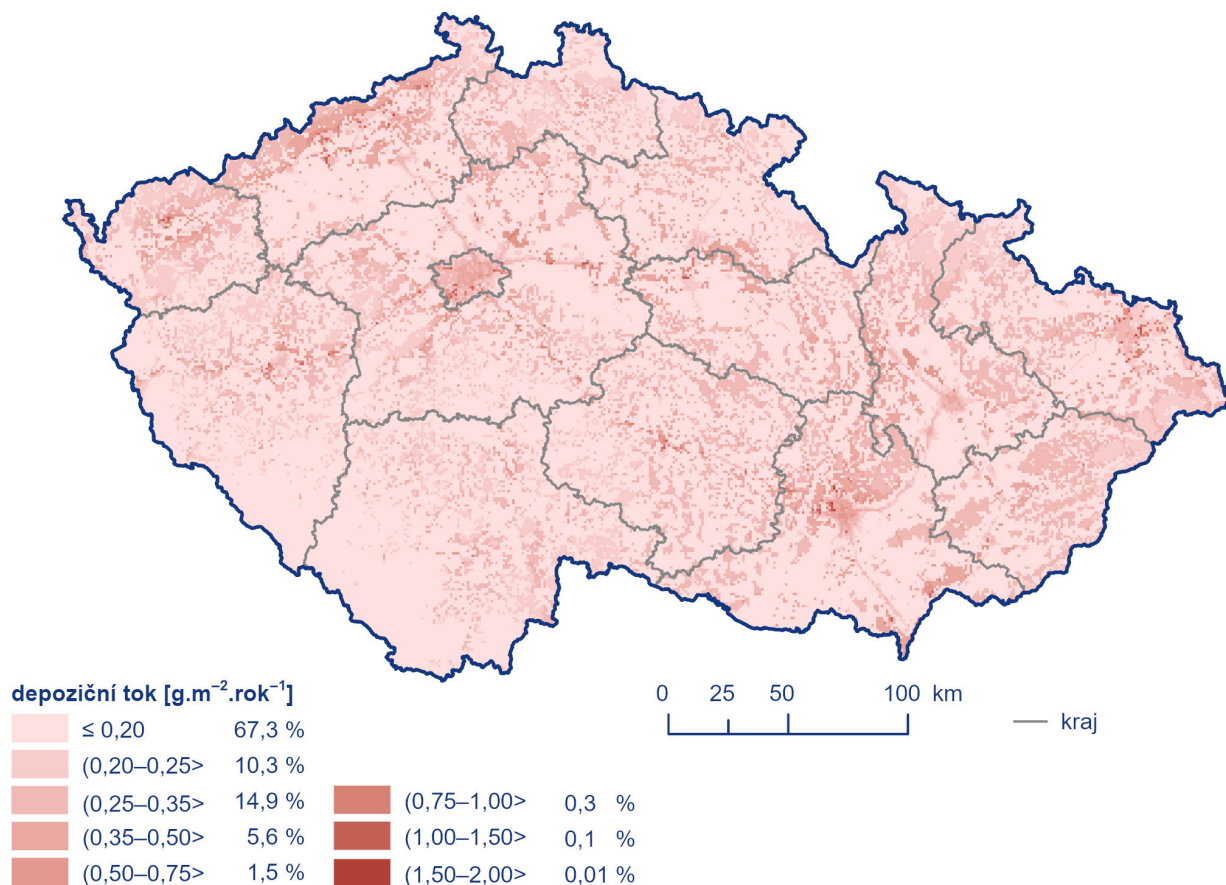
**Obr. IX.6 Pole mokrý roční deponice dusíku (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>-</sup>), 2020**



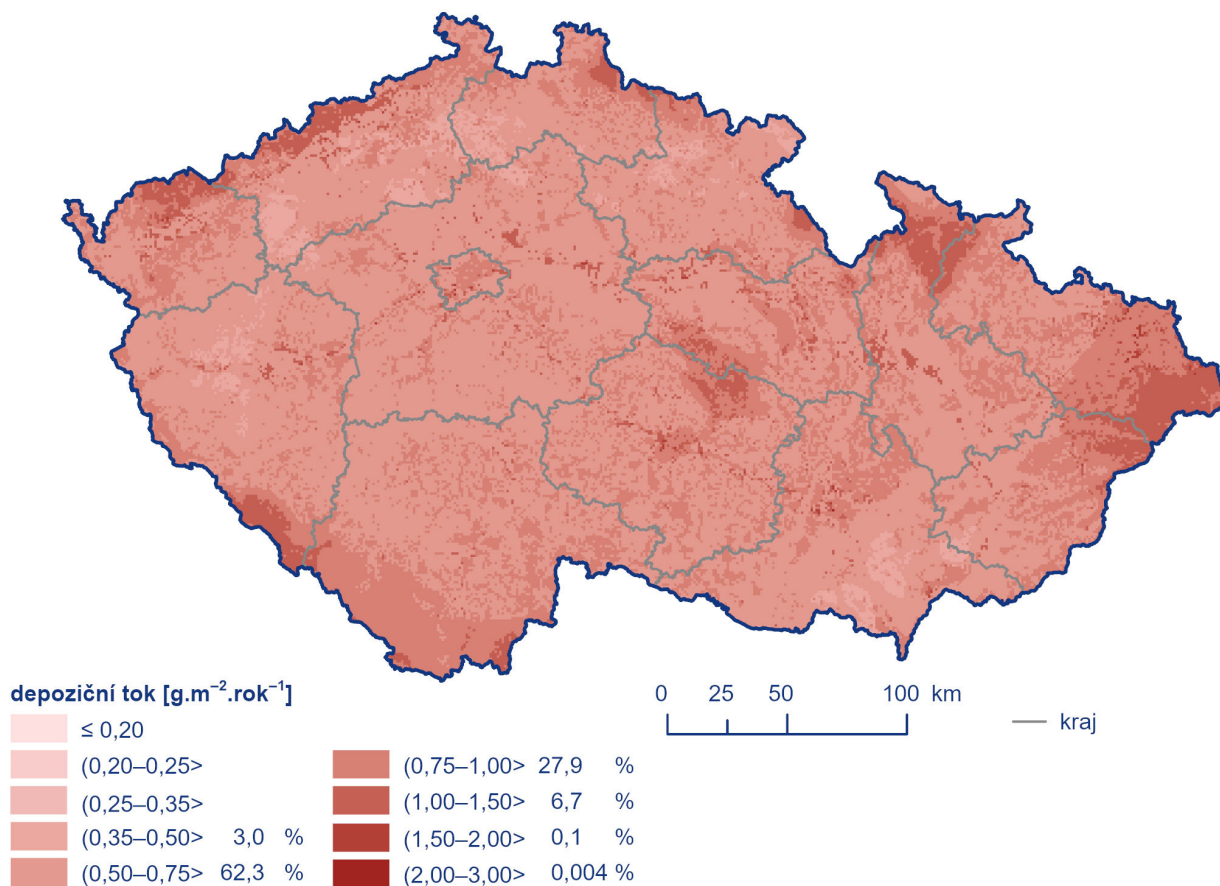
**Obr. IX.7 Pole mokré roční depozice dusíku ( $\text{N-NH}_4^+$ ), 2020**



**Obr. IX.8 Pole celkové mokré roční depozice dusíku, 2020**



**Obr. IX.9 Pole suché roční depozice dusíku (N\_NO<sub>x</sub>), 2020**



**Obr. IX.10 Pole celkové roční depozice dusíku, 2020**



Hodnota suché depozice oxidovaných forem dusíku ( $N_{NO_x}$ ) dosáhla v roce 2020 hodnoty 13 397 t, zatímco v roce 2019 to bylo 14 497 t. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na území větších měst a podél významných komunikací (Obr. IX.9).

### Depozice vodíkových, olovnatých, kademnatých, nikelnatých a chloridových iontů

Průměrná hodnota depozičního toku vodíku v roce 2020 byla  $0,028 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2019 ( $0,032 \text{ g.m}^{-2}.\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o pokles o 14 %.

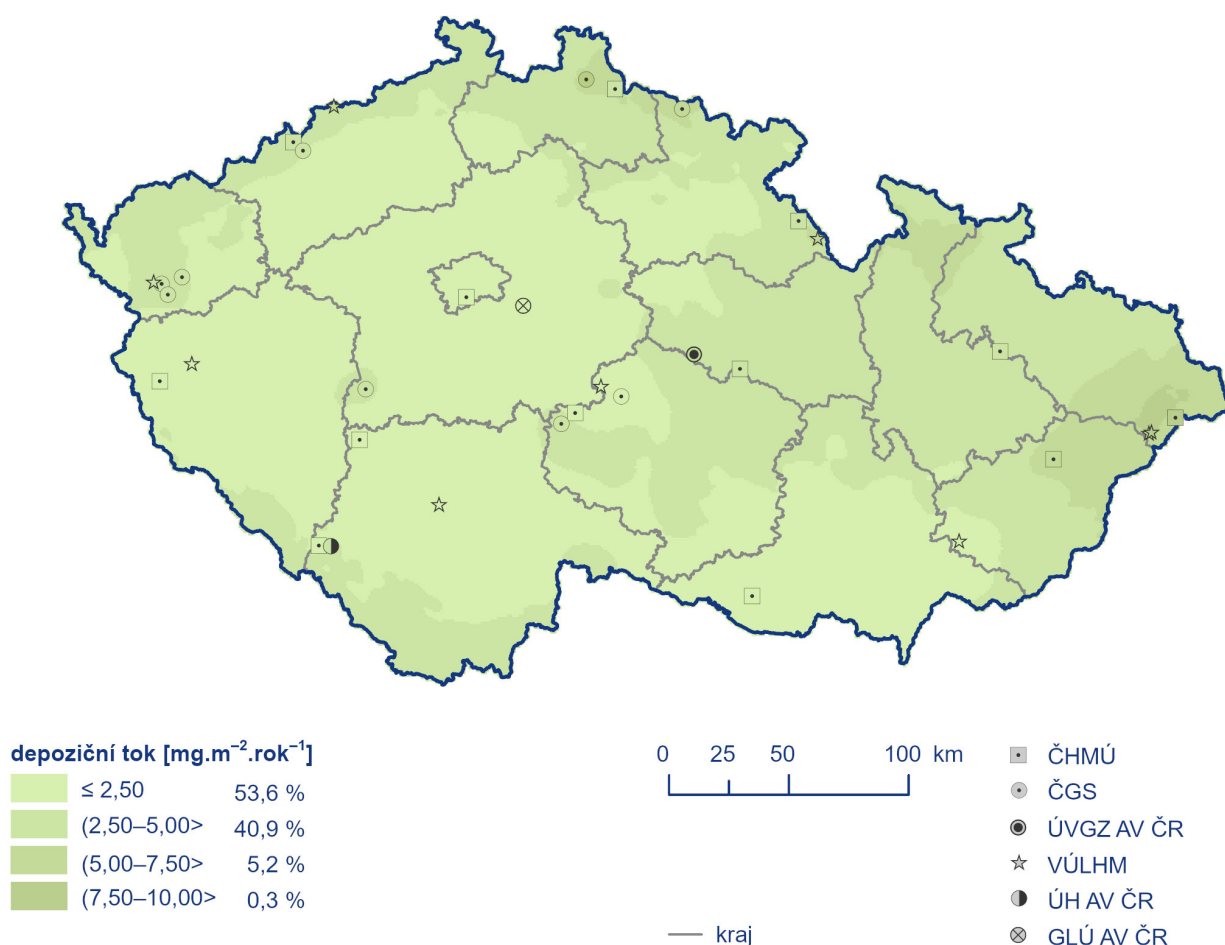
Celková depozice vodíkových iontů na plochu České republiky byla v roce 2020 rovna hodnotě 2 224 t (Tab. IX.2, Obr. IX.13). Ve srovnání s rokem 2019 (2 535 t) se tak jedná o mírný pokles. K poklesu došlo i u obou dílčích složek depozice vodíkových iontů. Mokrý složka dosáhla v roce 2020 hodnoty 218 t (Obr. IX.11), oproti roku 2019, kdy byla hodnota 290 t. Suchá složka byla v roce 2020 rovna hodnotě 2 006 t (Obr. IX.12), oproti roku 2019 (2 245 t). Nejvyšších hodnot dosahovala depozice vodíkových ion-

tů na území Šumavy, Krušných hor, Jizerských hor, Orlických hor, Hrubého Jeseníku a Moravskoslezských Beskyd.

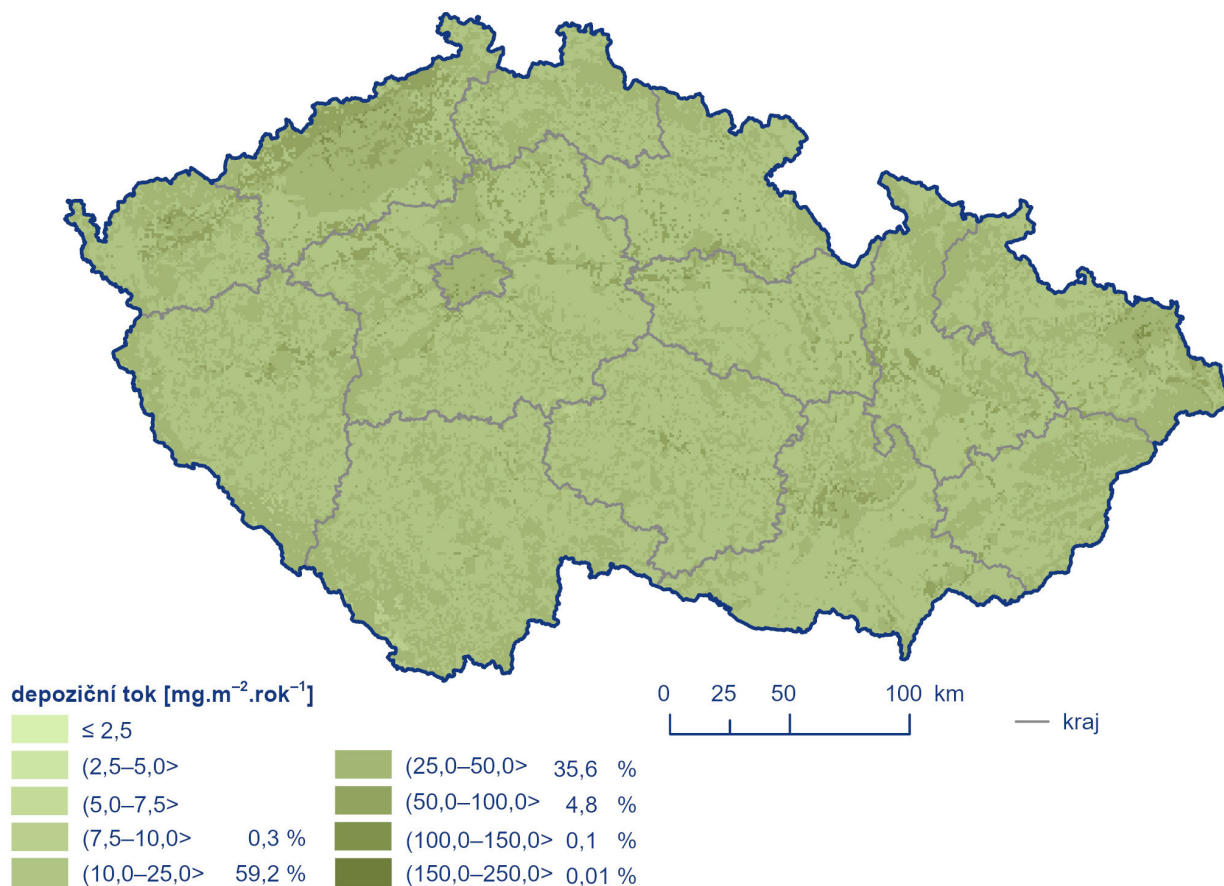
Mokrý depozice olova byla v roce 2020 (31 t) stejná v porovnání s rokem 2019 (31 t). Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Jizerských hor, Orlických hor, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd (Obr. IX.15). Stejně tak je srovnatelná suchá depozice olova, kdy v roce 2020 dosáhla hodnoty 17 t, zatímco v roce 2019 hodnoty 18 t. Nejvyšších hodnot pak bylo dosaženo v oblasti Ostravska, Moravskoslezských Beskyd a Brd (Obr. IX.16).

Mokrý depozice kadmia dosáhla v roce 2020 hodnoty 2 t, což meziročně znamená zvýšení oproti roku 2019 (1,6 t). Naopak suchá depozice byla v roce 2020 (0,9 t) nižší oproti roku 2019 (1,1 t). Dlouhodobě dosahují depozice kadmia nejvyšších hodnot na území okresu Jablonec nad Nisou (Obr. IX.17, Obr. IX.18).

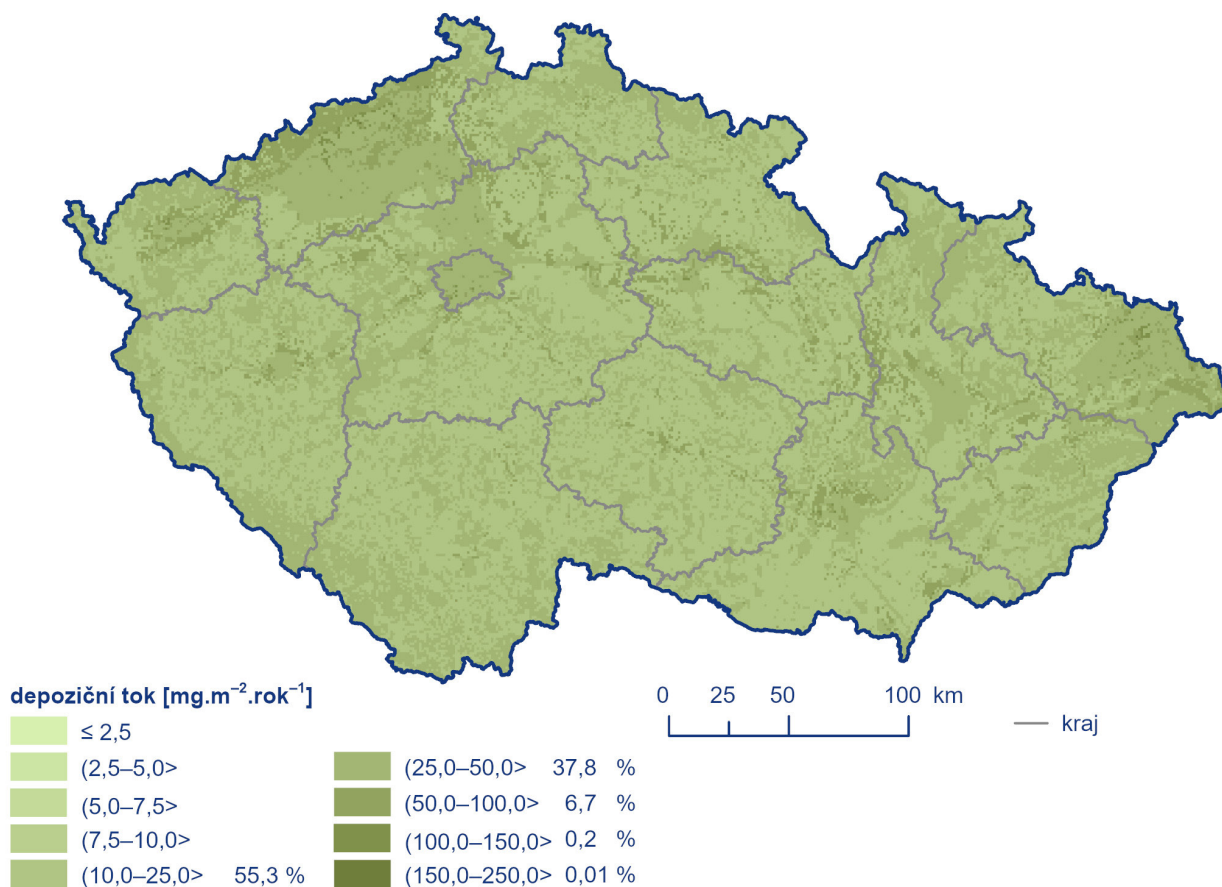
Roční mokrý depozice nikelnatých iontů dosahuje nejvyšších hodnot na lokalitách Lesní potok, Červík, Loukov, Uhlířská a Souš (Obr. IX.19). Mokrý depozice chloridových iontů nabývá, podobně jako u dalších sledovaných polutantů, v rámci ČR vyšších hodnot v horských oblastech (Obr. IX.14).



