

# Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021



# **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021**

**Praha 2022**

  
**Český  
hydrometeorologický  
ústav**

## **Celková redakce ročenky:**

H. Škáchová, L. Vlasáková

### **I. ÚVOD**

B. Kotlík (SZÚ), L. Vlasáková

### **II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ**

M. Filipenská, A. Kassymova, P. Machálek

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

L. Crhová, H. Škáchová

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

J. Díšková, M. Filipenská, A. Holubová Šmejkalová, J. Horálek, I. Hůnová, A. Kassymova, B. Krejčí, P. Machálek, 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**

O. Vlček, F. Šopko

### **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

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

J. Horálek, M. Schreiberová, O. Vlček

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

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

© ČHMÚ 2022

ISBN 978-80-7653-038-6

# Obsah

<b>PODĚKOVÁNÍ</b> .....	<b>5</b>
<b>SOUHRN</b> .....	<b>6</b>
<b>I. ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I.1 Politický a legislativní rámec ochrany čistoty ovzduší</b> .....	<b>13</b>
<b>I.2 Cíle publikace</b> .....	<b>16</b>
<b>II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ</b> .....	<b>20</b>
<b>III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY</b> .....	<b>26</b>
<b>IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČR</b> .....	<b>31</b>
<b>IV.1 Suspendované částice</b> .....	<b>32</b>
IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2021 .....	32
IV.1.2 Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	41
IV.1.3 Emise PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	43
<b>IV.2 Benzo[a]pyren</b> .....	<b>46</b>
IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2021 .....	46
IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu .....	50
IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu .....	52
<b>IV.3 Oxidy dusíku</b> .....	<b>54</b>
IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2021 .....	54
IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku .....	56
IV.3.3 Emise oxidů dusíku .....	60
<b>IV.4 Přízemní ozon</b> .....	<b>61</b>
IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2021 .....	61
IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu .....	65
IV.4.3 Vznik přízemního ozonu .....	66
<b>IV.5 Benzen</b> .....	<b>68</b>
IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2021 .....	68
IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu .....	68
IV.5.3 Emise benzenu .....	68
<b>IV.6 Těžké kovy</b> .....	<b>71</b>
IV. 6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2021 .....	71
IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů .....	75
IV.6.3 Emise těžkých kovů .....	78
<b>IV.7 Oxid siřičitý</b> .....	<b>82</b>
IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2021 .....	82
IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého .....	85
IV.7.3 Emise oxidů síry .....	87
<b>IV.8 Oxid uhelnatý</b> .....	<b>89</b>
IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2021 .....	89
IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého .....	89
IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého .....	90

<b>IV.9 Látky bez imisního limitu .....</b>	<b>92</b>
IV.9.1 Těkavé organické látky.....	92
IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic .....	96
IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku .....	100
<b>V. KVALITA OVZDUŠÍ V REGIONECH ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>102</b>
<b>V.1 Charakteristika regionů.....</b>	<b>102</b>
<b>V.2 Index kvality ovzduší v regionech České republiky .....</b>	<b>110</b>
<b>V.3 Regionální rozdíly kvality ovzduší v České republice .....</b>	<b>114</b>
V.3.1 Podíl území a obyvatelstva regionů vystavených nadlimitním koncentracím .....	114
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 .....	118
<b>VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM .....</b>	<b>121</b>
<b>VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ .....</b>	<b>126</b>
<b>VII.1 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany lidského zdraví .....</b>	<b>126</b>
<b>VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace.....</b>	<b>131</b>
<b>VIII. EVROPSKÝ KONTEXT .....</b>	<b>134</b>
<b>IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>140</b>
<b>X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ .....</b>	<b>152</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>157</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>164</b>
<b>PŘÍLOHA I Podrobná specifikace prezentovaných imisních map .....</b>	<b>166</b>

# PODĚKOVÁNÍ

Vážený čtenáři,

ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021“, kterou právě otevíráte, je výsledkem společné práce autorského kolektivu pracovníků kvality ovzduší ČHMÚ, který tvoří odborníci s různými specializacemi potřebnými pro úspěšné zpracování celého díla. Důležitou roli hrají kolegové z regionálních pracovišť, kteří kromě své odbornosti přinášejí i znalost místních podmínek.

Ročenka byla zpracována na základě verifikovaných dat shromážděných v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO). Základem jsou měření prováděná Českým hydrometeorologickým ústavem ve Státní síti imisního monitoringu. Odebrané vzorky ovzduší jsou analyzovány v laboratořích kvality ovzduší. V loňském roce byly uvedeny do provozu nové laboratoře na pobočce v Ústí nad Labem, které významně posílí schopnost ústavu zajišťovat měření polycyklických aromatických uhlovodíků. Dalším zdrojem dat pro databázi ISKO jsou 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 Slovenska, Německa, Polska a Rakouska. Údaje ze sousedních států nám zejména pomáhají zpřesnit mapové výstupy v příhraničních oblastech.

Emisní část databáze ISKO zahrnuje údaje o emisích ohlášených prostřednictvím ISPOP, jehož činnost zabezpečuje Česká informační agentura životního prostředí (CENIA). 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. Provoz a rozvoj databáze ISKO je zajišťován ve spolupráci se společností IDEA-ENVI, s. r. o.

Ročenka za rok 2021 přehledně zpracovává informace o stavu a vývoji imisní zátěže na území České republiky. Důraz je kladen na interpretaci naměřených dat a ukázání souvislostí mezi úrovní kvality ovzduší, meteorologickými podmínkami a dalšími faktory, které imisní zátěž ovlivňují.

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 RNDr. Leoně Vlasákové, Ph.D. a Ing. Haně Škáchové 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, říjen 2022

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

# SOUHRN

**Koncentrace některých znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví stále překračují stanovené imisní limity na řadě lokalit České republiky. Jedná se zejména o karcinogenní benzo[a]pyren, suspendované částice frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a přízemní ozon (Tab. 1, Obr. 1). Nicméně rok 2021 byl přesto z hlediska kvality ovzduší příznivý.** Koncentrace látek znečišťujících ovzduší dosáhly v roce 2021 v rámci hodnoceného období 2011–2021<sup>1</sup> druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší) nebo nejnižších hodnot za hodnocené období 2011–2021 (Obr. 2). **Koncentrace látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou přízemního ozonu, za hodnocené období 2011–2021 významně klesají (Tab. 1).**

**K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR v případě znečišťujících látek vyjma ozonu v roce 2021 přispěl zejména méně častý výskyt nepříznivých podmínek v lednu a v listopadu v porovnání s předchozím desetiletým průměrem 2011–2020. V případě ozonu byl významný propad koncentrací v roce 2021 způsoben poklesem koncentrací v teplejších měsících roku<sup>2</sup>.** Propad koncentrací ozonu v dubnu, květnu, červenci a srpnu v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem za období 2011–2020 koresponduje s převážně normálními až silně podnormálními teplotami a normálními až nadnormálními srážkami v těchto měsících (tzn. potlačení meteorologických podmínek příznivých pro vznik přízemního ozonu). **Na zlepšování kvality ovzduší se dlouhodobě podílí průběžně realizovaná opatření pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů v domácnostech, opatření na významných zdrojích a obnova vozového parku).**

**Oblasti s překročením imisních limitů bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2021 představovaly 6,1 % území ČR, kde žije přibližně 20 % obyvatel.** Vymezení těchto oblastí je v naprosté většině zapříčiněno překročením ročního imisního limitu pro benzo[a]pyren. V minimální míře se na zařazení území do těchto oblastí podílelo v roce 2021 překročení denního imisního limitu pro suspendované částice  $PM_{10}$  a ročního imisního limitu  $PM_{2,5}$ . Nadlimitní oblasti zaujímaly největší plochu v aglomeraci O/K/F-M a v zóně Střední Morava. V aglomeraci O/K/F-M je navíc nadlimitním koncentracím vystavena naprostá většina obyvatel (96 %) a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR.

**Oblasti s překročením imisních limitů po zahrnutí přízemního ozonu v roce 2021 představovaly 6,4 % území ČR, kde žije přibližně 20 % obyvatel.** V meziročním srovnání 2020/2021 došlo k výraznému zmenšení plochy s překročením minimálně jednoho imisního limitu včetně ozonu (o cca 59 %). Důvodem jsou relativně nízké koncentrace přízemního ozonu měřené v posledních dvou letech 2020 a 2021 a z toho vyplývající zmenšení území s překročením imisního limitu  $O_3$  v roce 2021 na pouhých 0,2 % území ČR s 0,02 % obyvatel (imisní limit se hodnotí za tříleté období 2018–2020, resp. 2019–2021).

Úroveň znečištění ovzduší závisí v daném roce na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. **Teplotně a srážkově byl rok 2021 na území ČR normální. V porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 lze většinu měsíců roku 2021 hodnotit jako měsíce se standardními rozptylovými podmínkami.** Výjimku tvoří měsíc květen s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami a měsíc únor se zhoršenými rozptylovými podmínkami. V lednu a v listopadu, tedy v měsících, kdy obecně dochází k výskytu nejvyšších koncentrací, došlo k méně častému výskytu nepříznivých podmínek v porovnání s desetiletými hodnotami 2011–2020. **Z dlouhodobého hlediska klesají i emise znečišťujících látek.** V roce 2021 (předběžná data) došlo k nejnižší produkci emisí  $SO_x$  a k druhé nejnižší produkci emisí TZL,  $NO_x$ ,  $NH_3$  a NMVOC za hodnocené období 2011–2021<sup>3</sup>.

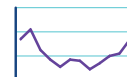
V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byly na území ČR vyhlášeny nouzové stavy v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Z hlediska potenciální změny kvality ovzduší na území ČR byl nejvýznamnější měsíc březen, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy a došlo tak k zásadnímu snížení mobility obyvatel. Lze předpokládat, že za normální situace bez ochranných opatření k omezení pandemie by byly naměřené koncentrace  $NO_2$  a  $NO_x$  v roce 2021 vyšší. Vzhledem k heterogenní skladbě emisních zdrojů  $PM_{10}$  a jejich silnému vztahu s rozptylovými a meteorologickými podmínkami nelze očekávat v důsledku opatření nouzového stavu významné změny koncentrací.

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

2 V těchto měsících dochází k výskytu vysokých až nejvyšších koncentrací přízemního  $O_3$  v rámci kalendářního roku, na rozdíl od ostatních polutantů dosahujících nejvyšších hodnot koncentrací v chladné části roku.

3 Podrobnosti k emisní situaci v roce 2021 viz část Emise znečišťujících látek.

Tab. 1 Kvalita ovzduší v České republice v roce 2021 – klíčová sdělení



Znečišťující látka	Obyvatelstvo vystavené nadlimitní koncentraci	Území s nadlimitní koncentrací	Trend koncentrací za období 2011–2021
PM <sub>10</sub>	0,4 %	0,1 %	↓
PM <sub>2,5</sub>	1,5 %	0,3 %	↓
benzo[a]pyren	19,7 %	6,1 %	↓
NO <sub>2</sub>	0 %	0 %	↓
O <sub>3</sub>	0,02 %	0,2 %	↕
benzen	0 %	0 %	↓
As	0 %	0 %	↓
Cd	0 %	0 %	↓
Ni	0 %	0 %	↓
Pb	0 %	0 %	↓
SO <sub>2</sub>	0 %	0 %	↓

Pozn.:

Klíčová sdělení v tabulce jsou založena na následujících imisních charakteristikách:

PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, benzo[a]pyren, Pb, Ni, Cd, As, benzen – roční průměrná koncentrace; PM<sub>10</sub> – 36. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace;

O<sub>3</sub> – 26. nejvyšší max. denní 8hod. koncentrace; SO<sub>2</sub> – 4. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace

Časové trendy koncentrací byly analyzovány s využitím neparametrického Mann-Kendalova testu s hladinou významnosti  $p < 0,05$  (Mann 1945; Kendall 1955).

## Kvalita ovzduší v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví a pro ochranu ekosystémů a vegetace

Denní imisní limit suspendovaných částic PM<sub>10</sub> byl překročen na 0,1 % území ČR s cca 0,4 % obyvatel. Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub> nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo od roku 2019 potřetí za celou historii měření PM<sub>10</sub> od roku 1993. Roční imisní limit suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub> byl překročen na 0,3 % území ČR s cca 1,5 % obyvatel (více kap. IV.1).

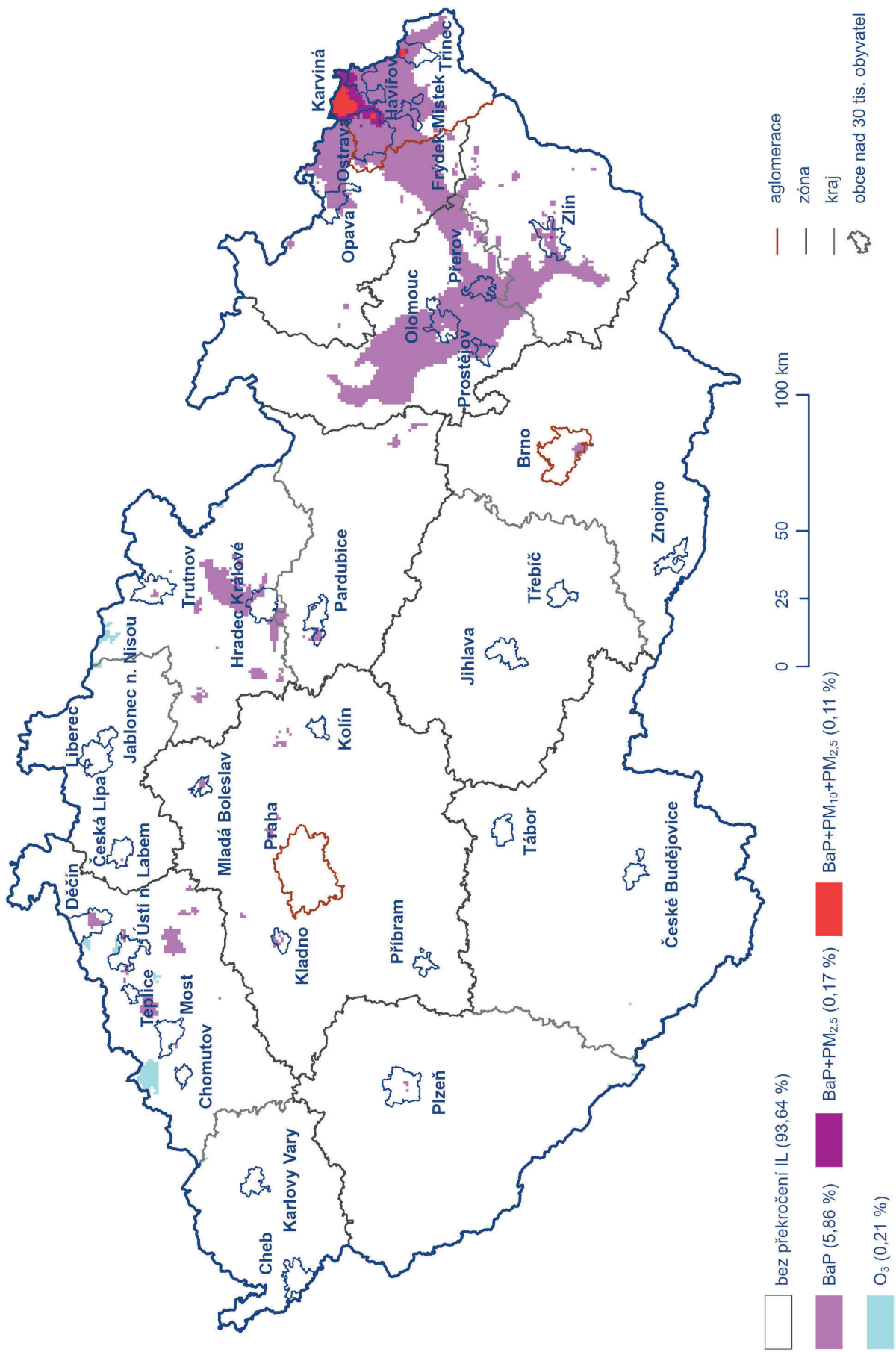
Roční imisní limit benzo[a]pyrenu byl překročen na 6,1 % plochy ČR s cca 19,7 % obyvatel. Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu je zatížen největšími nejistotami ze všech sledovaných látek, plynoucími nejen z nedostatečné hustoty měření, zejména na venkovských regionálních stanicích a v malých sídlech ČR (více kap. IV.2).

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>) nebyl překročen na žádné stanici podruhé 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 (více kap. IV.3).

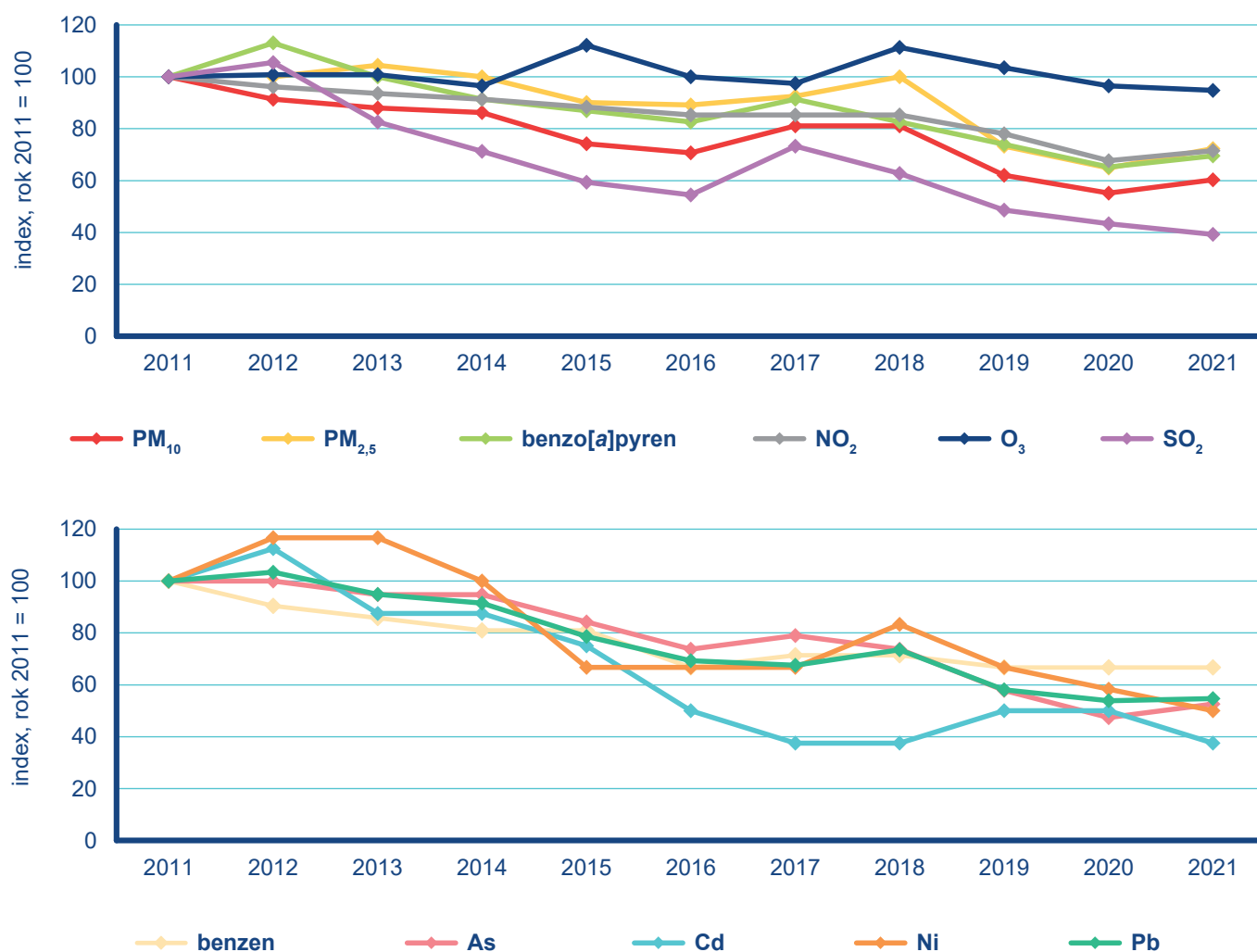
Imisní limit přízemního ozonu byl překročen na 0,2 % území ČR s cca 0,02 % obyvatel (průměr za období 2019–2021). V rámci jednotlivých let za období 2019–2021 došlo na téměř 70 % stanic v roce 2021 k nejnižšímu počtu překročení hodnoty imisního limitu (více kap. IV.4).

Imisní limit O<sub>3</sub> pro ochranu vegetace (expoziční index AOT40) byl překročen na 14 stanicích z celkového počtu 39 venkovských a předměstských stanic. Imisní limity oxidu siřičitého a oxidů dusíku pro ochranu ekosystémů a vegetace nebyly překročeny na žádné venkovské lokalitě, kde se jejich měření provádí.





Obr. 1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2021



**Obr. 2 Vývoj imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek, 2011–2021**

Pozn.: V grafech je znázorněn vývoj následujících imisních charakteristik:

PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, benzo[a]pyren, Pb, Ni, Cd, As, benzen – roční průměrná koncentrace; PM<sub>10</sub> – 36. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace; O<sub>3</sub> – 26. nejvyšší max. denní 8hod. koncentrace; SO<sub>2</sub> – 4. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace.

## Regionální rozdíly kvality ovzduší

V rámci ČR existují značné regionální rozdíly v kvalitě ovzduší, které lze charakterizovat koncentrací znečišťující látky váženou populací. Z porovnání vážené koncentrace regionů ČR vyplývá, že nejvyšším koncentracím suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> jsou vystaveni lidé v aglomeracích O/K/F-M a Brno a v krajích Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský bez aglomerace O/K/F-M. V souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu jsou nejvyšším koncentracím NO<sub>2</sub> vystaveni lidé ve dvou nejlidnatějších městech ČR, tj. v Praze a Brně. Nejvyšším váženým koncentracím O<sub>3</sub> (26. nejvyšší maximální denní 8hodi-

nový průměr v roce 2021) byly v roce 2021 vystaveny obyvatelé v aglomeracích O/K/F-M a Brno a v krajích Jihomoravský bez Brna, Moravskoslezský bez O/K/F-M a Středočeský (více kap. V.3).

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 ČR<sup>4</sup> nebo měření koncentrací benzo[a]pyrenu na různých stanicích dotovaných z rozpočtu Moravskoslezského kraje<sup>5</sup>.

4 Projekt TITSMZP704 Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů financovaném se státní podporou TAČR, [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td\\_000152.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td_000152.pdf).

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

## Smogový varovný a regulační systém

V roce 2021 byla vyhlášena jediná smogová situace a to z vysokých důvodů vysokých koncentrací  $PM_{10}$  na území aglomerace O/K/F-M bez Třinecka. Její celková délka činila 58 h.

## Emise znečišťujících látek

V předběžném vyhodnocení emisí za rok 2021 se ukazuje očekávané meziroční navýšení všech emisí s výjimkou  $SO_x$ . Ke zvýšení došlo především u emisí z vytápění domácností, a to v důsledku chladnějšího topného období (v roce 2021 byla zaznamenána třetí nejnižší teplota v otopných dnech za období 2011–2021). V porovnání s rokem 2020, ve kterém došlo k útlumu výroby, poskytovaných služeb i spotřeby paliv a pohonných hmot téměř ve všech odvětvích, došlo v roce 2021 k opětovnému nárůstu, který se projevil zvýšením emisí  $NO_x$  a CO u vyjmenovaných zdrojů. Emise  $SO_x$  dosáhly v roce 2021 nejnižší hodnoty za období 2011–2021, přičemž se na snížení nejvíce podílel rafinérský komplex ORLEN v Litvínově, ukončení provozu elektrárny Pruněřov I k 30. 6. 2020 a snížení emisí u dalších významných zdrojů pro výrobu elektrické energie a tepla.

Sektor Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření se i nadále významně podílel na znečišťování ovzduší, konkrétně na emisích primárních částic  $PM_{2,5}$  (71 %), oxidu uhelnatého (67 %),  $PM_{10}$  (55 %), TZL (49 %), NMVOC (37 %), kadmia (52 %), arsenu (33 %), a benzo[a]pyrenu (96,3 %). Sektor Veřejná energetika a výroba tepla je převažujícím zdrojem emisí oxidů síry (39 %), oxidů dusíku (19 %), rtuti (43 %) a niklu (33 %). Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů např. v zemědělství a lesnictví se v součtu podílejí nejméně významněji na emisích oxidů dusíku (33,5 %). Tyto údaje jsou prezentovány za poslední dokončený rok, tj. 2020.

## Atmosférická depozice

Rok 2021 byl v ČR srážkově normální. Průměrný roční úhrn srážek 683 mm představuje 100 % dlouhodobého normálu 1991–2020.

Celková depozice síry dosáhla v roce 2021 hodnoty 30 335 t, což je oproti roku 2020 (30 577 t) pokles o necelé 1 %. Vyšších hodnot bylo dosaženo u Krušných a Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a Jeseníků, Ostravska a Moravskoslezských Beskyd. Mokrý složka dosáhla oproti roku 2020 vyšších hodnot, suchá složka naopak nižších.

Celková depozice dusíku na plochu ČR byla v roce 2021 rovna hodnotě 55 383 t. Ve srovnání s rokem 2020 (56 396 t) se jedná o pokles o 2 %. Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Jizerských a Orlických hor a Jeseníků. Nižších hodnot dosáhla i mokrý depozice redukovaných forem a celková mokrý depozice dusíku. Vyšších hodnot naopak dosáhla depozice oxidovaných forem obou dílčích složek.

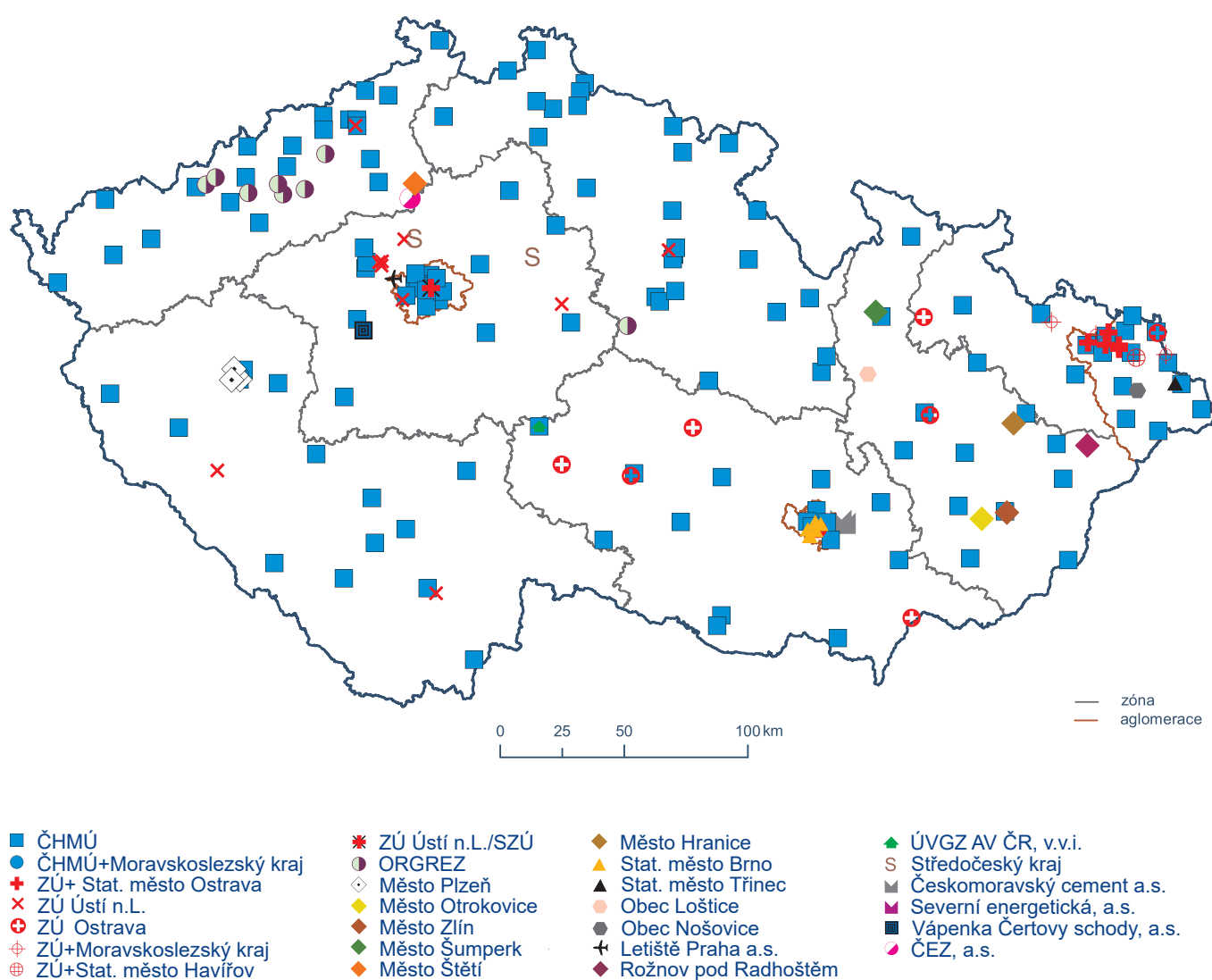
Celková depozice vodíkových iontů na plochu ČR byla v roce 2021 rovna hodnotě 2 232 t (Tab. IX.2). Rok 2021 je tak srovnatelný s rokem 2020, kdy byla hodnota 2 224 t. Srovnatelné jsou i dílčí složky depozice vodíkových iontů. Nejvyšších hodnot dosahováno v Krušných horách, na Ostravsku a lokálně i na Brněnsku.

Mokrý i suchá depozice kadmia byla v roce 2021 srovnatelná s rokem 2020. Nejvyšších hodnot bylo, obdobně jako v minulých letech, dosaženo na území okresu Jablonec nad Nisou. Mokrý i suchá depozice olova byla v roce 2021 srovnatelná s rokem 2019. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v horských oblastech, na Příbramsku a na Ostravsku.

# 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 materiálů



Obr. I.1 Staniční síť sledování kvality venkovního ovzduší ČR, 2021

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) provozuje 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

**Tab. I.1 Přehled imisních limitů (IL) vyhlášených pro ochranu zdraví lidí 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	
SO <sub>2</sub>	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
NO <sub>2</sub>	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>
CO	maximální denní 8h klouzavý průměr	<b>5 000</b>	<b>7 000</b>	<b>10 000</b>
benzen	kalendářní rok	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>
PM <sub>10</sub>	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>
PM <sub>2,5</sub>	kalendářní rok	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>20<sup>a)</sup></b>
Pb	kalendářní rok	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>	<b>0,5</b>
As	kalendářní rok	<b>0,0024</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,006</b>
Cd	kalendářní rok	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>
Ni	kalendářní rok	<b>0,010</b>	<b>0,014</b>	<b>0,020</b>
benzo[a]pyren	kalendářní rok	<b>0,0004</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,001</b>
O <sub>3</sub>	maximální denní 8h klouzavý průměr	—	—	<b>120<sup>b)</sup></b> 25× v průměru za 3 roky

a) 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  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

b) V případě dodržení imisního limitu při maximálním počtu překročení v zóně nebo aglomeraci je třeba usilovat o dosažení nulového počtu překročení (doba průměrování je jeden rok).

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.

Hodnoty imisních limitů vycházejí z doporučených hodnot Světové zdravotnické organizace (WHO), kterou byly určeny na základě řady epidemiologických studií. V případě bezprahově působících látek jsou imisní limity odvozeny ze stanovených hodnot karcinogenního 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 doporučených hodnot WHO musí být všeobecně podporován (WHO 2013).

Doporučené hodnoty pro kvalitu ovzduší z hlediska ochrany zdraví vydává WHO pravidelně od roku 1987 s cílem pomoci vládám a občanským společnostem snížit expozici osob znečištěnému ovzduší a jeho nežádoucím účinkům. Další doporučené hodnoty WHO pro kvalitu ovzduší byly publikovány v roce 2006 (WHO 2006). Tato globální aktualizace měla významný vliv na směrnice týkající se zmírnění znečištění ovzduší po celém světě. Od vydání doporučených hodnot v roce 2006 uplynulo více než 15 let. Od té doby došlo k výraznému nárůstu kvality a množství důkazů poukazujících na nežádoucí vliv znečištěného ovzduší na zdraví. Aktualizace doporučených hodnot WHO pro kvalitu ovzduší byla zahájena v roce 2016 na základě značného vědeckého pokroku a globálního významu těchto hodnot. V září 2021 vydala WHO nové doporučené hodnoty pro kvalitu ovzduší pro šest znečišťujících látek (tzv. klasické polutanty, tj.  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$

a  $CO$ ; Tab. I.3), pro které nejvíce pokročily poznatky o účincích jejich vlivu na lidské zdraví (WHO 2021).

V návaznosti na Zelenou dohodu pro Evropu dochází v současné době k revizi směrnic o kvalitě ovzduší. Cílem revize je užší sladění imisních limitů s vědeckými poznatky včetně nejnovějších doporučení WHO, zlepšení legislativního rámce pro kvalitu ovzduší a posílení monitorování a modelování kvality ovzduší a plánů kvality ovzduší (EC 2022).

## I.1 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. Výsledkem bylo přijetí balíčku opatření (Clean Air Policy Package) v prosinci roku 2013. Balíček obsahuje např. programový dokument „Čisté ovzduší pro Evropu“ s novými cíli kvality ovzduší pro období do roku 2030 (EC 2013).

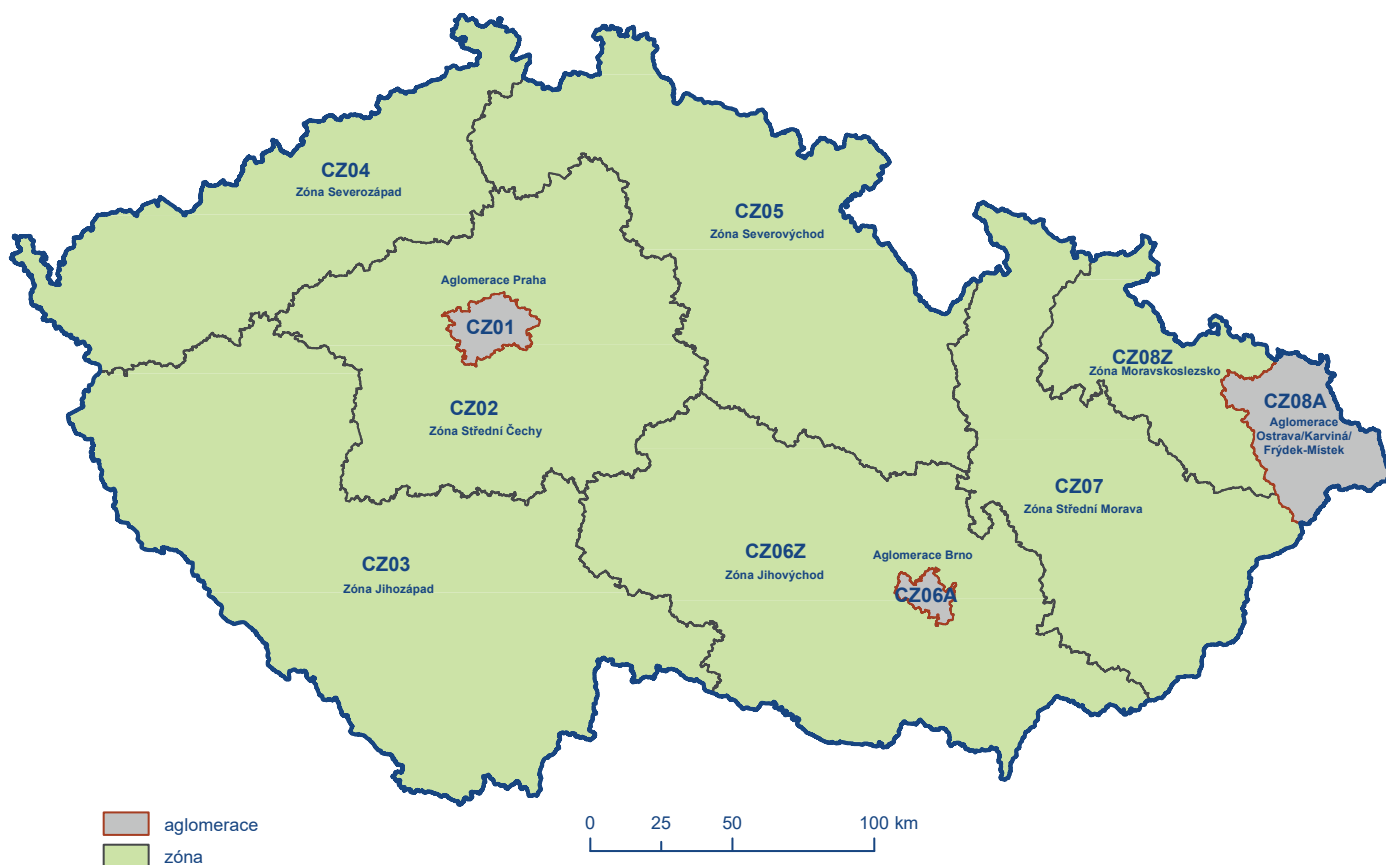
Hlavními nástroji ochrany a zlepšení kvality ovzduší v rámci EU jsou směrnice 2008/50/ES, o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, směrnice 2004/107/ES, o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší, směrnice 2016/2284/EU, o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, a směrnice Evrop-

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	
$SO_2$	rok a zimní období (1. 10. – 31. 3.)	8	12	20
$NO_x$	kalendářní rok	19,5	24	30
$O_3$	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <sup>a)</sup>	—	—	[ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ ]
				18 000 <sup>b)</sup> průměr za 5 let

a) 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.

b) V případě dodržení imisního limitu v zóně nebo aglomeraci ve výši  $18\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$  je třeba usilovat o dosažení imisního limitu ve výši  $6\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$  (doba průměrování je jeden rok).



**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**

ského parlamentu a Rady 2010/75/EU, o průmyslových emisích (integrováné prevenci a omezení znečištění). Jedná se také o směrnici komise (EU) 2015/1480 ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnic 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 Střednědo-

bá 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 a jeho hlavním účelem je zajistit snížení celkové úrovně znečišťování 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, podpurná a průřezová. Pro implementaci jednotlivých opatření byl určen příslušný odpovědný gestor. V případě prio-

Tab. I.3 Doporučené hodnoty WHO pro ochranu lidského zdraví (WHO 2000, WHO 2006, WHO 2021)

	Doba průměrování	Doporučená hodnota platná do roku 2020	Doporučená hodnota platná od roku 2021
<b>PM<sub>10</sub></b>	kalendářní rok	20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin <sup>c)</sup>	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	45 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	kalendářní rok	10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin <sup>c)</sup>	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>benzo[a]pyren<sup>a)</sup></b>		není stanovena	
<b>NO<sub>2</sub></b>	kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin <sup>c)</sup>		25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	1 hodina	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>O<sub>3</sub></b>	maximální denní 8h klouzavý průměr <sup>c)</sup>	100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	hlavní sezona <sup>d)</sup>		60 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>benzen<sup>a)</sup></b>		není stanovena	
<b>Pb</b>	kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	
<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 <sup>c)</sup>	20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	10 minut	500 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	500 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
<b>CO</b>	15 minut	100 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	1 hodina	30 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	35 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	8 hodin	10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin <sup>c)</sup>		4 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

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). Hodnota UCR pro celoživotní riziko při expozici 1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ : pro benzen  $6 \times 10^{-6}$ , pro benzo[a]pyren  $8,7 \times 10^{-2}$ , pro Cd  $4,9 \times 10^{-4}$ , pro Ni  $3,8 \times 10^{-4}$ , pro As  $1,5 \times 10^{-3}$ .

b) Doporučená hodnota kadmia ve venkovním ovzduší k zabránění dalšího nárůstu tohoto prvku v zemědělských půdách je 0,005  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

c) Stanoveno jako 99. percentil.

d) Průměr z denních maximálních 8hodinových koncentrací O<sub>3</sub> za šest po sobě jdoucích měsíců s nejvyšší šestiměsíční klouzavou průměrnou koncentrací O<sub>3</sub>.

ritních 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.

## I.2 Cíle publikace

Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021“, společně s publikovanou datovou ročenkou „Souhrnný tabelární přehled“ (ČHMÚ 2022e) a s metodickým materiálem „Systém sběru, zpracování a hodnocení dat“ (ČHMÚ 2022d) 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 této 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 řídícím 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) a [info.chmi.cz](http://info.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.

Ročenka prezentuje hodnocení kvality ovzduší v roce 2021 podle požadavků české legislativy v oblasti ochrany ovzduší. V souladu 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  $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

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

	Doba průměrování	Vegetace	Doporučená hodnota
$\text{NO}_x$	kalendářní rok		$30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
	24 hodin		$75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
$\text{SO}_2$	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	$10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
$\text{O}_3$	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). Akumulární 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 (rozptýl přicházejícího 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). 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 místa 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. Emise benzenu jsou do ovzduší vnášeny výfukovými plyny i odpařováním z palivových systémů vozidel. Významné množství emisí benzenu vzniká při spalování pevných paliv v domácnostech, dále při plošném použití organických rozpouštědel nebo při těžbě paliv.</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 poškození 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 z pověření MŽP úroveň znečišťování ovzduší 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 2022a). Doprovodný dokument popisující metodiky zpracování emisních inventur je rovněž prezentován na internetových stránkách (ČHMÚ 2022b). Aktuální zpráva (ČHMÚ 2022f) představuje výsledky inventarizace emisí pro období 1990–2020, 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  $\text{NO}_x$ ).

### Emisní inventura v ČR

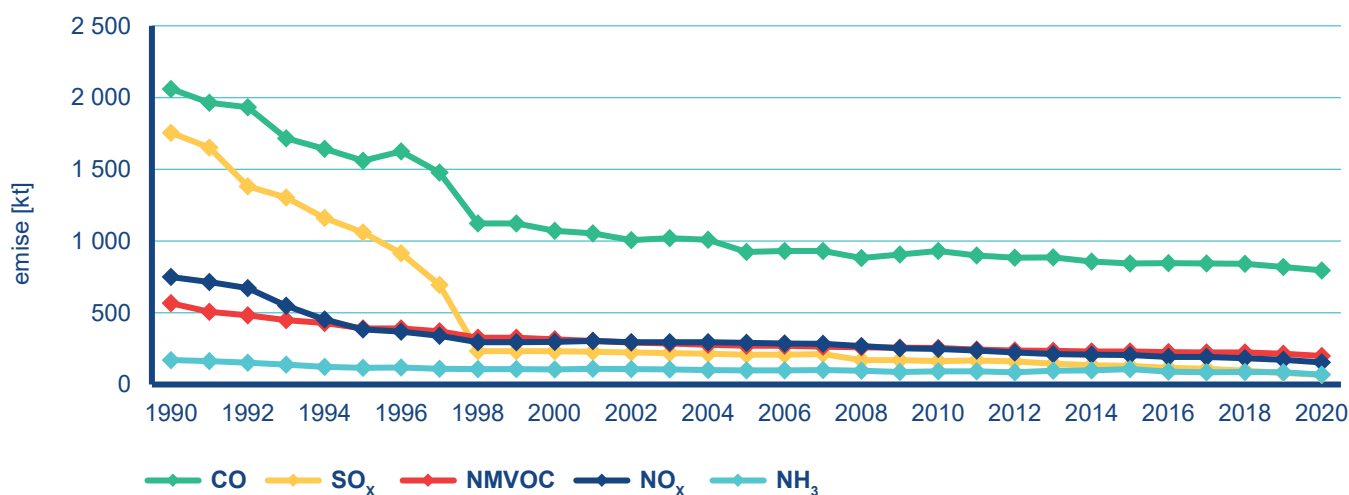
Zdroje znečišťování ovzduší jsou z hlediska způsobu sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně. Jednotlivě jsou sledovány zdroje vyjmenované v příloze č. 2 zákona č. 201/2012Sb., o ochraně ovzduší. Provozovatelé těchto zdrojů jsou podle § 17 odst. 3 písm. c) zákona povinni vést provozní evidenci stálých a proměnných údajů o stacionárním zdroji popisujícím zdroj a jeho provoz a údajů 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 pro 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). Stejně tak jsou do modelového hodnocení úrovně znečištění zahrnuty emise z resuspenze ze silniční dopravy.

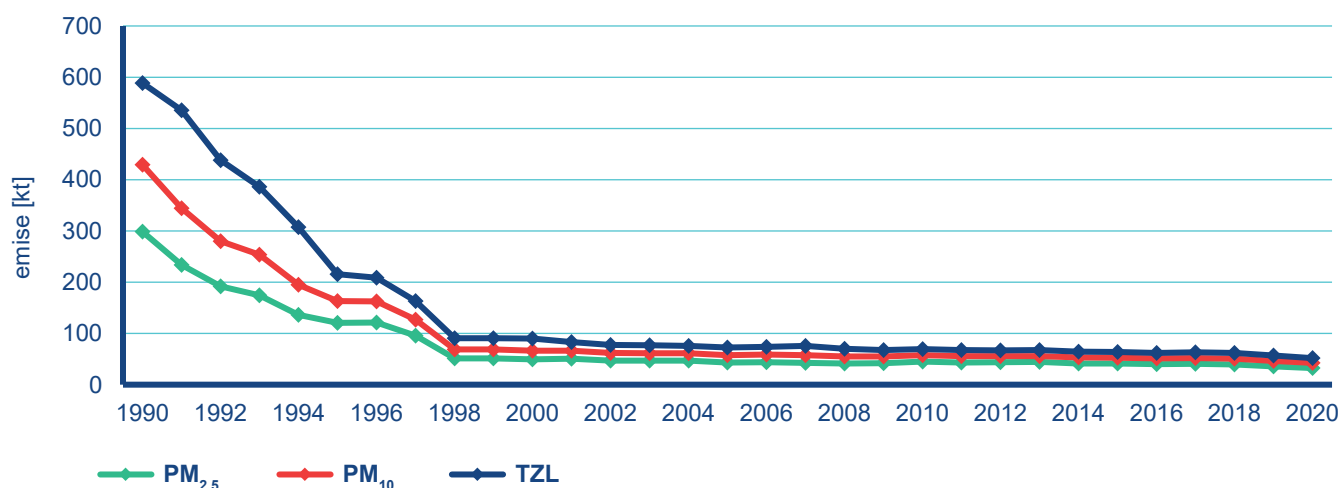


Obr. II.1 Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2020

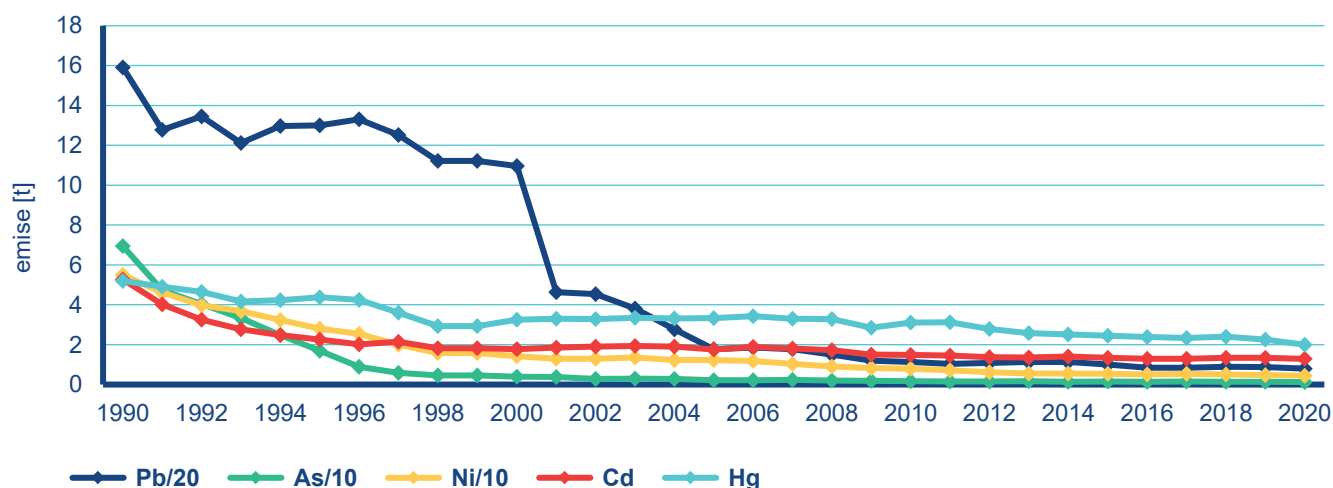
## Vývoj emisí

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 1990–2020 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 sys-

tému řízení kvality ovzduší, který aplikuje na různých úrovních řadu nástrojů (normativní, ekonomické, informační atd.). Dopa- dy těchto nástrojů se nejvíce projevily 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.



Obr. II.2 Vývoj celkových emisí částic, 1990–2020



Obr. II.3 Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2020

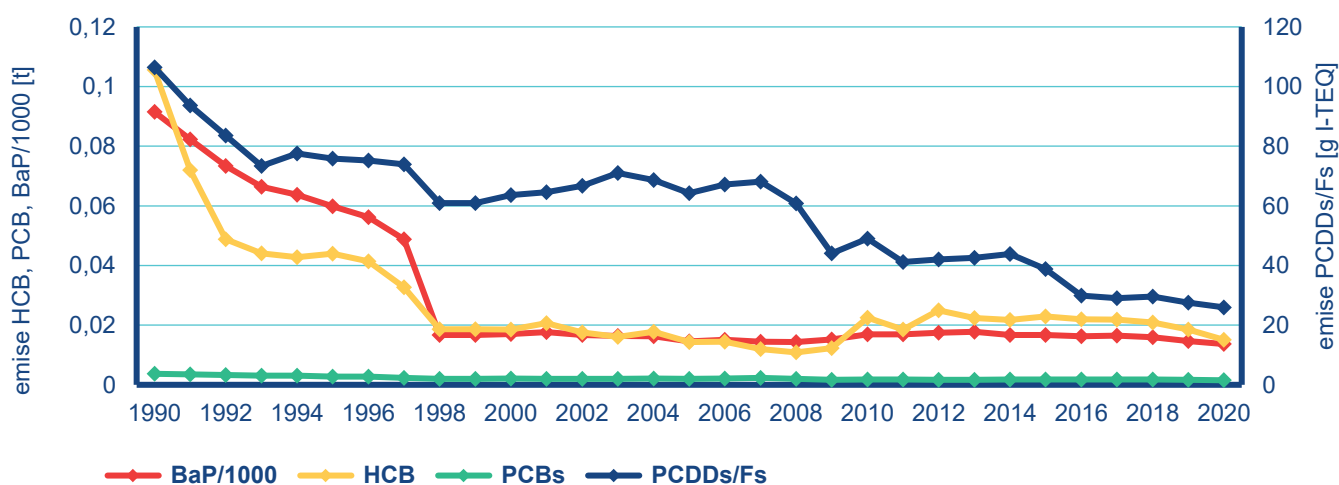
## II. Znečišťování ovzduší

Mimo jiné i z těchto důvodů uložily revize 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.

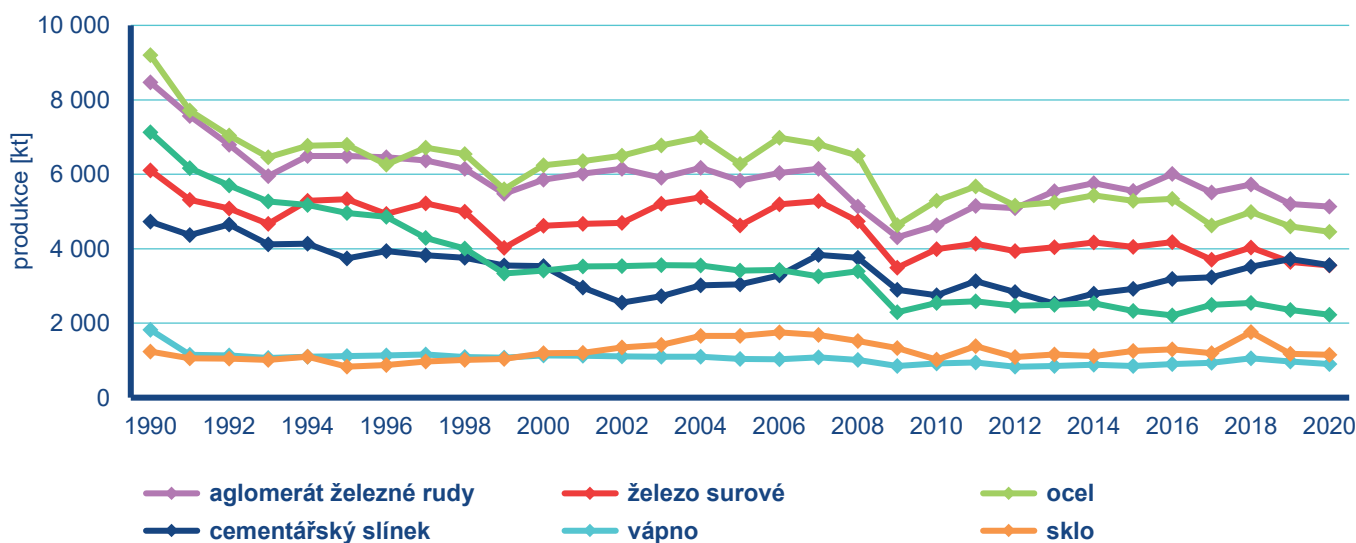
V roce 1991 vstoupil v platnost zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší, doplněný zákonem 389/1991 Sb., o státní správě ochrany ovzduší a poplatcích za jeho znečišťování, který poprvé v historii ČR zavedl s platností od roku 1998 emisní limity. V důsledku restrukturalizace hospodářství a modernizace 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).

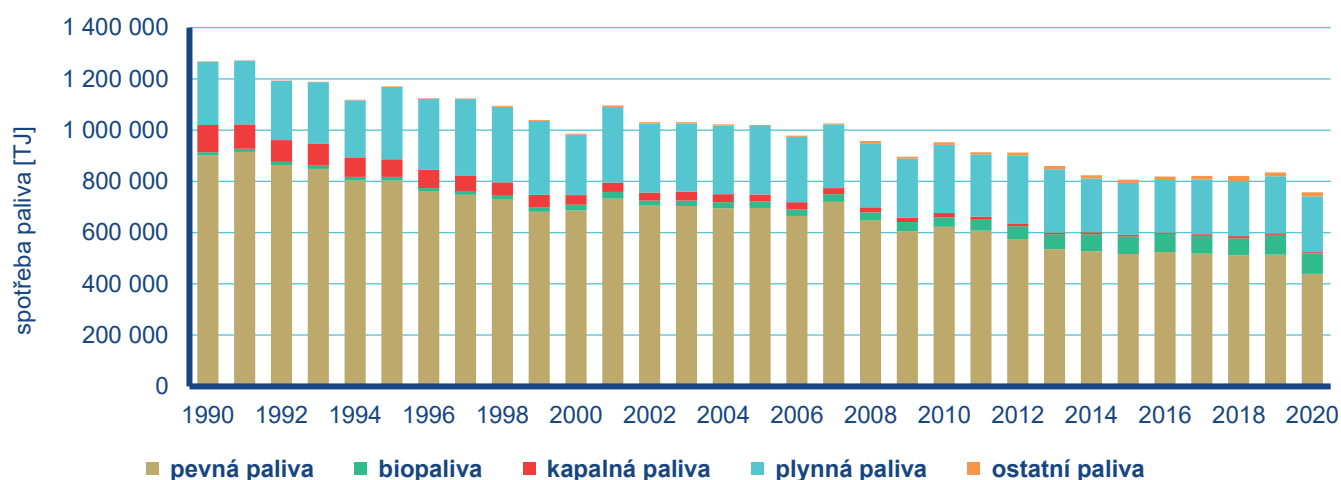
Emise z lokálního vytápění domácností poklesly nejvíce v období 1993–1997 vlivem plynofikace obcí a státní podpory vytápění elektřinou. Spotřeba pevných fosilních paliv v domácnostech byla v roce 2001 o 67 % nižší ve srovnání s rokem 1990 (Obr. II.7). Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic 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).



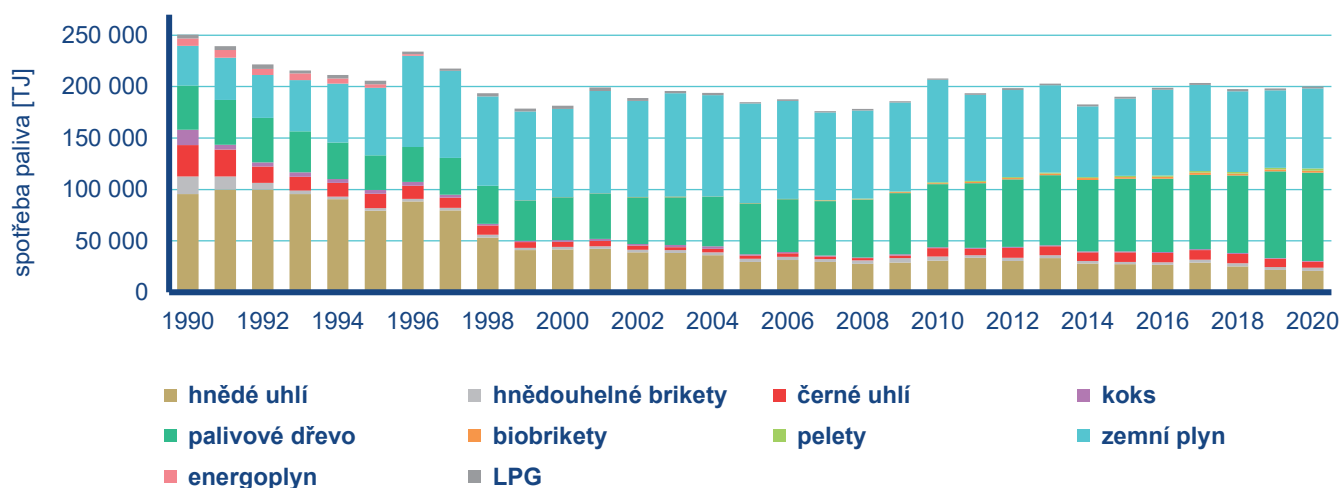
Obr. II.4 Vývoj celkových emisí POP, 1990–2020



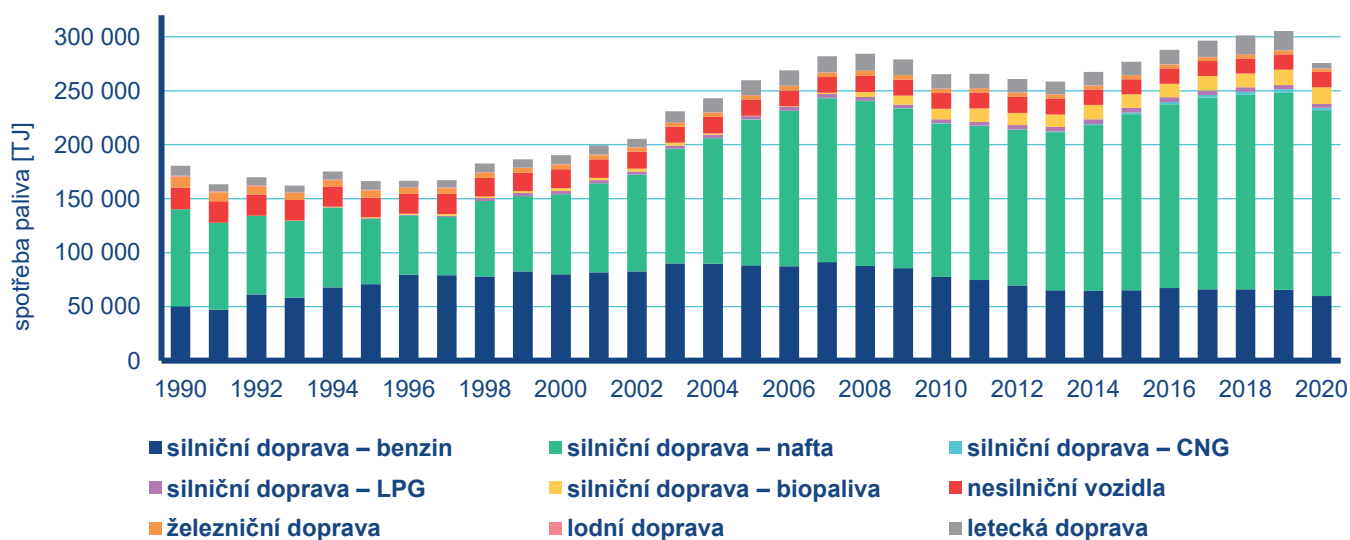
Obr. II.5 Produkce základních průmyslových výrobků, 1990–2020



Obr. II.6 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 1 a REZZO 2, 1990–2020



Obr. II.7 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 3 (domácnosti), 1990–2020



Obr. II.8. Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2020



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, začala opět 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).