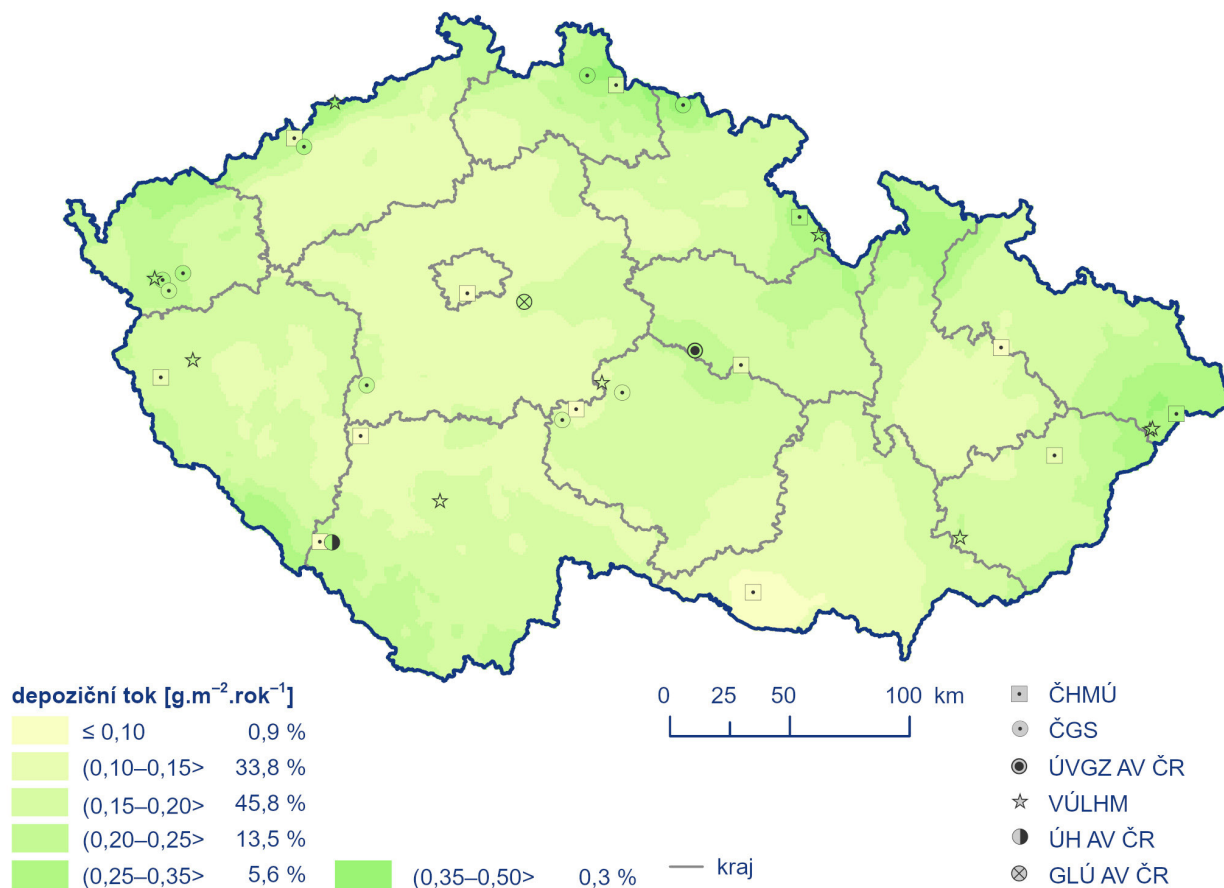
Obr. IX.11 Pole mokré roční depozice vodíkových iontů, 2020



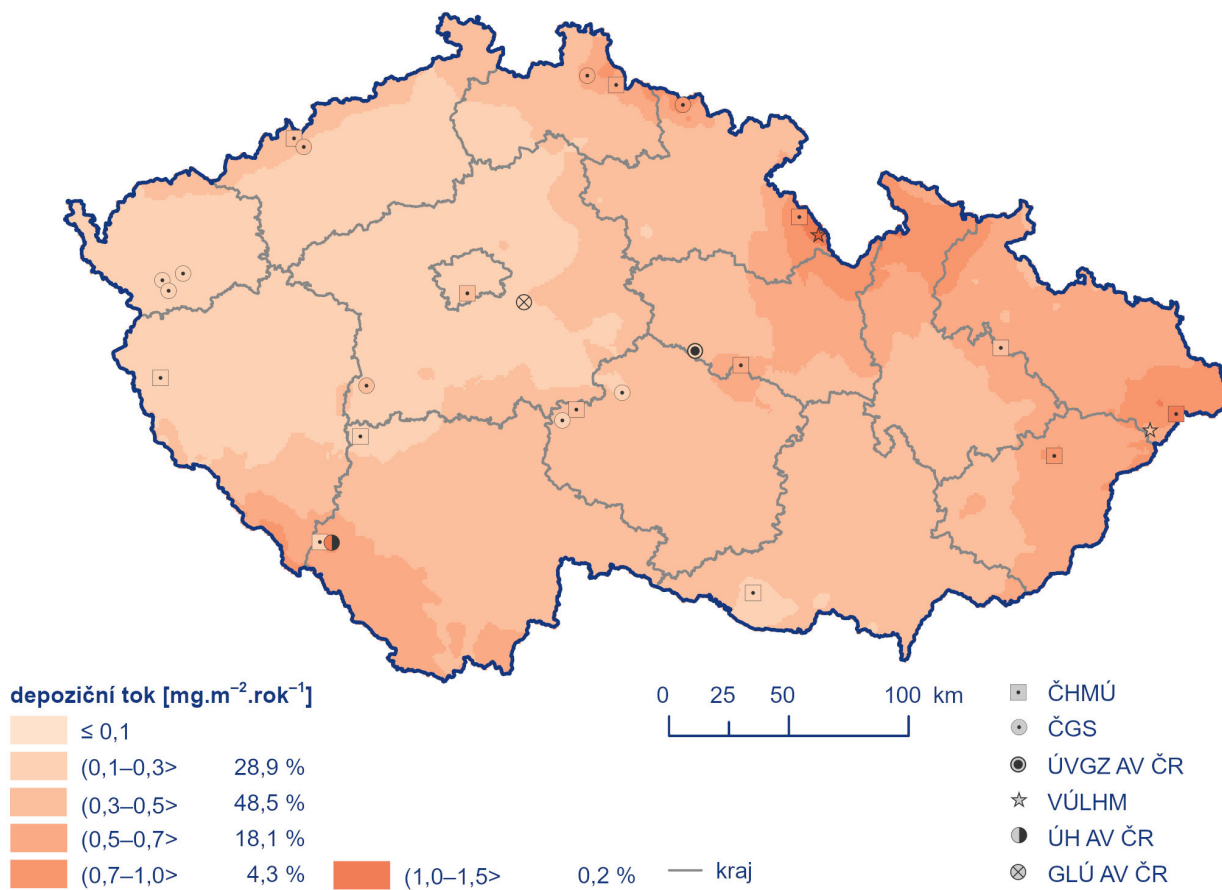
**Obr. IX.12 Pole suché roční depozice vodíkových iontů odpovídající depozici plynů  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_x$ , 2020**



**Obr. IX.13 Pole celkové roční depozice vodíkových iontů, 2020**

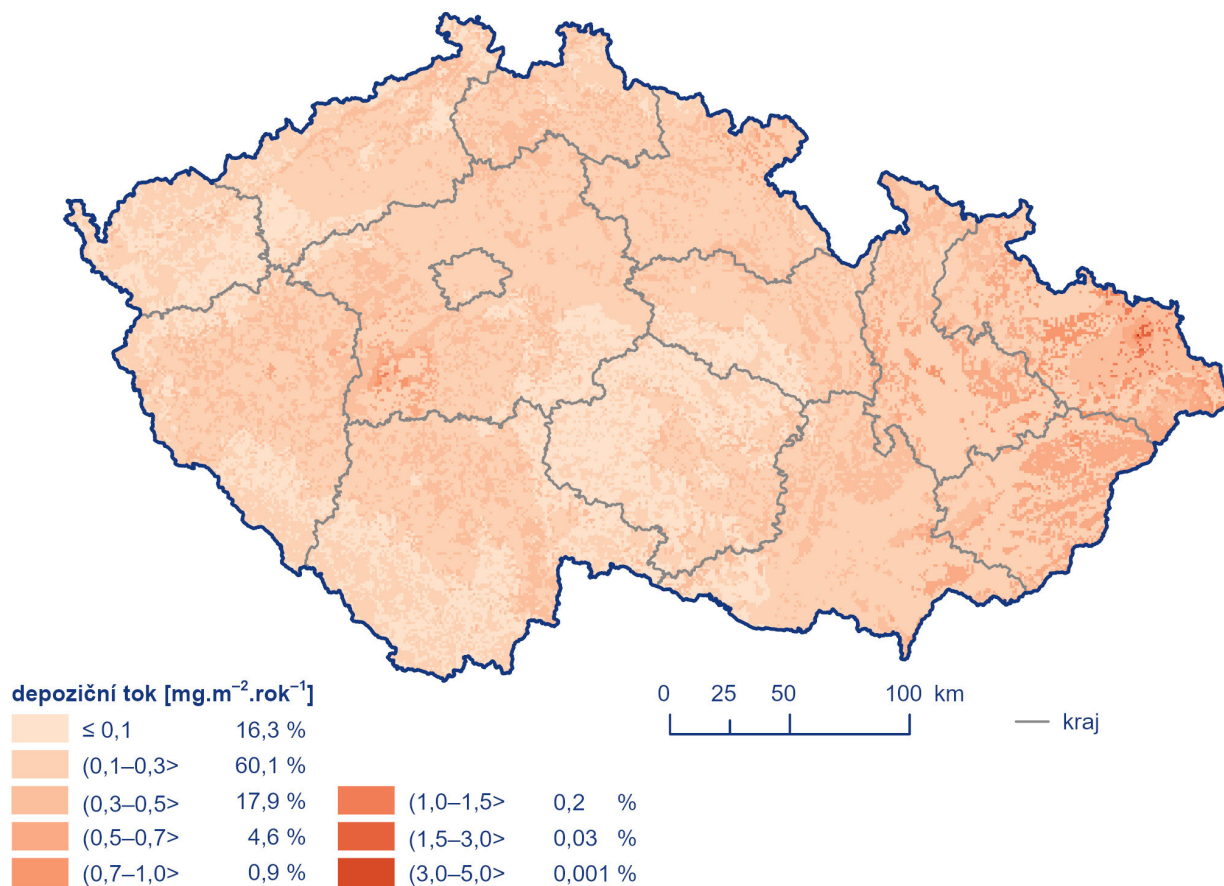


**Obr. IX.14 Pole mokré roční depozice chloridových iontů, 2020**

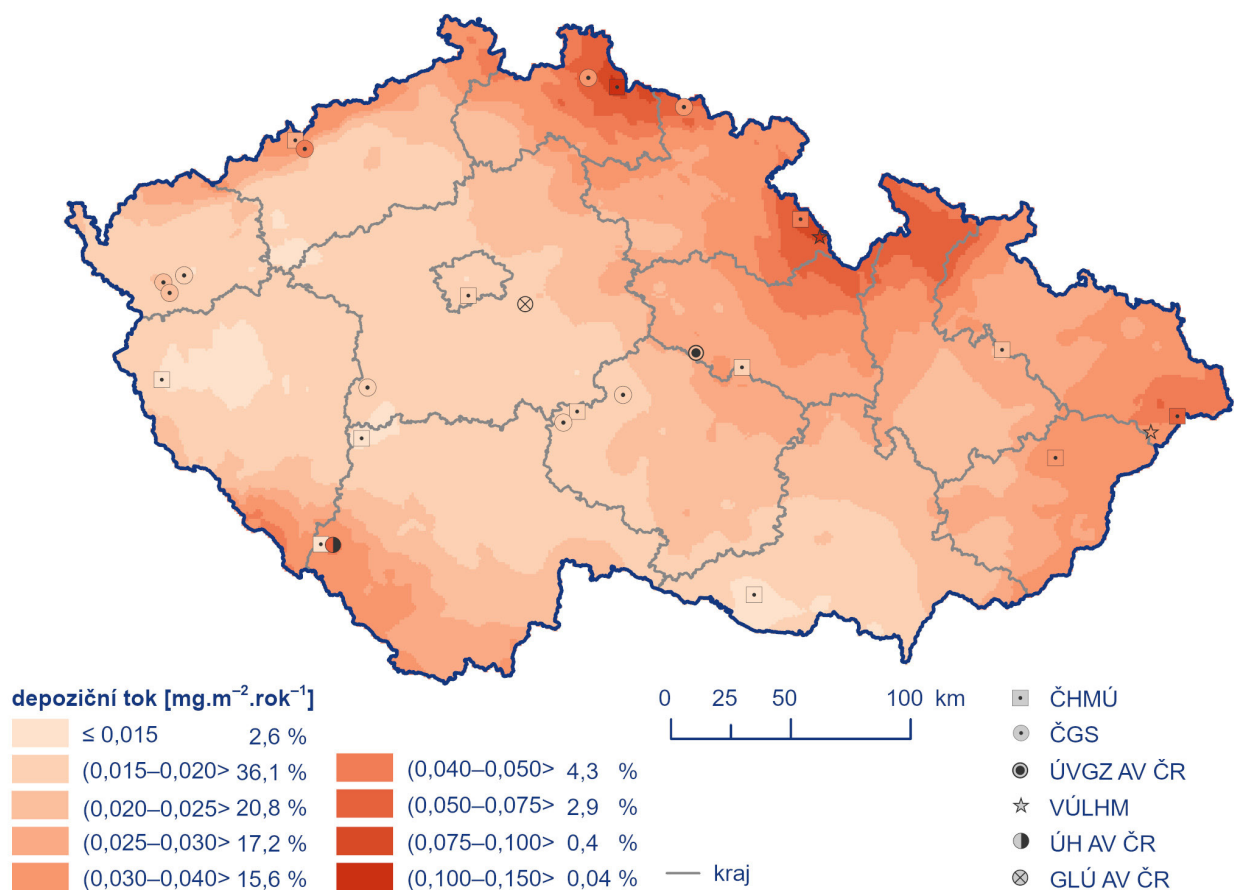


**Obr. IX.15 Pole mokré roční depozice olovnatých iontů, 2020**

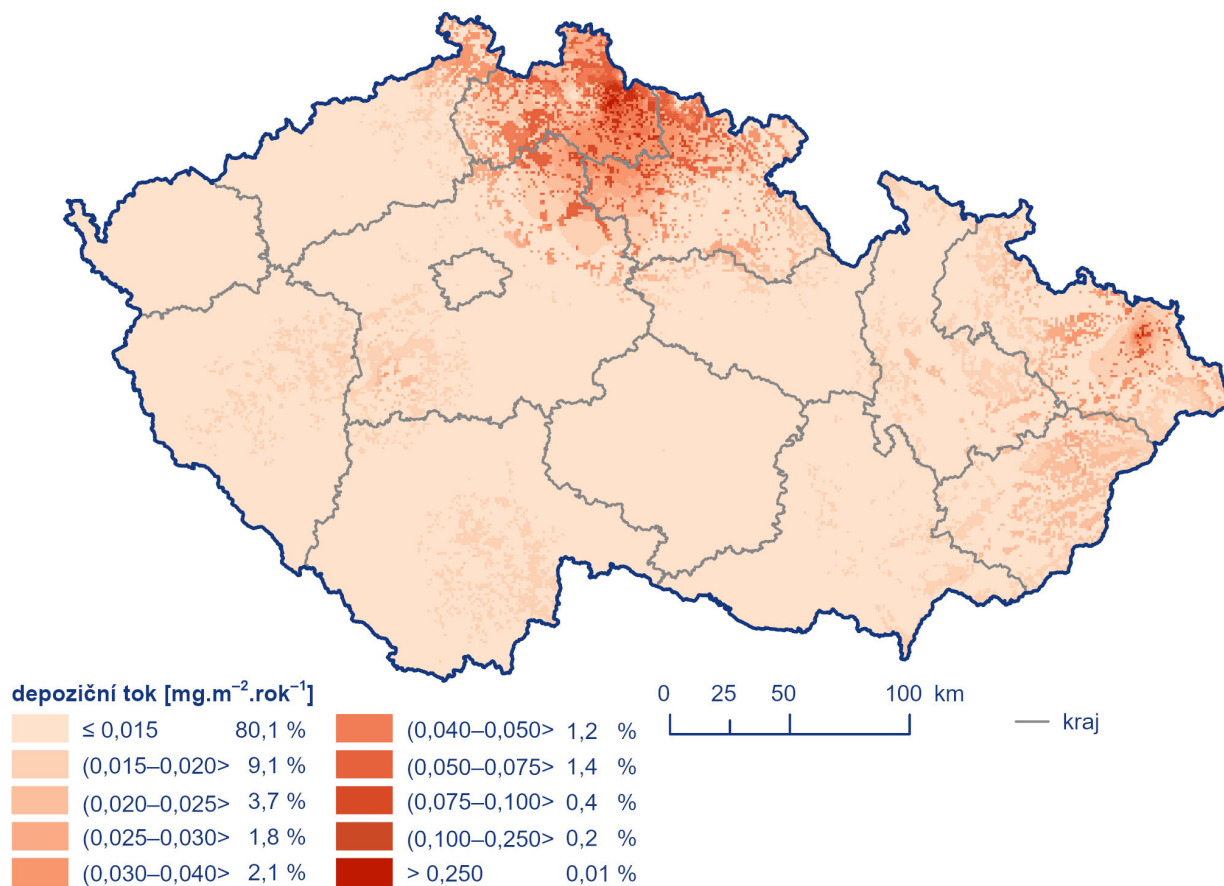




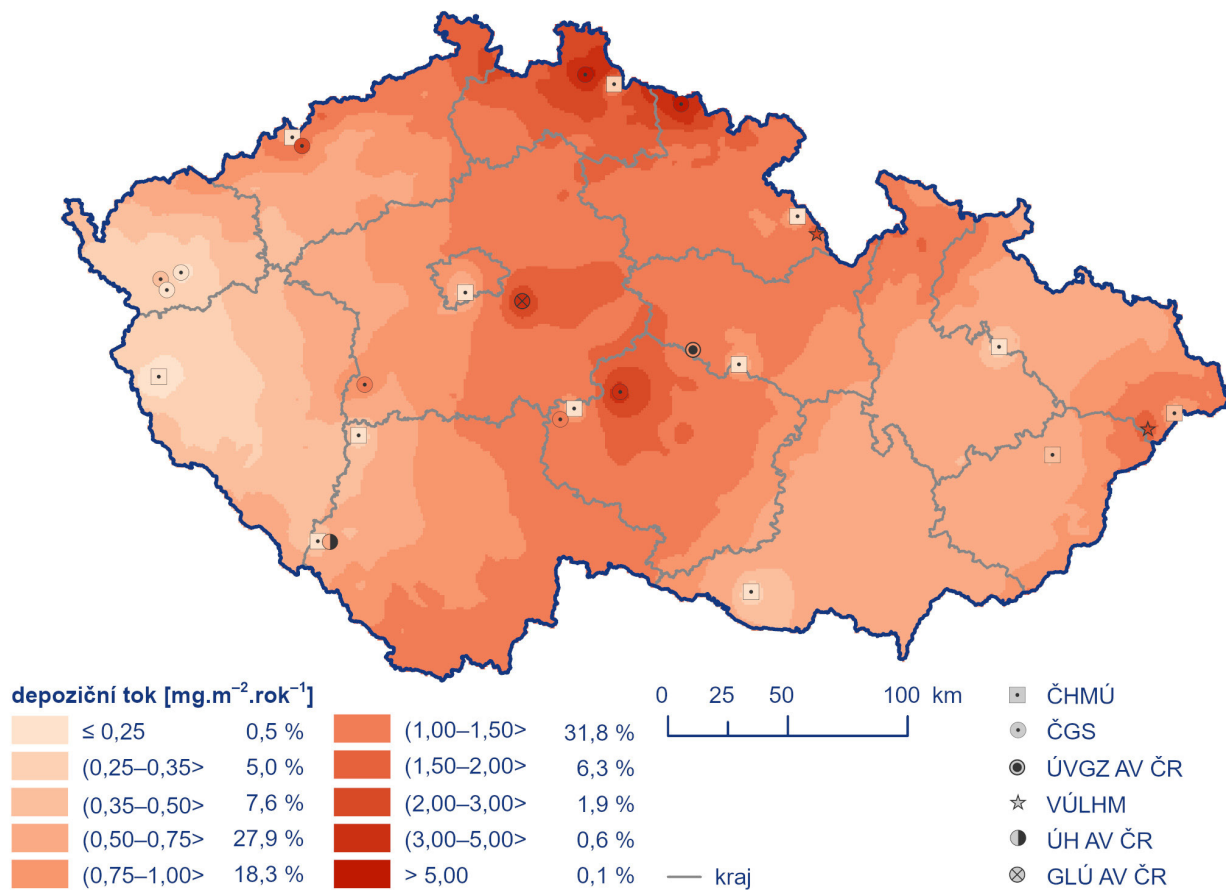
Obr. IX.16 Pole suché roční depozice olova, 2020



Obr. IX.17 Pole mokré roční depozice kadmenných iontů, 2020



Obr. IX.18 Pole suché roční depozice kadmia, 2020



Obr. IX.19 Pole mokré roční depozice nikelnatých iontů, 2020



## Vývoj depozice

V devadesátých letech 20. století byly hodnoty celkové roční depozice síry výrazně vyšší než 100 000 t. Od roku 2000 lze pozorovat klesající vývoj (Obr. IX.21). V letech 2000–2006 setrvala hodnota celkové depozice v rozsahu cca 65 000–75 000 t s výjimkou roku 2003, který byl výrazně srážkově podnormální (516 mm, tj. 77% dlouhodobého normálu). Od roku 2011 hodnoty roční depozice síry nedosahují 50 000 t, od roku 2015 klesly pod 40 000 t na plochu ČR. Hodnoty mokré depozice síry se v letech 2000–2007 pohybovaly v rozsahu 30 000–50 000 t s výjimkou nižší depozice v roce 2003 (19 128 t). Od roku 2008 depozice nepřekračuje hodnotu 30 000 t, po roce 2015 pokračuje sestupný vývoj pod hodnotu 20 000 t. Hodnoty suché depozice se do roku 2006 pohybovali kolem hodnoty 30 000 t, v letech 2007 a 2008 došlo k výraznému poklesu na hodnoty pod 20 000 t. Po nárůstu depozice mezi roky 2009 a 2014 lze v posledních pěti letech pozorovat setrvalé až mírně klesající hodnoty, a to v souladu s úrovní koncentrace oxidu siřičitého v přízemní atmosféře.

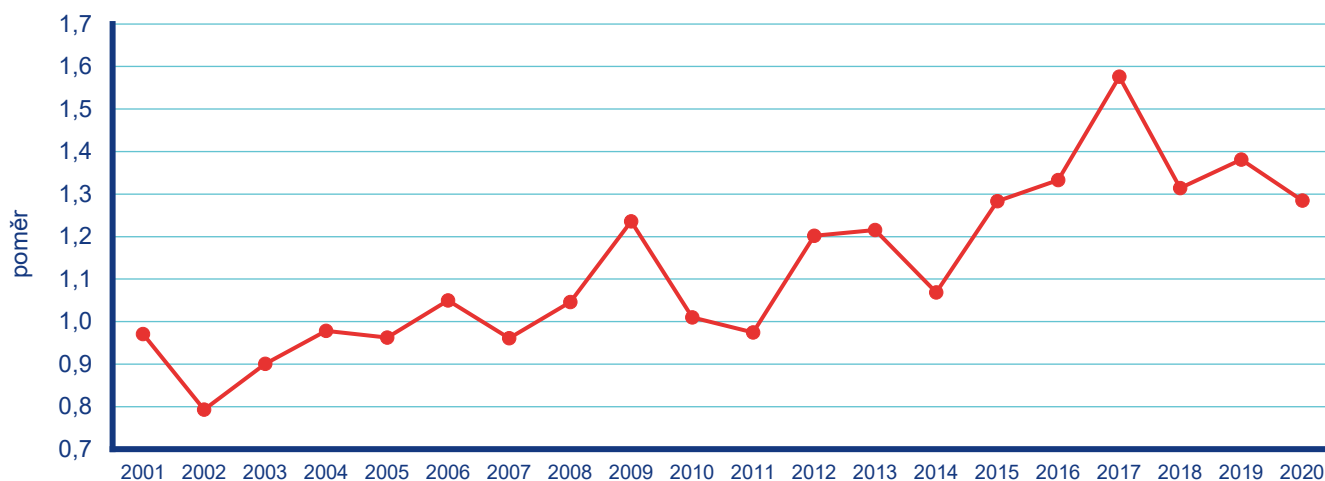
Roční depozice síry na zalesněný povrch České republiky (26 428 km<sup>2</sup>) vykazuje od roku 2001, stejně jako podkorunová depozice síry, spíše klesající vývoj (Tab. IX.3). Hodnota celkové depozice i podkorunové depozice v roce 2020 je nejnižší od roku 2001. Na některých územích našich hor jsou dlouhodobě hodnoty podkorunové depozice vyšší než hodnoty celkové depozice síry stanovené součtem mokré (pouze vertikální) a suché depozice z SO<sub>2</sub>. Nárůst lze přičítat příspěvku depozice z mlhy, nízké oblačnosti a námraz (horizontální depozici), která není vzhledem k neurčitostem do celkové depozice zahrnuta.