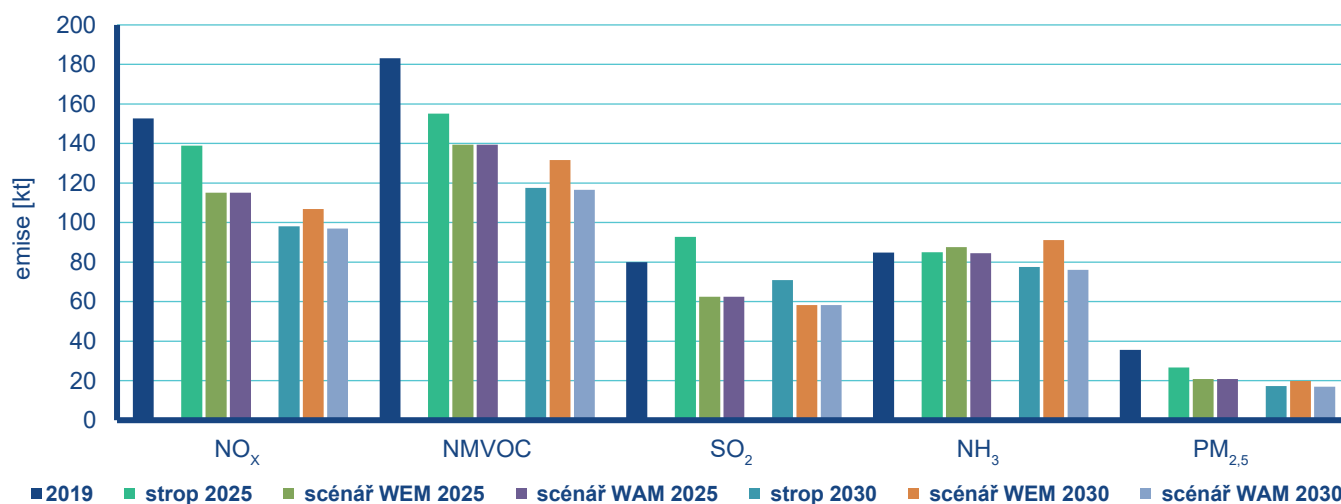
Nová legislativa se zaměřila ve větší míře také na omezení emisí ze sektoru lokálního vytápění domácností zavedením minimálních hodnot emisních parametrů pro spalovací zdroje s celkovým jmenovitým tepelným příkonem do 300 kW při jejich uvádění na trh od roku 2014 a 2018. Od 1. září 2024 bude v této skupině 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.

V předběžném vyhodnocení emisí za rok 2021 (Tab. II.1) se ukazuje očekávané navýšení všech emisí s výjimkou  $SO_x$ . Ke zvýšení došlo především u emisí z vytápění domácností, a to v důsledku chladnějšího topného období, které se promítá do navýšení spo-

třeby paliv i emisí o cca 8 %. V porovnání s rokem 2020, ve kterém došlo k útlumu výroby, poskytovaných služeb i spotřeby paliv a pohonných hmot téměř ve všech odvětvích, došlo v roce 2021 k opětovnému nárůstu, který se projevil zvýšením emisí zdrojů REZZO 1 a REZZO 2 ( $NO_x$  o cca 6 % a CO o cca 8 %). U emisí TZL, NMVOC a  $NH_3$  se tento nárůst téměř nepromítl. K poklesu emisí došlo meziročně pouze u  $SO_x$  o cca 7 kt, přičemž se na snížení nejvíc podílel rafinérský komplex ORLEN v Litvínově (cca o 3 kt), ukončení provozu elektrárny Pruněřov I k 30. 6. 2020 (o cca 1 kt) a snížení u dalších významných zdrojů pro výrobu elektrické energie a tepla o cca 2,7 kt. Navýšení spotřeby pohonných hmot cca o 6 % se u kategorie REZZO 4 projevilo zvýšením emisí všech znečišťujících látek. K poklesu celkových emisí došlo meziročně pouze u emisí  $SO_x$  o cca 8,5 %, naopak nejvyšší nárůst celkových emisí je u CO a NMVOC o více než 7 %. Podrobnější vyhodnocení podílu jednotlivých kategorií zdrojů na celkových emisích a vývoje emisí znečišťujících látek především pro vyjmenované zdroje lze nalézt v jednotlivých podkapitolách kapitoly IV.

Tab. II.1 Porovnání emisí hlavních znečišťujících látek, 2020–2021 (předběžné údaje)

Kategorie zdrojů	TZL		$SO_x$		$NO_x$		CO		NMVOC		$NH_3$	
kt·rok <sup>-1</sup>												
Rok	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
REZZO 1-2	5,8	5,8	52,0	45,0	60,3	63,9	159,6	172,4	19,6	19,5	0,7	0,7
REZZO 3	39,7	41,9	14,4	15,6	31,5	32,6	541,9	587,1	165,6	179,1	67,0	67,5
<b>CELKEM stac. zdroje</b>	<b>45,5</b>	<b>47,7</b>	<b>66,4</b>	<b>60,6</b>	<b>91,8</b>	<b>96,5</b>	<b>701,5</b>	<b>759,5</b>	<b>185,2</b>	<b>198,6</b>	<b>67,7</b>	<b>68,2</b>
REZZO 4	6,3	6,5	0,1	0,2	62,0	62,2	94,1	97,9	13,7	15,3	0,8	0,8
<b>CELKEM</b>	<b>51,8</b>	<b>54,2</b>	<b>66,5</b>	<b>60,8</b>	<b>153,8</b>	<b>158,7</b>	<b>795,6</b>	<b>857,4</b>	<b>198,9</b>	<b>213,9</b>	<b>68,5</b>	<b>69,0</b>



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

## 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 s platnými opatřeními (WEM) a s dodatečnými opatřeními (WAM). Tato projekce byla aktualizována v rámci přípravy reportingu podle mezinárodních závazků v břez-

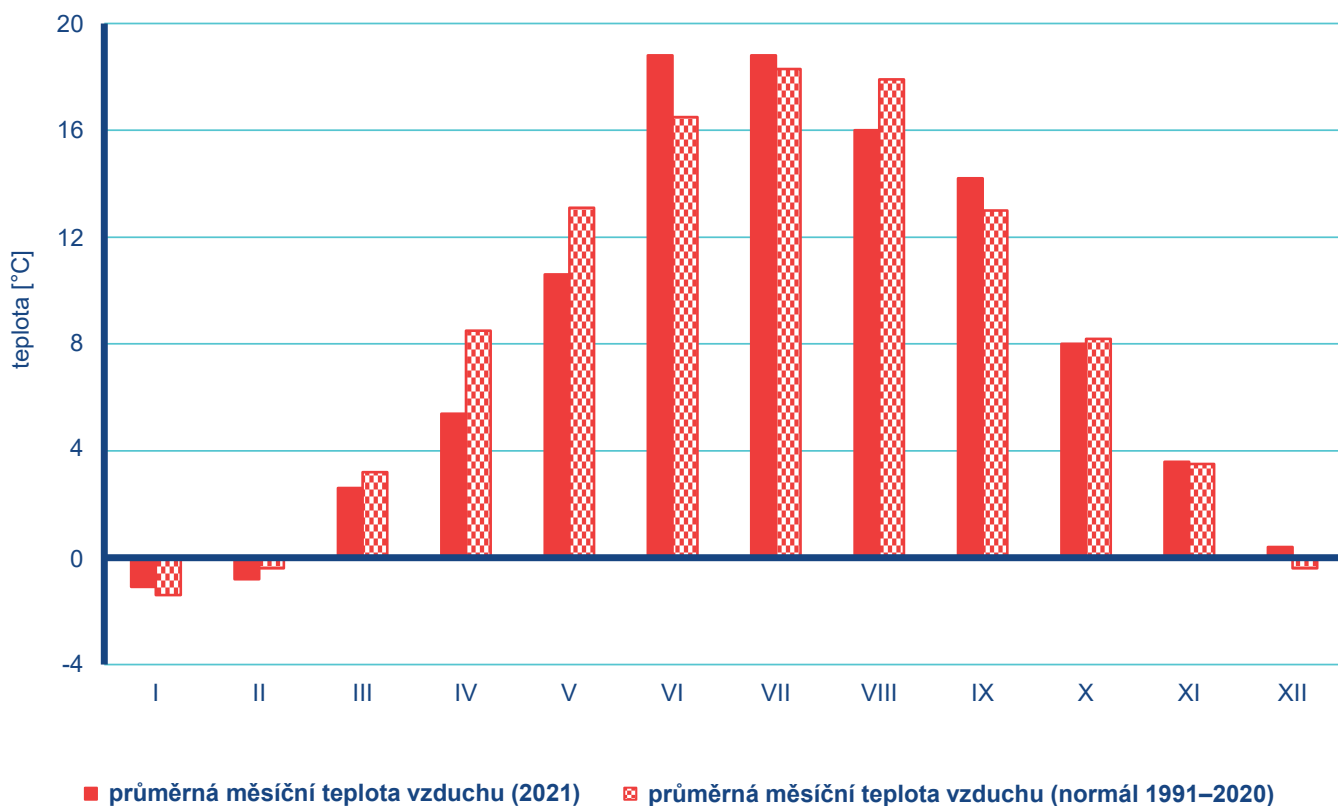
nu 2021. Projekce pro emise NO<sub>x</sub>, NMVOC, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> a částice PM<sub>2.5</sub> vychází především z odborného vyhodnocení budoucích emisí a aktivitních dat pro významné kategorie zdrojů, jako jsou například energetika, doprava, zemědělství, používání rozpouštědel nebo nakládání s odpady.

Do roku 2030 se předpokládá snížení emisí všech znečišťujících látek vycházející z obměny zdrojů tepla v sektoru lokálního vytápění domácností, obnovy vozového parku včetně podpory nízkemisních a bezemisních vozidel, větší míry podpory obnovitelných zdrojů energie, zpřísnění povinností při skladování a aplikaci hnojiv a dalších opatření.

# III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY

Kvalitu ovzduší, kromě emisí z vlastních zdrojů znečišťování ovzduší, výrazně ovlivňují i meteorologické podmínky. Umožňují, nebo naopak znemožňují, 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, srážky a vertikální stabilita 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 nut-

ně výskyt vysokých koncentrací znečišťujících látek. Důležitá je délka trvání situace, výchozí úroveň znečištění, rozložení zdrojů a jejich emisí do vrstvy pod inverzí (Ferguson 2001, 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 (2022d).



Obr. III.1 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2021 v porovnání s normálem 1991–2020

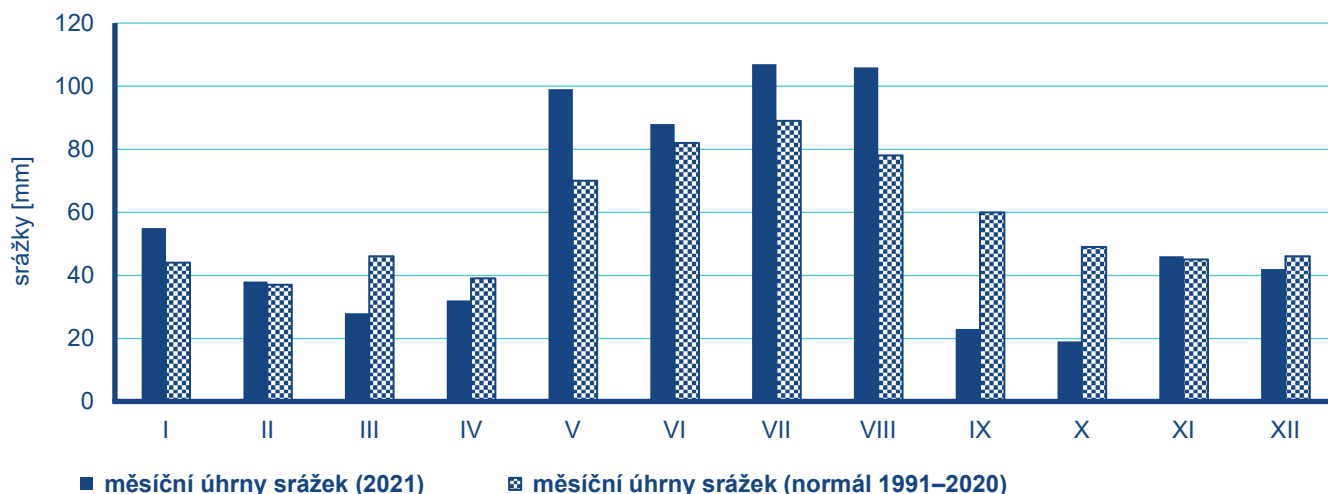
1 Směšovací vrstvou rozumíme vrstvu atmosféry mezi zemským povrchem a spodní hranicí nejnižší zádržné teplotní vrstvy.

## Meteorologické a rozptylové podmínky v roce 2021

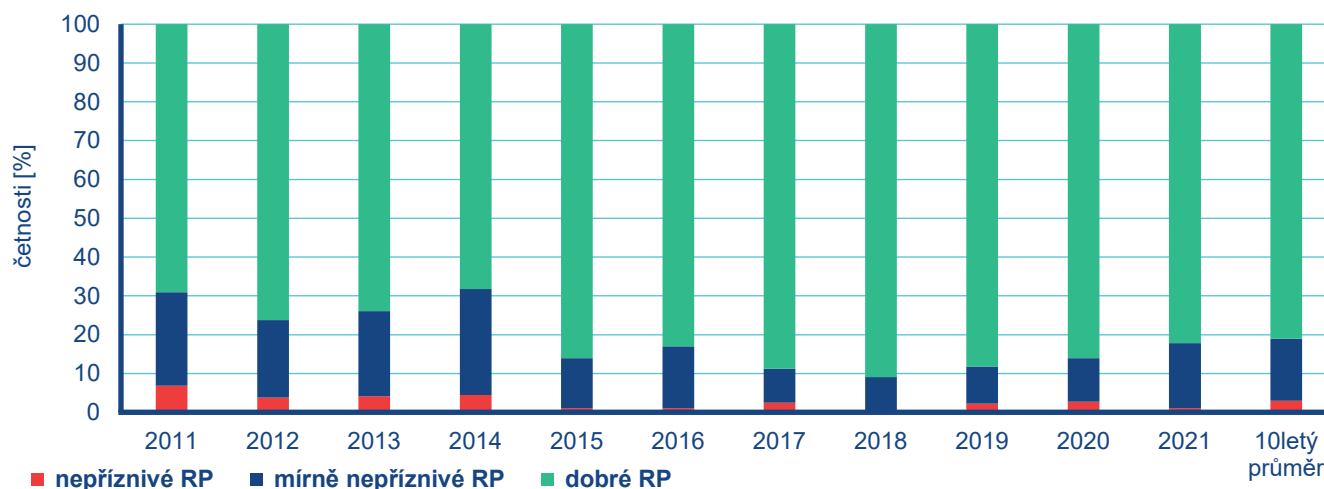
Rok 2021 byl na území ČR teplotně normální, průměrná roční teplota vzduchu (8,0 °C) byla o 0,3 °C nižší než normál 1991–2020<sup>2</sup>. V posledních 10 letech (od roku 2011) byl chladnější pouze rok 2013 s průměrnou teplotou 7,9 °C. Především tři roky byly teplejší o více než 1,0 °C s průměrnou teplotou 9,1 °C (2020), 9,5 °C (2019) a 9,6 °C (2018). Většina měsíců roku 2021 byla vzhledem k normálu 1991–2020 teplotně normální. Velmi chladné byly však jarní měsíce duben a květen, které byly s odchylkou od normálu –3,1 °C a –2,5 °C hodnoceny jako teplotně silně podnormální. Následoval teplotně silně nadnormální červen (odchylka +2,3 °C), který se zařadil jako třetí nejteplejší červen od roku 1961. Srpen byl hodnocen

jako teplotně podnormální (odchylka –1,9 °C) a září naopak teplotně nadnormální (odchylka +1,2 °C) (Obr. III.1).

Srážkově byl rok 2021 na území ČR normální, průměrný roční úhrn srážek 683 mm představuje 100 % normálu 1991–2020. Srážkově nadnormální byly měsíce květen (141 % normálu) a srpen (136 % normálu). Podzimní měsíce září a říjen byly hodnoceny jako silně podnormální, měsíční srážkové úhrny zde činily 38 % a 39 % normálu. Ostatní měsíce roku 2021 hodnotíme jako srážkově normální. Blízko hranice srážkově normálního a podnormálního měsíce byl však měsíc březen, kdy spadlo na území ČR 61 % srážkového normálu. Naopak na hranici srážkově normálního a nadnormálního měsíce byl leden (125 % normálu) (Obr. III.2).



Obr. III.2 Měsíční úhrny srážek v roce 2021 v porovnání s normálem 1991–2020



Obr. III.3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP), 2011–2021

<sup>2</sup> Na základě doporučení Světové meteorologické organizace (WMO) používá ČHMÚ od února 2022 pro hodnocení klimatických charakteristik nejnovější třicetiletí (1991–2020) místo období stanovené pro výpočet standardních klimatických normálů.

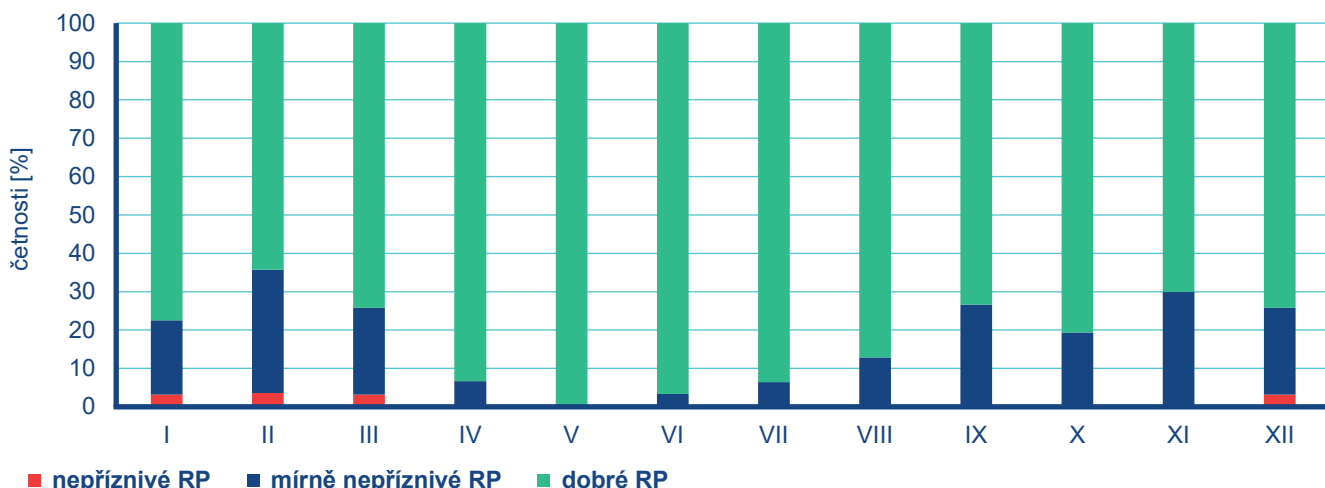
### III. Meteorologické a rozptylové podmínky

V porovnání s desetiletým průměrem 2010–2020 panovaly v roce 2021 standardní rozptylové podmínky (Obr. III.3). Dobré rozptylové podmínky, vyjádřené pomocí ventilačního indexu pro celou ČR, byly v roce 2021 zaznamenány ve 300 dnech (82 %). V porovnání s desetiletým průměrem (81 %) se jedná o zlepšení o 1 %. Mírně nepříznivé rozptylové podmínky se v roce 2021 vyskytly v 61 dnech (17 %), nepříznivé rozptylové podmínky pak ve 4 dnech (1 %).

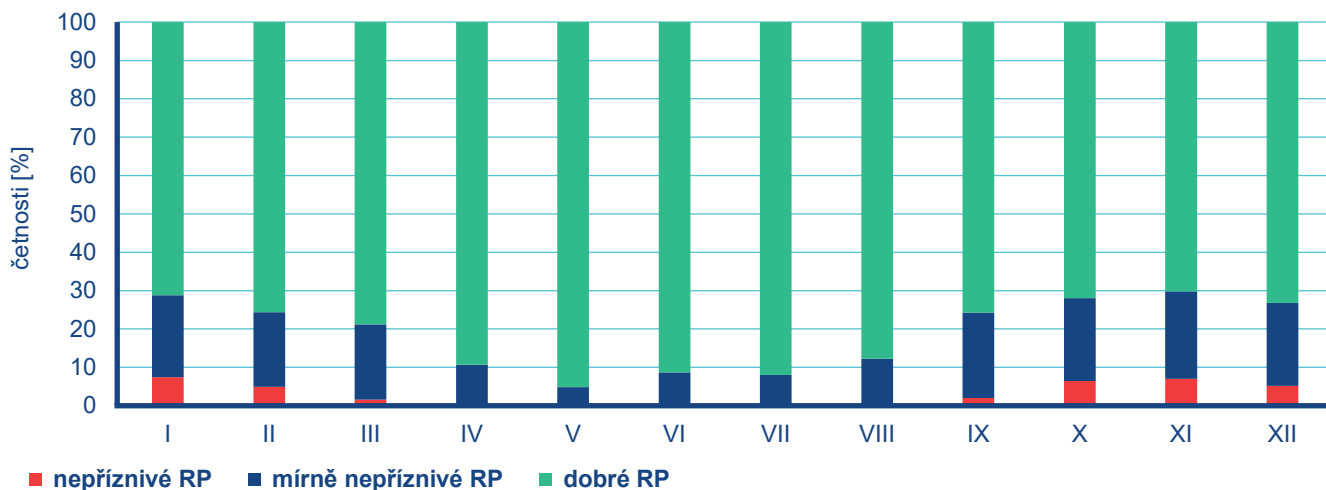
Nejvíce dobrých rozptylových podmínek bylo během roku zaznamenáno v květnu (100 %), nejméně naopak v únoru (64 %) (Obr. III.4). Nepříznivé rozptylové podmínky byly zaznamenány v únoru (4 %) a v lednu, březnu a prosinci (3 %). V porovnání s desetiletým průměrem byl v roce 2021 květen hodnocen jako

měsíc s výrazně lepšími rozptylovými podmínkami a únor jako měsíc se zhoršenými rozptylovými podmínkami (Obr. III.5). Ostatní měsíce (leden, březen, duben, červen, červenec, srpen, září, říjen, listopad a prosinec) jsou hodnoceny jako standardní.

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 (85 %), nejméně v Plzeňském kraji (73 %). Naopak nejvíce nepříznivých podmínek se vyskytlo v aglomeraci Praha (5 %), nejméně pak v Moravskoslezském bez aglomerace O/K/F-M a Libereckém kraji (1 %)

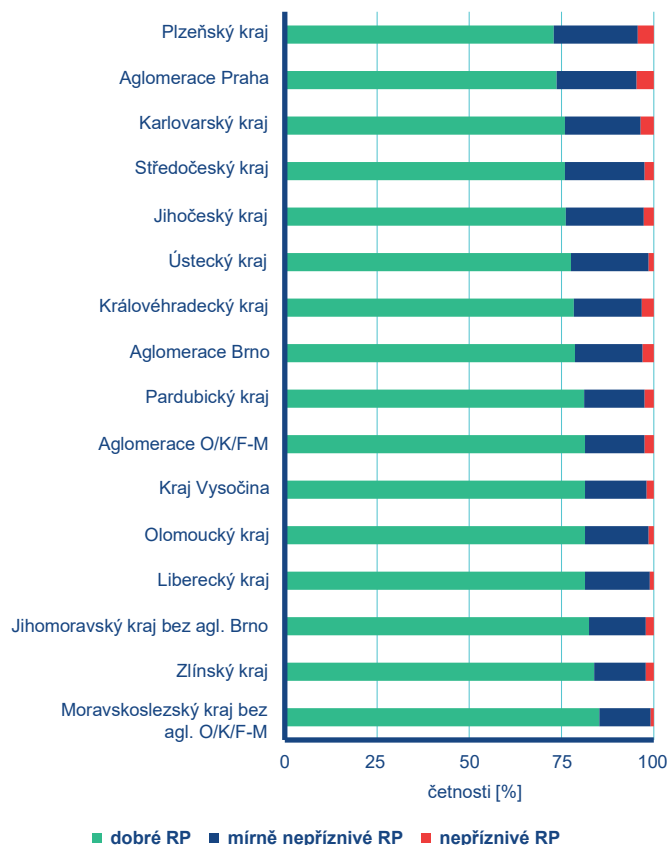


Obr. III.4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 2021

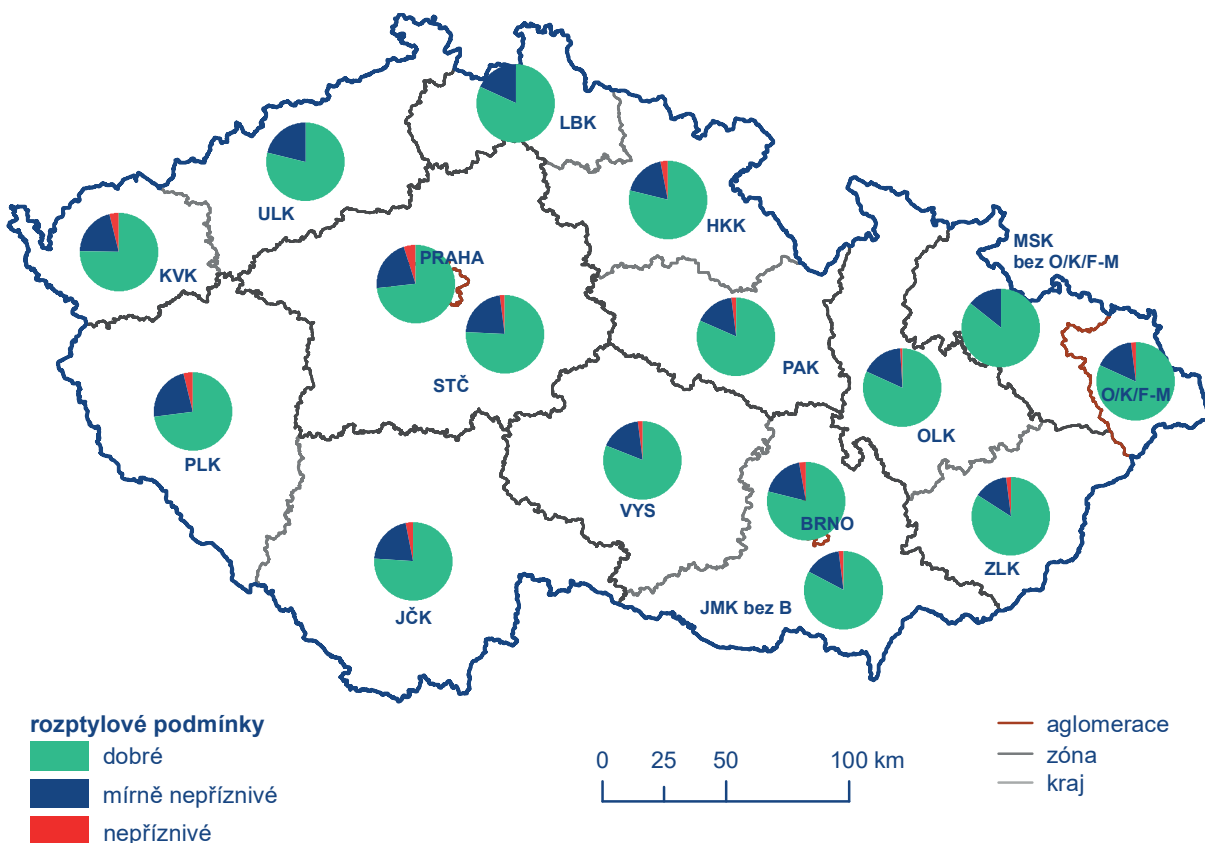


Obr. III.5 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 10letý průměr 2011–2020

Počty denostupňů na území ČR byly v roce 2021 v porovnání s dlouhodobým průměrem 1991–2020 nadnormální. Nejvyšší počet denostupňů byl zaznamenán v roce 1996 (4 787), kdy byla naměřena i nejnižší průměrná teplota v topných dnech (2,4 °C). Naopak nejnižší počet denostupňů (3 611) byl zaznamenán v roce 2014, kdy byla dosažena i nejvyšší průměrná denní teplota (5,8 °C) v topných dnech (Obr. III.8). Počty denostupňů se během pěti měsíců pohybovaly nad hodnotou dlouhodobého průměru (únor, březen, duben, květen a říjen) a během tří měsíců pod průměrem (leden, září a prosinec). Počty denostupňů v listopadu odpovídaly hodnotě dlouhodobého průměru (Obr. III.9). Největší pokles počtu denostupňů oproti dlouhodobému průměru byl zaznamenán v září, který je klimatologicky hodnocen jako teplotně nadnormální a pozitivně tak ovlivňuje odhadované emise z vytápění domácností. Naopak nejvyšší nárůst počtu denostupňů byl zaznamenán v dubnu a květnu, které jsou teplotně hodnoceny jako silně podnormální.