Celková roční depozice dusíku se od roku 2000 pohybuje v rozmezí 40 000–50 000 t. Od roku 2013 pak lze pozorovat klesající vývoj s výjimkou roku 2017 (Obr. IX.22). U mokré ani suché depozice oxidovaných forem dusíku lze od roku 2000 pozorovat výrazný vývoj. Fluktuační ročních hodnot depozice souvisí s imisními koncentracemi NO<sub>x</sub> v troposféře.

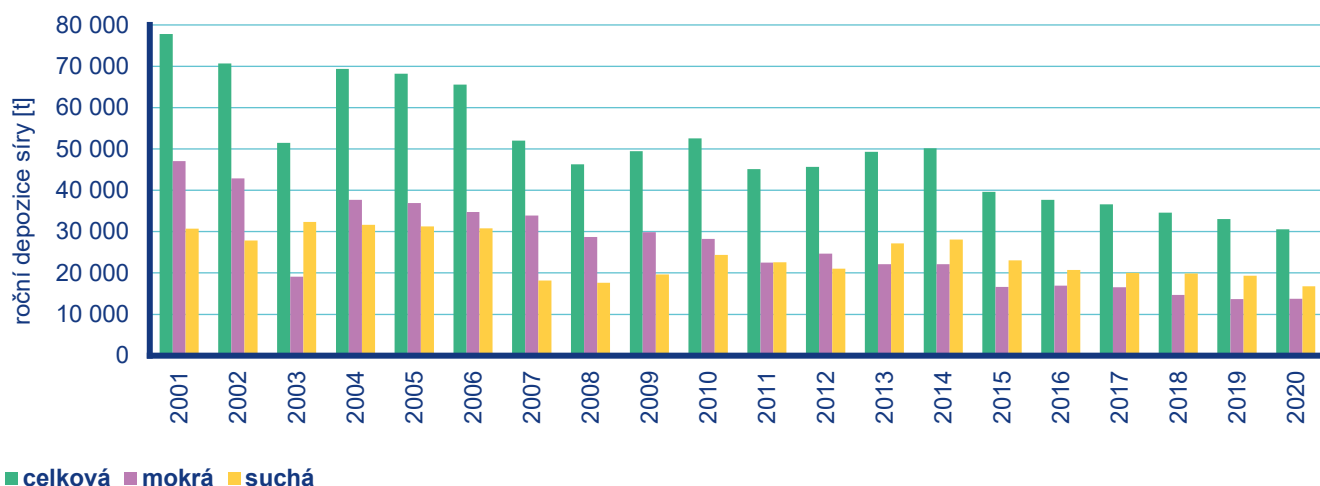
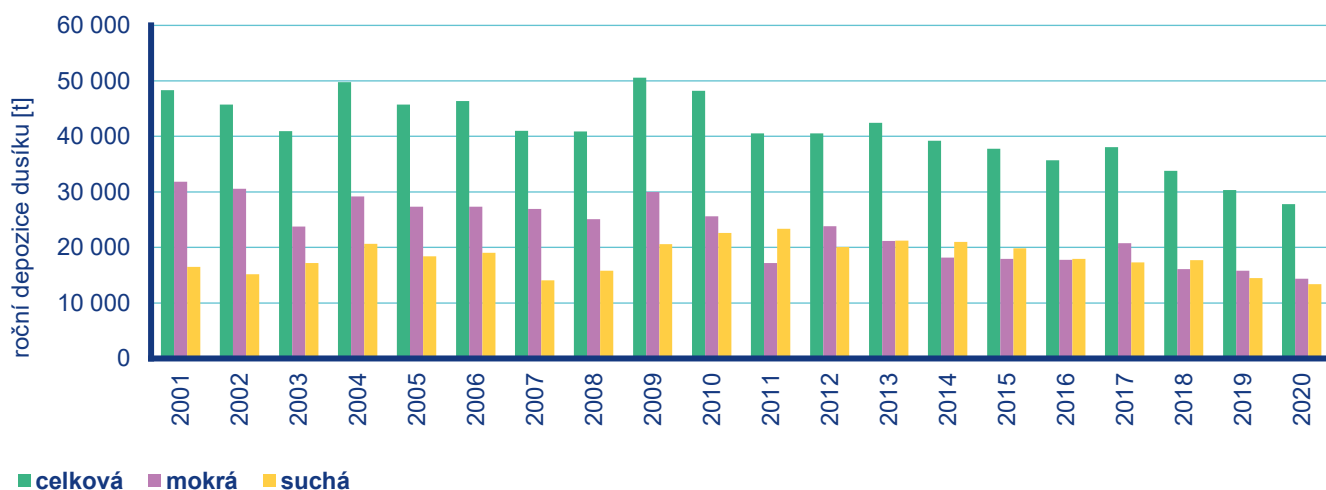
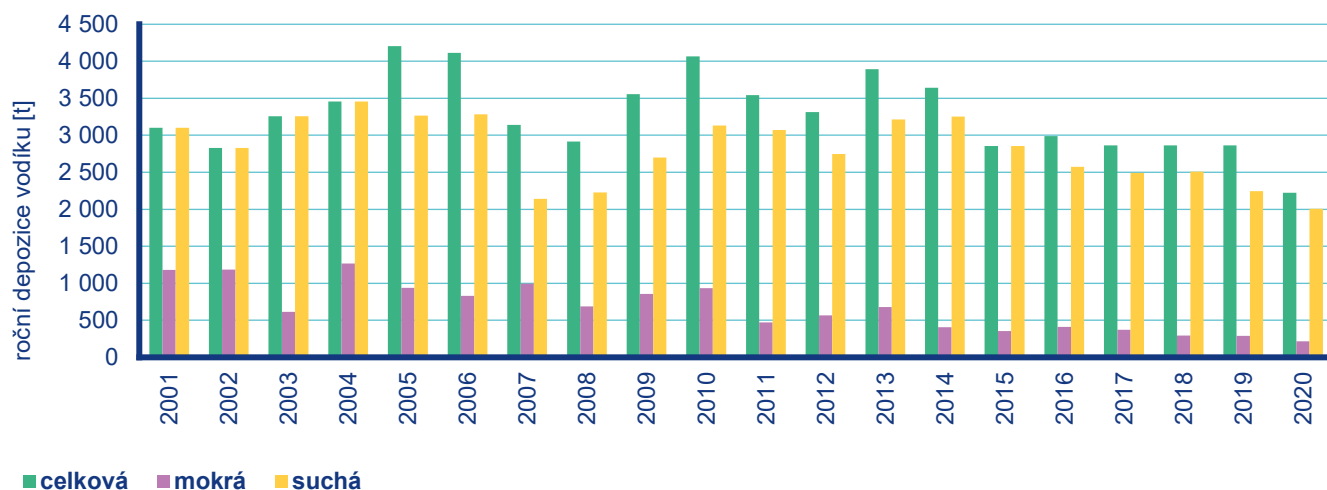
S vývojem depozice síry a dusíku (Hůnová et al. 2014) lze sledovat vývoj vzájemného poměru těchto prvků v atmosférických srážkách související s vývojem emisí jednotlivých sloučenin (Obr. IX.20). Od roku 2000 lze na některých stanicích pozorovat mírný, i když nikoliv monotónní, nárůst poměru dusičnanů a síranů (Hůnová et al. 2017).

Od roku 2000 nelze sledovat žádný vývoj depozice vodíkových iontů. Hodnoty celkové depozice se pohybují v rozmezí 2 500–4 500 t ročně (Obr. IX.23). Od roku 2015 nepřekračuje celková depozice vodíkových iontů hodnotu 3 000 t.

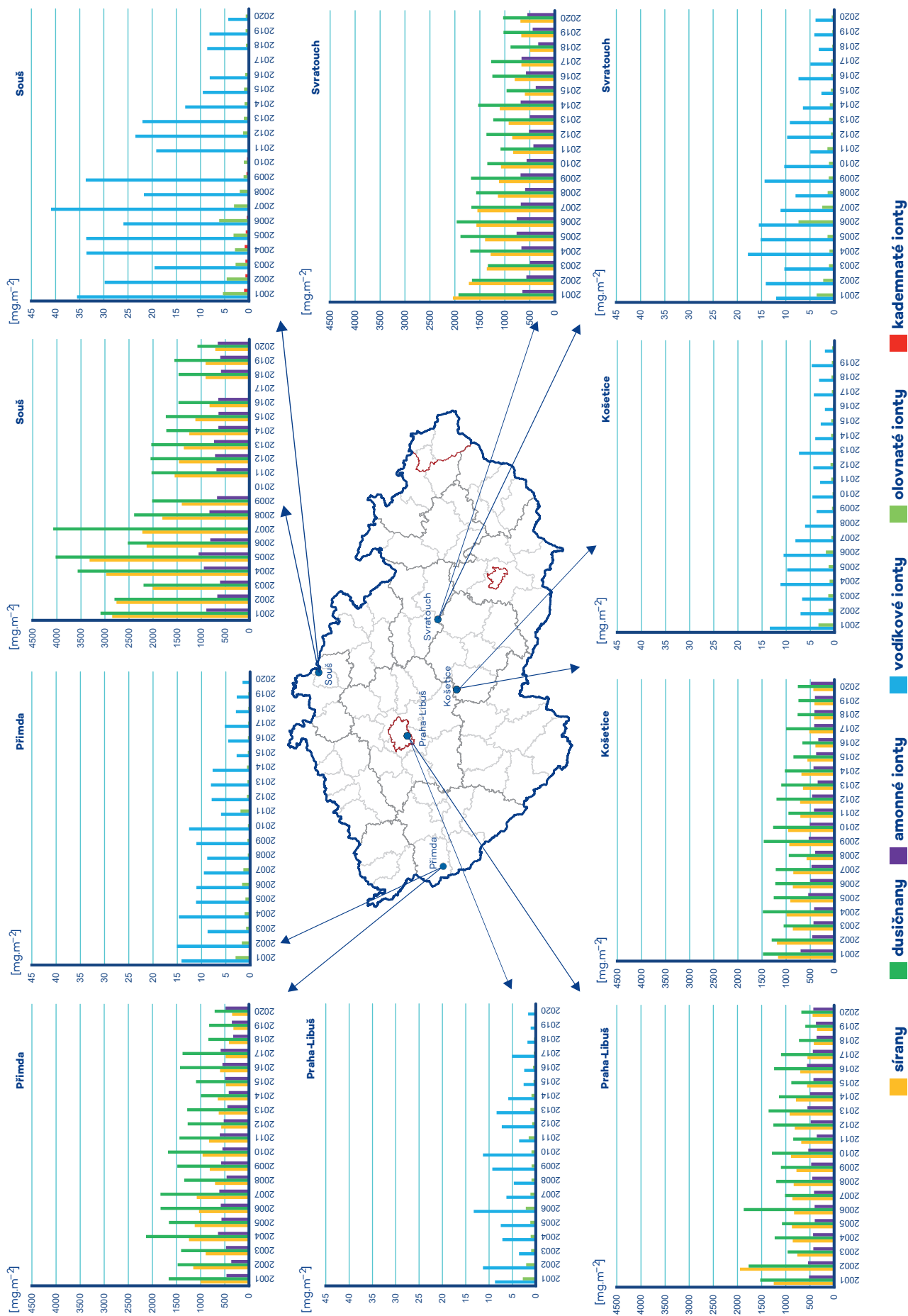
Ve druhé polovině 90. let došlo na vybraných stanicích ČR k poklesu mokré depozice některých látek (převážně SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sup>+</sup> a Pb<sup>2+</sup>). Od roku 2000 hodnoty spíše stagnují, po roce 2010 pak dochází u některých látek opět k mírnému poklesu. Jedná se např. o H<sup>+</sup> u všech stanic, NO<sub>3</sub> – zejména na Souši, mírně pak i na Svratouchu, Košetcích a na Přimdě (Obr. IX.24).



**Obr. IX.20** Poměr koncentrací dusičnanů a síranů v atmosférických srážkách (vyjádřených jako  $\mu\text{eq.l}^{-1}$ ) na lokalitách ČHMÚ, 2000–2020

Obr. IX.21 Roční depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ,  $S_{SO_2}$ ) na plochu České republiky, 2000–2020Obr. IX.22 Roční depozice oxidovaných forem dusíku ( $N_{NO_3}$ ,  $N_{NO_x}$ ) na plochu České republiky, 2000–2020

Obr. IX.23 Roční depozice vodíkových iontů na plochu České republiky, 2000–2020



Obr. IX.24 Roční mokré deponice na vybraných stanicích, 2000–2020

Tab. IX.4 Staniční síť sledování chemického složení atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2020

Kód	Stanice	Kraj/země	Okres	Vlastník	Dodavatel dat	Nadmořská výška [m]	Typ odběru
ALIB	Pha4- Libuš	Praha	Praha 4	ČHMÚ	ČHMÚ	301	W1(HM)
BKUC	Kuchařovice	Jihomoravský	Znojmo	ČHMÚ	ČHMÚ	334	W1(HM)
CCHU	Churaňov	Jihočeský	Prachatice	ČHMÚ	ČHMÚ	1.118	W1(HM)
CKAM	Kamýk-Všeteč	Jihočeský	České Budějovice	VÚLHM	VÚLHM	593	M2(HM), M4(HM)_bu
CKOC	Kocelovice	Jihočeský	Strakonice	ČHMÚ	ČHMÚ	519	W1(HM)
CLIZ	Liz	Jihočeský	Prachatice	ÚH AV ČR	ČGS	828	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
CPL1						1087	F2
CPL2	Plešné jezero	Jihočeský	Prachatice	HBÚ AV ČR	HBÚ AV ČR	1.122	F2
CPL3						1.334	F2
EPOM	Polomka	Pardubický	Chrudim	ÚVGZ AV ČR	ČGS	512	M2(HM), M4(HM)_sm
ESVR	Svratouch	Pardubický	Chrudim	ČHMÚ	ČHMÚ	735	W1(HM)
HKRY	Krkonoše-Rýchoř	Královéhradecký	Trutnov	ČHMÚ	ČHMÚ	1001	W1(HM)
HLLD	Luisino údolí	Královéhradecký	Rychnov nad Knežnou	ČHMÚ	ČHMÚ	875	W1(HM)
HLLU	Luisino údolí	Královéhradecký	Rychnov nad Knežnou	VÚLHM	VÚLHM	940	M4(HM)_sm
HMOP	Modrý potok	Královéhradecký	Trutnov	ČGS	ČGS	1010	M2(HM), M4(HM)_sm
HUHL	U dvou louček	Královéhradecký	Rychnov nad Knežnou	VÚLHM	ČGS	880	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
IGWL	Gorzów Wlkp	Lubuský	Gorzów Wielkopolski	GIOS	GIOS	72	M1(HM)
IZGO	Zielona Góra	Lubuský	Zielona Góra	GIOS	GIOS	192	M1(HM)
JKOS	Košetice	Vysočina	Pelhřimov	ČHMÚ	ČHMÚ ČGS	535	D1(HM) (POPs,PAHs), M2(HM), M4(HM)_sm
JLKV	Loukov	Vysočina	Havlíčkův Brod	ČGS	ČGS	500	M2(HM), M4(HM)_sm
JSAL	Salačova Lhota	Vysočina	Pelhřimov	ČGS	ČGS	557	M2(HM), M4(HM)_sm
JZEL	Želivka	Vysočina	Havlíčkův Brod	VÚLHM	VÚLHM	440	M2(HM), M4(HM)_sm
KLAZ	Lazy	Karlovarský	Cheb	VÚLHM	VÚLHM	875	M2(HM), M4(HM)_sm
KLY1	Lysina	Karlovarský	Cheb	ČGS	ČGS	867	M2(HM)
KLY2						836	M4(HM)_sm
KNZ1	Na Zeleném	Karlovarský	Cheb	ČGS	ČGS	773	M2(HM)
KNZ2						750	M4(HM)_sm
KPB1	Pluhův bor	Karlovarský	Sokolov	ČGS	ČGS	753	M2(HM)
KPB2						714	M4(HM)_sm

Kód	Stanice	Kraj/země	Okres	Vlastník	Dodavatel dat	Nadmořská výška [m]	Typ odběru
LSOU	Souš	Liberecký	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	ČHMÚ	771	W1(HM)
LUHL	Uhlířská	Liberecký	Jablonec nad Nisou	ČGS	ČGS	780	M2(HM), M4(HM)_sm
PBEN	Benešovice	Pízeňský	Tachov	VÚLHM	VÚLHM	535	M2(HM), M4_bo
PCJ1	Čertovo jezero	Pízeňský	Klatovy	HBÚ AV ČR	HBÚ AV ČR	1180	F2
PCJ2						1057	F4_sm
PPRM	Přimda	Pízeňský	Tachov	ČHMÚ	ČHMÚ	740	W1(HM)
SLES	Lesní potok	Středočeský	Kolín	GLÚ AV ČR	ČGS	400	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
SLI1	Litavka1	Středočeský	Příbram	ČGS	ČGS	700	M2(HM)
SLI2						710	M4(HM)_sm
TBKR	Bílý Kříž	Moravskoslezský	Frýdek-Místek	ČHMÚ	ČHMÚ	890	W1(HM)
TCER	Červená hora	Moravskoslezský	Opava	ČHMÚ	ČHMÚ	749	W1(HM)
TCRV	Červík	Moravskoslezský	Frýdek-Místek	VÚLHM	ČGS	640	M2(HM), M4(HM)_sm
TKLE	Klepačka	Moravskoslezský	Frýdek-Místek	VÚLHM	VÚLHM	650	M2(HM), M4(HM)_sm
UJEZ	Jezeří	Ústecký	Chomutov	ČGS	ČGS	820	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu, M4(HM)_br
UMOD	Moldava	Ústecký	Teplice	VÚLHM	VÚLHM	805	M2(HM), M4(HM)_je
URVH	Rudolice v Horách	Ústecký	Most	ČHMÚ	ČHMÚ	840	W1(HM)
VLEG	Legnica	Dolnoslezský	Legnica	GIOS	GIOS	122	M1(HM)
VSNI	Sniezka	Dolnoslezský	Jeleniogorski	GIOS	GIOS	1603	M1(HM)
WKAT	Katowice	Slezský	Katowice	GIOS	GIOS	284	M1(HM)
WRAC	Racibórz	Slezský	Racibórz	GIOS	GIOS	205	M1(HM)
ZBUC	Buchlovice-Medlovice	Zlínský	Uherské Hradiště	VÚLHM	VÚLHM	350	M2(HM), M4(HM)_du
ZMAR	Maruška	Zlínský	Vsetín	ČHMÚ	ČHMÚ	664	W1(HM)

## Vysvětlivky:

- D1 – denní čisté srážky (autom. pluviokolektor)  
F2 – bulk (nepravidelný odběr)  
F4 – podkorunové srážky (nepravidelný odběr)  
M1 – měsíční čisté srážky (autom. pluviokolektor)  
M2 – měsíční bulk (srážky s prašným spadem)  
M4 – měsíční podkorunové srážky  
W1 – týdenní čisté srážky (autom. pluviokolektor)

- \_bo – borovice  
\_br – břiza  
\_bu – buk  
\_du – dub  
\_je – jeřáb  
\_sm – smrk

(HM) – analýza těžkých kovů v daném odběru  
(POPs, PAHs) – analýza POPs a PAHs



# X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

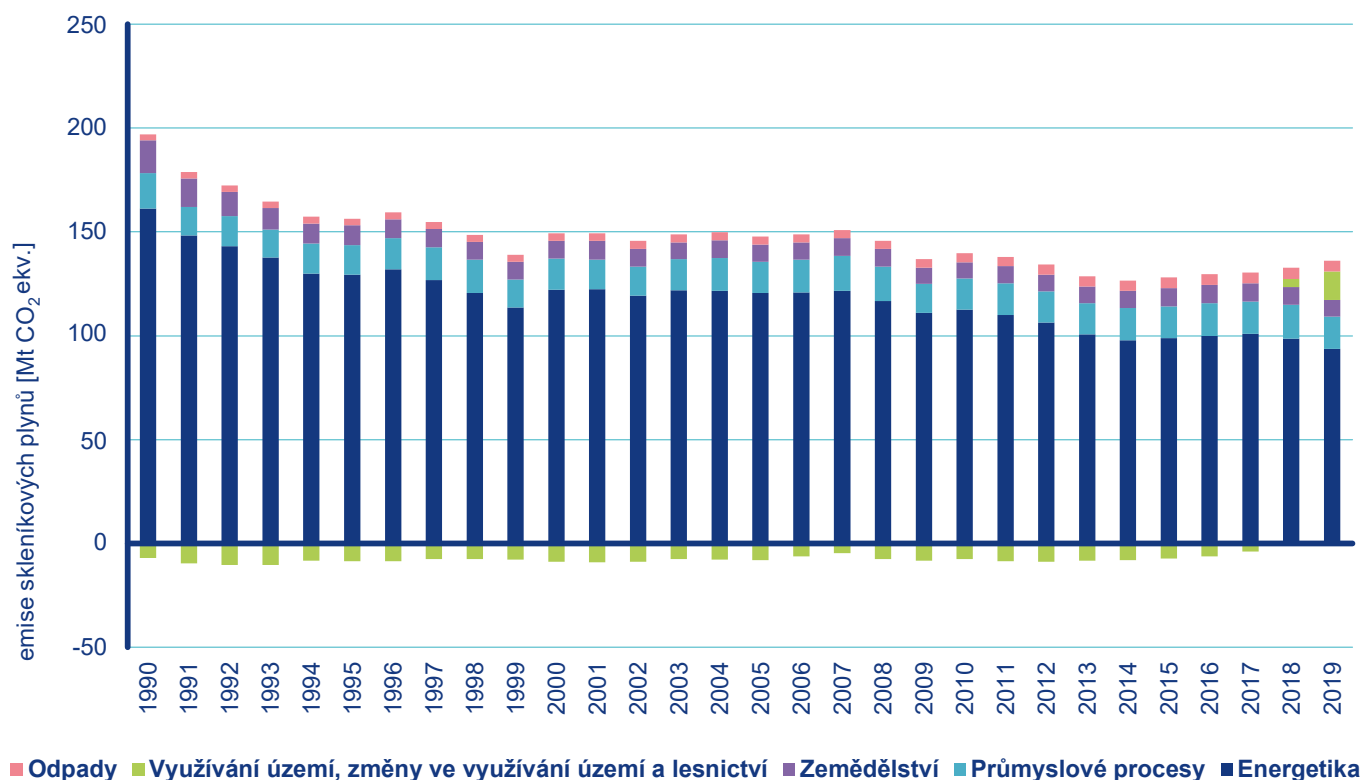
Skleníkové plyny se vyskytují v atmosféře Země a přispívají k tzv. skleníkovému efektu. Jsou produkovány nejen přírodními procesy v přírodě, ale i činnostmi člověka. Sledováním těchto tzv. antropogenních emisí skleníkových plynů se zabývá inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů. Více o metodice zpracování a povinnostech vykazování lze nalézt v ČHMÚ (2021d).

Celkové emise skleníkových plynů včetně zahrnutí jejich propadů ze sektoru Využívání území, změny ve využívání území a lesnictví (LULUCF), vyjádřené v ekvivalentních hodnotách oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub> ekv.), poklesly v ČR z hodnoty 192 mil. tun v roce 1990 na 137 mil. tun v roce 2019 (Tab. X.1). Samotné emise (bez LULUCF) poklesly z hodnoty 199 mil. tun na 123 mil. tun, vůči referenčnímu roku 1990 došlo k poklesu o 38%. Přitom závazek

České republiky v druhém kontrolním období Kyotského protokolu, které končí v roce 2020, je snížení emisí o 20% vůči roku 1990. Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích v CO<sub>2</sub> ekv. v průběhu let je patrný z Obr. X.1.

Podíl emisí CO<sub>2</sub> na celkových emisích skleníkových plynů v CO<sub>2</sub> ekvivalentu (bez LULUCF) byl v roce 2019 82%, podíl emisí CH<sub>4</sub> 10% a podíl emisí N<sub>2</sub>O 5%. Podíl fluorovaných uhlovodíků v CO<sub>2</sub> ekv. v roce 2019 činil 3% (ČHMÚ 2021c).

Jak bylo již zmíněno, systém emisního obchodování je důležitou součástí zdrojů dat při přípravě podkladových údajů pro inventarizaci emisí skleníkových plynů (ČHMÚ 2021c). Emise vykazované v EU ETS v roce 2019 dosáhly 62,4 Mt CO<sub>2</sub>, což činí necelých 61,5% z celkových emisí CO<sub>2</sub> České republiky (Tab. X.2).



Obr. X.1 Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v letech 1990–2019

Tab. X.1 Vývoj emisí skleníkových plynů v letech 1990–2019

	CO <sub>2</sub> vč. net CO <sub>2</sub> z LULUCF	CO <sub>2</sub> bez net CO <sub>2</sub> z LULUCF	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-plyny	Celkem emise vč. LULUCF	Celkem emise bez LULUCF
	Mt	Mt	Mt	Mt	Mt	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)
1990	159	166	24	9	0	192	199
1991	141	151	22	8	0	171	181
1992	136	146	21	7	0	164	174
1993	130	140	20	6	0	156	166
1994	126	134	19	6	0	151	159
1995	124	133	18	7	0	149	158
1996	128	136	18	6	0	152	161
1997	124	132	18	6	0	149	156
1998	119	127	17	6	0	142	150
1999	110	118	16	6	0	132	140
2000	119	128	15	6	1	142	150
2001	119	128	15	7	1	141	150
2002	116	125	15	6	1	138	147
2003	121	129	15	6	1	142	150
2004	121	129	14	6	1	143	151
2005	119	127	15	6	1	141	149
2006	121	128	15	6	1	144	150
2007	125	129	14	6	2	147	152
2008	116	124	14	6	2	139	147
2009	108	116	14	6	2	130	138
2010	111	119	14	5	3	133	141
2011	107	116	14	6	3	130	139
2012	103	112	14	6	3	126	135
2013	99	107	14	6	3	121	130
2014	97	105	14	6	3	119	127
2015	98	106	14	6	3	121	129
2016	101	107	13	6	4	124	130
2017	104	108	13	6	4	127	131
2018	111	107	13	6	4	133	129
2019	115	101	12	6	4	137	123

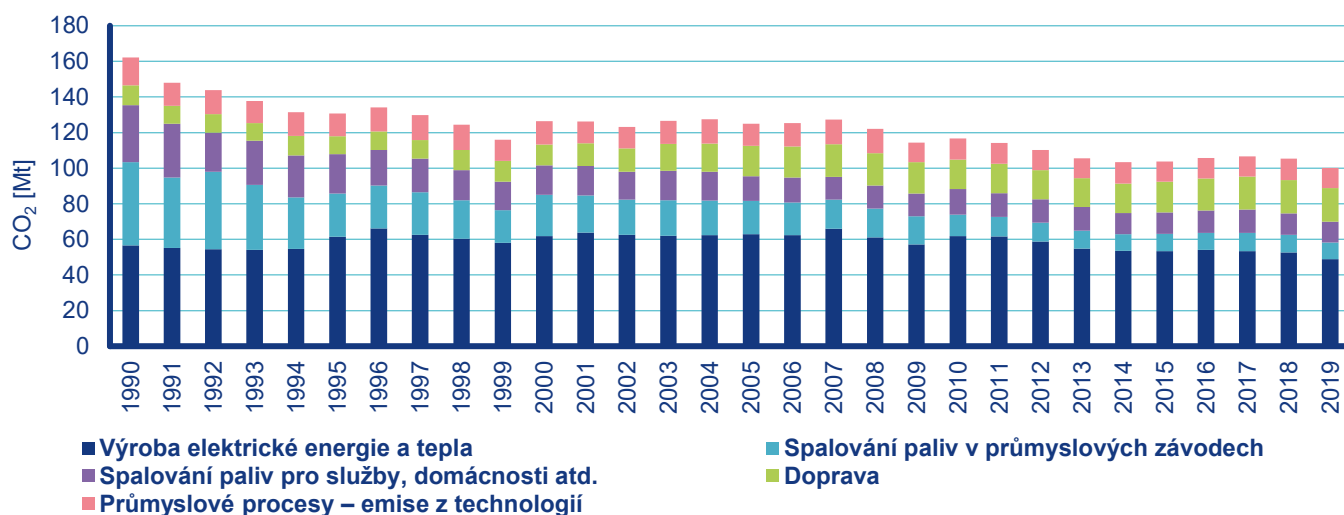
Tab. X.2 Vývoj emisí vykazovaných v systému obchodování s emisemi v letech 2010–2019

	Spalovací (energetická) zařízení	Rafinace minerálních olejů	Výroba surového železa a oceli	Výroba slínku (cementu) a vápna	Výroba skla a skelných vláken	Výroba keramiky	Výroba celulózy, papíru a lepenky	Celkové emise CO <sub>2</sub> v EU ETS	Celkové emise CO <sub>2</sub> v ČR	Podíl emisí CO <sub>2</sub> z EU ETS
	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	Mt CO <sub>2</sub>	%
2010	62,53	1,05	6,08	3,35	0,67	0,41	0,65	75,26	118,59	63,46
2011	61,12	0,99	5,92	3,74	0,63	0,44	0,59	73,82	116,14	63,56
2012	56,73	0,95	5,86	3,40	0,65	0,42	0,59	68,94	112,22	61,43
2013	55,06	0,82	5,91	3,12	0,64	0,39	0,50	67,50	107,35	62,88
2014	53,65	0,91	5,90	3,35	0,67	0,39	0,48	66,44	104,92	63,32
2015	53,63	0,93	5,70	3,46	0,72	0,38	0,48	66,37	105,66	62,81
2016	54,20	0,71	6,06	3,70	0,73	0,40	0,46	67,31	107,45	62,65
2017	53,88	1,00	5,45	3,82	0,75	0,41	0,46	66,84	108,33	61,70
2018	53,22	0,92	5,79	4,15	0,74	0,43	0,48	66,80	106,83	62,53
2019	49,28	0,98	5,29	4,14	0,73	0,45	0,52	62,43	101,47	61,52

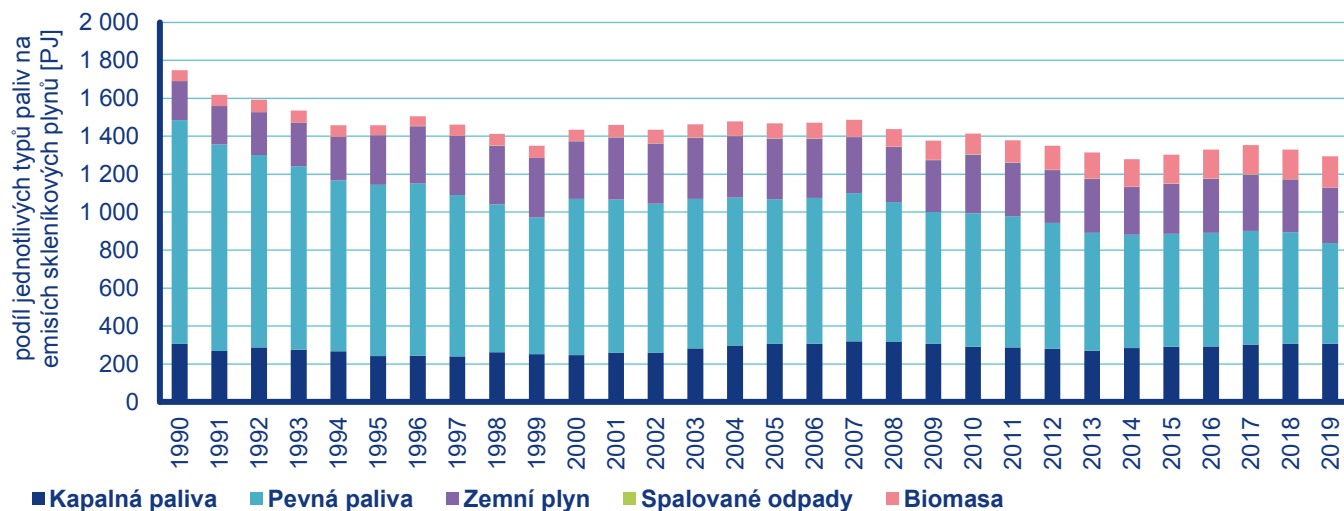
## Oxid uhličitý

Emise CO<sub>2</sub> pocházejí zejména ze spalování fosilních paliv. Z ostatních procesů přispívá zejména odsiřování, rozklad uhličitánů při výrobě vápna, cementu a skla, metalurgická a chemická výroba. K emisím a propadům (pohlcení CO<sub>2</sub>) dochází v sektoru LULUCF. Jak je vidět z Obr. X.2, do roku 2017 převládaly z LULUCF propady CO<sub>2</sub>, ovšem od roku 2018 již převládají emise. Tato situace je způsobená kůrovcovou kalamitou, která vyžaduje kácení lesních porostů, jež by jinak CO<sub>2</sub> zachytávaly. V jiných oblastech, jako např. v průmyslových procesech, není dosud zachytávání CO<sub>2</sub> v ČR registrováno. K emisím CO<sub>2</sub> ze spalovacích procesů přispívá nejvíce spalování pevných paliv, v menší míře pak i spalování kapalných a plyných paliv. V posledních letech dochází ke změnám ve struktuře používaných paliv, zvyšuje se podíl spalování zemního plynu a biomasy, naopak je patrný pokles využívání uhelných paliv. I tak ale v ČR využití především hnědého uhlí a dalších uhelných paliv stále převládá (ČHMÚ 2021c) (Obr. X.3).

Mezi roky 1990 a 2019 došlo k poklesu emisí CO<sub>2</sub> o 28 % (Obr. X.2) a podílel se na něm zejména pokles v odvětvích Energetiky – ve výrobě elektrické energie a tepla pro výrobní závody a služby, domácnosti a další. Pokles emisí při spalování ve výrobních podnicích na začátku 90. let je dán útlumem a restrukturalizací některých průmyslových odvětví, ke konci období byl pokles emisí způsoben úsporami a zaváděním nových technologií. Snížení emisí ve službách a domácnostech lze připsat na vrub hospodárnějšímu využití energií (zvyšování energetické účinnosti, zejména zateplování budov, a hospodárnějšímu nakládání s energií). Naopak v dopravě je patrný opačný trend, a to nárůst emisí. Ten se ale v posledních letech zastavil a emise spíše kolísají, což je dáno obecně efektivnějšími možnostmi spalovacích procesů a také změnou složení spalovaných pohonných hmot. Jak je již zmíněno výše, od roku 2018 má svůj podíl na emisích CO<sub>2</sub> i sektor LULUCF (ČHMÚ 2021c).



Obr. X.2 Podíl jednotlivých sektorů na emisích CO<sub>2</sub> v letech 1990–2019



Obr. X.3 Podíl jednotlivých druhů spalovaných paliv na emisích CO<sub>2</sub> v letech 1990–2019

## Metan

Metan ( $\text{CH}_4$ ) je z pohledu produkce v ČR druhý nejdůležitější skleníkový plyn. Antropogenní emise  $\text{CH}_4$  v ČR pocházejí zejména z těžby, úpravy a distribuce paliv; tento typ emisí je označován jako fugitivní (emise volně unikající do ovzduší). Dalšími významnými zdroji emisí  $\text{CH}_4$  jsou chov zvířat, anaerobní rozklad bioodpadů při jejich ukládání na skládky a čištění odpadních vod. Při chovu zvířat tento plyn vzniká během trávicích pochodů (zejména u skotu) a při rozkladu exkrementů živočišného původu. Změny v těchto oblastech se pak projevují i na trendech emisí  $\text{CH}_4$ ; v posledních letech je např. patrná změna ve fugitivních emisích z těžby a zpracování paliv v návaznosti na uzavření některých dolů na Ostravsku (ČHMÚ 2021c).

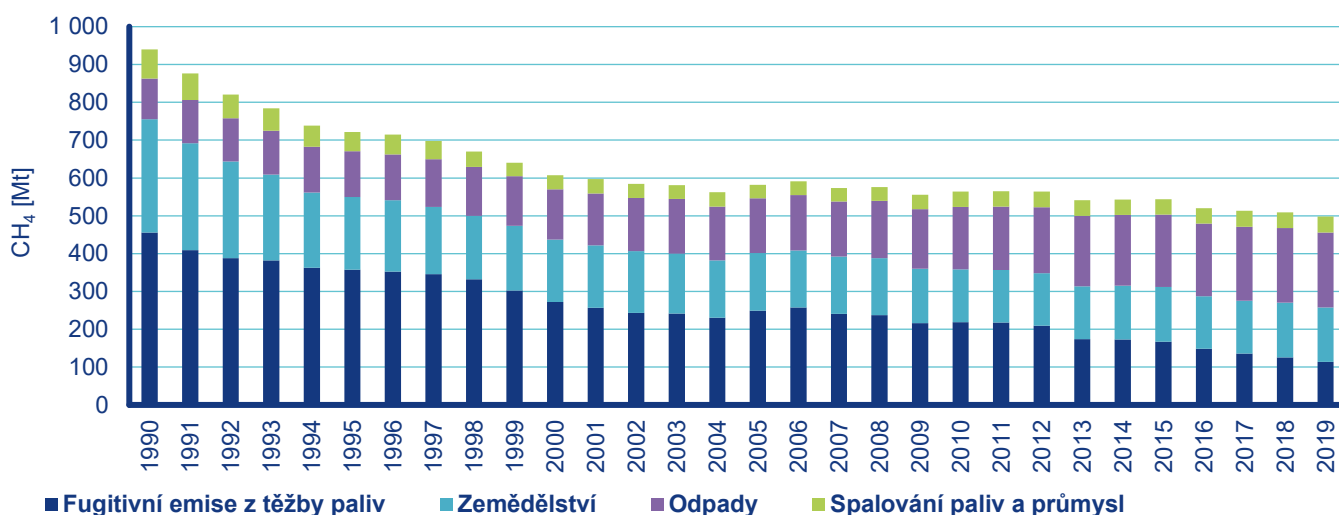
V období 1990–2019 došlo ke snížení emisí  $\text{CH}_4$  o 47 % (Obr. X.4), které bylo způsobeno zejména poklesem těžby uhlí a stavu hospodářských zvířat, v menší míře pak i nižší spotřebou pevných paliv

v domácnostech. Nárůst emisí v sektoru Odpadů je snižován využíváním skládkového plynu či bioplynu k energetickým účelům.

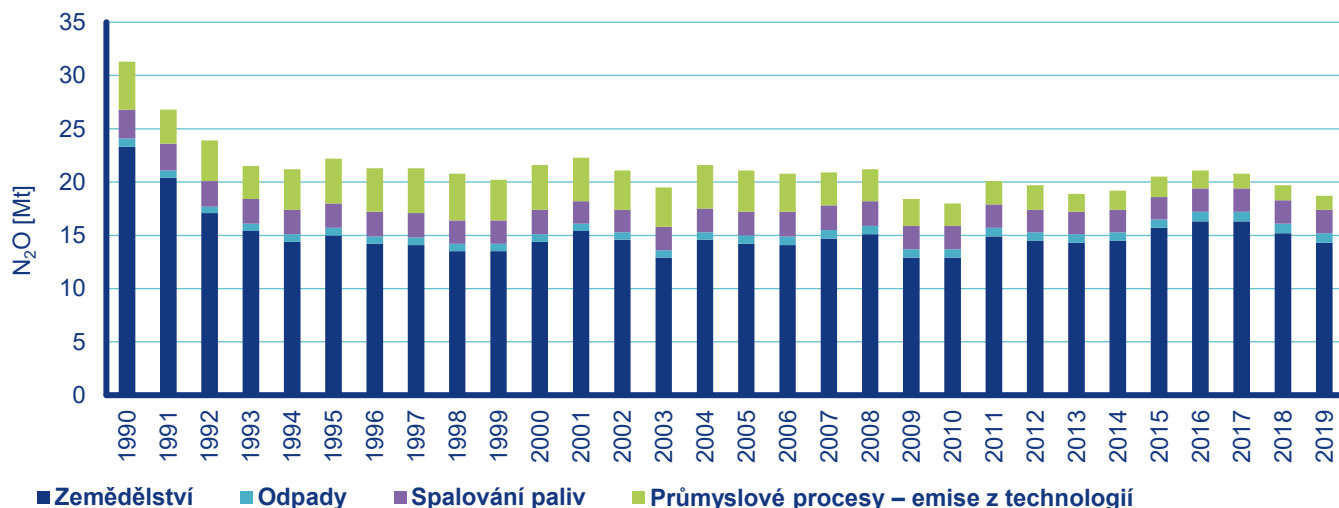
## Oxid dusný

Největší množství emisí oxidu dusného ( $\text{N}_2\text{O}$ ) pochází ze zemědělských aktivit, zejména z denitrifikace dusíku dodávaného do půdy ve formě umělých hnojiv nebo organického materiálu. Dalším významným zdrojem je výroba kyseliny dusičné a další chemický průmysl, v menší míře i doprava (automobily s katalyzátory) (ČHMÚ 2021b).

V období 1990–2019 došlo k poklesu emisí  $\text{N}_2\text{O}$  o 40 % (Obr. X.5), a to zejména v důsledku snížení používání umělých hnojiv v zemědělství, poklesem stavu hospodářských zvířat a v poslední době též v důsledku cíleného zavádění technologií na odstraňování emisí oxidu dusného při výrobě kyseliny dusičné.



Obr. X.4 Podíl jednotlivých sektorů na emisích  $\text{CH}_4$  v letech 1990–2019

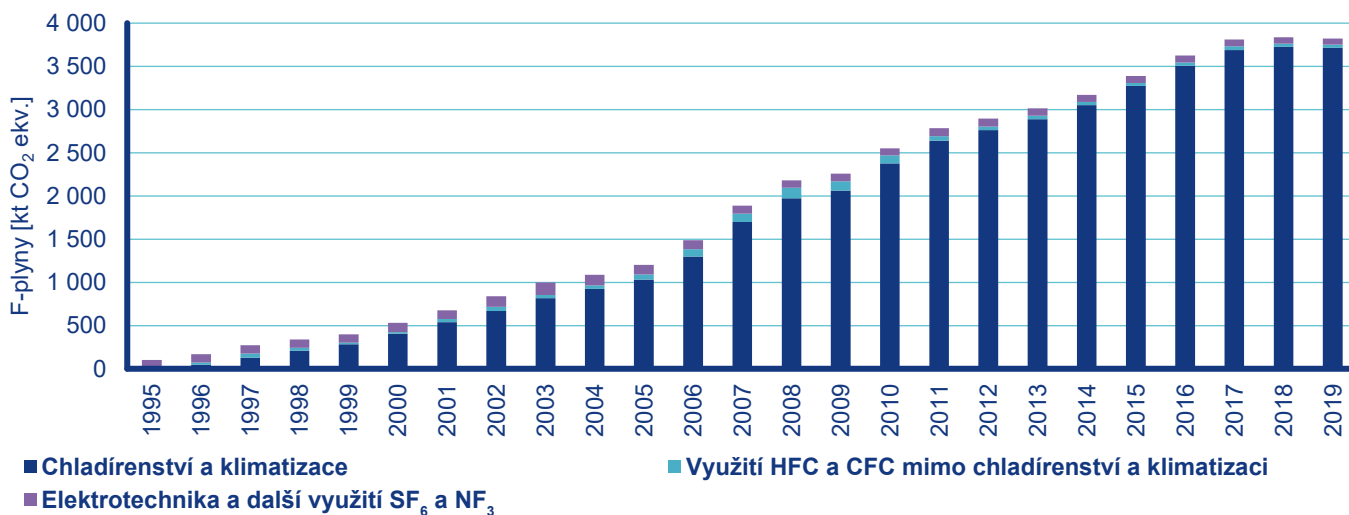


Obr. X.5 Podíl jednotlivých sektorů na emisích  $\text{N}_2\text{O}$  v letech 1990–2019

## Fluorované plyny

Emise fluorovaných plynů vzrostly od roku 1995 ze 103 kt na 3 823 kt CO<sub>2</sub> ekv. v roce 2019 (Obr. X.6). Tím vzrostl i podíl fluorovaných plynů na celkových agregovaných emisích z průmyslových procesů (z 0,7 % v roce 1995 na 24,6 % v roce 2019). Tyto látky nejsou v ČR vyráběny a veškerá jejich spotřeba je kryta dovozem. Jsou využívány zejména v chladírenské a klimatizační technice (zejména HFCs), v elektrotechnice (zejména SF<sub>6</sub> a nově od roku 2010 i NF<sub>3</sub>) a v řadě dalších oborů (např. plazmatické leptání, náplně hasicích prostředků, hnací plyny pro aerosoly a nadouvadla). Emise vznikají především úniky ze zařízení, ve kterých jsou tyto plyny používány. Nárůst emisí je způsoben jejich používáním jako náhrady za látky poškozující ozonovou vrstvu Země (CFC, HCFC – zejména jako chladiva), vyšším po-

užíváním moderních technologií (klimatizace) a výrobním zaměřením ČR (produkce automobilů a klimatizačních jednotek) (ČHMÚ 2021c). Rapidní nárůst emisí F-plynů ve spojení s jejich vysokým potenciálem globálního oteplování (GWP, Global Warming Potential) vedl celosvětově ke zvýšené pozornosti v monitorování úrovně emisí a následně k regulaci použití F-plynů. Tyto regulace se týkají zejména aplikací, pro které jsou k dispozici alternativní technologie, které jsou ekonomicky efektivnější a mají menší nebo žádný dopad na klimatický systém Země. Efekt legislativních opatření se již projevilo např. při použití fluorovaných plynů jako meziokenní izolace, nadouvadla nebo jako chladiva do chladírenské techniky určené pro domácnosti, kde se již tyto plyny nepoužívají. V posledních letech tak dochází k nahrazování fluorovaných plynů s vysokým GWP za plyny s nízkým GWP. Nicméně i nadále jsou jejich emise stále uvolňovány do atmosféry z důvodu dlouhé životnosti těchto zařízení.