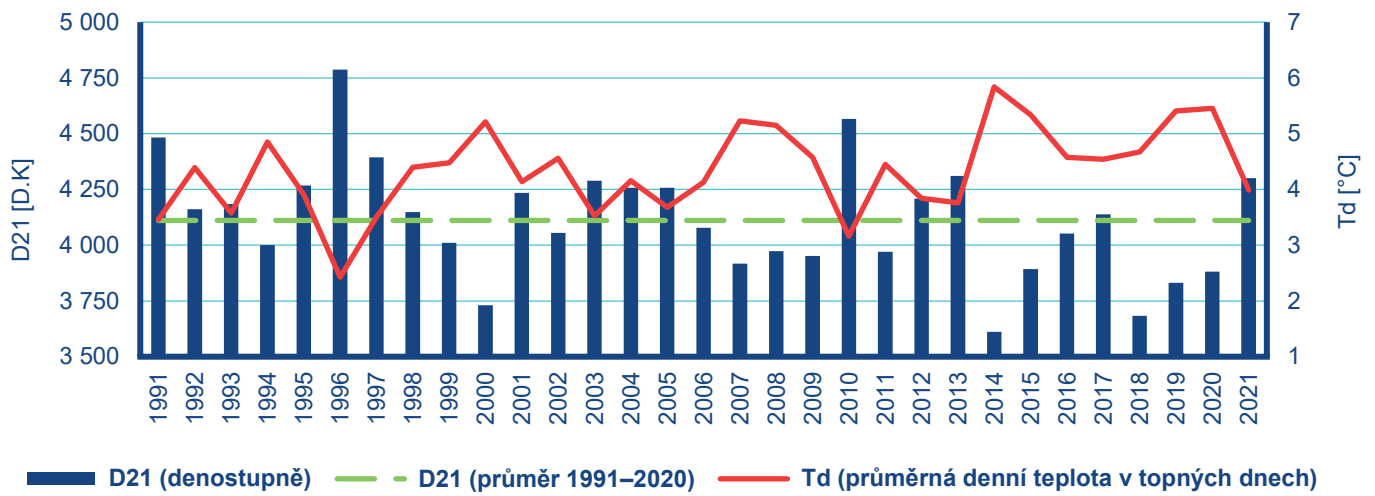


Obr. III.7 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2021

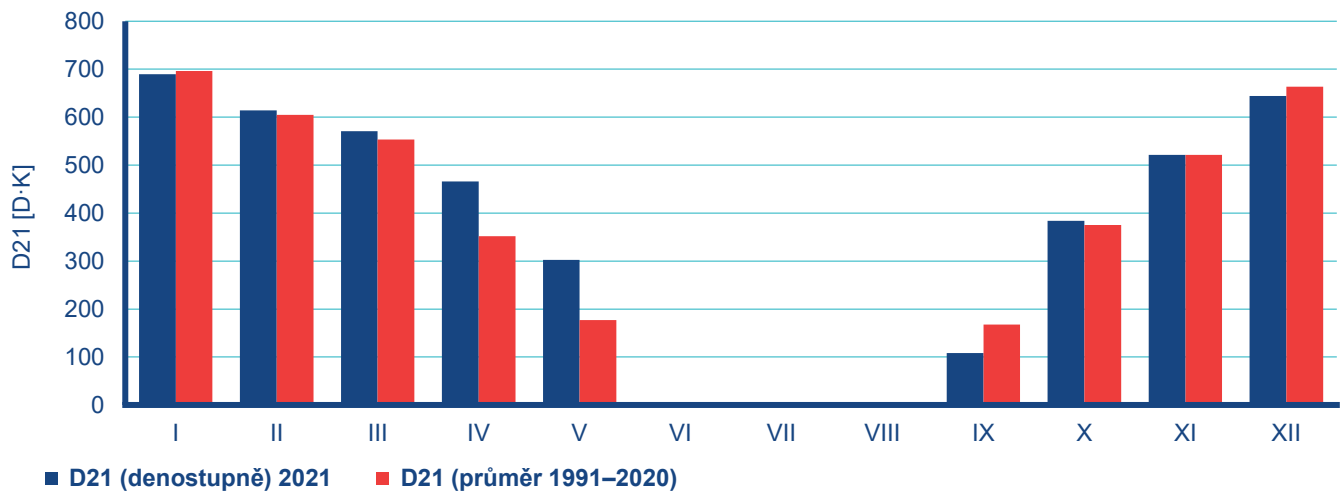


Obr. III.6 Skladba rozptylových podmínek v jednotlivých regionech, 2021

### III. Meteorologické a rozptylové podmínky



**Obr. III.8** Roční topné sezony v ČR vyjádřené v denostupních (D21) za rok 2021 a jejich průměr za období 1991–2020



**Obr. III.9** Roční chod denostupňů na území ČR v topné sezoně 2021 (I–V, IX–XII) v porovnání s průměrem 1991–2020







## IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČR

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. Aniž 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. V roce 2021 byla do databáze ISKO dodána naměřená data celkem z 198 lokalit. 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. V ISKO jsou též zahrnuty informace z příhraničních oblastí Německa, Polska, Rakouska a Slovenska, které jsou získány v rámci reciproční výměny dat.

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

	≤ doporučená hodnota WHO
	≤ dolní mez pro posuzování
	dolní mez pro posuzování – horní mez pro posuzování
	horní mez pro posuzování – imisní limit
	> imisní limit
	> imisní limit (silně zatížené oblasti)

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 ráďů. Pro lepší orientaci v plošných mapách znečišťujících látek byla zavedena jednotná barevná škála, kde jednotlivé barvy odpovídají dané úrovni znečištění ovzduší (Tab. IV.1). Červeně je zvýrazněno překročení imisního limitu, dalšími základními hranicemi mezi kategoriemi jsou doporučené hodnoty WHO a dolní a horní meze pro posuzování (Tab. I.1-I.3, kap. Úvod). Horní a dolní meze pro posuzování úrovně znečištění a povolený počet překročení jsou stanoveny v příloze č. 4 vyhlášky 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. V místech, kde úroveň znečištění dosahuje nebo přesahuje horní mez pro posuzování úrovně znečištění, se posuzování úrovně znečištění provádí měřením prováděným v souladu s cíli kvality údajů podle části I přílohy č. 1 k této vyhlášce. V místech, kde úroveň znečištění nepřesahuje dolní mez pro posuzování úrovně znečištění, se posuzování úrovně znečištění provádí výpočtem prostřednictvím modelu. V místech, kde je úroveň znečištění ovzduší nižší než horní mez pro posuzování, se posuzování úrovně znečištění provádí kombinací stacionárního měření a orientačního měření. Diagramové mapy přehledně znázorňují vývoj imisních charakteristik v letech 2011–2021.

Grafy vývoje imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek v aglomeracích a na celém území ČR (pokud jsou k dispozici data) ukazují vývoj úrovně znečištění ovzduší za posledních 11 let, porovnání situace v aktuálně hodnoceném roce s průměrem za předešlé desetileté období, 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 (Tab. IV.2). Jedná se o zjednodušenou klasifikaci, která vychází z oficiální klasifikace EoI, včetně sub kategorií (bližší vysvětlení a podrobnosti viz ČHMÚ 2022d). V datové ročence „Souhrnný tabelární přehled“ (ČHMÚ 2022e) jsou uvedeny přehledy naměřených koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší v ČR na jednotlivých měřicích stanicích za rok 2021. Hodnoty jsou seřazeny sestupně a šedým podkladem je zdůrazněno překročení imisního limitu.

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

	Zjednodušená klasifikace stanic	Klasifikace EoI
	stanice venkovské regionální (REG)	B/R/xxx-REG
	stanice venkovské příměstské (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



## 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 2021

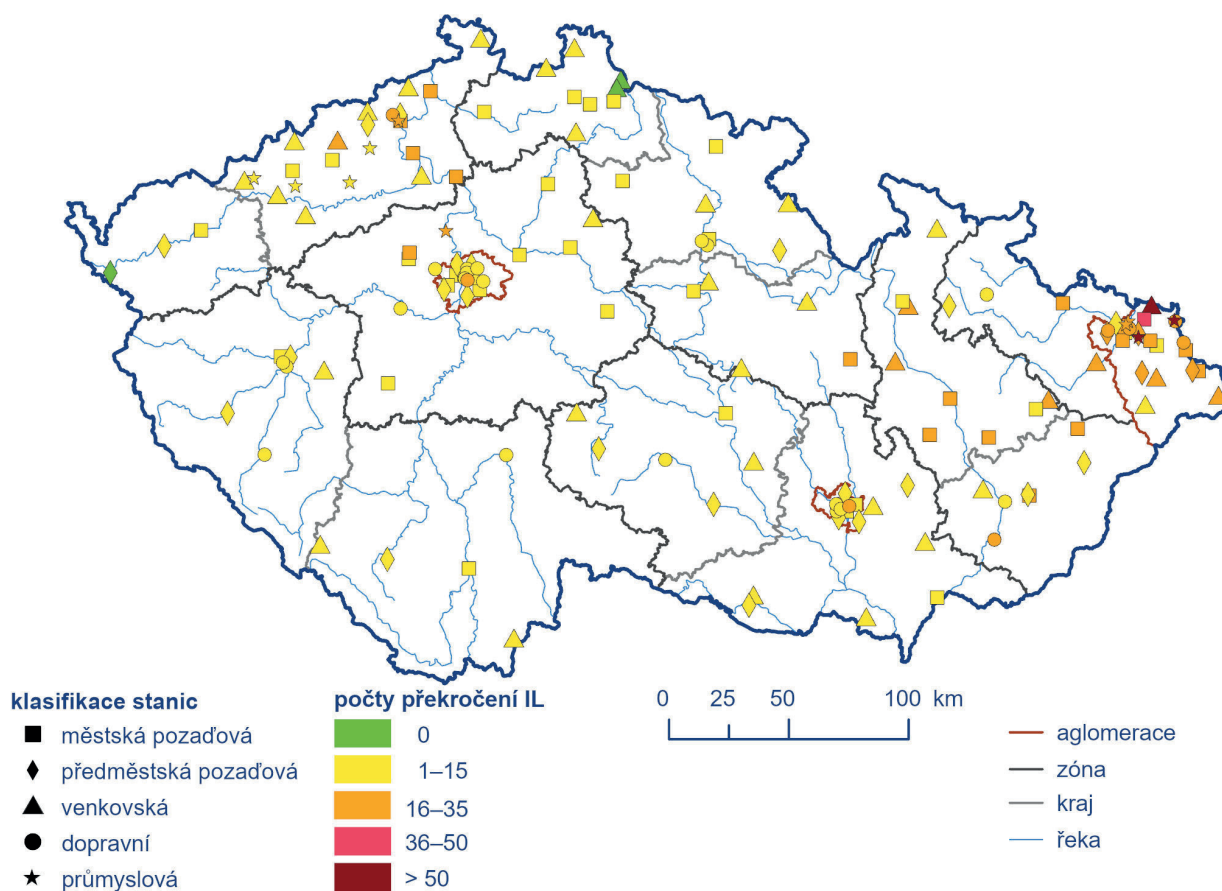
#### Suspendované částice $PM_{10}$

K překročení 24hodinového imisního limitu  $PM_{10}$  (průměrnou 24hod. koncentraci  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  je povoleno překročit 35× za rok)

došlo v roce 2021 na necelých 3 % stanic (4 stanice z celkového počtu 152 s dostatečným počtem dat pro hodnocení; Obr. IV.1.1 a Obr. IV.1.2). Jednalo se o dvě průmyslové stanice – Ostrava-Radvanice-ZÚ (57× překročeno) a Karviná (51× překročeno), o venkovskou stanici Věřňovice (56× překročeno) a městskou pozadovou stanici Rychvald (42× překročeno). Všechny stanice s překročením imisního limitu leží na území aglomerace O/K/F-M<sup>1</sup>.

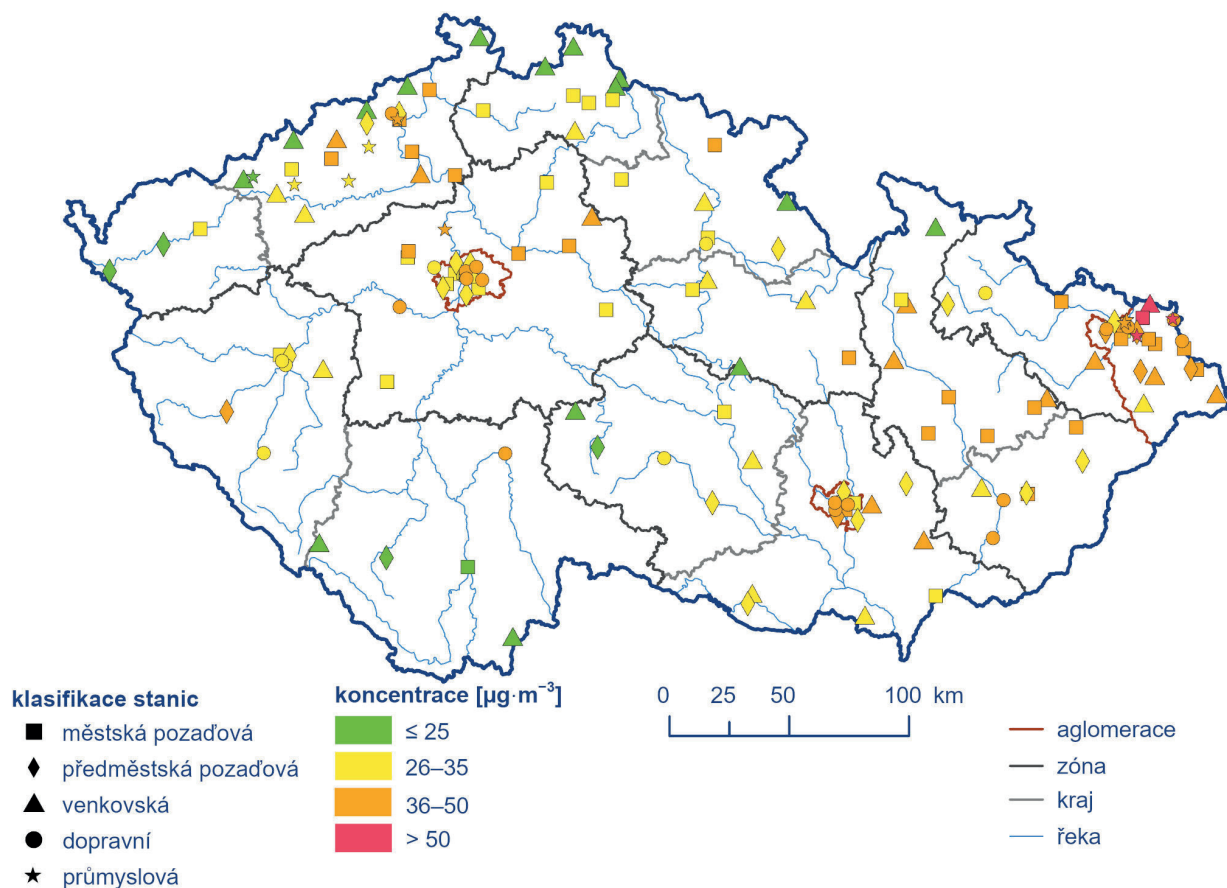
Stanice Ostrava-Radvanice-ZÚ, Věřňovice, Karviná a Rychvald jsou, obdobně jako ostatní stanice v aglomeraci O/K/F-M, dlouhodobě ovlivněny dálkovým transportem znečištění z Polska. Stanice Ostrava-Radvanice-ZÚ je navíc ovlivněna průmyslovými emisemi a Karviná emisemi ze stavební činnosti. Na stanici Věřňovice se projevuje kombinace vlivu znečištění ovzduší z jižního Polska a vesnické zástavby na české straně hranice spolu se specifickými meteorologickými podmínkami v údolí Olše. Reprezentativnost stanice Věřňovice pro český venkov je proto omezená a výsledky měření z této stanice nejsou zahrnuty v dalších charakteristikách (roční chod měsíčních koncentrací a vývoj koncentrací).

Imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci  $PM_{10}$  byl v roce 2021 překročen na 0,1 % území ČR s cca 0,4 % obyva-

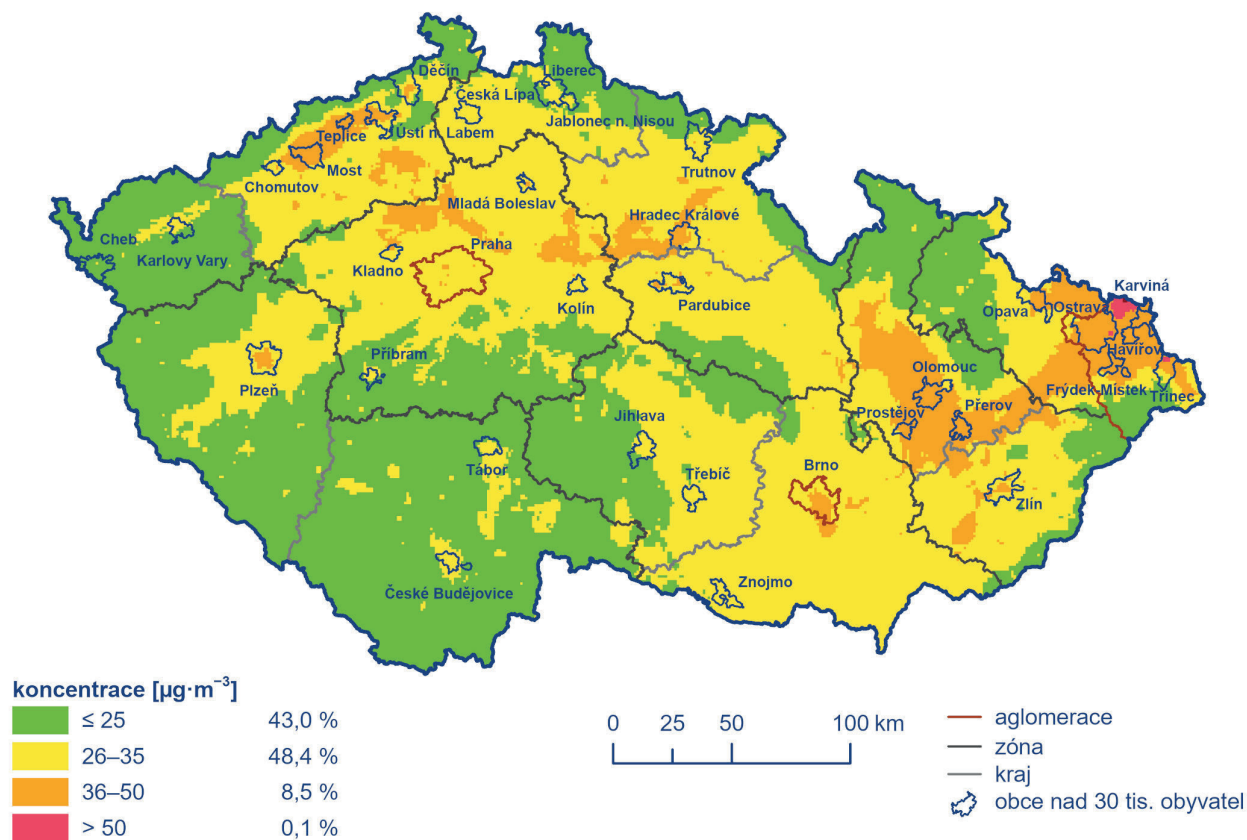


Obr. IV.1.1 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro 24hod. průměrnou koncentraci  $PM_{10}$  na stanicích imisního monitoringu, 2021

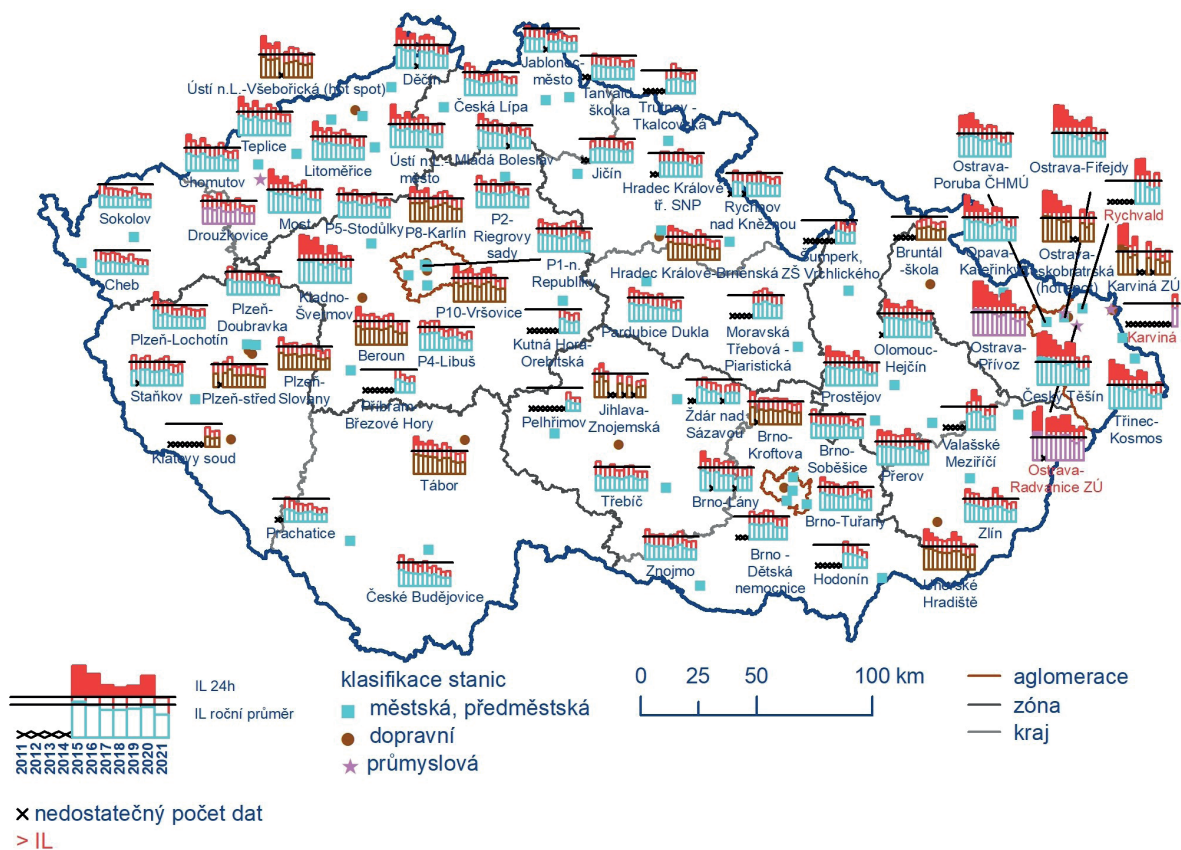
1 Na průmyslové stanici Brno-Zvonařka, která je výrazně ovlivněna stavební činností, bylo v roce 2021 zaznamenáno 36× překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu. Stanice však neměla dostatečné množství dat pro hodnocení podle Přílohy č. 1 k Vyhlášce č. 330/2012 Sb. a nelze ji tak zahrnout do celkové statistiky.



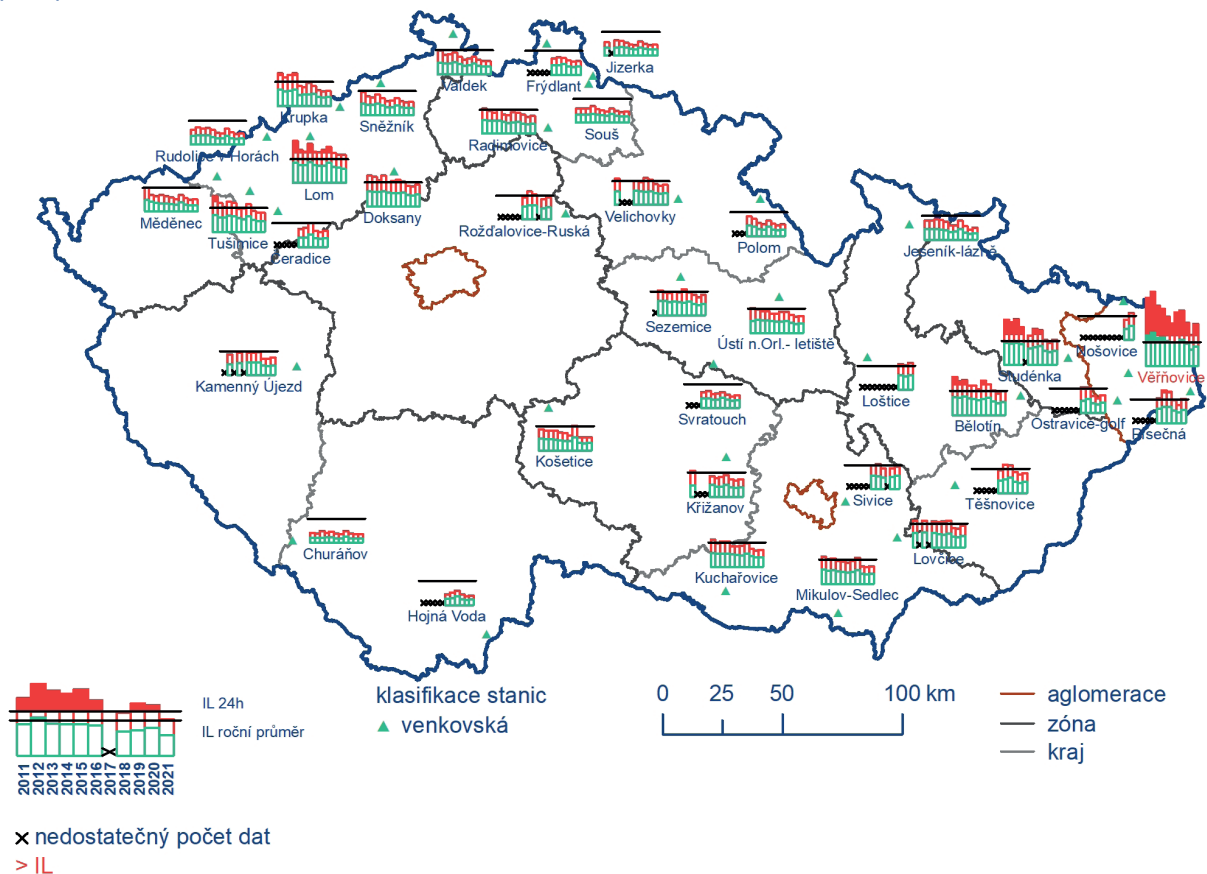
Obr. IV.1.2 36. nejvyšší 24hod. průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



Obr. IV.1.3 Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2021



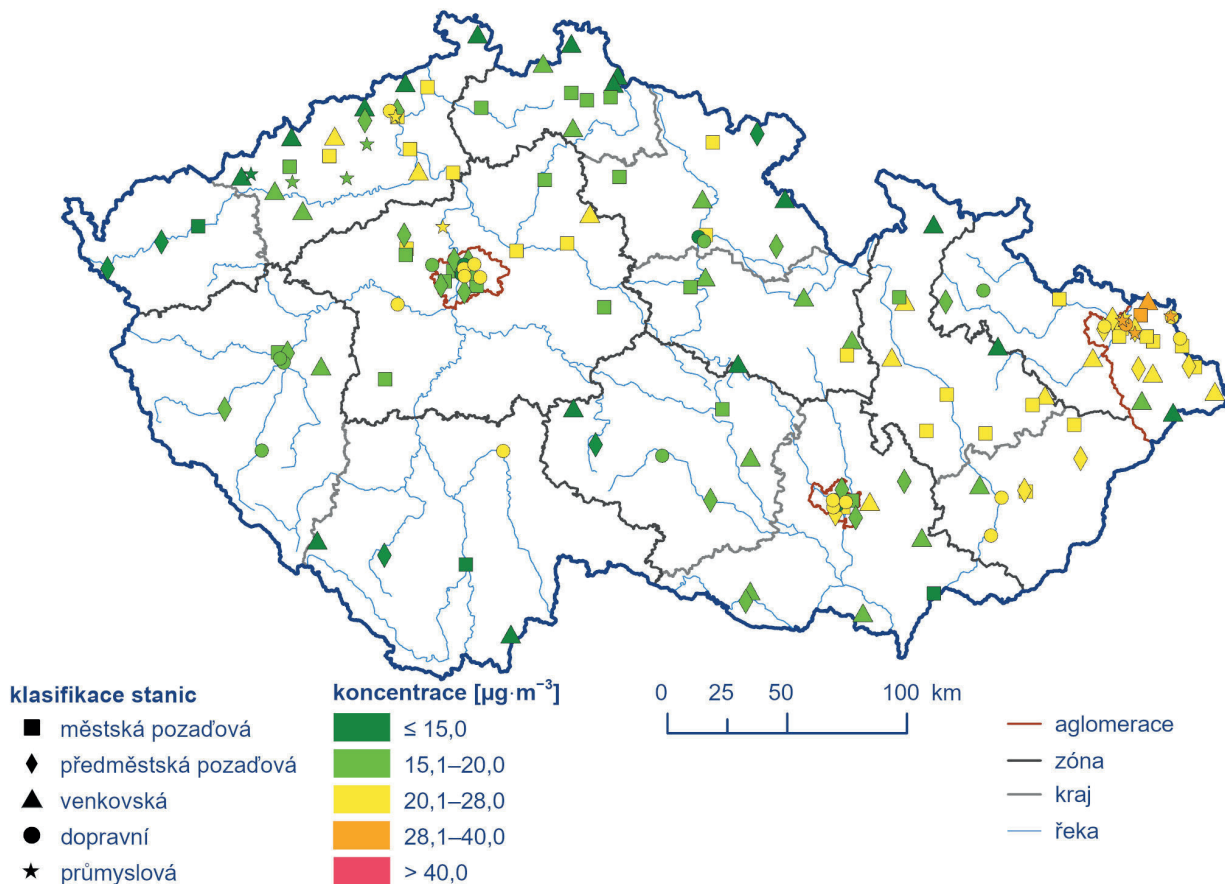
**Obr. IV.1.4** 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích s klasifikací UB, SUB, I a T, 2011–2021



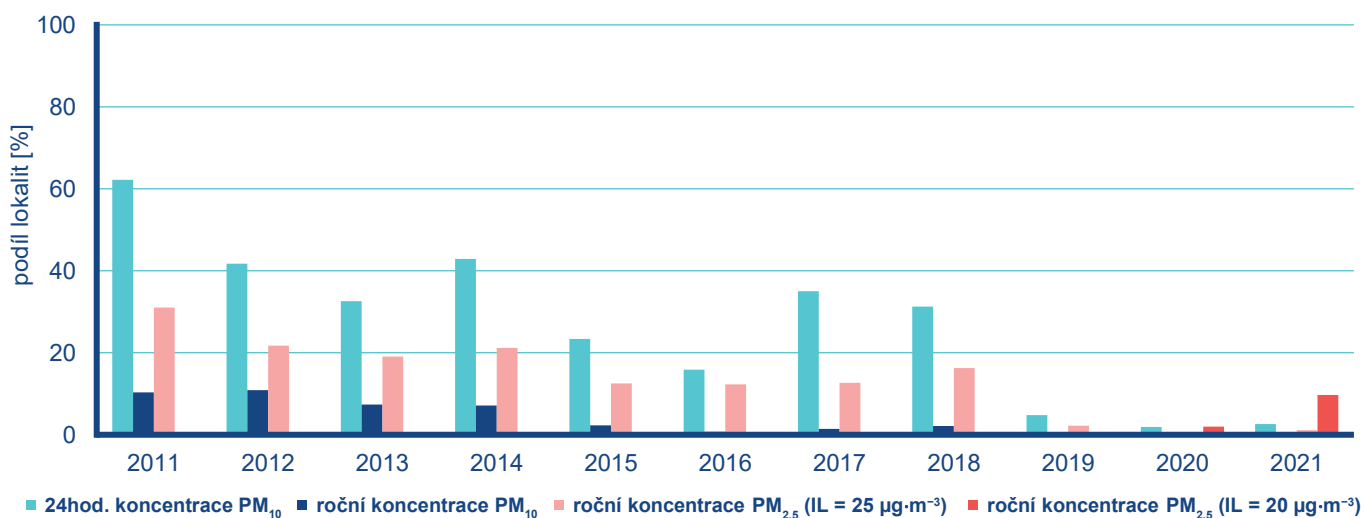
**Obr. IV.1.5** 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích s klasifikací R, 2011–2021

tel (Obr. IV.1.3). V porovnání s předchozími lety (0,001 % území v roce 2020, 0,3 % v roce 2019, 3,2 % v roce 2018, 8,3 % v roce 2017) se rok 2021 řadí mezi roky s menší plochou území ČR vystaveného nadlimitní koncentraci  $PM_{10}$ , což odpovídá nízkému počtu překročení imisního limitu na měřicích stanicích.