Obr. X.6 Podíl jednotlivých sektorů na emisích fluorovaných plynů v letech 1995–2019



# LITERATURA

- AKINLADE, G.O., OLANIYI, H.B., OLISE, F.S., OWOADE, O. K., ALMEIDA, S. M., ALMEIDA-SILVA, M., HOPKE, P. K., 2015. Spatial and temporal variations of the particulate size distribution and chemical composition over Ibadan, Nigeria. *Environment Monitoring Assessment*, Vol. **187**, p. 1–14. [online]. [cit. 1. 7. 2021]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4755-4>.
- ASKPCR, 2014. Firmy sklářského průmyslu v ČR. [online]. [cit. 26. 6. 2014]. Dostupné z WWW: [www.askpcr.cz/o-skle/firmysklarskeho-prumyslu-v-cr/](http://www.askpcr.cz/o-skle/firmysklarskeho-prumyslu-v-cr/).
- BACHMANN, J., 2009. Black carbon : A Science / Policy Primer. Technical report. Pew Center on Global Climate Change. [online]. [cit. 6. 10. 2020]. Dostupné z WWW: <https://www.c2es.org/site/assets/uploads/2009/12/black-carbon-primer.pdf>.
- BERANOVÁ, R., 2013. Odborné vzdělávání úředníků pro výkon státní správy ochrany ovzduší v České republice: Výroba skla, včetně skleněných vláken. [online]. [cit. 26. 6. 2014]. Dostupné z WWW: [https://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/obrazky/seminare/ovzdusi/seminar3/9\\_beranova.pdf](https://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/obrazky/seminare/ovzdusi/seminar3/9_beranova.pdf).
- BLANCHARD, C. L., HIDY, G. M., TANENBAUM, S., 2010. NMOC, ozone, and organic aerosol in the southeastern United States, 1999–2007: 2. Ozone trends and sensitivity to NMOC emissions in Atlanta, Georgia. *Atmospheric Environment*. Vol. **44**, p. 4840–4849. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.07.030>.
- BLAŽEK, Z., ČERNIKOVSKÝ, L., KRAJNY, E., KREJČÍ, B., OŠRÓDKA, L. et al., 2013. Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší v přeshraniční oblasti Slezska a Moravy. Praha: ČHMÚ. [online]. [cit. 3. 8. 2020]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/pdf\\_ooco/publikace.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/pdf_ooco/publikace.pdf).
- BRANCHER, M., 2021. Increased ozone pollution alongside reduced nitrogen dioxide concentrations during Vienna's first COVID-19 lockdown: Significance for air quality management. *Environmental Pollution*. Vol. **284**, p. XX-XX. [online]. [cit. 27. 7. 2021]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117153>.
- BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., (eds.), 2009. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha, Karolinum. ISBN: 978-80-246-1598-1.
- BRAUER, M., HOEK, G., VAN VLIET, P., MELIEFSTE, K., FISCHER, P. H. et al., 2002. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Vol. **166**, p. 1092–1098.
- BROOKES, D., EATON, S., GRIFFIN, A., KENT, A., LOADER, A. et al., 2013. Air Pollution in the UK 2012. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://uk-air.defra.gov.uk/library/annualreport/viewonline?year=2012\\_issue\\_1](https://uk-air.defra.gov.uk/library/annualreport/viewonline?year=2012_issue_1).
- BRZEZINA, J. Zhoršená kvalita ovzduší na území ČR. Blog o meteorologii, hydrologii a kvalitě ovzduší [online]. [cit. 2. 6. 2021]. Dostupné z WWW: <https://chmibrno.org/blog/2020/03/28/zhorsena-kvalita-ovzdusi-na-uzemi-cr/>.
- BRZEZINA, J. Vývoj stavu ovzduší na Silvestra 2020/2021 byl v důsledku opatření proti šíření koronaviru odlišný. Blog o meteorologii, hydrologii a kvalitě ovzduší [online]. [cit. 2. 6. 2021]. Dostupné z WWW: <https://chmibrno.org/blog/2021/01/03/vyvoj-stavu-ovzdusi-na-silvestra-2020-2021-byl-v-dusledku-opatreni-proti-sireni-koronaviru-odlisny/>.
- CARSLAW, D. C., BEEVERS, S. D., TATE, J. E., WESTMORELAND, E. J., WILLIAMS, M. L., 2011. Recent evidence concerning higher NO<sub>x</sub> emissions from passenger cars and light duty vehicles. *Atmospheric Environment*. Vol. **45**, p. 7053–7063. [online]. [cit. 28. 5. 2018]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.09.063>.
- CHOI, H., JEDRYCHOWSKI, W., SPENGLER, J., CAMANN, D. E., WHYATT, R. M. et al., 2006. International Studies of Prenatal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Fetal Growth. *Environmental Health Perspectives*. Vol. **114**, p. 1744–1750. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1665416>.
- CHOW, J. C., WATSON, J. G., DORAISWAMY, P., ANTONY CHEN, L. W., SODEMAN, D. A. et al., 2009. Aerosol light absorption, black carbon, and elemental carbon at the Fresno Supersite, California. *Atmospheric Research*. Vol. **93**, p. 874–887. [online]. [cit. 31. 3. 2016]. Dostupné z WWW: [https://env1.gist.ac.kr/~antl/APTL\\_publications/2009/2009\\_7.pdf](https://env1.gist.ac.kr/~antl/APTL_publications/2009/2009_7.pdf).
- COLBECK, I., MACKENZIE, A. R., 1994. Air Pollution by photochemical oxidants. *Air Quality Monographs*. Vol. **1**. Amsterdam: Elsevier. ISBN 0-444-88542-0.

- ČERNÁ, M., KRŠKOVÁ-BATÁRIOVÁ, A., PUKLOVÁ, V., 2011. Obsah olova v krvi dětí a dospělých. Informační list SZÚ. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/obsah-olova-v-krvi-deti-a-dospelych?highlightWords=olovo>.
- ČHMÚ, 2016. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2015. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/Obsah\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/18groc/gr18cz/Obsah_CZ.html).
- ČHMÚ, 2019. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/Obsah\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/15groc/gr15cz/Obsah_CZ.html).
- ČHMÚ, 2020. Změna kvality ovzduší na území České republiky během nouzového stavu, hodnocené období 16. 3. až 19. 4. 2020. [online]. [cit. 12. 6. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2020/COVID\\_ZPRAVA.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2020/COVID_ZPRAVA.pdf).
- ČHMÚ, 2021a. Emisní bilance České republiky [online]. [cit. 17.05.2021]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html).
- ČHMÚ 2021b. Dokumenty k emisní inventuře [online]. [cit. 24.04.2021]. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/dokumentySpolecne.html>.
- ČHMÚ, 2021c. National Inventory report of the Czech Republic, Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-7653-015-7.
- ČHMÚ, 2021d. Systém sběru, zpracování a hodnocení dat [online]. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/technicke-dokumenty.html>.
- ČHMÚ, 2021e. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2020. Souhrnný tabelární přehled. [online]. [cit. 8. 8. 2020]. Dostupné z WWW: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/2021\\_enh/index\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/2021_enh/index_CZ.html).
- ČHMÚ, 2021f. Česká zpráva o emisní inventuře v roce 2021 [online]. [cit. 24.04.2021]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodiky\\_EB.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodiky_EB.html).
- EC, 1997. SO<sub>2</sub>. Position paper. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp\\_so2.pdf](https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_so2.pdf).
- EC, 2001a. Ambient air pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). [online]. [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z WWW: [https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp\\_pah.pdf](https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pah.pdf).
- EC, 2001b. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position paper. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp\\_as\\_cd\\_ni.pdf](https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf).
- EC, 2011. Commission staff working paper establishing guidelines for determination of contributions from the re-suspension of particulates following winter sanding or salting of roads under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe. SEC(2011) 207 final. [online]. [cit. 22. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec\\_2011\\_0208.pdf](https://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_0208.pdf).
- EC, 2013. The Clean Air Policy Package. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air/index.htm](https://ec.europa.eu/environment/air/clean_air/index.htm).
- EDWARDS, S. C., JEDRYCHOWSKI, W., BUTSCHER, M., CAMANN, D., KIELTYKA, A. et al., 2010. Prenatal Exposure to Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Children's Intelligence at 5 Years of Age in a Prospective Cohort Study in Poland. *Environmental Health Perspectives*. Vol. **118**, p. 1326–1331. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://dx.doi.org/10.1289/ehp.0901070>.
- 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>.
- EEA, 2011. Air quality in Europe – 2011 report. Technical report 12/2011. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-report-2011>.
- EEA, 2020. Air quality in Europe – 2020. Report 09/2020. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 3. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>.
- EMEP, 1990. EMEP workshop on measurement of hydrocarbons/VOC. 1990. EMEP/CCC 3/90. Lillestrøm: NILU.
- EMEP/CEIP, 2021. Spatially distributed emission data as used in EMEP models; Emissions for 2018 gridded in 2020. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://www.ceip.at/the-emep-grid/gridded-emissions>.
- EU, 2004. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. [online]. [cit. 9. 10. 2020]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107&from=en>.
- EU, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. [online]. [cit. 20. 3. 2015]. Dostupné z WWW: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:CS:PDF>.
- EU, 2013. Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a Gene-

- ral Union Environment Action Programme to 2020 „Living well, within the limits of our planet“, OJ L 354, 28. 12. 2013, p. 171–200. [online]. [cit. 10. 5. 2016]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013D1386>.
- EU, 2013. Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1386/2013/EU ze dne 20. listopadu 2013 o všeobecném akčním programu Unie pro životní prostředí na období do roku 2020 „Spokojený život v mezích naší planety“, OJ L 354, 28. 12. 2013, p. 171–200. [online]. [cit. 3. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>.
  - EU, 2015. Commission Regulation (EU) 2015/1189 of 28 April 2015 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for solid fuel boilers, Annex III, point 4b. [online]. [cit. 8. 8. 2020]. Dostupné z WWW: <http://data.europa.eu/eli/reg/2015/1189/oj>.
  - EUROCONTROL, 2021. Monthly CO<sub>2</sub> emissions by State. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://ansperformanace.eu/data/>.
  - ETC/ACM, 2018. European air quality maps for 2015. ETC/ACM Technical Paper 2017/7. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: [https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm\\_tp\\_2017\\_7\\_aqmaps2015](https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm_tp_2017_7_aqmaps2015).
  - ETC/ATNI, 2021. European air quality maps for 2019. Eionet Report ETC/ATNI 2021/1. *V přípravě*.
  - FIALA, J., ZÁVODSKÝ, D., 2003. Kompendium ochrany kvality ovzduší. Část 2. Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon. Příloha časopisu *Ochrana ovzduší*.
  - FINLAYSON-PITTS, B. J., PITTS JR, J. N., 1999. Chemistry of the upper and lower atmosphere: theory, experiments, and applications. ISBN 9780122570605.
  - FUZZI, S., BALTENSPERGER, U., CARSLAW, K., DECESARI, S., DENIER VAN DER GON, H. et al., 2015. Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs. *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 15, p. 8217–8299. [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z WWW: <https://www.atmos-chem-phys.net/15/8217/2015/>.
  - GEHRIG, R., BUCHMANN, B., 2003. Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentrations based on long-term Swiss monitoring data. *Atmospheric Environment*, Vol. 37, p. 2571–2580. [online]. [cit. 22. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00221-8).
  - GKATZELIS, G.I., GILMAN, J.B., BROWN, S.S., ESKES, H., GOMES, A.R. et al, 2021. The global impacts of covid-19 lockdowns on urban air pollution: a critical review and recommendations. *Elementa: Science of the Anthropocene*, Vol. 9: 00176. [online]. [cit. 2. 6. 2021]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1525/elementa.2021.00176>.
  - GRANIER, C., DARRAS, S., DENIER VAN DER GON, H., DOUBALOVA, J., ELGUINDI, et al., 2019. Copernicus Atmosphere Monitoring Service global and regional emissions (April 2019 version), Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) report. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: [doi:10.24380/d0bn-kx16](https://doi.org/10.24380/d0bn-kx16)
  - GU, J., PITZ, M., SCHNELLE-KREIS, J., DIEMER, J., RELLER, A., ZIMMERMANN, R., et al. 2011. Source apportionment of ambient particles: Comparison of positive matrix factorization analysis applied to particle size distribution and chemical composition data. *Atmospheric Environment*, Vol. 45, p. 1849–1857. [online]. [cit. 22. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.01.009>.
  - GUENTHER, A. B., JIANG, X., HEALD, C. L., SAKULYANONTVIT-TAYA, T., DUHL, T. et al., 2012. The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.1 (MEGAN2.1): an extended and updated framework for modeling biogenic emissions. *Geoscientific Model Development*, Vol. 5, s. 1471–1492. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://gmd.copernicus.org/articles/5/1471/2012/>.
  - HINDS, W. C., 1999. Aerosol technology: properties, behavior, and measurement of airborne particles. New York: Wiley. ISBN: 9780471194101.
  - HORÁLEK, J., DENBY, B., SMET DE, P., LEEUW DE, F., KURFÜRST, P. et al., 2007. Spatial mapping of Air quality for European scale assessment. ETC/ACC Technical Paper 2006/6. [online]. [cit. 9. 8. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacc\\_techpaper\\_2006\\_6\\_spat\\_aq](https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacc_techpaper_2006_6_spat_aq)
  - HŮNOVÁ I., KURFÜRST P., STRÁNÍK V., MODLÍK M., 2017. Nitrogen deposition to forest ecosystems with focus on its different forms. *Science of the Total Environment*, Vol. 575, p. 791–798. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.140>.
  - HŮNOVÁ, I., BÄUMELT, V., 2018. Observation-based trends in ambient ozone in the Czech Republic over the past two decades. *Atmospheric Environment*, Vol. 172, p. 157–167. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.039>.
  - HŮNOVÁ, I., KURFÜRST P., BALÁKOVÁ L., 2019a. Areas under high ozone and nitrogen loads are spatially disjunct in Czech forests. *Science of the Total Environment*, Vol. 656C, p. 567–575. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.371>.

- HŮNOVÁ, I., BRABEC, M., MALÝ, M., 2019b. What are the principal factors affecting ambient ozone concentrations in Czech mountain forests? *Frontiers in Forests and Global Change*, Vol. **2**, p. 1–13. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2019.00031/full>.
- HUSAIN, L., DUTKIEWICZ, V. A., KHAN, A. J., GHAURI, B. M., 2007. Characterization of carbonaceous aerosols in urban air. *Atmospheric Environment*. Vol. **41**, p. 6872–6883. [online]. [cit. 31. 3. 2016]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.04.037>.
- IARC, 2020. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–127. List of classifications by alphabetical order. Lyon: IARC. [online]. [cit. 10. 10. 2020]. Dostupné z WWW: <http://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>.
- IARC, 2015. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: „Outdoor air pollution“, Vol. **109**. A review of human carcinogens. Lyon, France – 2015. [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109.pdf>.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- LI, Z., PORTER, E. N., SJODIN, A., LARRY, L., NEEDHAM, L. L. et al., 2009. Characterization of PM<sub>2.5</sub> bound polycyclic aromatic hydrocarbons in Atlanta. Seasonal variations at urban, suburban, and rural ambient air monitoring sites. *Atmospheric Environment*. Vol. **49**, p. 4187–4193. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.05.031>.
- LOŽEK, V., KUBÍKOVÁ, J., ŠPRYŇAR, P. et al., 2005. Střední Čechy. In: MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. eds., Chráněná území ČR, svazek XIII. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno: EkoCentrum. ISBN 80-86064-87-5 a ISBN 80-86305-01-5.
- LOULA, V. Vývoj spotřeby pohonných hmot v ČR za rok 2020, Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu (ČAPPO). [online]. [cit. 30. 6. 2021]. Dostupné z WWW: <https://www.cappo.cz/aktuality-a-media/aktuality/vyvoj-spotreby-pohonných-hmot-v-cr-za-rok-2020>.
- LUBEN, T. J., NICHOLS, J. L., DUTTON, S. J., KIRrane, E., OWENS, E. O., et al. 2017. A systematic review of cardiovascular emergency department visits, hospital admissions and mortality associated with ambient black carbon. *Environment International*. Vol. **107**, p. 154–162.
- LUDYKAR, D., WESTERHOLM, R., ALMEN, J., 1999. Cold start emissions at +22, –7 and –20 degrees C ambient temperatures from a three-way catalyst (TWC) car: regulated and unregulated exhaust components. *Science of the Total Environment*. Vol. **235**, p. 65–69. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00190-4](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00190-4).
- MHMP, 2020. Praha – životní prostředí 2018. [online]. Dostupné z WWW: [http://envis.praha-mesto.cz/rocenky/Pr18\\_pdf/ElzpravaZP18\\_kapB1.pdf](http://envis.praha-mesto.cz/rocenky/Pr18_pdf/ElzpravaZP18_kapB1.pdf).
- MOLDANOVÁ, J., 2009. Chemie plynné fáze. [Gas-phase chemistry.] In: BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., eds., Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1598-1.
- MPO, 2021. Prodej kotlů na tuhá paliva do 50 kW za léta 2010–2020. [online]. [cit. 29. 6. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/tuha-paliva/prodej-kotlu-na-tuha-paliva-do-50-kw-za-leta-2010\\_2020--262162/](https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/tuha-paliva/prodej-kotlu-na-tuha-paliva-do-50-kw-za-leta-2010_2020--262162/).
- MŽP, 2015. Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v České republice. [online]. [cit. 17. 5. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie\\_dokumenty/\\$FILE/OOO-Strategie\\_ochrany\\_ovzdu-si-20190621.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/$FILE/OOO-Strategie_ochrany_ovzdu-si-20190621.pdf).
- MŽP, 2019. Sdělení odboru ochrany ovzduší, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřících lokalit pro vyhlášení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXIX, částka 5, s. 1–8. [online]. [cit. 17. 3. 2020]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik\\_mzp\\_2019/\\$FILE/SOTPR-Vestnik\\_zari\\_2019-190927.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik_mzp_2019/$FILE/SOTPR-Vestnik_zari_2019-190927.pdf)
- MŽP, 2019. Aktualizace Národního programu snižování emisí České republiky [online]. [cit. 08.06.2020]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie\\_dokumenty/\\$FILE/OOO-Aktualizace\\_NPSE\\_2019-finan-20200217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/$FILE/OOO-Aktualizace_NPSE_2019-finan-20200217.pdf).
- MŽP, 2020. Aktualizované programy zlepšování kvality ovzduší 2020+. [online]. [cit. 28. 4. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/cz/aktualizace\\_programu\\_zlepsovani\\_kvality\\_ovzdu-si\\_2020](https://www.mzp.cz/cz/aktualizace_programu_zlepsovani_kvality_ovzdu-si_2020).
- MŽP, 2021. Aktualizované programy zlepšování kvality ovzduší 2020+. [online]. [cit. 28. 4. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/cz/aktualizace\\_programu\\_zlepsovani\\_kvality\\_ovzdu-si\\_2020](https://www.mzp.cz/cz/aktualizace_programu_zlepsovani_kvality_ovzdu-si_2020).
- NA, K., COCKER, D. R., 2005. Organic and elemental carbon concentrations in fine particulate matter in residences, schoolrooms, and outdoor air in Mira Loma, California. *Atmospheric Environment*. Vol. **39**, p. 3325–3333.
- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 525/2013 ze dne 21. května 2013 o mechanismu monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů a podávání dalších informací na úrovni členských států a Unie vztahujících se ke změně klimatu a o zrušení rozhodnutí č. 280/2004/ES.