Velká část území ČR (více než 87 %) byla v roce 2021 vystavena koncentraci do  $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tedy koncentraci pod horní mezí pro posuzování stanovené vyhláškou č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích<sup>2</sup>.

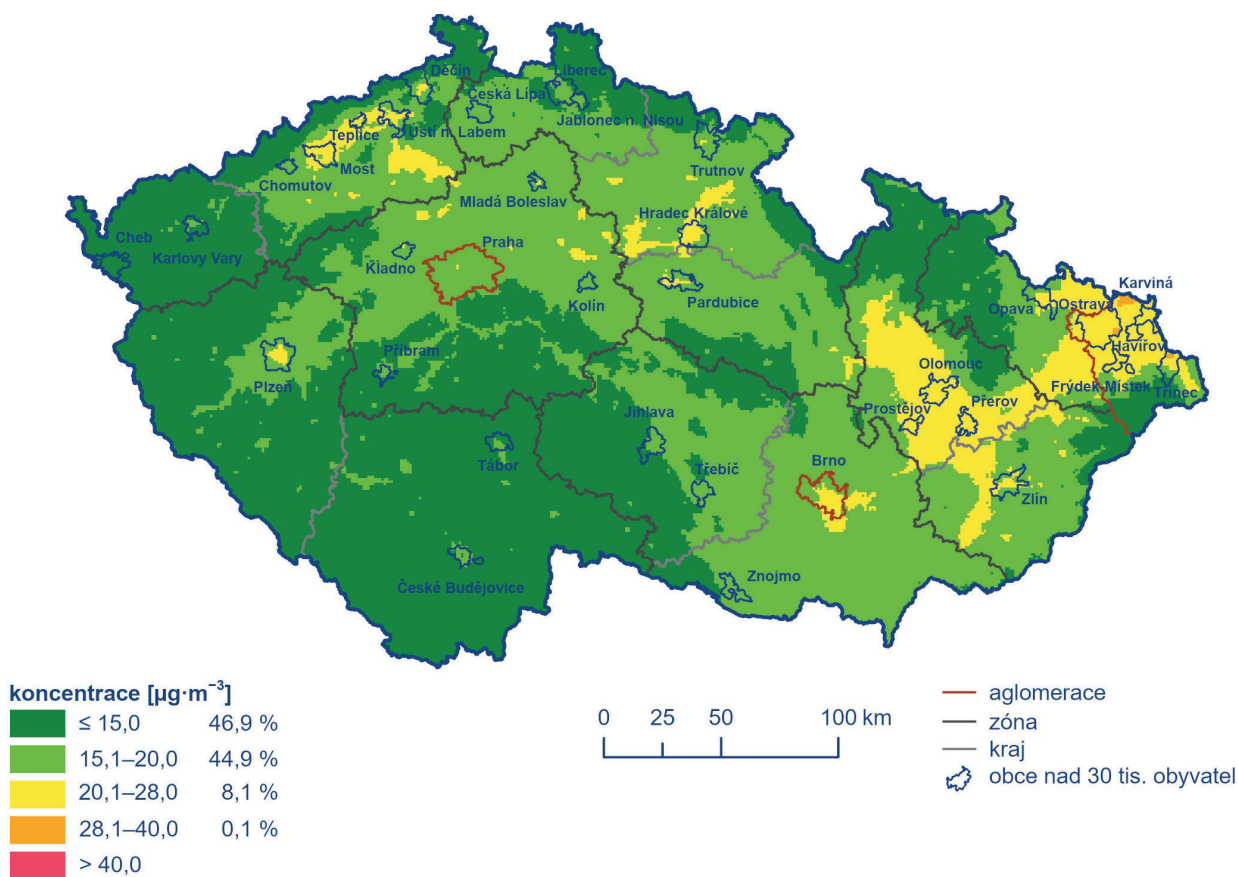


Obr. IV.1.6 Roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021

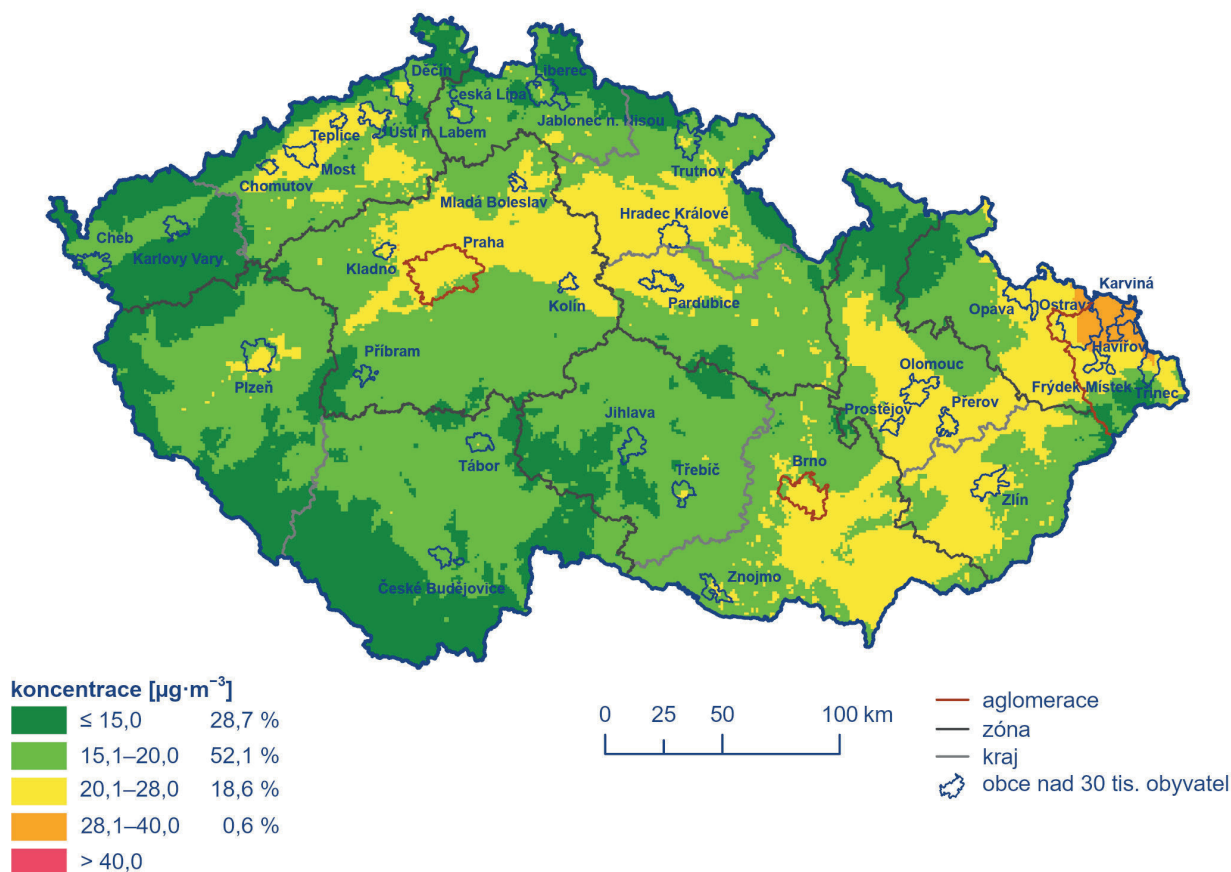


Obr. IV.1.7 Podíl stanic, kde došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24hod. koncentraci  $PM_{10}$  a průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ , 2011–2021

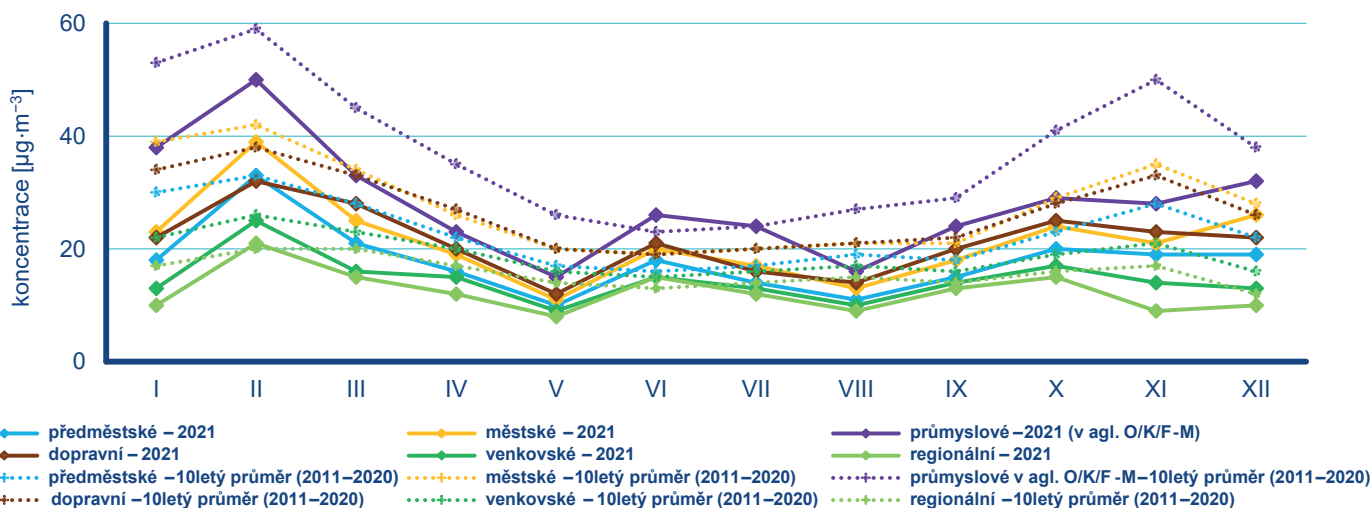
<sup>2</sup> Horní a dolní mezí pro posuzování úrovně znečištění a povolený počet překročení jsou stanoveny v příloze č. 4 k této vyhlášce. Více viz úvod do kap. IV.



Obr. IV.1.8 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2021



Obr. IV.1.9 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{PM}_{10}$ , 2017–2021



Obr. IV.1.10 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $PM_{10}$  (průměry pro daný typ stanice), 2021

Nejvíce zatíženou souvislou oblastí byla, stejně jako v předešlých letech, aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.4 a IV.1.5).

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021, potřetí v řadě po letech 2019 a 2020 za celou historii měření  $PM_{10}$  od roku 1993, překročen na žádné stanici ČR. Nejvyšší roční průměrné koncentrace byly naměřeny na stanicích v aglomeraci O/K/F-M (Obr. IV.1.6). Nejvyšší roční průměrné koncentrace byly, podobně jako v minulých letech, naměřeny na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $34,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), na venkovské stanici Věřňovice ( $32,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a na průmyslové stanici Karviná ( $31,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Stejně jako v letech 2019 a 2020 nebylo v prostorovém rozlišení  $1\times 1$  km vymezeno žádné území ČR s nadlimitní roční průměrnou koncentrací  $PM_{10}$  (Obr. IV.1.8). Nicméně i v letech předešlých došlo k překročení roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  jen na malé části území ČR (0,1 % v roce 2018 a 0,02 % v roce 2017). Z hlediska pětiletého průměru ročních průměrných koncentrací je nejvíce zatíženou oblastí aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.9).

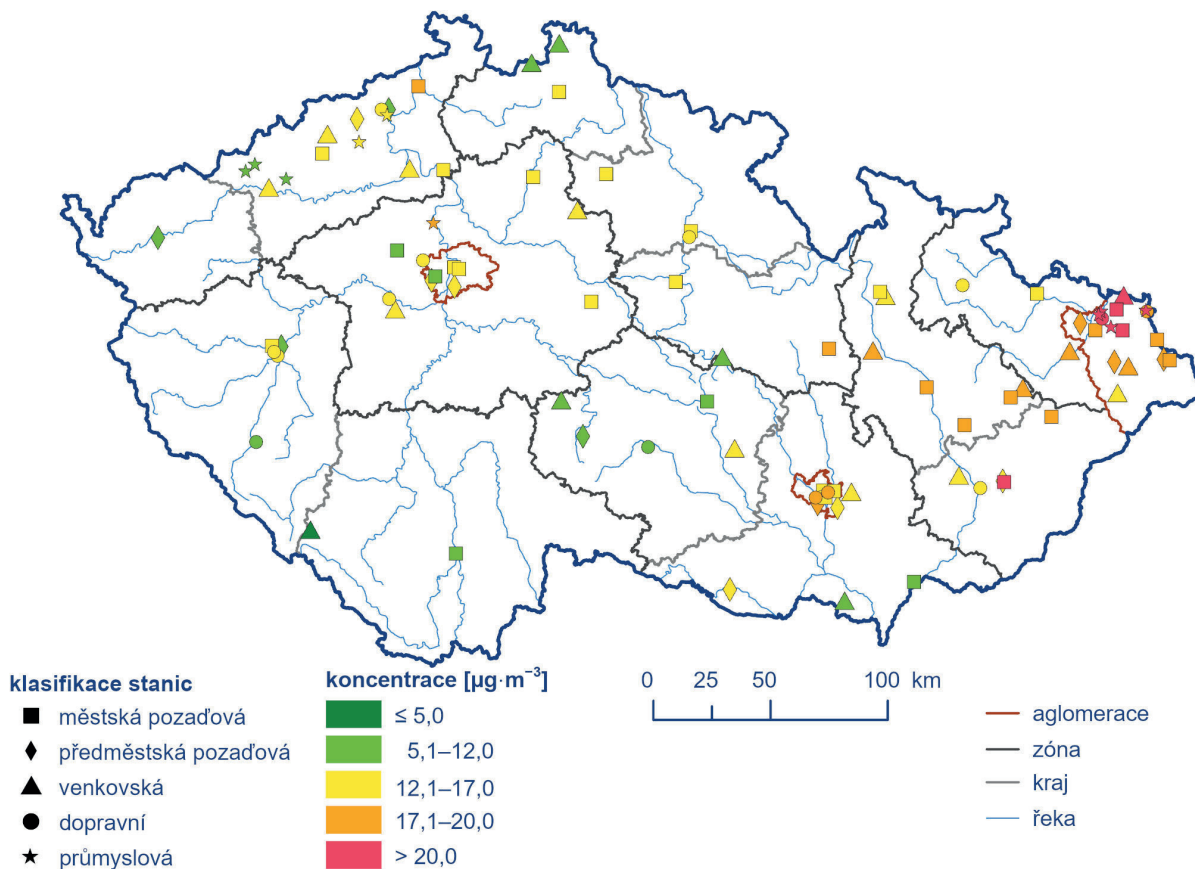
Koncentrace  $PM_{10}$  vykazují zřetelný roční chod s nejvyššími hodnotami v chladných měsících roku (Obr. IV.1.10), kdy dochází i k nejčastějšímu překračování hodnoty 24hodinového imisního limitu (více než 85 % případů překročení v lednu, březnu a prosinci). Vyšší koncentrace  $PM_{10}$  v ovzduší během chladného období roku souvisí jak s vyššími emisemi částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i s častějším výskytem zhoršených rozptylových podmínek v této části roku.

Roční chod koncentrací  $PM_{10}$  v roce 2021 vykazuje méně výrazný průběh v porovnání s desetiletým průměrem, kde byla jasná dominance podzimních a zimních měsíců. V roce 2021 byly nejvyšší koncentrace  $PM_{10}$  naměřeny v únoru, kdy došlo k výskytu mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek. V únoru byly v několika dnech zaznamenány zvýšené koncentrace  $PM_{10}$  na celém území ČR i v souvislosti s přenosem písečných částic ze Sahary. Ve zbývajících měsících chladného období roku, tj. v lednu, březnu a v posledních třech měsících roku byly koncentrace na podobné úrovni (Obr. IV.1.10).

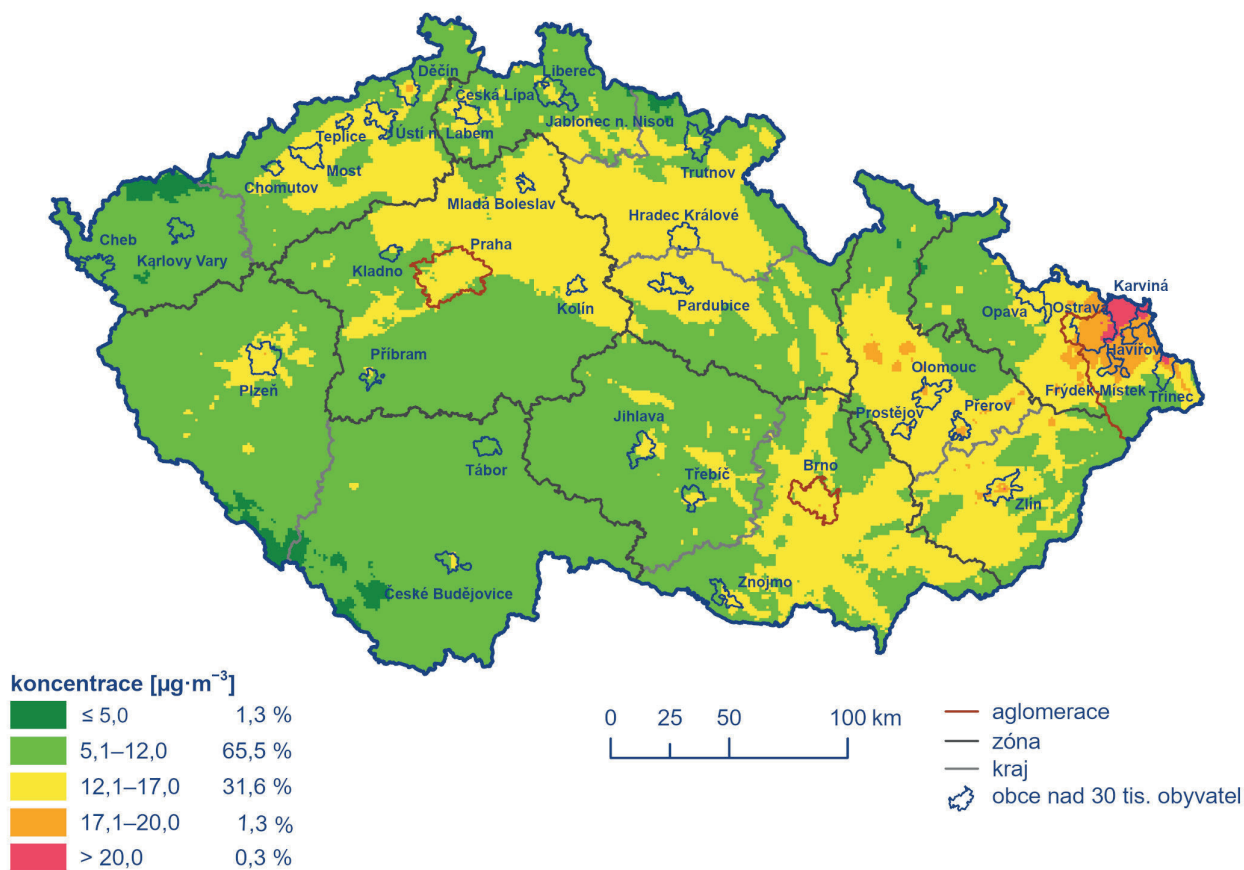
Průměrné měsíční koncentrace  $PM_{10}$  v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem (2011–2020) byly, s výjimkou června, nižší ve všech měsících roku. Pokles koncentrací  $PM_{10}$  na stanicích byl výrazný zejména v lednu (pokles téměř o  $13 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 40 %) a v listopadu (pokles téměř o  $11 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 36 %). Na začátku roku 2021 (leden–březen) panovaly standardní rozptylové podmínky s výjimkou února (zhoršené rozptylové podmínky), teplotně byly měsíce charakterizovány jako normální a srážkově normální až podnormální. Podmínky určující spotřebu paliv (emisní intenzitu), samočištění atmosféry a rozptyl znečišťujících látek v lednu–březnu 2021 tedy převážně byly průměrné až mírně zhoršené. Přesto průměrné měsíční koncentrace suspendovaných částic v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 klesly, ačkoliv vzhledem k výše popsaným podmínkám by bylo možné předpokládat jejich nárůst k úrovním nebo nad úrovně průměrných desetiletých koncentrací. Tento pokles koncentrací poukazuje na snižující se produkci emisí suspendovaných částic díky postupné modernizaci emisních zdrojů (velké zdroje v souvislosti s uplatňováním BAT, kotle vytápějící domácnosti tuhými palivy, obnova vozového parku). Nižší průměrné měsíční koncentrace  $PM_{10}$  v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 byly zaznamenány i v teplotně a srážkově podnormálním dubnu, kdy lze ještě předpokládat částečný vliv emisí z lokálních topenišť.

Závěr roku (říjen–prosinec) byl teplotně a srážkově normální, pouze říjen je hodnocen jako srážkově podnormální. Rozptylové podmínky v porovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 byly charakterizované jako standardní, nicméně v lednu došlo k méně častému výskytu nepříznivých podmínek v porovnání s desetiletými hodnotami a v říjnu a listopadu roku 2021 k výskytu nepříznivých podmínek nedošlo (Obr. III.3 a III.4). Na poklesu měsíčních koncentrací se v těchto měsících tedy podílely i relativně lepší rozptylové podmínky. V prosinci byly zaznamenány nepříznivé rozptylové podmínky, koncentrace  $PM_{10}$  stouply nad hodnotu IL, následkem čehož byla vyhlášena jedna smogová situace na území aglomerace O/K/F-M bez Třinecka ve dnech 27.–29. 12. 2021 (viz kap. VI).

Pro letní období roku (duben–září) jsou typické koncentrace na nižší úrovni, kdy dochází k útlumu sezonních zdrojů.



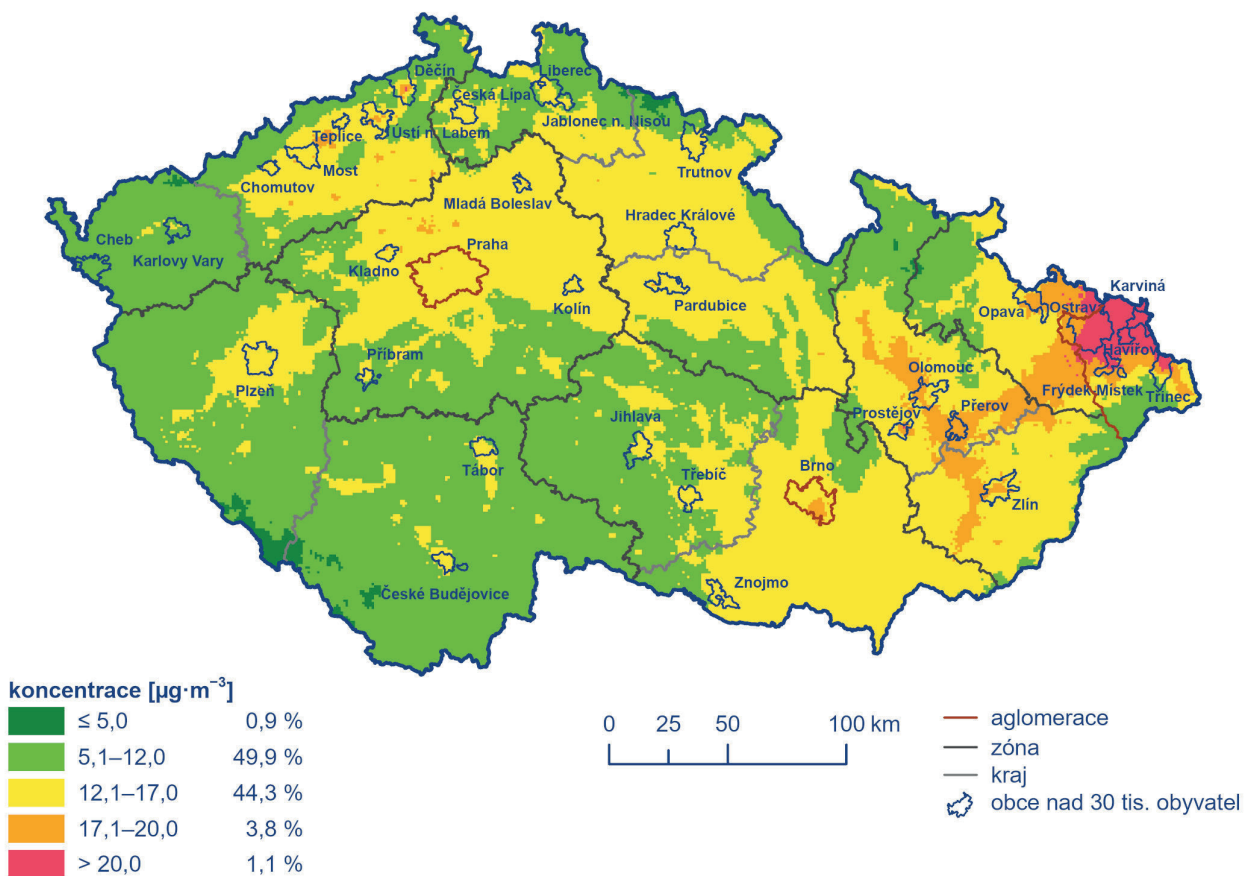
Obr. IV.1.11 Roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



Obr. IV.1.12 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$ , 2021



Obr. IV.1.13 Roční průměrné koncentrace PM<sub>2,5</sub> na vybraných stanicích, 2011–2021



Obr. IV.1.14 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací PM<sub>2,5</sub>, 2017–2021



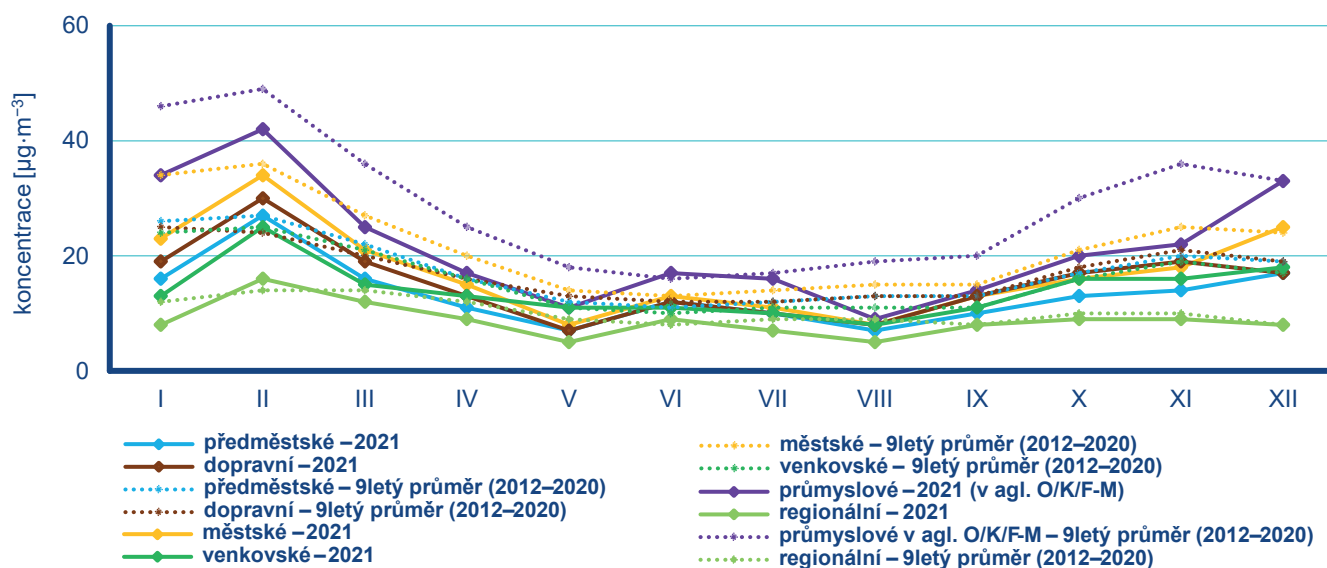
Koncentrace jsou ovlivněny zejména výskytem sucha, které vede k prašnosti a následnému navýšení koncentrací částic v ovzduší. Nejnižší průměrná měsíční koncentrace byla v roce 2021 naměřena v květnu a srpnu. V květnu navíc panovaly výrazně lepší rozptylové podmínky. Naopak nárůst koncentrací v červnu pravděpodobně souvisí s nízkým množstvím srážek v prvních dvou třetinách měsíce a silně nadnormální teplotou.

V roce 2021, podobně jako v roce 2020, byly na území ČR vyhlášeny nouzové stavy v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2. Z hlediska potenciální změny kvality ovzduší na území ČR byl nejvýznamnější měsíc březen, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy. Vzhledem k heterogenní skladbě emisních zdrojů PM<sub>10</sub> a jejich silnému vztahu s rozptylovými a meteorologickými podmínkami nelze očekávat v důsledku opatření nou-

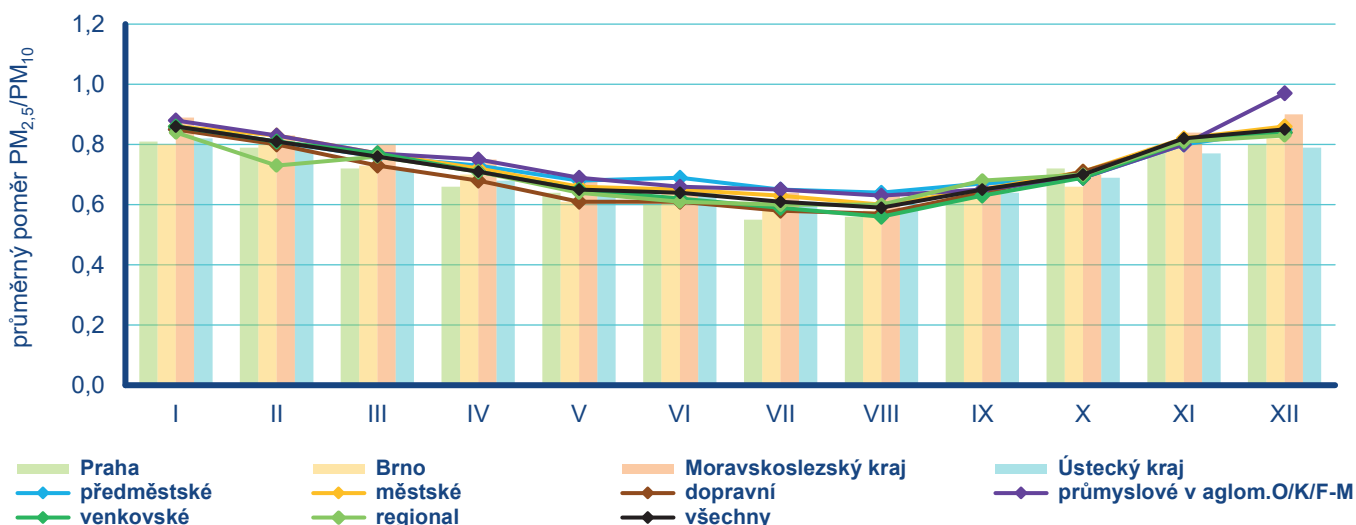
zového stavu významné změny koncentrací. Na jedné straně docházelo k poklesu emisí suspendovaných částic a oxidů dusíku (prekurzorů sekundárních suspendovaných částic) z dopravy, na druhé straně pravděpodobná vyšší intenzita vytápění v důsledku setrvání obyvatelstva v domácím prostředí vedla k vyšším emisím částic z lokálních topenišť (ČHMÚ 2020). Podrobnější vyhodnocení vlivu nouzového stavu na změnu kvality ovzduší v ČR lze nalézt v ČHMÚ (2021).

### 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>3</sup> byl v roce 2021 překročen na 9 z 93 stanic (9,7 %). Všechny stanice (s výjimkou městské pozadové stanice Zlín-ZŠ Kvítkova) s nad-



Obr. IV.1.15 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM<sub>2,5</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2021



Obr. IV.1.16 Průměrné měsíční poměry koncentrací PM<sub>2,5</sub>/PM<sub>10</sub>, 2021

3 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>.

limitní roční průměrnou koncentrací  $PM_{2,5}$  v roce 2020 leží na území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.11). Pro srovnání s minulými lety lze konstatovat, že z hlediska imisního limitu platného do roku 2019 ( $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) by v roce 2021 došlo k překročení pouze na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, kde byla naměřena roční průměrná koncentrace  $26,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Druhá nejvyšší koncentrace byla naměřena na stanici Věřňovice ( $24,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{2,5}$  byl v roce 2021 překročen na 0,3 % území s cca 1,5 % obyvatel (Obr. IV.1.12). V roce 2020 se jednalo o 0,04 % území ČR s cca 0,2 % obyvatel.

Nadlimitní roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  byly v hodnoceném období 2011–2021 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).

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. Nejvyšší koncentrace byly měřeny v únoru. Průměrné měsíční koncentrace  $PM_{2,5}$  v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem (2011–2020) byly, s výjimkou června, nižší ve všech měsících roku. Pokles koncentrací  $PM_{10}$  na stanicích byl výrazný zejména v lednu (pokles o  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 38 %), březnu (pokles o  $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 25 %), srpnu (pokles o  $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 45 %) a v listopadu (pokles téměř o  $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 27 %).

### 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 2021 se tento poměr pohyboval v průměru z 68 stanic v ČR, kde se současně měří  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  a stanice mají dostatečný počet měření pro toto hodnocení, v rozmezí 0,59 (červenec) až 0,86 (leden). V Praze a Brně, kde je roční chod ovlivněn vysokým podílem dopravních lokalit, byl tento poměr v rozmezí 0,55 (červenec) až 0,81 (únor) a 0,58 (srpen) až 0,82 (prosinec). V Moravskoslezském kraji byl tento poměr v rozmezí 0,63 (srpen) až 0,90 (prosinec) a v Ústeckém kraji 0,59 (srpen) až 0,82 (leden). Při porovnání poměru frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  podle klasifikace lokalit je na venkovských lokalitách poměr v rozmezí 0,56 (srpen) až 0,86 (leden), na městských pozadových 0,60 (srpen) až 0,86 (leden, prosinec), na předměstských pozadových 0,64 (srpen) až 0,85 (leden, prosinec), na dopravních lokalitách je poměr v rozmezí 0,57 (srpen) až 0,85 (leden) a na průmyslových 0,63 (srpen) až 0,97 (prosinec).

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 2021 zjištěn, bez ohledu na charakter lokality, v měsíci únoru. K tomu-

to 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).

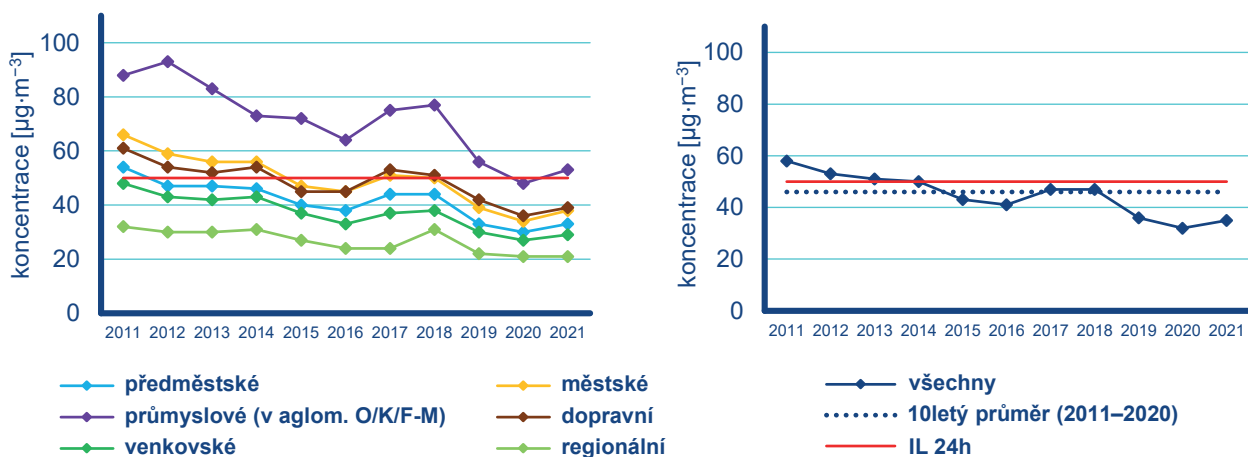
Na dopravních lokalitách je poměr  $PM_{2,5}$  vůči  $PM_{10}$  nejnižší. Při spalování paliv v dopravě se emitované částice nalézají především ve frakci  $PM_{2,5}$ , a poměr by měl tudíž být u dopravních lokalit vysoký. To, že tomu tak není, zdůrazňuje význam větších částic vířených z povrchu vozovky, 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 abraze 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.

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

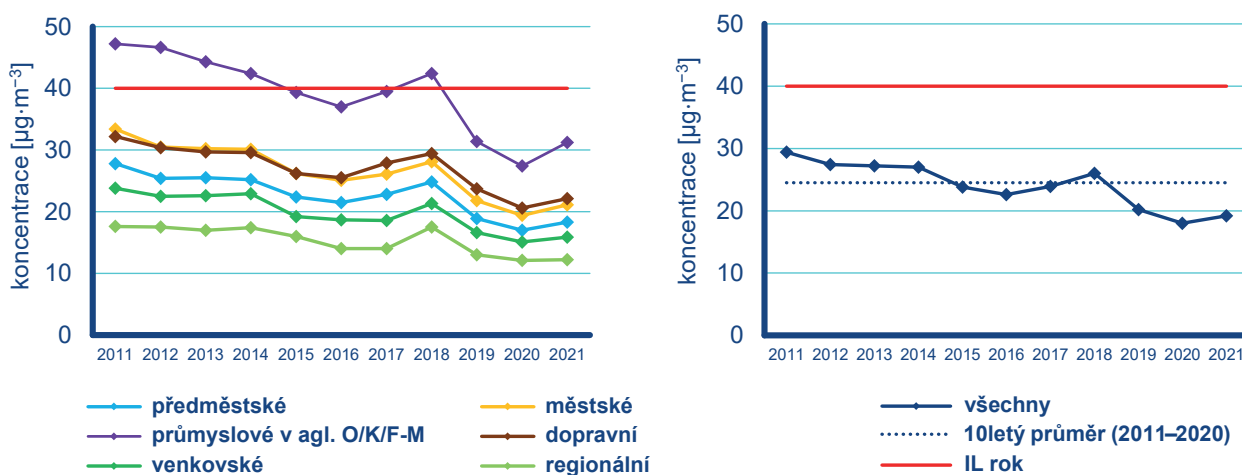
Vývoj koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$  na jednotlivých typech stanic je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2011–2021.

36. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2011–2021 pohybovala v rozmezí od cca 32 do  $58 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.17). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2020, maximální v roce 2011. 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace  $PM_{10}$  v letech 2011–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 a 2020 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018 a 2019. Koncentrace v roce 2021 jsou v tomto období na druhé nejnižší úrovni po roce 2020, který byl z hlediska kvality ovzduší mimořádně příznivý. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $46 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) poklesly roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  v roce 2021 ( $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o téměř 24 %.

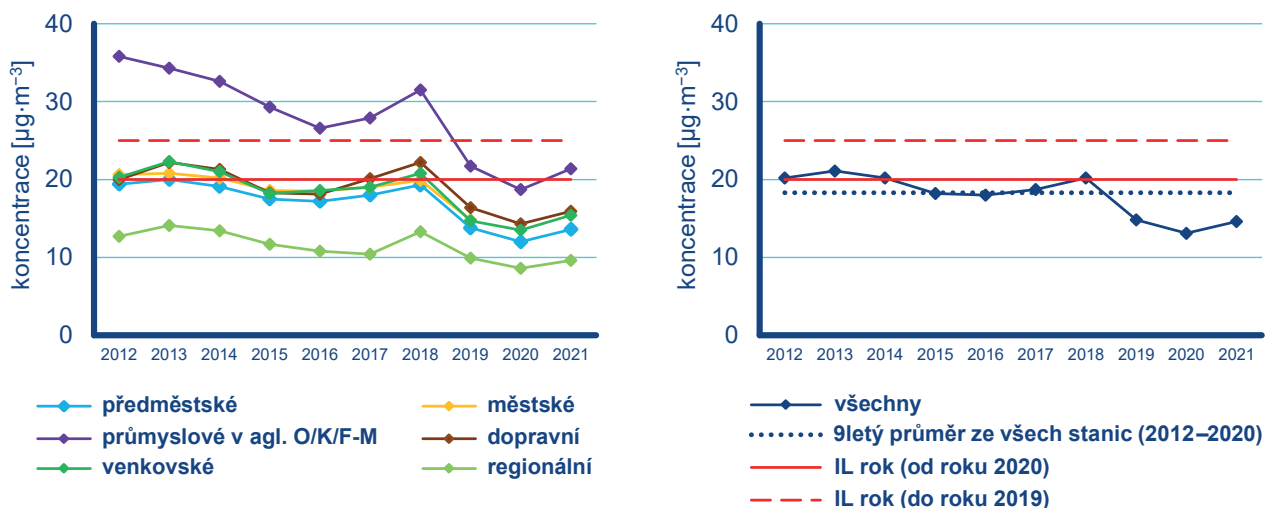
Roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2011–2021 pohybovaly v rozmezí od cca 18,0 do  $29,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.18). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2020, maximální v roce 2011. Vývoj ročních průměrných koncentrací je obdobný jako vývoj 36. nejvyšších 24hodinových koncentrací  $PM_{10}$ . Koncentrace v roce 2021 jsou v tomto období na druhé nejnižší úrovni po roce 2020, který byl z hlediska kvality ovzduší mimořádně příznivý. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $24,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za období 2011–2020) poklesla roční průměrná koncentrace  $PM_{10}$  v roce 2021 ( $19,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o téměř 22 %.



Obr. IV.1.17 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



Obr. IV.1.18 Roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



Obr. IV.1.19 Roční průměrné koncentrace PM<sub>2.5</sub> na jednotlivých typech stanic, 2012–2021

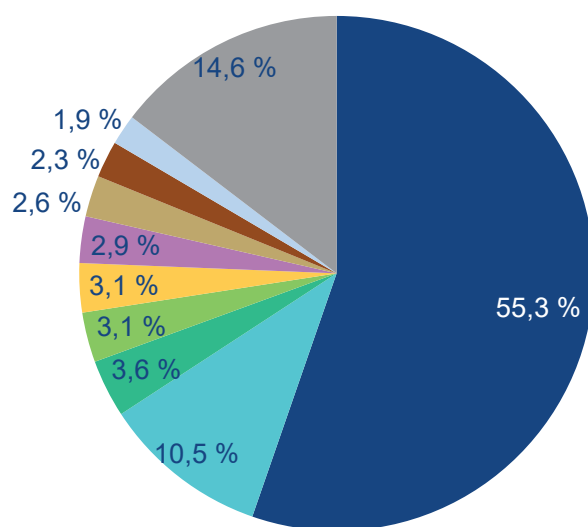
Dlouhodobější vývoj ročních průměrných koncentrací  $PM_{2,5}$  lze hodnotit za posledních devět let (z hlediska dostupnosti dat a ucelených časových řad na měřicích stanicích). Roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  se v letech 2012–2021 pohybovaly v rozmezí od cca 13,1 do 20,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.19). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2020, maximální v letech 2012 a 2018. Oproti devítiletému průměru koncentrací ze všech stanic (18,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za období 2012–2020) poklesla roční průměrná koncentrace  $PM_{2,5}$  v roce 2020 (14,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 20 %.

Pokračující pokles koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  lze 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). Vliv opatření spojených s nouzovými stavy vyhlášenými na území ČR v souvislosti s výskytem koronaviru SARS-CoV-2 na změnu koncentrací suspendovaných částic je neprůkazný.

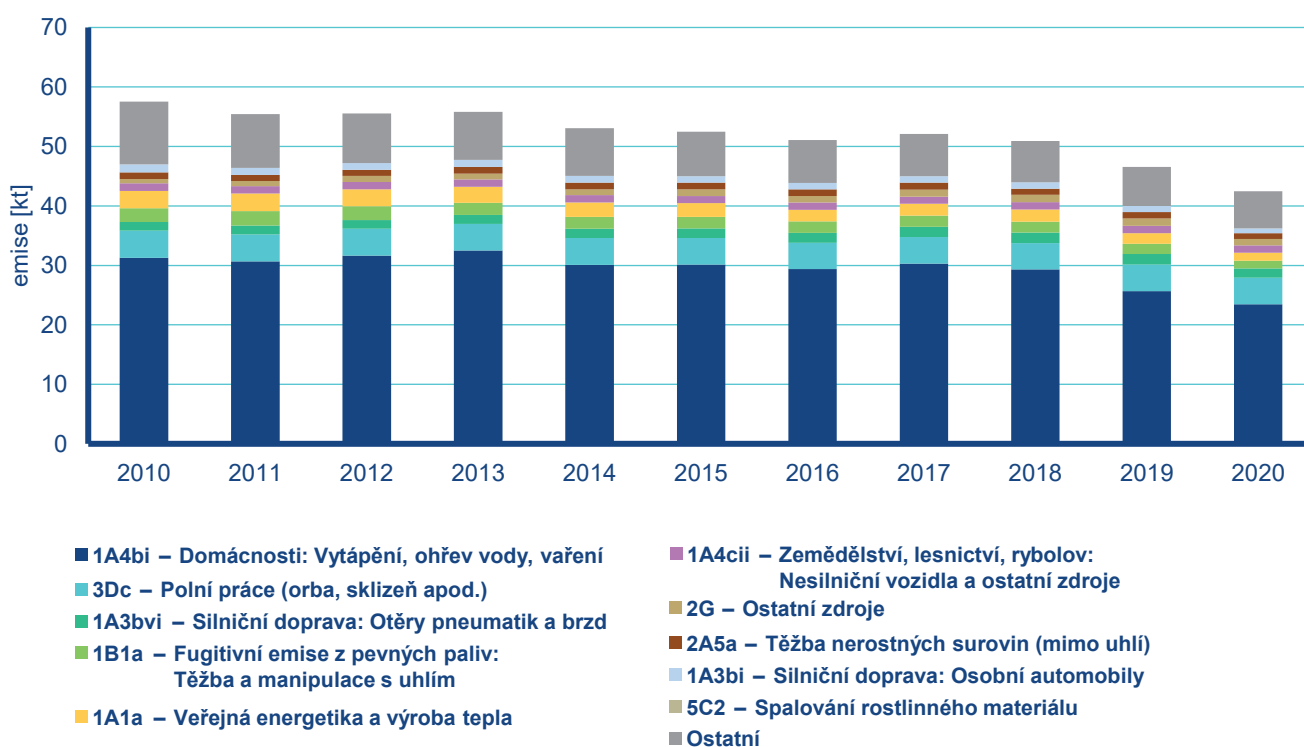
### IV.1.3 Emise $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$

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).

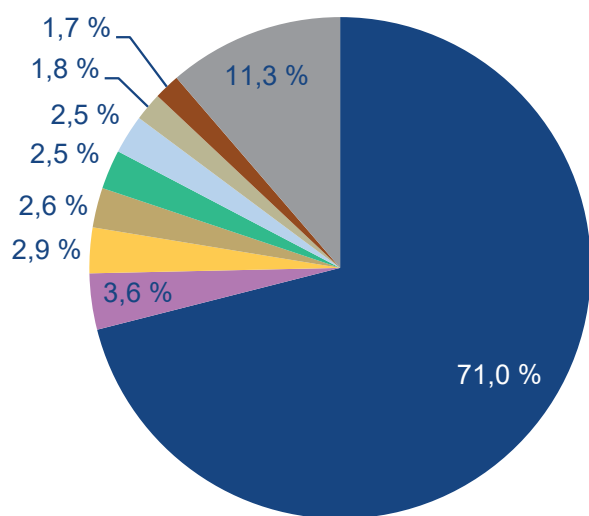


Obr. IV.1.20 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{10}$  v roce 2020



Obr. IV.1.21 Celkové emise  $PM_{10}$  v letech 2010–2020

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 komíny nebo výduchy (průmyslové výroby, vytápění domácností, výfukové emise z dopravy), pochází významné množství emisí TZL ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prašných materiálů, manipulace s prašnými 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 (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

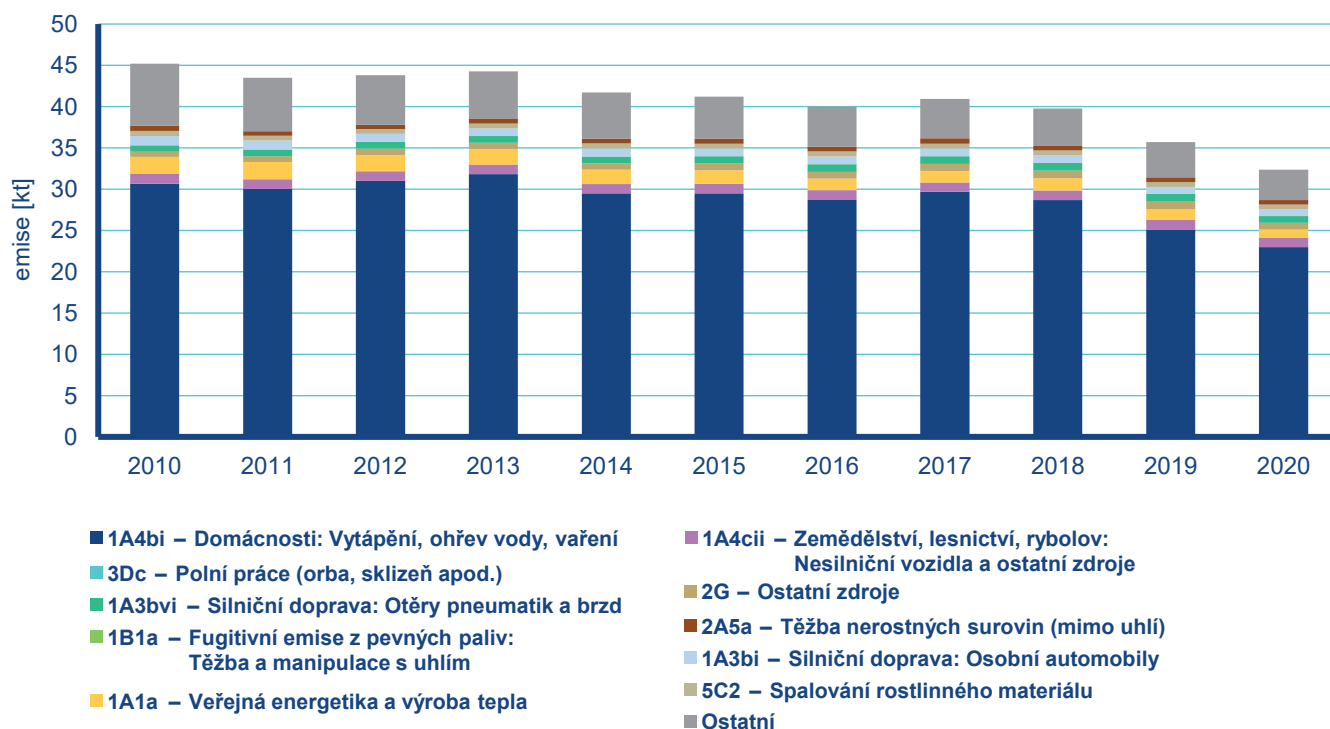


Obr. IV.1.22 Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM, 2020

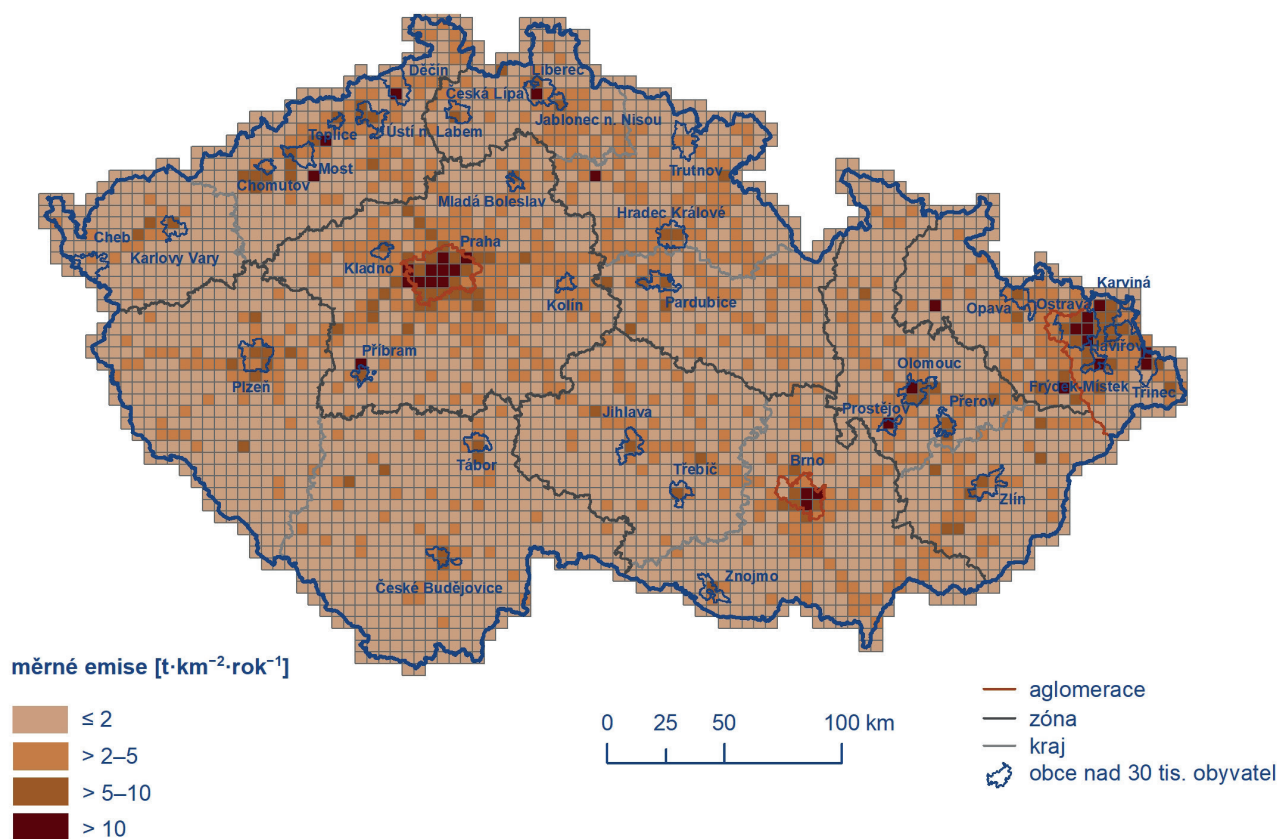
Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2020 (Obr. IV.1.20 a Obr. IV.1.22) patřil sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se podílel na znečišťování ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami  $PM_{10}$  55,3 % a  $PM_{2,5}$  71 %. Mezi další významné zdroje emisí  $PM_{10}$  patřil sektor 3Dc – Polní práce, kde tyto emise vznikají při zpracování půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 10,5 % emisí  $PM_{10}$ . 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 2022d) se na emisích  $PM_{10}$  v roce 2020 podílely 11,7 % a na emisích  $PM_{2,5}$  11,8 %.

Spotřebu pevných paliv v domácnostech, která se významnou měrou podílí na vývoji emisí, lze v období 2010–2020 charakterizovat rostoucím trendem, souvisejícím pravděpodobně s ekonomickou situací. Nicméně proti tomuto vlivu působila přirozená obnova vozového parku, snížení zemědělské produkce a především aplikace nejlepších dostupných technik pro snižování emisí TZL (tkaninové filtry) v energetice a průmyslu. Celkové emise  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  mají proto téměř v celém období 2010–2020 klesající trend (Obr. IV.1.21 a Obr. IV.1.23).