- NEUŽIL, V., 2012. Podíl NO a NO<sub>2</sub> ve spalínách. Výzkumná zpráva. Praha: KONEKO.
- OEZ, 2020. Emisní bilance České republiky [online]. [cit. 28.05.2020]. Dostupné z WWW: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html).
- OOKA, R., KHIEM, M., HAYAMI, H., YOSHIKADO, H., HUANG, H. et al., 2011. Influence of meteorological conditions on summer ozone levels in the central Kanto area of Japan. *Proceedia Environmental Sciences*. Vol. 4, p. 138–150. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.03.017>.
- PAOLETTI, E., DE MARCO, A., BEDDOWS, D. C. S., HARRISON, R. M., MANNING, W. J., 2014. Ozone levels in European and USA cities are increasing more than at rural sites, while peak values are decreasing. *Environmental Pollution*. Vol. 192, p. 295–299. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.04.040>.
- 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://faculty.mercer.edu/butler\\_aj/documents/peepepaper.pdf](https://faculty.mercer.edu/butler_aj/documents/peepepaper.pdf).
- PETZOLD, A., OGREN, J. A., FIEBIG, M., LAJ, P., LI, S. - M. et al., 2013. Recommendations for reporting “black carbon” measurements. *Atmos. Chem. Phys*. Vol. 13, p. 8365–8379. [online]. [cit. 31. 3. 2016]. Dostupné z WWW: <https://www.wmo-gaw-wcc-aerosol-physics.org/files/Petzold-recom-rep-black-carbon.pdf>.
- PÖSCHL, U., 2011. Gas–particle interactions of tropospheric aerosols: Kinetic and thermodynamic perspectives of multi-phase chemical reactions, amorphous organic substances, and the activation of cloud condensation nuclei. *Atmospheric Research*. Vol. 101, p. 562–573. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.12.018>.
- SAMET, J. M., ZEGER, S. L., DOMINICI, F., CURRIERO, F., COURSA, 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>.
- SAMOLI, E., TOULOUMI, G., ZANOBETTI, A., LE TERTRE A., SCHINDLER, C. et al., 2003. Investigating the dose–response relation between air pollution and total mortality in the APHEA-2 multicity project. *Occupational and Environmental Medicine*. Vol. 60, p. 977–982. [online]. [cit. 28. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1740450/pdf/v060p00977.pdf>.
- SATSANGI, A., PACHAURI, T., SINGLA, V., LAKHANI, A., KUMARI, K. M., 2012. Organic and elemental carbon aerosols at a suburban site. *Atmospheric Research*. Vol. 113, p. 13–21. [online]. [cit. 28. 6. 2017]. Dostupné z WWW: [https://www.researchgate.net/profile/aparna\\_satsangi/publication/257035672\\_organic\\_and\\_elemental\\_carbon\\_aerosols\\_at\\_a\\_suburban\\_site/links/564533e308aef646e6cc2842.pdf](https://www.researchgate.net/profile/aparna_satsangi/publication/257035672_organic_and_elemental_carbon_aerosols_at_a_suburban_site/links/564533e308aef646e6cc2842.pdf).
- SCHWARZ, J., CHI, X., MAENHAUT, W., CIVIŠ, M., HOVORKA, J. et al., 2008. Elemental and organic carbon in atmospheric aerosols at downtown and suburban sites in Prague. *Atmospheric Research*. Vol. 90, p. 287–302.
- SEINFELD, J. H., PANDIS, S. N., 2006. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change, 2<sup>nd</sup> edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-72017-1.
- SICARD, P., DE MARCO, A., TROUSSIER, F., RENO, C., VAS, N. et al., 2013. Decrease in surface ozone concentrations at Mediterranean remote sites and increase in the cities. *Atmospheric Environment*. Vol. 79, p. 705–715. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.027>.
- SICARD, P., DE MARCO, A., Agathokleous, E., Feng, Z., 2020. Amplified ozone pollution in cities during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*, Vol. 735, p. 1–10. [online]. [cit. 27. 7. 2021]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139542>.
- SILLMAN, S., LOGAN, J. A., WOFYSY, S. C., 1990. The sensitivity of ozone to nitrogen oxides and hydrocarbons in regional ozone episodes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 9, p. 1837–1851. ISSN: 2169-8996.
- SOLBERG, S., CLAUDE, A., REIMANN, S. 2018. VOC measurements 2016. EMEP/CCC-Report 4/2018. ISBN 978-82-425-2946-6. p. 67. [online]. [cit. 7. 6. 2021]. Dostupné z WWW: <https://projects.nilu.no/ccc/reports.html>.
- STANIER, C. O., KHLYSTOV, A. Y., PANDIS, S. N., 2004. Ambient aerosol size distributions and number concentrations measured during the Pittsburgh Air Quality Study (PAQS). *Atmospheric Environment*. Vol. 38, p. 3275–3284. [online]. [cit. 28. 6. 2017]. Dostupné z WWW: <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/6549/PAQS%20number%20size%20dist.pdf?sequence=1>.
- STIEB, D. M., JUDEK S., BURNETT R. T., 2003. Meta-analysis of time-series studies of air pollution and mortality: update in relation to the use of generalized additive models. *Journal of the Air & Waste Management Association*. Vol. 53, p. 258–261. [online]. [cit. 28. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10473289.2003.10466149>.
- STULL, R. B., 2003. An introduction to boundary layer meteorology (Vol. 13). Springer Science & Business Media. ISBN 978-9027727695.
- SZŮ, 2015. Odhad zdravotních rizik pro ČR pro rok 2014. [Estimate of health risks for the Czech Republic in the year 2014.]



- [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: [https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzduzi/dokumenty\\_zdravi/rizika\\_CRI\\_2014.pdf](https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzduzi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2014.pdf).
- ŠKÁCHOVÁ, H., 2020. Hodnocení metod stanovení podmínek pro rozptyl znečišťujících látek v období 2007–2018 v Ústeckém kraji. *Meteorologické zprávy*, roč. **73**, č. 4, s. 103–109. ISSN 0026-1173. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2020/CHMU\\_MZ\\_4-20.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2020/CHMU_MZ_4-20.pdf).
  - TEIXEIRA, E. C., AGUDELO-CASTAÑEDA, D. M., GUIMARÃES FACHEL, J. M., LEAL, K. A., DE OLIVEIRA GARCIA, K. et al., 2012. Source identification and seasonal variation of polycyclic aromatic hydrocarbons associated with atmospheric fine and coarse particles in the Metropolitan Area of Porto Alegre, RS, Brazil. *Atmospheric Research*. Vol. **118**, p. 390–403. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.07.004>.
  - TOMASI, C., FUZZI, S. and KOKHANOVSKY, A., (eds).2017. Atmospheric Aerosols: Life Cycles and Effects on Air Quality and Climate. Wiley. ISBN 978-3-527-33645-6
  - TUCH, T., BRAND, P., WICHMANN, H. E., HEYDER, J., 1997. Variation of particle number and mass concentration in various size ranges of ambient aerosols in Eastern Germany. *Atmospheric Environment*. Vol. **31**, p. 4193–4197.
  - UN-ECE, 1991. The Protocol to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs, i.e. hydrocarbons) or Their Transboundary Fluxes. 1991. Geneva: UN-ECE. [online]. [cit. 7. 6. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.unece.org/env/lrtap/vola\\_h1.html](https://www.unece.org/env/lrtap/vola_h1.html).
  - UN-ECE, 1999. The 1999 Göthenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone. [online]. [cit. 31. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>.
  - VÍDEN, I., 2005. Chemie ovzduší. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-571-4.
  - VLČEK, O., CORBET, L., 2011. Porovnání výstupů Eulerovského modelu CAMx s měřeními ze staniční sítě ČR – část 1: aerosoly. [Comparison of the CAMx outputs with measurements in the Czech monitoring network – part 1: aerosols. ] *Meteorologické zprávy*, roč. **64**, č. 5, s. 142–151. [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z WWW: <https://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/novy/2011/Meteo-2011-05.pdf>.
  - VOJTÍŠEK, M., 2010. O provozu vznětových motorů a aerosolech jimi produkovaných v městských aglomeracích. In: SMO-LÍK, J. ed., Konference ČAS 2010. Sborník konference. Praha, 18.–19. 11. 2010. Praha: Česká aerosolová společnost, ISBN: 978-80-86186-25-2. [online]. [cit. 8. 7. 2014]. Dostupné z WWW: [http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik\\_VKCAS\\_2010.pdf](http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VKCAS_2010.pdf).
  - VŠB-TU Ostrava, 2014. Výsledky česko-slovenského projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA. [online]. [cit. 5. 6. 2020]. Dostupné z WWW: <https://apcs.vsb.cz>.
  - VŠB-TU Ostrava, 2018. Porovnání emisí benzo[a]pyrenu z jednotlivých kategorií zdrojů. [online]. [cit. 3. 8. 2021]. Dostupné z WWW: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/17074-porovnani-emisi-benzo-a-pyrenu-z-jednotlivych-kategori-zdroju>.
  - Vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. In: Sbírka zákonů. 12. října 2012. ISSN 1211-1244.
  - Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. In: Sbírka zákonů. 30. listopad 2012. ISSN 1211-1244.
  - WEATHERHEAD, E. C., REINSEL, G. C., TIAO, G. C., MENG, X-L., CHOI, D., et al., 1998. Factors affecting the detection of trends: Statistical considerations and applications to environmental data. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **103**, p. 17149–17161. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/98JD00995>.
  - WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2<sup>nd</sup> ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: Dostupný z WWW: [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.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: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>.
  - WHO, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP. WHO Regional Office for Europe. [online]. [cit. 2. 6. 2020]. Dostupné z WWW: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1).
  - 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).
  - YOUNG, L. H., KEELER, G. J., 2007. Summertime Ultrafine Particles in Urban and Industrial Air: Aitken and Nucleation Mode Particle Events. *Aerosol and Air Quality Research*. Vol. **7**, p. 379–402.
  - YUE, W., STÖLZEL, M., CYRYS, J., PITZ, M., HEINRICH J., et. al. 2009. Source apportionment of ambient fine particle size dis-

tribution using positive matrix factorization in Erfurt, Germany. *Sci Total Environ.*, Vol. **398**, p. 133–144.

- Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů. [Act No. 25/2008 Coll. on the integrated pollution register and the integrated system on the fulfilment of notification obligations in the field of environmental protection, as amended.] In: Sběrka zákonů. 13. únor 2008. ISSN 1211-1244.
- Zákon o ovzduší č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: Sběrka zákonů. 13. června 2012. ISSN 1211-1244.
- ZHANG, K. M., WEXLER, A. S., FANG, Y., HINDS, W. C., SIOUTAS C. 2004. Evolution of particle number distribution near roadways . Part II : the ‘ Road-to-Ambient ’ process. *Atmospheric Environment*, Vol. **38**, p. 6655–6665.
- ZHOU, L., HOPKE, P. K., STANIER CH. O., PANDIS S.N. ,ONDOV, J. M., et al. 2005. Investigation of the relationship between chemical composition and size distribution of airborne particles by partial least squares and positive matrix factorization. *Journal of Geophysical Research*, Vol. **110**, p. 1–14.

# SEZNAM ZKRATEK

a. s.	akciová společnost
ACTRIS	Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network
AIM	automatizovaný imisní monitoring (automatické měřicí programy)
AOT40	kumulativní expozice nad prahovou koncentrací 40 ppb
ASKPCR	Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR
AV ČR	Akademie věd České republiky
BaP	benzo[a]pyren
BC	černý uhlík
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
CFC	chlorfluorované uhlovodíky
CLRTAP	Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států
ČEZ	České energetické závody
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
D21	denostupně
DIC	dlouhodobý imisní cíl
EC	elementární uhlík
EC	Evropská komise
EEA	Evropská agentura pro životní prostředí
EMEP	Program spolupráce při monitorování a hodnocení dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě
Eol	Rozhodnutí Rady 97/101/EC o výměně informací (Eol)
ES	Evropské společenství
ESFRI	Evropské strategické fórum výzkumných infrastruktur
ETC/ACM	Evropské tematické centrum pro znečištění ovzduší a mitigaci klimatických změn
EU	Evropská unie
EU ETS	evropský systém emisního obchodování
GAW	Globální sledování atmosféry (Global Atmosphere Watch)
GIOS	Hlavní inspekce životního prostředí ve Varšavě (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)
GLÚ AV ČR	Geologický ústav AV ČR, v. v. i.
GWP	potenciál globálního oteplování
HBÚ AV ČR	Hydrobiologický ústav Akademie věd ČR
HCB	hexachlorbenzen
HCFC	hydrochlorfluorvodíky
HFC	částečně fluorované uhlovodíky
CHKO	chráněná krajinná oblast
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
ICOS	Evropský systém pro sledování úrovně CO <sub>2</sub>
IKO	index kvality ovzduší
IL	imisní limit
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
IPH	informativní prahová hodnota
ISPOP	Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností

LFULG	Saský zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)
LRTAP	Konvence o sledování dlouhodobých trendů kvality ovzduší
LULUCF	Využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví
MHMP	Magistrát hlavního města Prahy
MIM	manuální imisní monitoring (manuální měřicí programy)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NAO	Národní atmosférická observatoř
NAOK	Národní atmosférická observatoř Košetice
NFR	Klasifikace pro reporting
NMVOOC	nemetanové těžké organické látky
NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> (jako NO <sub>2</sub> ) – oxidy dusíku vyjádřené jako NO <sub>2</sub>
NP	národní park
O/K/F-M	Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek
OC	organický uhlík
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů
PAH	polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	polychlorované bifenyly
PCDD	polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PM <sub>10</sub>	frakce prašného aerosolu < 10 μm
PM <sub>2,5</sub>	frakce prašného aerosolu < 2,5 μm
POP	persistentní organické látky
PZKO	Program zlepšování kvality ovzduší
REZZO	Registr emisí a stacionárních zdrojů
RP	rozptylové podmínky
RPH	regulační prahová hodnota
Sb.	Sbírka zákonů
SEČ	středoevropský čas
SELČ	středoevropský letní čas
SLDB	Sčítání lidí, domů a bytů
SM	statutární město
SO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub> (jako SO <sub>2</sub> ) - oxidy síry vyjádřené jako SO <sub>2</sub>
SPE	souhrnná provozní evidence
SVRS	Smogový varovný a regulační systém
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TC	celkový uhlík
TAČR	Technologická agentura ČR
TZL	tuhé znečišťující látky
UCR	hodnota jednotkového rizika
ÚCHP AV ČR	Ústav chemických procesů Akademie věd ČR
UN-ECE	Evropská hospodářská komise OSN
ÚVGZ	Ústav výzkumu globální změny AV ČR
VI	ventilační index
VOC	těžké organické látky
VPH	varovná prahová hodnota
VŠB TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
WHO	Světová zdravotnická organizace
WM	bez dodatečných opatření
WaM	s dodatečnými opatřeními
WMO	Světová meteorologická organizace
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	Zdravotní ústav

# PŘÍLOHA I

## Podrobná specifikace prezentovaných imisních map

Plošné mapy jsou z výsledků měření v jednotlivých lokalitách konstruovány s využitím a kombinací mnoha informací (ČHMÚ 2021d). Nejistoty jednotlivých map jsou závislé zejména na hustotě sítě měřicích stanic a na rovnoměrnosti pokrytí území ČR stanicemi, dále na nejistotách jednotlivých měření, vstupů do modelů, modelových výpočtů a na použitém způsobu konstrukce plošných map. Mapy mají nejmenší nejistotu v blízkosti měřicích stanic. Přestože jsou nejistoty zejména některých map dosti vysoké, jedná se o odhady imisního pole, které adekvátně odpovídají použitým podkladům a stavu současného poznání. K nejistotám map je nutno přihlížet při jejich interpretaci.

V dalších odstavcích jsou uvedeny podklady, které byly použity pro konstrukci imisních map pro rok 2020, a specifikace jednotlivých map prezentovaných v této ročence.

### 1. Použitá data

**a. Měřená imisní data.** Použity jsou roční charakteristiky naměřených dat z databáze ISKO.

**b. Výstupy z rozptylových modelů.** Použity jsou výstupy z modelů:

**CAMx** – Eulerovský model, rozlišení 2,3 × 2,3 km, rok 2020:

- meteorologie: model ALADIN 2020 v rozlišení 2,3 × 2,3 km
- antropogenní emise pro území ČR za rok 2019, není-li uvedeno jinak: bodové zdroje REZZO 1 a 2 – hlášení za rok 2019 aktualizované podle hlášení za rok 2020 dostupných k 3. 5. 2021; plošné zdroje REZZO 3 – lokální vytápění (podklady 2019, denostupně 2020), zemědělství – chovy a polní práce, povrchové hnědouhelné doly, černouhelné doly, kameolomy – povrchová těžba, fugitivní emise z výroby koksů, železa a oceli, sléváren a ostatních zdrojů, skládky, výstavba, použití rozpouštědel; mobilní zdroje REZZO 4 – silniční

doprava dle sčítání ŘSD (2016), nesilniční doprava, Letiště Václava Havla Praha (2016, aktualizováno na rok 2020 dle poměru emisí CO<sub>2</sub> pro ČR (EUROCONTROL 2021))

- antropogenní emise mimo ČR: základní látky – CAMS-REG-AP v4.2<sup>1</sup> pro rok 2017 (Granier 2019); benzo[a]pyren, kadmium a olovo (2018) (EMEP/CEIP 2021)
- biogenní emise VOC z rostlin a NO z půdy: model MEGAN v2.1 (GUENTER et al. 2012)
- okrajové podmínky – v čase a prostoru konstantní klimatologické průměry

**SYMOS** – Gaussovský model, rozlišení 1 × 1 km (referenční body v zástavbě v síti 250 × 250 m (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, BaP) a 500 × 500 m (ostatní látky) a mimo zástavbu 500 × 500 m zprůměrované do sítě 1 × 1 km); mimo ČR 1 × 1 km, rok 2020 (meteorologie: větrné růžice 2020 z modelu ALADIN v síti 2,3 × 2,3 km a výšce 10 m; teplotní gradient z výškové hladiny odpovídající efektivní výšce zdroje, antropogenní emise: pro území ČR jako u modelu CAMx (emise z výstavby nebyly zahrnuty); antropogenní emise pro území Polska: detailní emise za rok 2015 poskytnuté v rámci projektu LIFE-IP MAŁOPOLSKA<sup>2</sup> úřady GIOS (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska) – plošné zdroje a KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) – bodové zdroje; antropogenní emise pro zbytek území CAMS-REG-AP v4.2.

V případě benzo[a]pyrenu byl modelem CAMx spočten odděleně příspěvek českých a zahraničních zdrojů. Příspěvek českých zdrojů byl v gridu 2,3 × 2,3 km převzorkován modelem SYMOS spočteným v síti 150 × 150 m tak, aby průměrná koncentrace zůstala zachována a prostorové rozložení koncentrací odpovídalo tomu z modelu SYMOS. K takto upravenému příspěvku českých zdrojů v síti 150 × 150 m byl přičten neupravený příspěvek zahraničních zdrojů a vše bylo zprůměrováno do výsledné sítě 1 × 1 km. Tento podklad byl pak použit pro tvorbu venkovské vrstvy benzo[a]pyrenu.

V případě jednotlivých modelů byly použity vždy aktuální výstupy, které byly k dispozici v době přípravy ročenky.

1 <https://permalink.aeris-data.fr/CAMS-REG-AP>

2 Projekt č. LIFE14 IPE/PL/OO0021. WWW: <https://powietrze.malopolska.pl/en/life-project/>



- c. Emise z dopravy: rozlišení  $1 \times 1$  km, zdroj: silniční doprava dle sčítání ŘSD (2016).
- d. Nadmořská výška: rozlišení  $1 \times 1$  km, zdroj: ZABAGED, Zeměměřičský úřad.
- e. Hustota populace: rozlišení  $1 \times 1$  km, zdroj: ČSÚ.

## 2. Odhad nejistoty

Pro odhad nejistoty příslušné mapy byla použita metoda **křížového ověřování (cross-validate)**, viz Horálek et al. (2007). Odhad koncentrací v místech měření je vytvořen vždy s vypuštěním daného měření pomocí ostatních dat, a tím je objektivně odhadnuta kvalita mapy mimo místa měření. Tento postup byl opakovaně použit pro všechna místa měření. Odhadnuté hodnoty byly porovnány s naměřenými hodnotami pomocí **standardní chyby odhadu (root-mean-square error, RMSE)**, resp. **relativní standardní chyby odhadu (RRMSE)**:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{Z}(s_i) - Z(s_i))^2}$$

$$RRMSE = \frac{RMSE}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z(s_i)} \cdot 100$$

kde  $Z(s_i)$  je naměřená hodnota koncentrace v  $i$ -tém bodě,  
 $\hat{Z}(s_i)$  je odhad v  $i$ -tém bodě pomocí ostatních dat,  
 $N$  je počet měřicích stanic.

Odhad nejistoty byl z výpočetních důvodů počítán jen pro interpolaci reziduí; celková nejistota mapy je proto obecně poněkud větší. Též je třeba zmínit, že jde o střední nejistotu celé mapy, prostorové rozložení nejistoty nebylo odhadováno.

## 3. Parametry jednotlivých map

Pro mapy jednotlivých škodlivin jsou v Tab. 1–8 prezentovány doplňkové veličiny použité v lineárním regresním modelu a jejich parametry ( $c$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ , ...), parametry interpolace pomocí krigingu (range, nugget, partial sill) a převrácené hodnoty vzdálenosti (váha IDW) a u většiny map je též uvedena odhadnutá nejistota mapy (RMSE). Tyto parametry jsou uvedeny vždy pro jednotlivé imisní vrstvy (venkovská, městská, dopravní).

- a. Suspendované částice  $PM_{10}$ :** Pro konstrukci map bylo použito 54 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 89 městských a předměstských pozadových a 26 dopravních stanic. Výsledky měření šesti městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 1, Příloha I).
- b. Jemné suspendované částice  $PM_{2,5}$ :** Pro konstrukci mapy bylo použito 29 venkovských (bez rozlišení na pozadové a prů-

myslové), 53 městských a předměstských pozadových a 18 dopravních stanic. Výsledky měření šesti městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Z důvodu metodiky mapování nebyla vyčíslena nejistota mapy (Tab. 2, Příloha I). Důvodem je použití mapy  $PM_{10}$  jako doplňkové veličiny – vzhledem k silné regresní vazbě  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  by odhad nejistoty byl podhodnocen.

- c. Benzo[a]pyren:** Pro konstrukci mapy bylo použito 18 venkovských a 38 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové). V případě městské mapové vrstvy byla letos aplikována exponenciální závislost s městskou mapou  $PM_{2,5}$ . Vzhledem k malému počtu měřicích stanic v malých sídlech je odhad nejistoty venkovských oblastí pouze orientační (Tab. 3, Příloha I).
- d. Oxid dusičitý a oxidy dusíku:** Pro konstrukci mapy  $NO_2$  bylo použito 30 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 50 městských a předměstských pozadových a 23 dopravních stanic. Výsledky měření 3 městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro konstrukci mapy  $NO_x$  bylo použito 29 venkovských, 48 městských a předměstských pozadových a 23 dopravních stanic (Tab. 4, Příloha I).
- e. Přízemní ozon:** Pro konstrukci mapy 26. nejvyššího maximálního denního 8hodinového klouzavého průměru bylo použito 27 venkovských, 3 městských a předměstských pozadových stanic. Pro konstrukci mapy AOT40 bylo použito 27 venkovských, 34 městských a předměstských pozadových stanic (Tab. 5, Příloha I).
- f. Benzen:** Pro konstrukci mapy bylo použito 5 venkovských, 24 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 2 průmyslových a 7 dopravních stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 6, Příloha I).
- g. Těžké kovy:** Pro konstrukci mapy arsenu bylo použito 19 venkovských a 40 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové). Pro konstrukci mapy kadmia bylo použito 60 stanic (bez rozlišení podle typu). Nejistota mapy kadmia je odhadnuta bez Tanvaldu a jeho bezprostředního okolí, protože vysoké absolutní hodnoty koncentrací v této lokalitě by způsobily zkreslení celkové nejistoty mapy. Vysoká relativní nejistota mapy kadmia souvisí s nízkými hodnotami kadmia na většině území (Tab. 7, Příloha I).
- h. Oxid siřičitý:** Pro konstrukci mapy 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace bylo použito 25 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 31 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 dopravních a 2 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro mapy ročního resp. zimního průměru bylo použito 33 resp. 25 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 30 resp. 25 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 resp. 2 dopravních a 2 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 8, Příloha I).

Tab. 1 Parametry map  $PM_{10}$ 

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr			36. nejvyšší denní průměr		
	venkov	městské pozadí	doprava	venkov	městské pozadí	doprava
c (konstanta)	6,7	21,9	12,2	15,7	34,4	20,6
a1 (model CAMx)	1,28	0,10	0,55	0,87	0,16	0,45
a2 (nadmořská výška)	-0,0060	-0,0154		-0,0120	-0,0239	
range [km]	50	35	8	47	42	7
nugget	0	3,6	0	0	12,5	0
partial sill	2,7	5,6	3,1	11,6	4,6	8,8
váha IDW		1			1	
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>1,6</b>	<b>2,4</b>	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>	<b>4,6</b>	<b>3,0</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>9</b>

Tab. 2 Parametry mapy  $PM_{2,5}$ 

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr		
	venkov	městské pozadí	doprava
c (konstanta)	0,5	-1,9	-0,2
a1 (venkovská mapa $PM_{10}$ )	0,63		
a2 (městská pozadová mapa $PM_{10}$ )		0,77	
a3 (dopravní mapa $PM_{10}$ )			0,69
a4 (model SYMOS)	0,78	0,27	
range [km]	300	50	4
nugget	0,6	0,5	0
partial sill	0,0	0,5	1,0
váha IDW	1	1	

V počtech stanic jsou zahrnuty i zahraniční (německé a polské) stanice, které byly při tvorbě některých map použity.

Pro sloučení městské a venkovské vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (ČHMÚ 2021d):  $\alpha_1 = 200 \text{ obyvk}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\alpha_2 = 1000 \text{ obyvk}\cdot\text{km}^{-2}$ . Pro sloučení pozadové a dopravní vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (ČHMÚ 2021d):

$\tau_1 = 3 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\tau_2 = 8 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (pro mapy  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ), resp.  $\tau_1 = \tau_2 = 10 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (pro mapy  $NO_2$  a  $NO_x$ ), přičemž pro mapy  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  byly použity emise tuhých znečišťujících látek (TZL), zatímco pro mapy  $NO_2$  a  $NO_x$  byly použity emise  $NO_x^3$ .

3 U plošných map  $NO_2$  a  $NO_x$  byla dopravní vrstva použita pouze ve městech, zatímco mimo města byla v územích s emisemi  $NO_x > 5 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  použita vrstva ze všech pozadových městských, předměstských a venkovských stanic.

Tab. 3 Parametry mapy benzo[a]pyrenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	města
c (konstanta)	-0,7	-0,8
b (konstanta)		0,2
a1 (exp(b*městská mapa PM <sub>2,5</sub> ))		0,10
a2 (model CAMx zjemněný modelem SYMOS)	3,49	
a3 (model SYMOS – jen emise lokálního vytápění)		0,61
range [km]	160	6
nugget	0	0
partial sill	0,64	0,3
váha IDW	1	
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>&gt; 0,6</b>	<b>0,6</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>&gt; 60</b>	<b>37</b>

Tab. 4 Parametry map NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>

Lineární regresní model + interpolace reziduí	NO <sub>2</sub> – roční průměr			NO <sub>x</sub> – roční průměr		
	venkov	městské pozadí	doprava	venkov	městské pozadí	doprava
c (konstanta)	8,1	14,4	15,9	4,4	23,7	24,6
a1 (model SYMOS NO <sub>2</sub> )	4,8	3,0				
a2 (model SYMOS NO <sub>2</sub> – sčítaná silniční doprava)			6,8			
a3 (model SYMOS NO <sub>x</sub> )				3,8	0,8	
a4 (model SYMOS NO <sub>x</sub> – sčítaná silniční doprava)						2,9
a5 (nadmořská výška)	-0,006	-0,011			-0,025	
váha IDW	1	1	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>1,4</b>	<b>2,5</b>	<b>5,4</b>	<b>2,5</b>	<b>5,4</b>	<b>14,7</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>34</b>

Tab. 5 Parametry map přízemního ozonu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	26. nejvyšší maximální denní 8hod. průměr		Expoziční index AOT40	
	venkov	městské pozadí	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	-125,5	-79,6	-56974	-50695,5
a1 (model CAMx, 26. nejv. max. denní 8h)	2,1	1,7	617,6	563,3
váha IDW	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>4</b>	<b>4,5</b>	<b>2734</b>	<b>2799</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>17</b>

Tab. 6 Parametry mapy benzenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	0,2	0,4
a1 (model CAMx)	4,4	4,8
váha IDW	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>19</b>	<b>31</b>

Tab. 7 Parametry map arsenu a kadmia

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Arsen – roční průměr		Kadmium – roční průměr
	venkov	města	celková mapa
c (konstanta)	-0,5		
a1 (venkovská mapa $\text{PM}_{10}$ )	0,077		
range [km]	1 000	12	16
nugget	0,1	0	0
partial sill	0,3	0,4	0,2
váha IDW	1		
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>104</b>

Tab. 8 Parametry map  $\text{SO}_2$ 

Lineární regresní model + interpolace reziduí	4. nejvyšší denní průměr		Roční průměr		Zimní průměr	
	venkov	městské pozadí	venkov	městské pozadí	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	2,5	4,4	1,8	1,9	1,3	1,2
a1 (model CAMx)	1	0,5	0,7	0,5	0,8	0,6
váha IDW	1,8	3	1	1	1,1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>6</b>	<b>5,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>25</b>

# PŘÍLOHA II

## 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 opatření, která více či méně omezovala různé činnosti. **Některá z nich měla vliv na množství emisí znečišťujících látek a tím na kvalitu ovzduší**, čemuž se věnovala i řada studií v zahraničí (Gkatzelis 2021).

**Nouzový stav** byl v ČR v roce 2020 poprvé vyhlášen 12. 3. 2020 a trval 66 dní do 17. 5. 2020. Další nouzový stav pak byl vyhlášen při eskalaci druhé vlny epidemie 5. 10. 2020. Ten trval až do 11. 4. 2021.

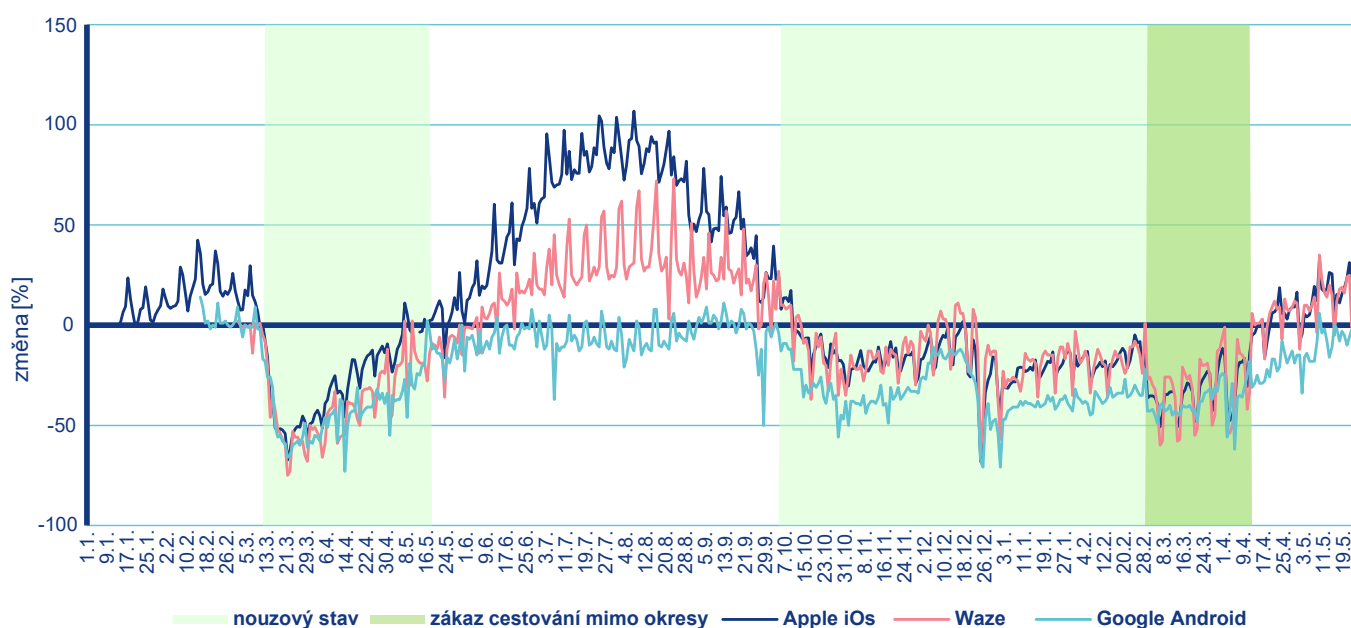
Upozorňujeme, že v rámci této kapitoly ročenky pro rok 2020 byly z důvodu kompletnosti zhodnoceny i hodnoty z prvních měsíců roku 2021 tak, aby bylo možné analyzovat období nouzového stavu jako celek. Zároveň však tímto připomínáme, že veškerá data za první měsíce roku 2021 jsou pouze operativní a po kompletní verifikaci se mohou konečně hodnoty lišit.

Z pohledu kvality ovzduší byly zásadní tři kategorie opatření:

- **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 ČR nebyla situace taková, že by se výrazněji omezoval chod průmyslových provozů** tak, jako tomu bylo v některých jiných zemích. K významnému omezení emisí z průmyslu tedy nedošlo. Naopak **snížení dopravní intenzity bylo na celém území znatelné a s tím souvisel i pokles emisí znečišťujících látek z dopravy, zejména NO<sub>x</sub>**. Více času stráveného v domácnostech mohlo ovlivnit množství emisí z vytápění, a to zejména v období topné sezony. Vytápění je v současnosti celkově nejvýznamnějším zdrojem emisí suspendovaných částic PM a na nich navázaného karcinogenního BaP v ČR.

**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 vymývají znečišťující látky



**Obr. 1** Vývoj mobility obyvatelstva v České republice od začátku roku 2020 do druhé poloviny května 2021. Vyjádřeno v procentech změny proti dlouhodobým průměrům. (zdroj dat: Google 2021; Waze 2021; Apple 2021)



z ovzduší), rychlost větru a teplotní zvrstvení atmosféry (hlavní faktory determinující rozptylovou situaci, tedy to, jak dobře se látky v přízemní vrstvě atmosféry rozptylují).

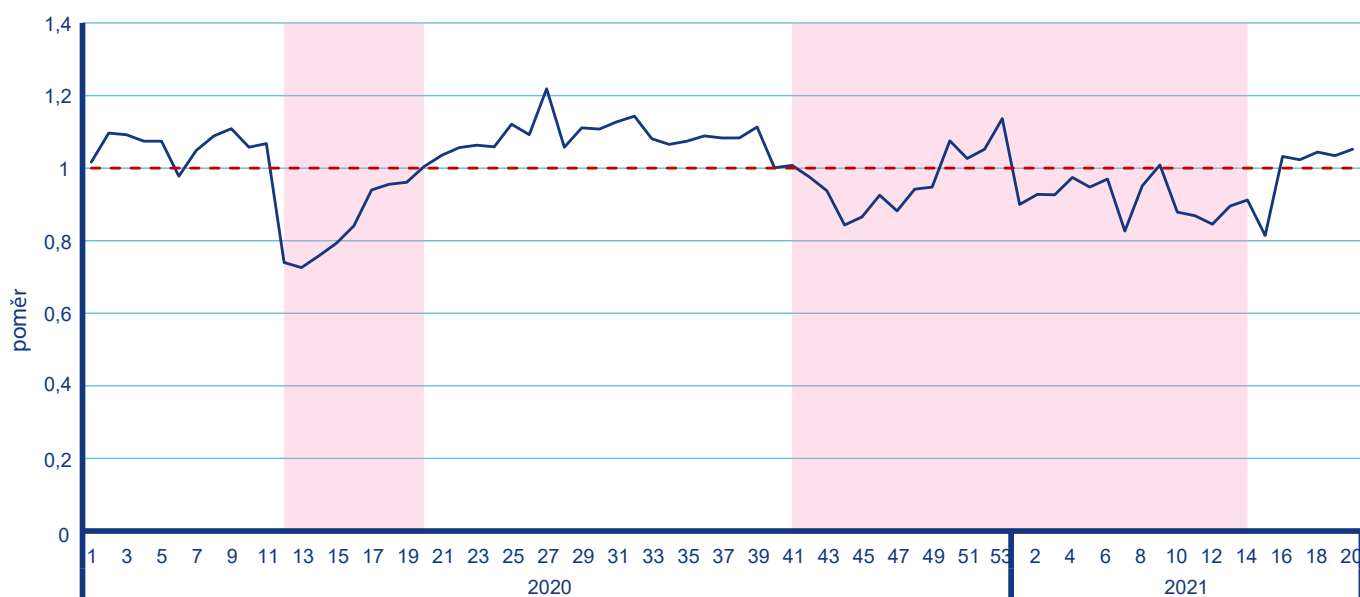
Pozornost je v kontextu vlivu protiepidemických opatření na kvalitu ovzduší věnována zejména oxidům dusíku, tedy oxidu dusičitému ( $\text{NO}_2$ ) a oxidu dusnatému ( $\text{NO}$ ), jejichž hlavním zdrojem je v ČR právě doprava. Vztah mezi intenzitou dopravy a emisemi není lineární, záleží například 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 (ČHMÚ 2020), že průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  ze všech měřících stanic za hodnocené období byla v hodnocené období nejnižší za posledních 6 let. Oproti 5letému průměru 2015–2019 byla nižší o  $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tedy o 13 %. Nejvýraznější byl přitom pokles na stanicích dopravních.

Prokázat pokles intenzity dopravy je možné několika způsoby, a to využitím sčítačů dopravy, analýzou množství čerpaného paliva či například využitím anonymizovaných geolokačních údajů od uživatelů mobilních telefonů (ať už prostřednictvím dat o SIM kartách či z operačních systémů nebo aplikací pro sdílenou dopravu). Absolutní hodnoty nelze navzájem srovnávat, protože jsou každým zdrojem počítány odlišně. Důležité jsou však především trendy. Výpočet mobility obyvatelstva je založen na datech společnosti Google a vychází 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. 1). 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 se setrváním obyvatelstva ve svých domovech mezi svátky. Navíc možnosti cestování byly velmi omezené. Začátkem března 2021 byl vydán zákaz cestování za hranice okresu.

ČHMÚ provozuje sčítač dopravy u dopravní stanice Ústí n. L.-Všebořická (hot-spot). Data z této stanice potvrzují, že zatímco první dva měsíce roku byla intenzita dopravy oproti průměru 2016–2019 spíše mírně nadprůměrná, ve 12. týdnu (což odpovídá začátku nouzového stavu na jaře) došlo k poklesu o cca 25 až 30 % (Obr. 2). Další pokles od cca 40. týdne (28. 9. 2020) byl postupný, pouze o cca 15 až 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 % (Loula 2021).

Pokusit se odhadnout podíl vlivu 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 pozadové stanici, které jsou blízko sebe. Vycházíme z předpokladu, že meteorologické podmínky jsou v lokalitě umístění obou stanic obdobné. Můžeme tedy srovnat dlouhodobý poměr mezi jednotlivými znečišťujícími látkami mezi dopravní a blízkou pozadovou stanicí a sledovat, zda se tento poměr během nouzového stavu lišil. 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 pozadových, kde mají emise  $\text{NO}_x$  z dopravy menší vliv.



**Obr. 2** Poměr počtu vozidel v jednotlivé týdny oproti dlouhodobému průměru 2016–2019 pro daný týden ze sčítače vozidel v lokalitě Ústí nad Labem-Všebořická. Růžově je vyznačena doba nouzového stavu, červená přerušovaná linka značí poměr 1.

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. 3). Na počátku nouzového stavu na jaře byl nárůst kolem 20–25 %, na podzim kolem 10–15 % a kolem Vánoc až kolem 30 %. K dalšímu viditelnému zvýšení došlo po vyhlášení zákazu cestování mezi okresy.

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 sezony. Ačkoliv má na koncentraci  $PM_{10}$  vliv i doprava, plošný vliv meteorologických podmínek a vytápění na území celé republiky jako takové je výrazně vyšší. Již zpráva ČHMÚ z června 2020 o vlivu nouzového stavu na kvalitu ovzduší (ČHMÚ 2020) ukázala, že koncentrace  $PM_{10}$  byly během prvních týdnů nouzového stavu nejvyšší za dobu hodnocení (posledních 6 let). Do hry navíc mohly vstoupit ještě další faktory, jako byl například dálkový přenos písku z pouště v Turkmenistánu právě v prvních týdnech nouzového stavu v březnu 2020, který velmi výrazně a plošně zhoršil koncentrace částic  $PM_{10}$ .

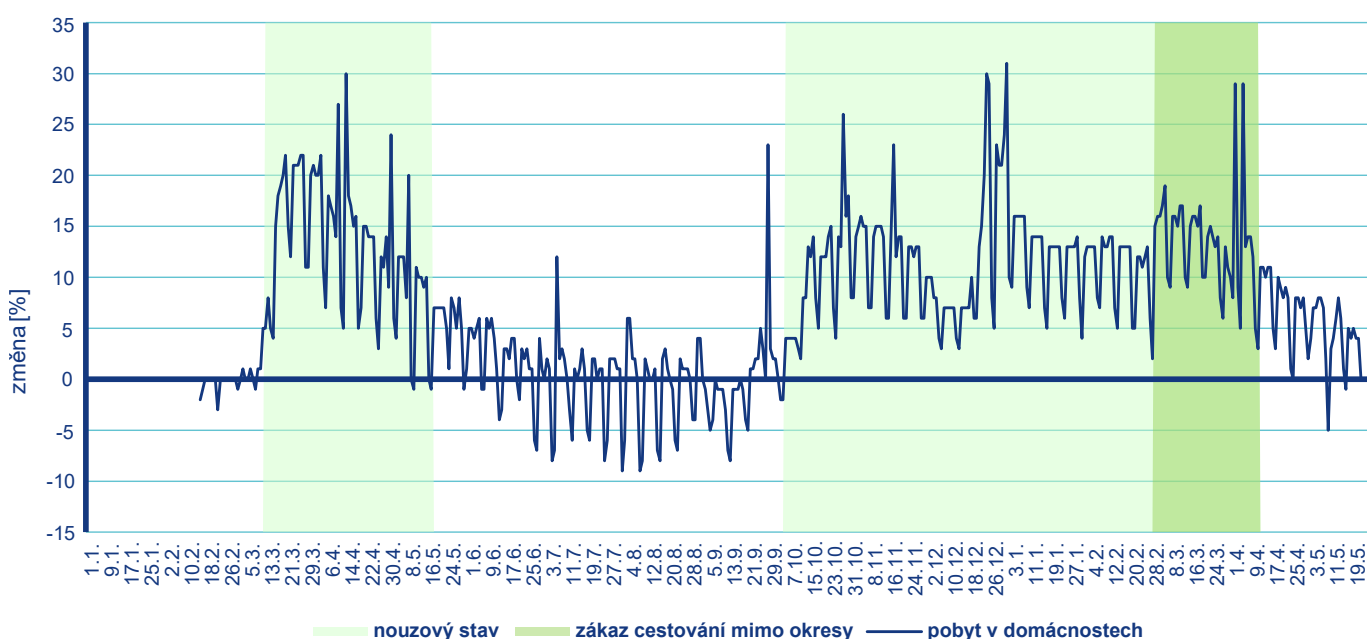
Grafy na Obr. 4a a 4b jsou příkladem srovnání dopravní a požadové stanice – konkrétně dopravní stanice Brno-Úvoz (hot spot) a požadové předměstské stanice Brno-Tuřany. Obě stanice jsou od sebe vzdušnou čarou vzdáleny necelých 10 km, proto lze očekávat, že meteorologické i rozptylové podmínky zde dlouhodobě budou velmi podobné. Byly zkonstruovány dva grafy – jeden pro  $NO_x$  a druhý pro  $PM_{10}$ . Graf ukazuje průměrný poměr mezi koncentracemi na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany), a to jako průměr 2016 až 2019 a dále pro rok 2020 a 2021. V grafu je také vyznačeno období nouzového stavu a období zákazu cestování mimo okresy. Více než rozdíl oproti dlouhodobému průměru, který může být

z velké části dán meteorologickými a rozptylovými podmínkami, nás tedy zajímají rozdíly mezi oběma grafy – situace, kdy u jedné látky jsou hodnoty poměru vyšší než je dlouhodobý průměr u jiné látky naopak nižší.

Na prvním grafu (Obr. 4a) pro  $NO_x$  je vidět výrazně vyšší poměr v roce 2020 v únoru. Pravděpodobnou příčinou tohoto výrazně vyššího poměru je fakt, že jak již bylo zmíněno, únor 2020 byl z hlediska meteorologických poměrů výjimečný. Na dopravní stanici jsou vyšší emise z dopravy, proto zde mají meteorologické podmínky menší vliv než na stanici předměstské požadové. To ukazuje i druhý graf pro  $PM_{10}$  (Obr. 4b), kde je také vidět výrazně vyšší poměr mezi koncentracemi v únoru 2020. Na obou grafech je tedy poměr vyšší než dlouhodobý průměr. Po vyhlášení nouzového stavu v březnu 2020 je vidět, že opravdu došlo ke změně, tentokrát však opačné – poměr byl výrazně nižší, než je průměr 2016–2019. Zde je pravděpodobným vysvětlením právě pokles emisí. Potvrzuje to i fakt, že na druhém grafu pro  $PM_{10}$  takový pokles v roce 2020 pozorován není. Velmi podobný pokles je pak patrný například také v březnu 2021, s vyhlášením zákazu cestování mimo okresy. Tento pokles poměru v roce 2021 ve srovnání s průměrem 2016–2019 je rovněž patrný pouze u grafu pro  $NO_x$ , nikoliv u  $PM_{10}$ .