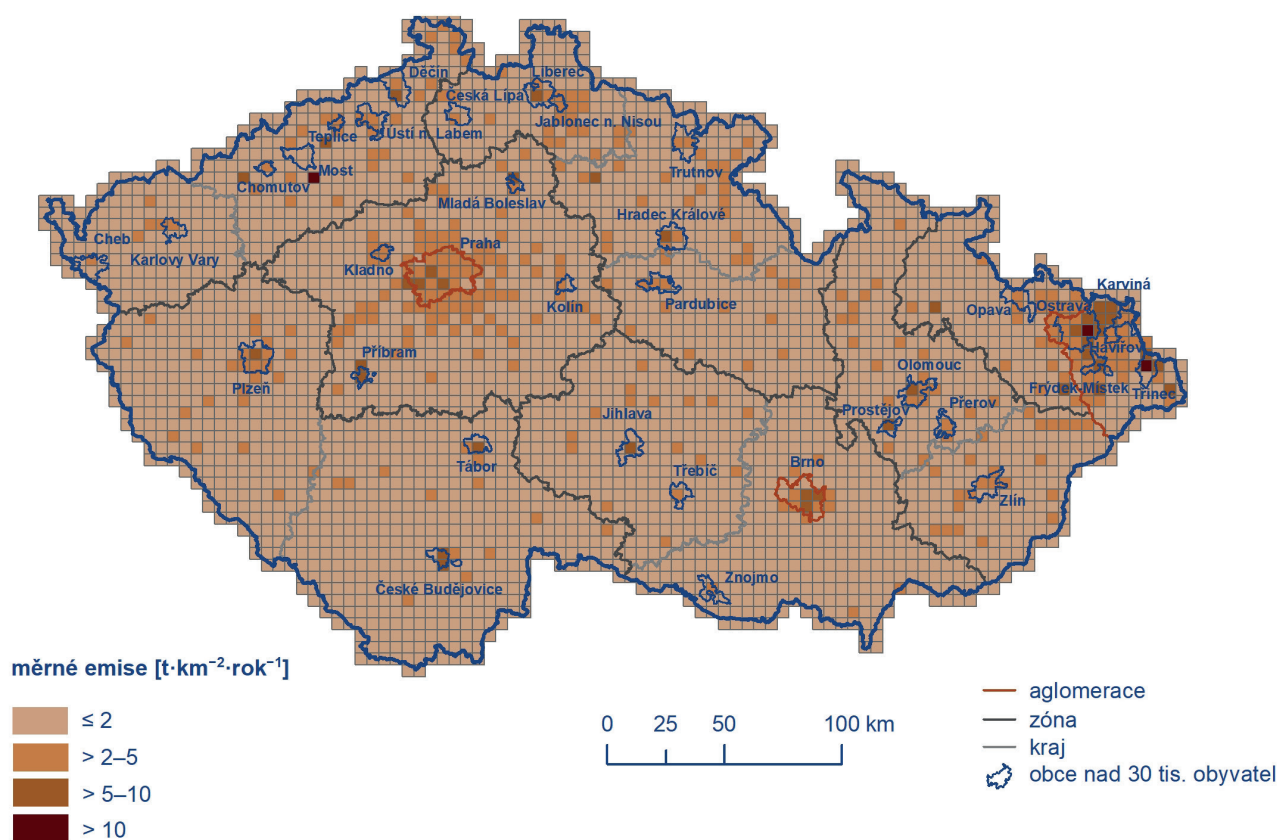
V jednotlivých oblastech ČR se podíl sektorů na celkových emisích liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Vzhledem k tomu, že hlavní zdroj emisí  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  představuje lokální vytápění, je i produkce emisí těchto látek rozložena po celém území ČR s obytnou zástavbou. V území ČR emisně vynikají lokality, ve kterých probíhá těžba hnědého uhlí a jsou provozovány významné energetické zdroje využívající pevná fosilní paliva (Ústecký a Moravskoslezský kraj). Podíl emisí suspendovaných částic z dopravy je vyšší především ve velkých městech (Obr. IV.1.24 a Obr. IV.1.25).



Obr. IV.1.23 Celkové emise  $PM_{2,5}$ , 2010–2020



Obr. IV.1.24 Celkové emise  $PM_{10}$  v rozlišení  $5 \times 5$  km, 2020



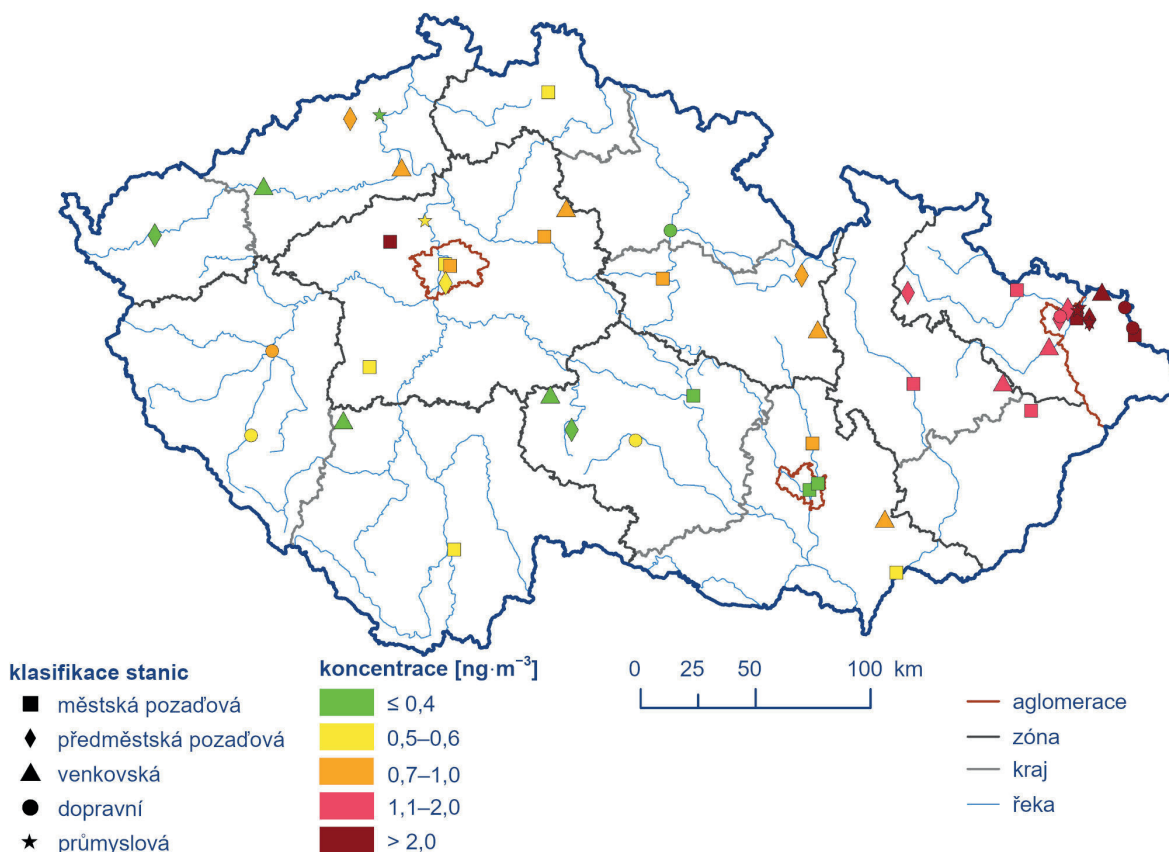
Obr. IV.1.25 Celkové emise  $PM_{2.5}$  v rozlišení  $5 \times 5$  km, 2020

## IV.2 Benzo[a]pyren

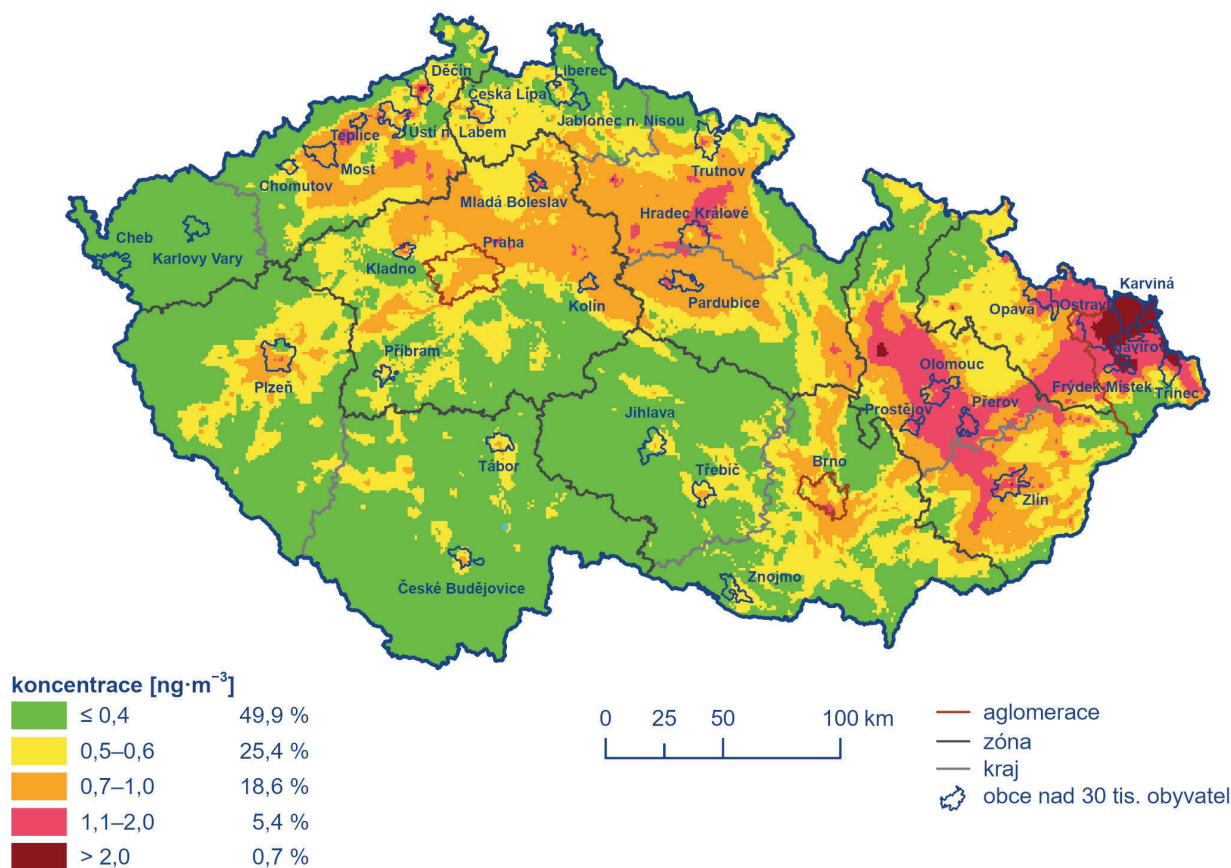
### IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2021

Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. V roce 2021 překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit ( $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) na 40 % stanic, tj. na 19 z celkového počtu 49 stanic s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení (Obr. IV.2.1). Plocha s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu byla v roce 2021 vymezena na 6,1 % plochy území ČR, kde žije přibližně cca 20 % obyvatel ČR (Obr. IV.2.2). Plocha s nadlimitními koncentracemi byla v roce 2021 druhá nejmenší za posledních pět let. K největšímu meziročnímu zvětšení plochy s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu došlo na území Zlínského a Olomouckého kraje. Nejvíce zatíženými oblastmi s nejvyššími hodnotami koncentrací benzo[a]pyrenu z dlouhodobého hlediska zůstávají kraje Moravskoslezský, Zlínský a Olomoucký (Obr. IV.2.3). Nicméně k překračování ročního imisního limitu benzo[a]pyrenu ve spojitosti s lokálním vytápěním dochází i v řadě měst a obcí mimo zmíněné nejzatíženější kraje.

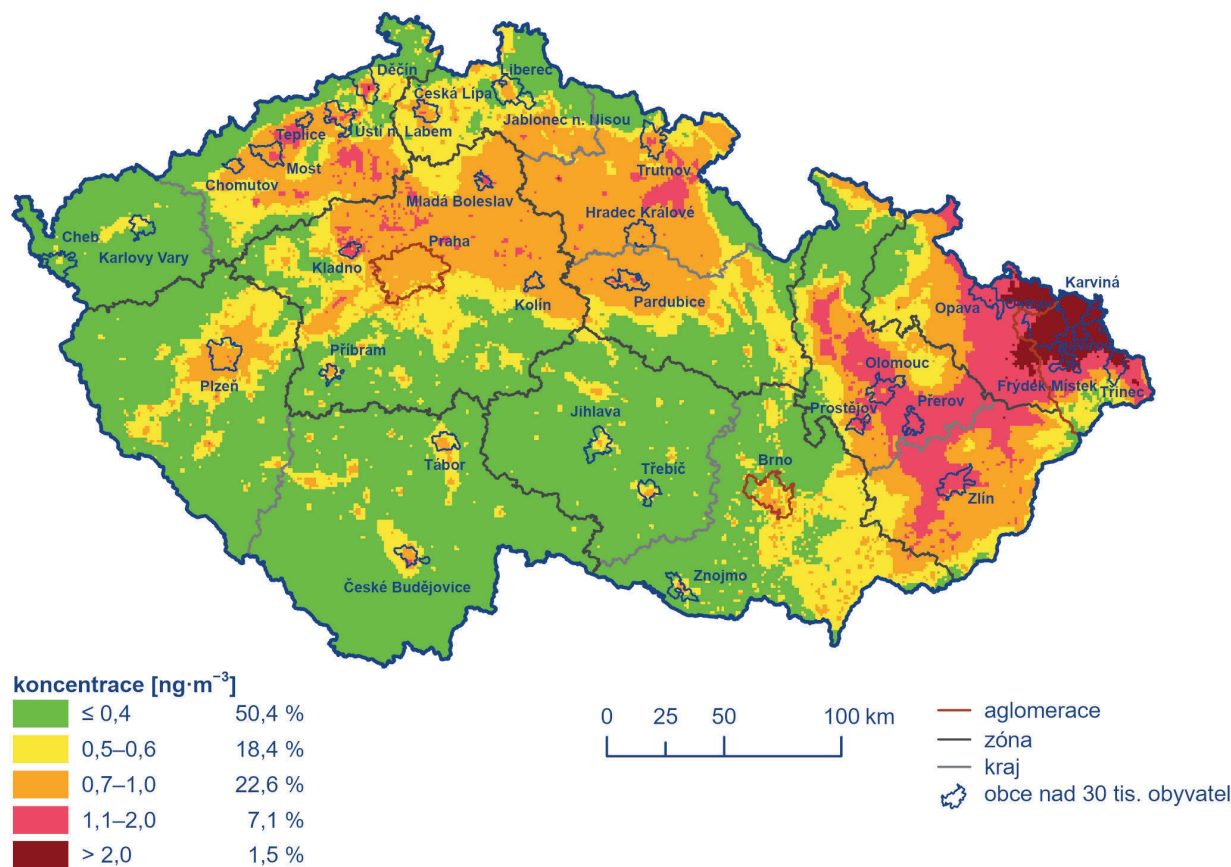
Nejvyšší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu jsou dlouhodobě zaznamenávány na všech typech stanic na celém území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.2.4). Vysoké nadlimitní koncentrace benzo[a]pyrenu se zde vyskytují ve spojitosti s nejvyšším emisním zatížením v rámci ČR (z různých typů zdrojů), včetně vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Stejně jako v minulých letech, i v roce 2021 byla nejvyšší roční průměrná koncentrace benzo[a]pyrenu ( $8,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) zaznamenána na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, kde byl roční imisní limit benzo[a]pyrenu překročen téměř devítinásobně. Z výsledků provedené identifikace zdrojů znečišťování ovzduší s vyhodnocením příčin znečištění ovzduší ve východní části Ostravy v projektu ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (spolufinancován se státní podporou TA ČR v rámci programu Prostředí pro život) vyplývá, že na této stanici s omezenou reprezentativností řádově stovky metrů od stanice (odpovídající klasifikaci a účelu stanice) znečištění benzo[a]pyrenem pochází převážně z areálu hutního podniku Liberty Ostrava a. s. (asi dvě třetiny v chladné části roku) a téměř celá zbývající část připadá na vytápění domácností (Seibert et al. 2022). Druhá nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu byla v rámci dotovaného rozšíření monitoringu Moravskoslezským krajem zjištěna na příhraniční venkovské stanici Věřňovice ( $6,8 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) (Hladký et al. 2022). V této lokalitě se projevuje kombinace vlivu znečištění ovzduší z jižního Polska a specifické zástavby malých sídel na české straně hranice spolu s často nepříznivými rozptylovými podmínkami v údolí řeky Olše. Znečištěné ovzduší benzo[a]pyrenem



Obr. IV.2.1 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021

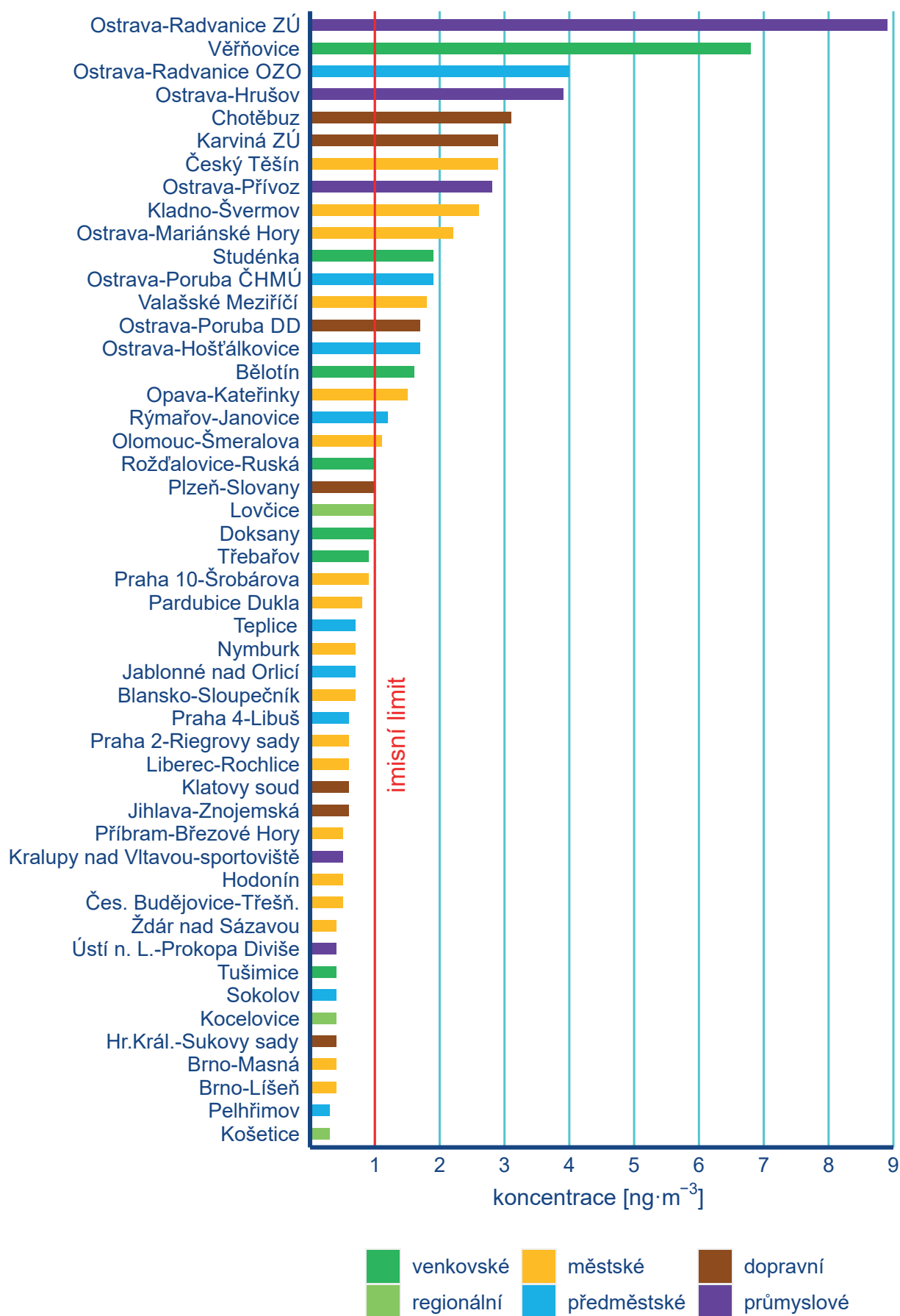


Obr. IV.2.2 Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2021



Obr. IV.2.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu, 2017–2021

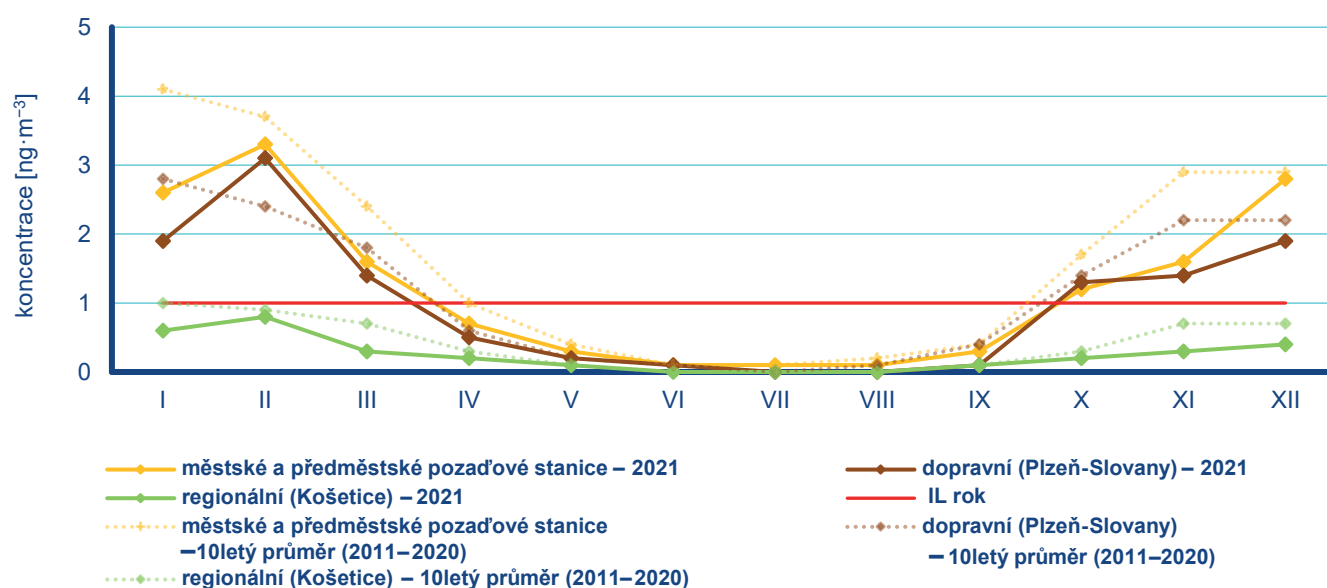




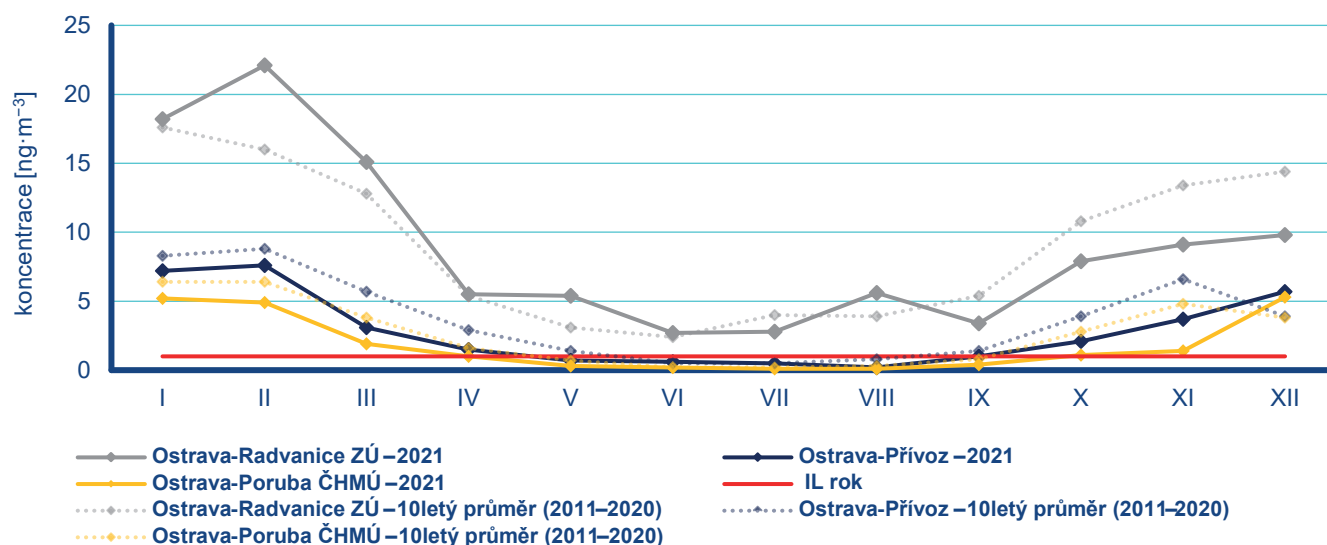
Obr. IV.2.4 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na měřicích stanicích, 2021

zde pochází z lokálního vytápění domácností uhlím (dvě třetiny až tři čtvrtiny průměrné roční koncentrace) a biomasou (necelých 20 % průměrné roční koncentrace). Nadlimitní hodnoty benzo[*a*]pyrenu byly naměřeny i na stanicích s nejnižšími koncentracemi benzo[*a*]pyrenu v aglomeraci O/K/F-M (Ostrava-Hošťalkovice a Ostrava-Poruba DD s hodnotami 1,7 resp. 1,6 ng·m<sup>-3</sup>). Koncentrace benzo[*a*]pyrenu, které překračují imisní limit, byly naměřeny na všech stanicích monitorujících koncentrace benzo[*a*]pyrenu v Moravskoslezském, Olomouckém a Zlínském kraji. Mimo nejzatíženější oblast na Moravě jsou každoročně zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[*a*]pyrenu na Kladensku (stanice Kladno-Švermov – 2,6 ng·m<sup>-3</sup>) ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi v okolí měřicí stanice. Nadlimitní hodnoty lze však očekávat i v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy, kde se

benzo[*a*]pyren rutinně neměří. Naopak nízké roční průměrné koncentrace benzo[*a*]pyrenu byly zjištěny v aglomeraci Brno a v krajích Jihočeském a Karlovarském a v kraji Vysočina. Podlimitní hodnoty koncentrací benzo[*a*]pyrenu jsou zaznamenávány i ve velkých městech (Praha, Brno, Plzeň), tedy ve městech s vysokým podílem dálkového centrálního vytápění. Nejnižší průměrná roční koncentrace benzo[*a*]pyrenu byla naměřena na regionální stanici Košetice (0,3 ng·m<sup>-3</sup>), která monitoruje požadové 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 (např. přírodní horské oblasti).



**Obr. IV.2.5** Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu (průměry pro daný typ stanice), 2021 a v průměru let 2011–2021



**Obr. IV.2.6** Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[*a*]pyrenu na stanicích Ostrava-Radvanice, Ostrava-Přivoz a Ostrava-Poruba ČHMÚ, 2021 a v průměru let 2011–2021

Koncentrace benzo[a]pyrenu vykazují výrazný roční chod s nejvyššími hodnotami v zimním období (Obr. IV.2.5, Obr. IV.2.6), Důvodem vysokých koncentrací benzo[a]pyrenu v chladné části roku jsou emise ze sezonních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť, které jsou navíc umocněny působením nepříznivých meteorologických podmínek v tomto období. 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 paliv. 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 razantnímu poklesu emisí z antropogenních zdrojů (Li et al. 2009; Ludykar et al. 1999; Teixeira et al. 2012). V roce 2021 byly nejvyšší měsíční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na městských a předměstských lokalitách zaznamenány ve spojitosti se zhoršenými rozptylovými podmínkami v únoru a v prosinci, kdy se navíc hodnoty blížily k hodnotám desetiletého průměru (2011–2020) a na některých stanicích s dlouhou řadou měření došlo i k jejich překonání. Naopak výrazně nižší koncentrace benzo[a]pyrenu oproti desetiletému průměru 2011–2020 na městských a předměstských pozadových stanicích byly zjištěny v lednu a v listopadu (téměř o  $1,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 38 % respektive o  $1,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 44 %). Roční chod měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu 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 na průmyslových stanicích Ostrava-Přívaz a Ostrava-Radvanice, kde se kromě přeshraničního přenosu znečištění, typického pro celou oblast Ostravsko-Karvinska, projevuje enormní emisní zátěž 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 úroveň pozadových koncentrací ve městě Ostrava. Na stanici Ostrava-Přívaz byly měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru 2011–2020 ve všech měsících, vyjma června a prosince, nižší. Při porovnání s městskou pozadovou stanicí Ostrava-Poruba ČHMÚ jsou hodnoty na stanici Ostrava-Přívaz nepatrně vyšší, nicméně roční chod je na obou stanicích obdobný. Hodnoty měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ jsou několikanásobně vyšší než na stanici Ostrava-Přívaz i Ostrava-Poruba ČHMÚ a mají mírně odlišný roční průběh. Oproti dlouhodobému průměru 2011–2020 koncentrace benzo[a]pyrenu na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ kolísají. Největší pokles koncentrací benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru 2011–2020 na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byl zaznamenán v prosinci ( $4,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 32 % nižší) a v listopadu ( $4,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 32 %). Naopak největší nárůst koncentrací byl zaznamenán v únoru (o  $6,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 38 %) a v květnu ( $2,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 73 %). Denní koncentrace nad  $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  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 lokalitách. V prosinci byly stejně jako v předchozím roce na stanicích Ostrava-Poruba a Ostrava-Přívaz zaznamenány vyšší průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru 2011–2020. Na zvýšených prosincových koncentracích

benzo[a]pyrenu, kdy byla vyhlášena jediná smogová situace v roce 2021, se podílely zhoršené rozptylové a meteorologické podmínky v závěru roku.

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. ČHMÚ proto využívá tzv. systém rotujících stanic, který umožňuje 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 kapacitou laboratoří pro zpracování vzorků benzo[a]pyrenu. Nejistoty map jsou podrobně popsány v Příloze I.