Grafy na Obr. 5 a 6 ukazují poměr koncentrací  $NO_x$  a  $PM_{10}$  v roce 2020 a 2021 v jednotlivých týdnech v roce oproti průměru 2016–2019 po daný týden a stanici.

Opět vycházíme z předpokladu, že vliv meteorologických a rozptylových podmínek byl na obě stanice podobný. Vidíme, že 12. týden v roce 2020 se trend poměrů obou stanic rozchází – hodnoty na stanici Brno-Tuřany jsou relativně k dlouhodobému průměru vyšší než na dopravní stanici Brno-Úvoz. To opět naznačuje, že pokles emisí  $NO_x$  byl znatelný a nezávisle na absolutních hodnotách koncentrací lze říci, že

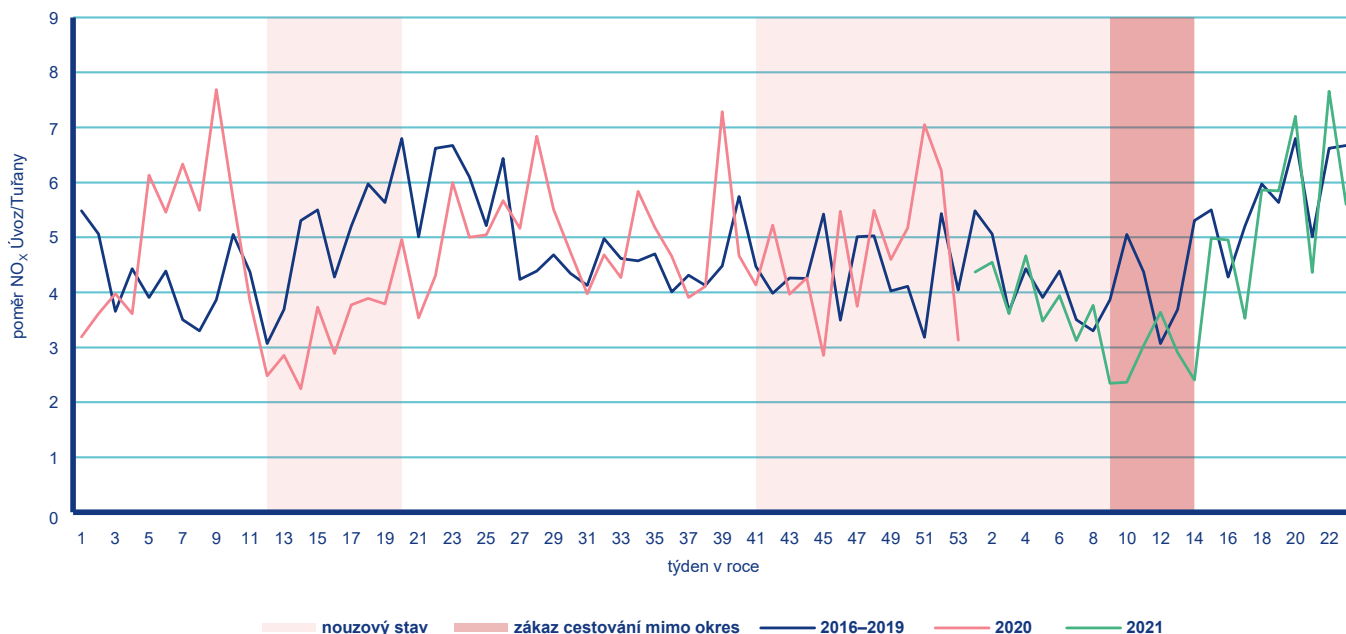


**Obr. 3** Vývoj doby strávené v domácnostech v České republice od začátku roku 2020 do druhé poloviny května 2021. Vyjádřeno v procentech změny oproti dlouhodobému průměru (zdroj dat: Google 2021).

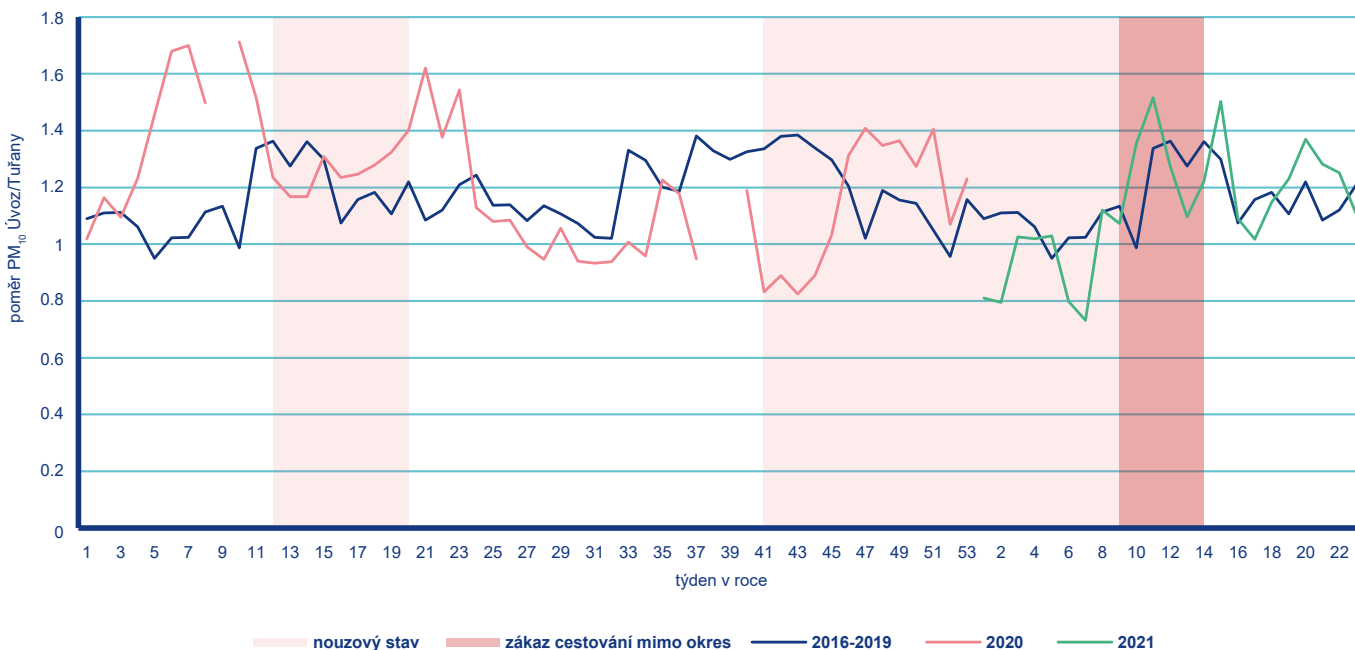
v absenci nouzového stavu by byly hodnoty na dopravní stanici vyšší. Další výraznější odchylka je patrná kolem 9. týdne roku 2021 – přesně v moment, kdy byl vydán zákaz cestování mimo okresy.

Graf na Obr. 6 je totožný s grafem na Obr. 5, avšak tentokrát je zkonstruován pro  $PM_{10}$ . Zde je ale patrné, že poměry jsou na obou stanicích v průběhu celého období velmi podobné. To opět potvr-

zuje, že na koncentrace  $PM_{10}$  měl nouzový stav vliv minimální, a pokud nějaký, spíše vedl k navýšení koncentrací, a to zejména v místech, kde je vysoký podíl vytápění na tuhá paliva. V okolí obou analyzovaných stanic se vytápí převážně centrálně, proto se zde vliv vytápění a většího pobytu v domácnostech příliš neprojevuje, nicméně tento graf dokazuje, že běžně jsou průběhy poměrů na obou stanicích obdobné.



**Obr. 4a Poměr mezi koncentracemi  $NO_x$  na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany) v jednotlivé týdny v roce. Uveden je průměr 2016–2019 a hodnoty v roce 2020 a 2021. Vyznačeno je také období vyhlášení nouzového stavu a období zákazu cestování mezi okresy**



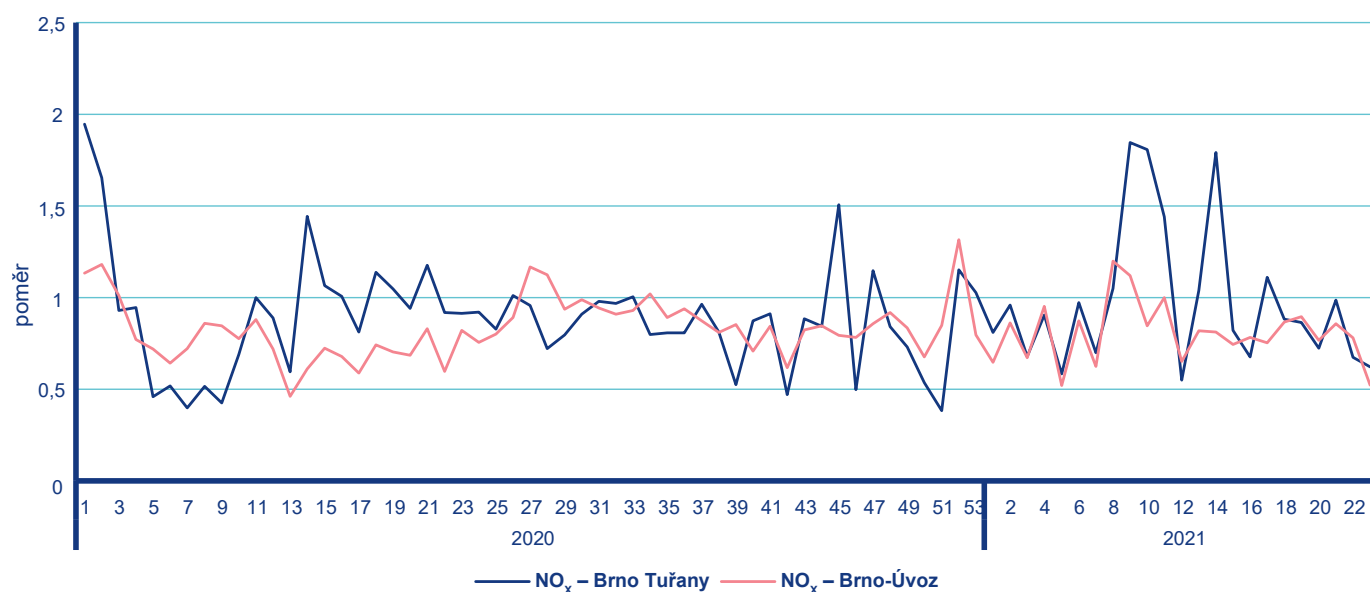
**Obr. 4b Poměr mezi koncentracemi  $PM_{10}$  na stanici Brno-Úvoz a Brno-Tuřany (Brno-Úvoz/Brno-Tuřany) v jednotlivé týdny v roce. Uveden je průměr 2016–2019 a hodnoty v roce 2020 a 2021. Vyznačeno je také období vyhlášení nouzového stavu a období zákazu cestování mezi okresy**

S ohledem na přijatá opatření a na hlavní kategorie zdrojů znečišťování ovzduší v ČR můžeme říci, že vliv nouzového stavu na kvalitu ovzduší zde byl relativně malý, například ve srovnání s některými jinými zeměmi v Evropě i jinde ve světě (EEA 2020).

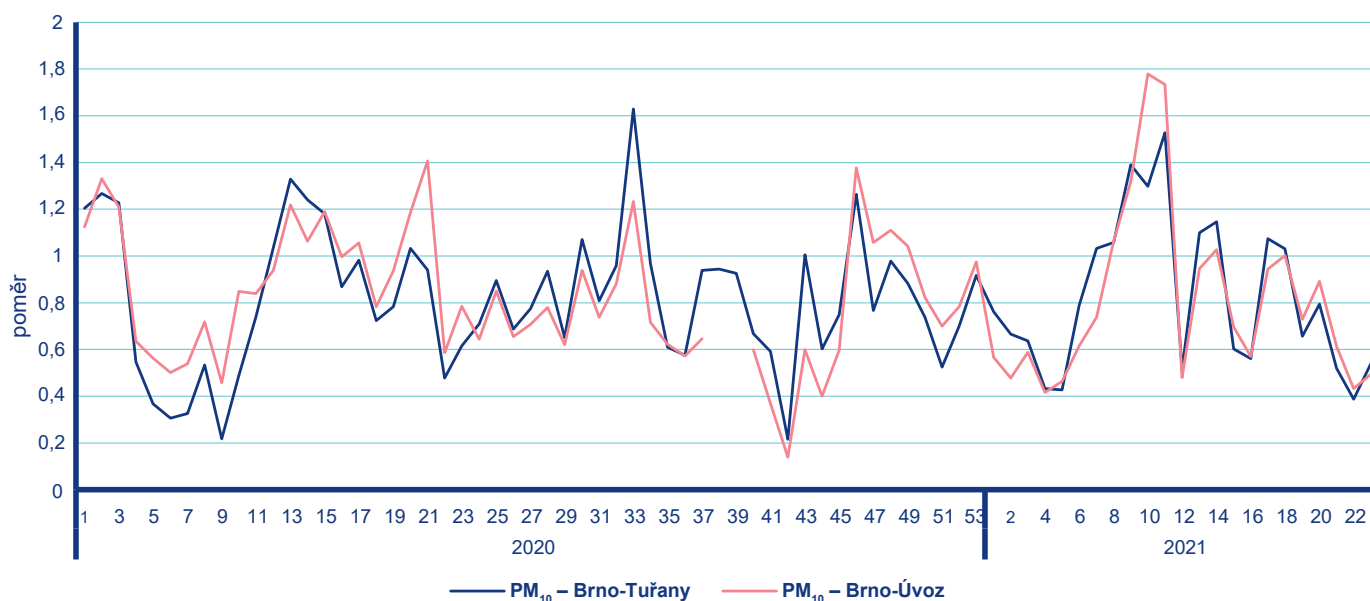
V jiných zemích, kde má doprava a průmysl výrazně vyšší podíl na celkovém znečištění, se opatření omezující právě tyto dvě kategorie zdrojů mohla velmi výrazně na koncentracích znečišťujících látek podepsat. Navíc jsou v Evropě místa, kde jsou dlouhodobě koncentrace  $\text{NO}_x$  vyšší než v ČR z důvodu právě velmi vysokého dopravního zatížení, popř. průmyslu (oblast Be-

neluxu, severní Itálie atd.). V těchto místech je tedy i mnohem vyšší potenciál pro pokles koncentrací než v místech, kde jsou hodnoty dlouhodobě nižší.

Také závěry zprávy Evropské agentury pro životní prostředí (EEA 2020) potvrzují závěr, že v ČR byl vliv protiepidemických opatření spíše malý. Krabicové grafy pro částice  $\text{PM}_{10}$  (Obr. 7a) a oxid dusičitý (Obr. 7b) vyjadřuje odhad relativní změny (v %) koncentrací těchto látek v důsledku opatření – data v těchto grafech jsou očištěna od vlivu meteorologických a dalších faktorů.



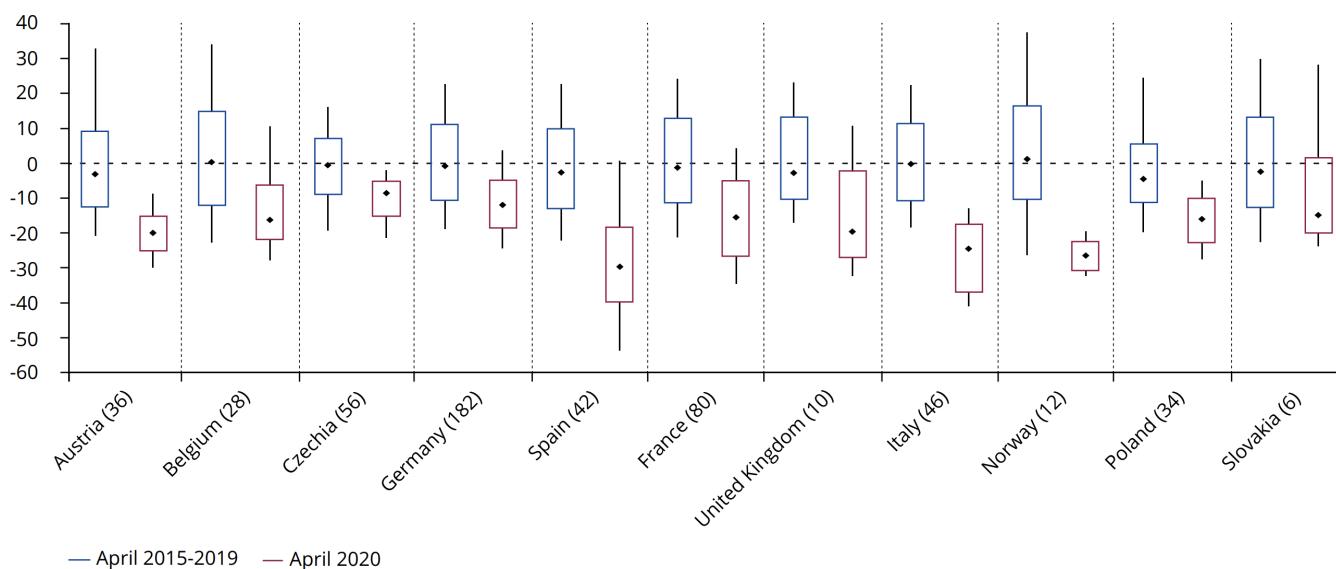
**Obr. 5 Průměrný poměr koncentrací  $\text{NO}_x$  na dopravní stanici Brno-Úvoz a pozadové stanici Brno-Tuřany. Poměr vyjadřuje poměr průměrné koncentrace v daný týden v roce 2020 či 2021 s průměrem 2016–2019 pro daný týden v roce**



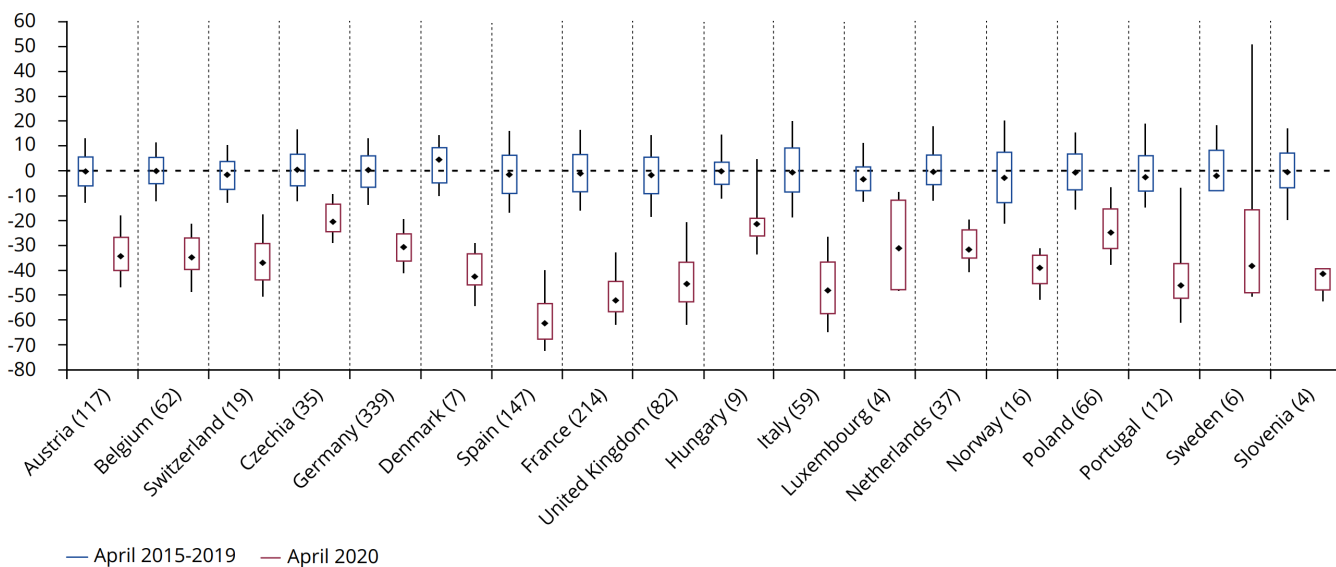
**Obr. 6 Průměrný poměr koncentrací  $\text{PM}_{10}$  na dopravní stanici Brno-Úvoz a pozadové stanici Brno-Tuřany. Poměr vyjadřuje poměr průměrné koncentrace v daný týden v roce 2020 či 2021 s průměrem 2016–2019 pro daný týden v roce**

Opatření proti šíření pandemie kromě absolutních hodnot mohla ovlivnit například také další aspekty v monitoringu kvality ovzduší – jedním je například chod koncentrací. Zákaz vycházení po 21. hodině výrazně ovlivnil koncentrace během oslav nového roku na přelomu let 2020 a 2021, kdy sice v celkovém průměru byly koncentrace podobné hodnotám z jiných let, ale odpaly a s nimi související výrazné zvýšení koncentrací suspendovaných částic, nastoupilo mnohem dříve než v minulosti, naopak špička kolem novoroční půlnoci v řadě měst zcela chyběla (Brzezina 2021).

V tomto směru tedy je jisté, že opatření proti šíření pandemie koronaviru se na kvalitě ovzduší projevila, situace však v tomto případě není černobílá a nelze říci, zda pozitivně či negativně. Vliv byl značně odlišně v závislosti na konkrétní hodnocené znečišťující látce. Zároveň je velmi složité oddělit vliv jednotlivých zdrojů a stanovit tak přesné důsledky konkrétních opatření, významnou roli zde hrají především meteorologické podmínky, které mohou ovlivňovat kvalitu ovzduší naprosto zásadně.



**Obr. 7a Relativní změna (%) v jednotlivých zemích Evropy koncentrací  $PM_{10}$  během dubna 2020, odhad modelu GAM, odfiltrované meteorologické faktory (rozdíl mezi naměřenými koncentracemi a modelovým odhadem, který bral v potaz běžný stav). Pokles pro Českou republiku (Czechia) je spíše malý ve srovnání s jinými zeměmi (zdroj: EEA 2020).**



**Obr. 7b Relativní změna (%) v jednotlivých zemích Evropy koncentrací  $NO_2$  během dubna 2020, odhad modelu GAM, odfiltrované meteorologické faktory (rozdíl mezi naměřenými koncentracemi a modelovým odhadem, který bral v potaz běžný stav). Pokles pro Českou republiku (Czechia) je spíše malý ve srovnání s jinými zeměmi (zdroj: EEA 2020).**





## **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020**

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav

Sazba a DTP: Petra Tichá

Fotografie na obálce: Radim Seibert

Praha 2021, 1. vydání, 174 stran

ISBN 978-80-7653-024-9