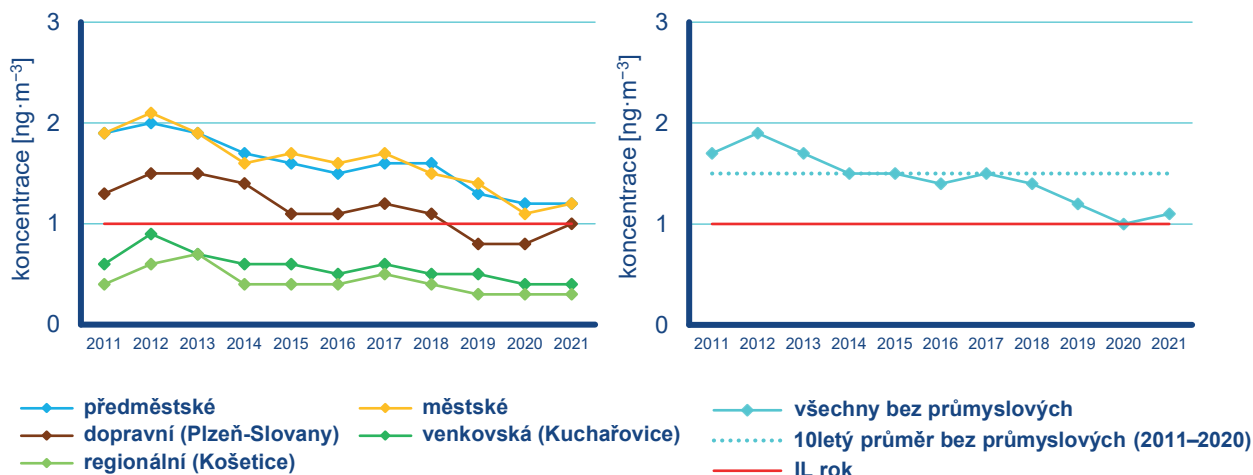
## IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu

Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic a v průměru pro všechny stanice je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2011–2021 (Obr. IV.2.7). 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 úroveň koncentrací v měsících během chladného období roku, jelikož v letních měsících jsou koncentrace benzo[a]pyrenu minimální. V hodnoceném období byly zaznamenány nejvyšší roční koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2012 spojené s opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v chladném období roku. Od roku 2012 do roku 2016 je možné pozorovat pozvolný pokles či stagnaci koncentrací benzo[a]pyrenu. Nepatrný nárůst koncentrací benzo[a]pyrenu v roce 2017 byl spojen s nepříznivými rozptylovými podmínkami v chladné části roku. Během let 2018 až 2020 koncentrace benzo[a]pyrenu opět klesaly. Po rekordně příznivém roce 2020 z pohledu kvality ovzduší byly koncentrace BaP v roce 2021 nepatrně vyšší, nicméně i přesto byly koncentrace BaP v roce 2021 v průměru o cca 20 % nižší ( $0,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) oproti desetiletému průměru 2011–2020. Roční průměrná koncentrace benzo[a]pyrenu v průměru pro všechny stanice v roce 2021 byla v hodnoceném období druhá nejnižší.

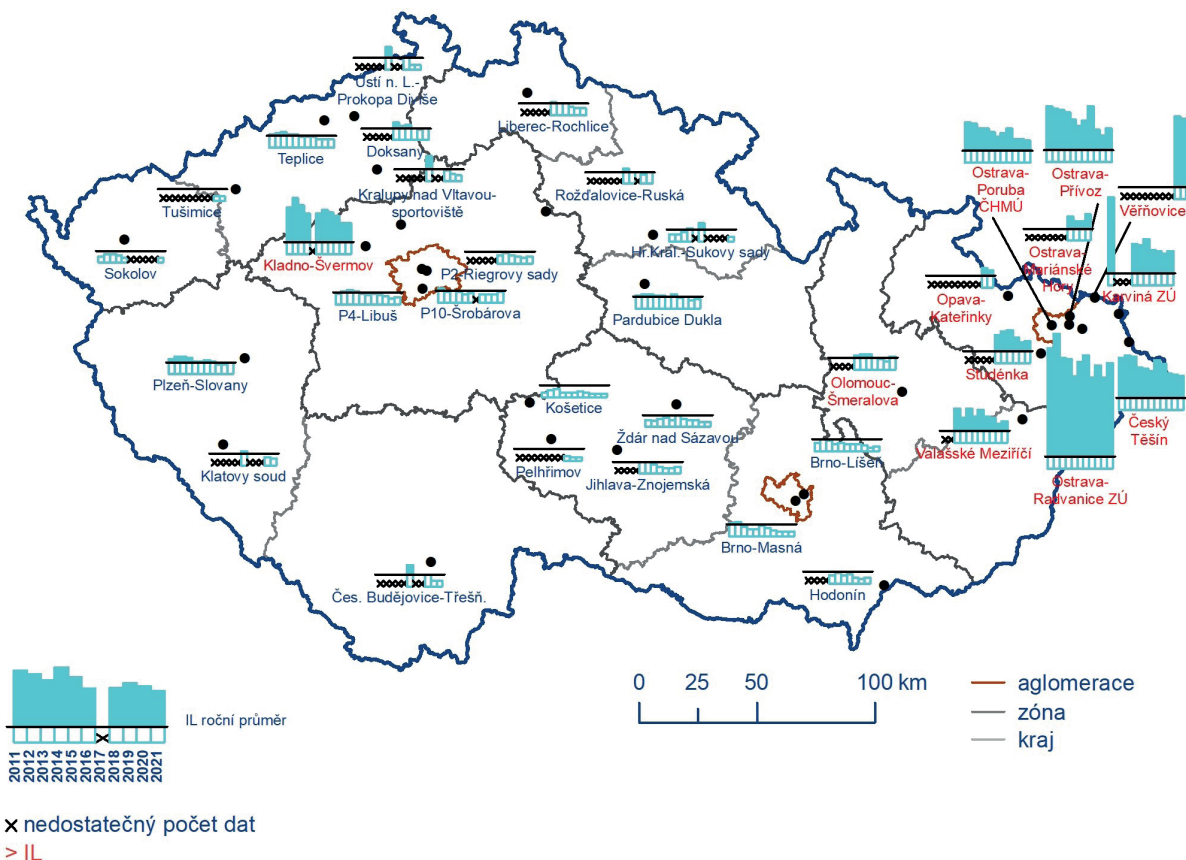
Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu na stanicích během hodnoceného období kolísají a v oblastech největšího imisního zatížení (aglomerace O/K/F-M a Kladensko) dochází k jejich poklesu (Obr. IV.2.8). Meziroční variabilita je ovlivněna zejména meteorologickými podmínkami v chladné části roku. V meziročním srovnání 2020/2021 koncentrace benzo[a]pyrenu stouply na více než polovinu stanic, které měly data pro oba porovnávané roky (tj. na 28 z 38 stanic). Nejvyšší meziroční nárůst zaznamenaly stanice Ostrava-Radvanice ZÚ (o  $1,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Ostrava-Hrušov (o  $1,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ), obě v závětiř průmyslových zdrojů znečišťování benzo[a]pyrenu v Ostravě.

V případě hodnocení benzo[a]pyrenu došlo k nepatrnému meziročnímu nárůstu ročních průměrných koncentrací a roční imisní limit byl překročen v mnoha oblastech ČR. V řadě měst a obcí v souvislosti s lokálním vytápěním se stále vyskytují nadlimitní koncentrace benzo[a]pyrenu. Nicméně v porovnání s dlouhodobým desetiletým průměrem 2011–2020 byly naměřené koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2021 nižší. Ke zlepšení situace při-

spěl zejména méně častý výskyt nepříznivých podmínek v lednu a v listopadu v porovnání s desetiletými hodnotami, 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 (Novák a Plachá eds. 2021).



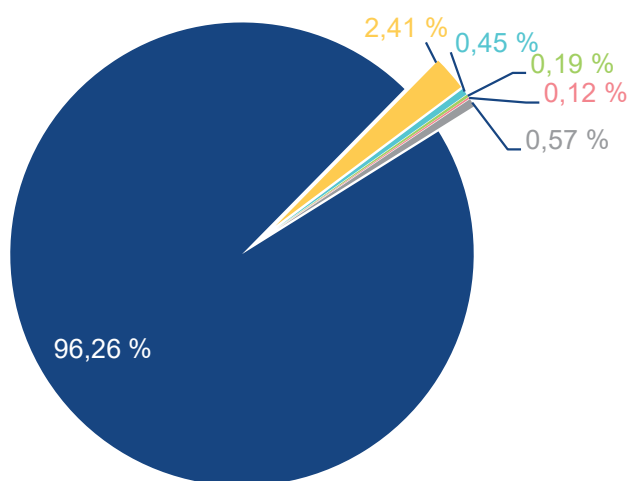
Obr. IV.2.7 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



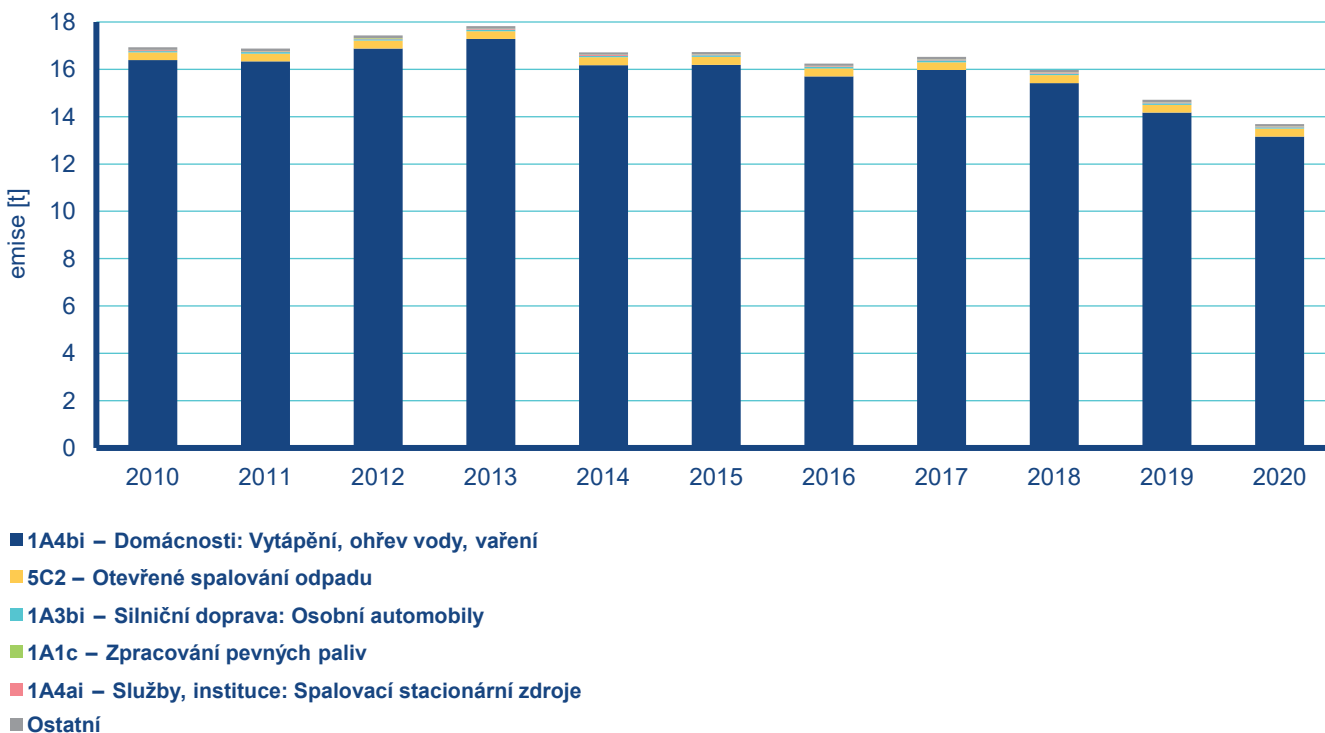
Obr. IV.2.8 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na vybraných stanicích, 2011–2021

### IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu

Emise PAH, z nichž je v oblasti kvality 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 ne-



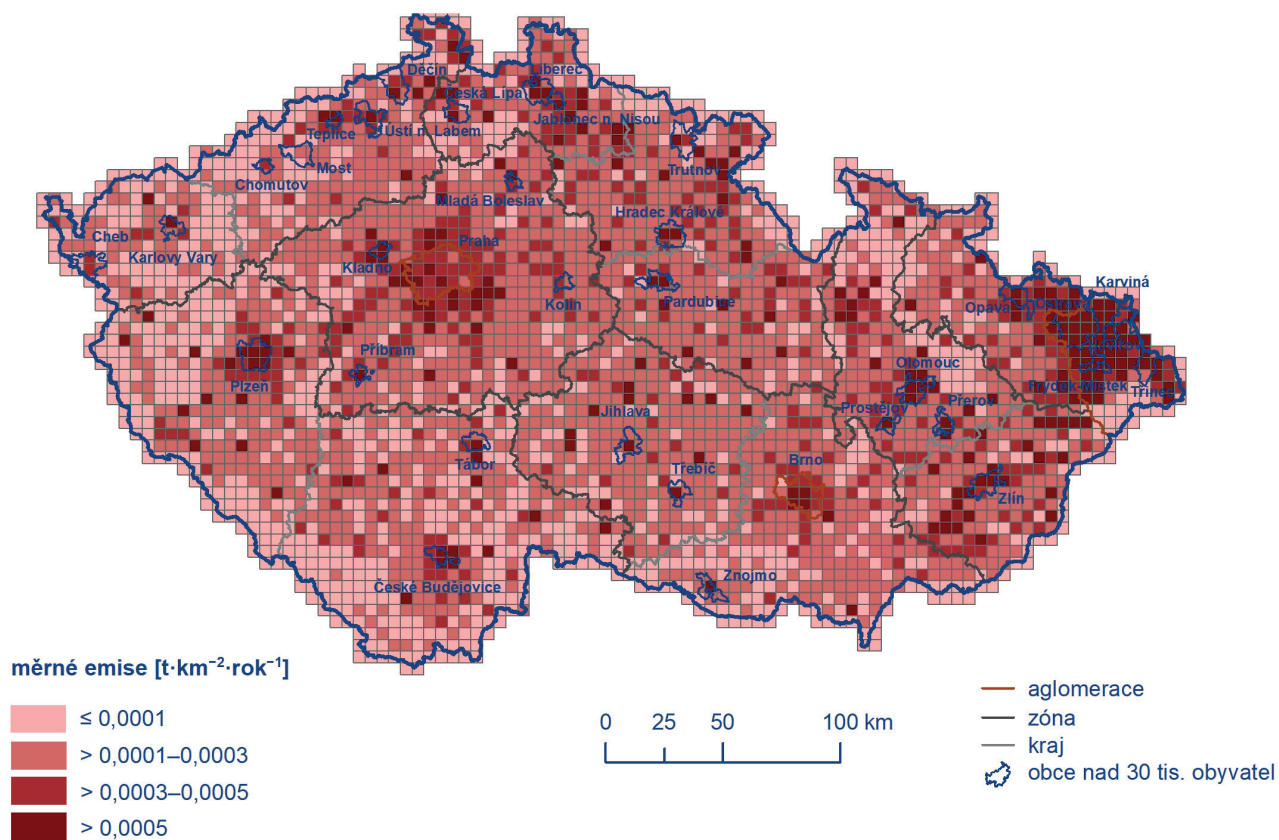
Obr. IV.2.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu, 2020



Obr. IV.2.10 Celkové emise benzo[a]pyrenu, 2010–2020

dokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. 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). Dalším významnějším zdrojem je spalování rostlinného materiálu (NFR 5C2), které se podílí v roce 2020 na celkových emisích 2,4 %. Vliv dopravy se uplatňuje především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a na území větších městských celků. Emise benzo[a]pyrenu z průmyslových zdrojů, především z koksoven, sice nepředstavují významný podíl na celkových emisích, ale v lokálním měřítku mohou i s ohledem na celoroční provoz zásadně ovlivňovat kvalitu ovzduší. Vývoj celkových emisí v letech 2010–2020 (Obr. IV.2.10) souvisí především se spotřebou pevných paliv v domácnostech, závislou na konkrétních teplotních podmínkách. Na snížení emisí v posledních letech se podílí také výměna starších kotlů, přechod na zemní plyn nebo na neemisní zdroje, zejména tepelná čerpadla.

Vzhledem k dominantnímu podílu sektoru 1A4bi jsou emise benzo[a]pyrenu rozloženy na území obydlené zástavby celé ČR (Obr. IV.2.11). Největšími emisemi benzo[a]pyrenu je zatížena aglomerace O/K/F-M. Důvodem je především vysoká hustota osídlení, vyšší podíl spalování černého uhlí v domácnostech v kotlích prohořivacího typu a rovněž hutní průmysl a výroba koksu v ČR.



**Obr. IV.2.11 Celkové emise benzo[a]pyrenu v rozlišení 5×5 km, 2020**

## IV.3 Oxidy dusíku

### IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2021

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  $\text{NO}_x$ .

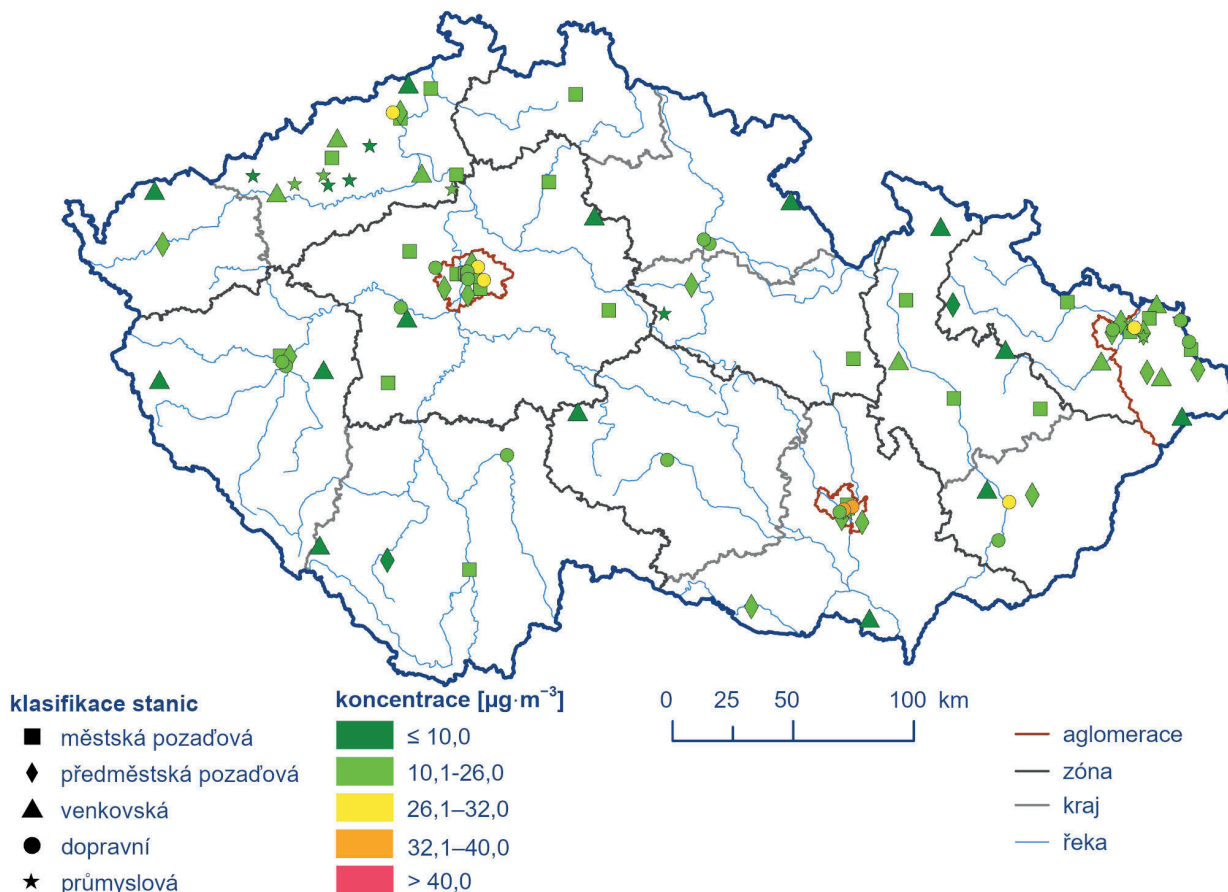
#### Znečištění ovzduší oxidem dusičitým v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

Imisní limit ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pro roční průměrnou koncentraci oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné stanici ČR, což nastalo spolu s rokem 2020 teprve podruhé za celou historii měření (tj. od 90. let minulého století) (Obr. IV.3.1). Vzhledem k výpadku měření kvůli technické závadě na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) v průběhu roku nebylo možné tuto

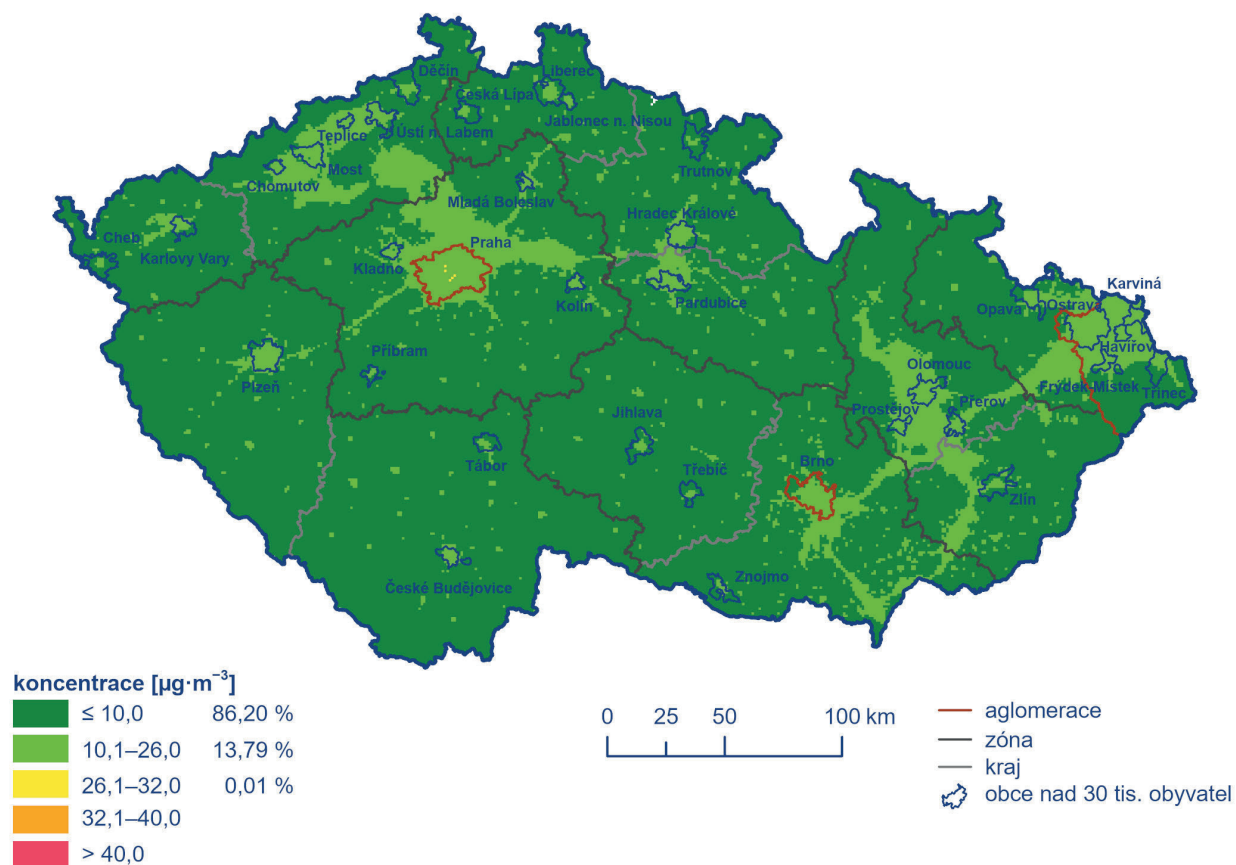
nejzatíženější stanici zařadit do hodnocení. Na této stanici jsou dlouhodobě měřeny nejvyšší hodnoty koncentrací  $\text{NO}_2$  ve spojitosti s vysokou intenzitou dopravy v bezprostřední blízkosti stanice a jejím umístěním v uličním kaňonu, kde je výrazně snížena možnost provětrávání. V případě celoročního měření bez technické závady zde nelze vyloučit možné překročení ročního imisního limitu  $\text{NO}_2$ . Nejvyšší hodnoty roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  byly tradičně zaznamenány na dopravních stanicích velkoměst, zejména v Praze a Brně. Vyšší koncentrace  $\text{NO}_2$  lze očekávat i v blízkosti frekventovaných komunikací v obcích a ve městech s intenzivní dopravou, kde často dochází ke snížení plynulosti dopravy. Nejnižší 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 2021 překročen na žádné stanici. Na jedné stanici (Ostrava-Poruba DD) byla jednou překročena hodnota hodinového imisního limitu  $\text{NO}_2$ .

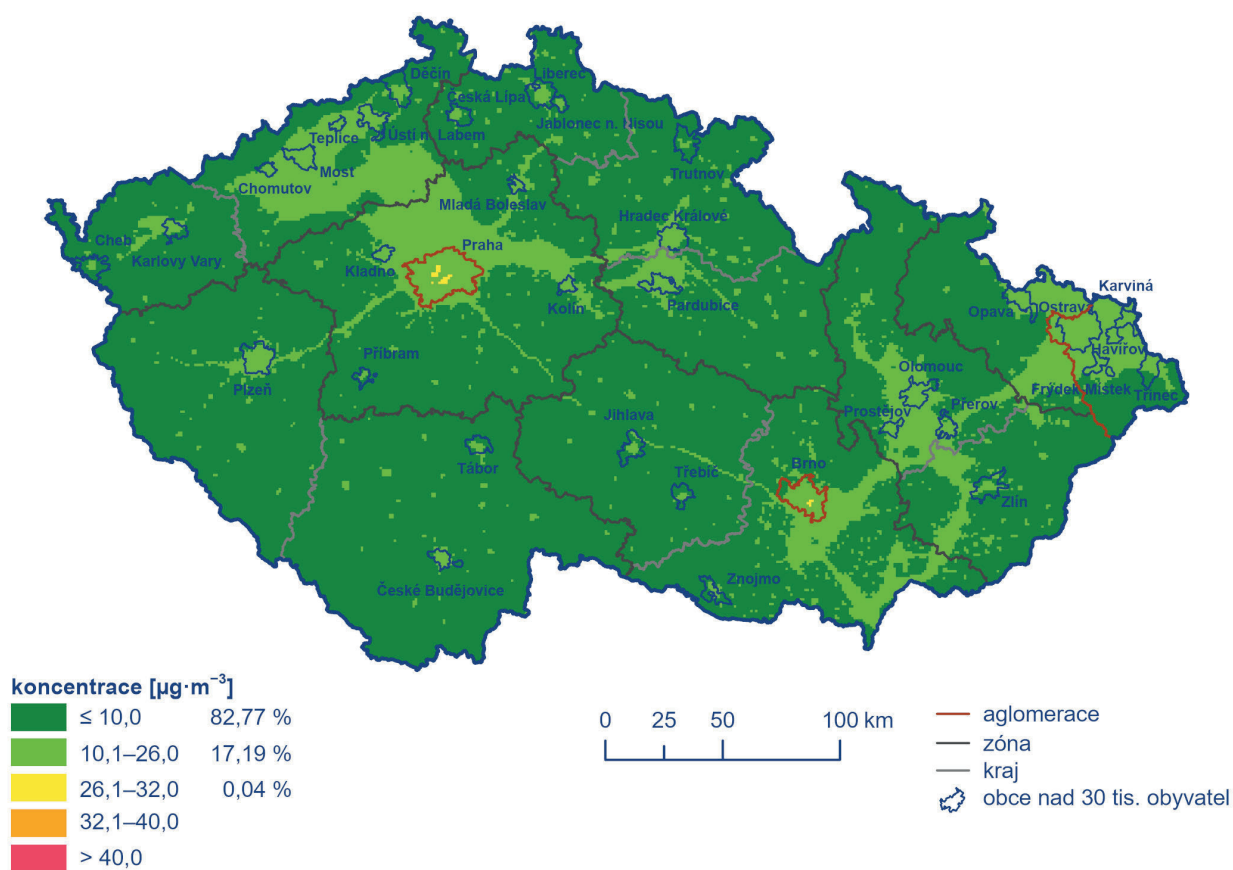
Modelovaná roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  nepřekročila  $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. hodnotu dolní meze pro posuzování, téměř na celém území ČR, vyjma center velkoměst (Obr. IV.3.2). Nicméně je důležité zmínit, že mapy koncentrací  $\text{NO}_2$  jsou připravovány v roz-



Obr. IV.3.1 Roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



Obr. IV.3.2 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$ , 2021



Obr. IV.3.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$ , 2017–2021



lišení  $1 \times 1$  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  $\text{NO}_2$  s rostoucí vzdáleností od komunikací. Z dlouhodobého pohledu (Obr. IV.3.3) jsou vyšší koncentrace odhadovány v centrech dopravně zatížených větších měst (Praha a Brno).

Roční chod měsíčních průměrných koncentrací je podobný na všech typech stanic. Na dopravních stanicích jsou sledovány v souvislosti se silným ovlivněním z blízkého emisního zdroje – dopravy nejvyšší hodnoty koncentrací  $\text{NO}_2$  (Obr. IV.3.4.). Jelikož je doprava hlavním zdrojem  $\text{NO}_2$ , 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  $\text{NO}_2$ . Důvodem tohoto poklesu je vyšší intenzita slunečního záření v tomto ročním období, která má za následek rozklad  $\text{NO}_2$  a jeho účast při fotochemických reakcích za 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 emisí  $\text{NO}_2$ . Na regionálních venkovských lokalitách, vzdálených od přímého působení emisních zdrojů, jsou hodnoty průměrné měsíční koncentrace  $\text{NO}_2$  nejnižší a pohybují se hluboko pod dolní mezí pro posuzování, a vykazují také méně výrazný roční chod. Nejvyšší měsíční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2021 byly naměřeny v únoru a přiblížily se, nebo dokonce převyšovaly hodnoty desetiletých průměrných koncentrací. Na zvýšení únorových koncentrací  $\text{NO}_2$  se podílela vyšší spotřeba zemního plynu na vytápění domů a bytů včetně ohřevu vody, ať už na centralizované nebo lokální úrovni v souvislosti s výskytem nízkých teplot v kombinaci s mírně nepříznivými až nepříznivými rozptylovými podmínkami. Naopak nejnižší měsíční koncentrace  $\text{NO}_2$  byly zaznamenány v červenci. V roce 2021 byly všechny měsíční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  vyjma února nižší v porovnání s desetiletým průměrem

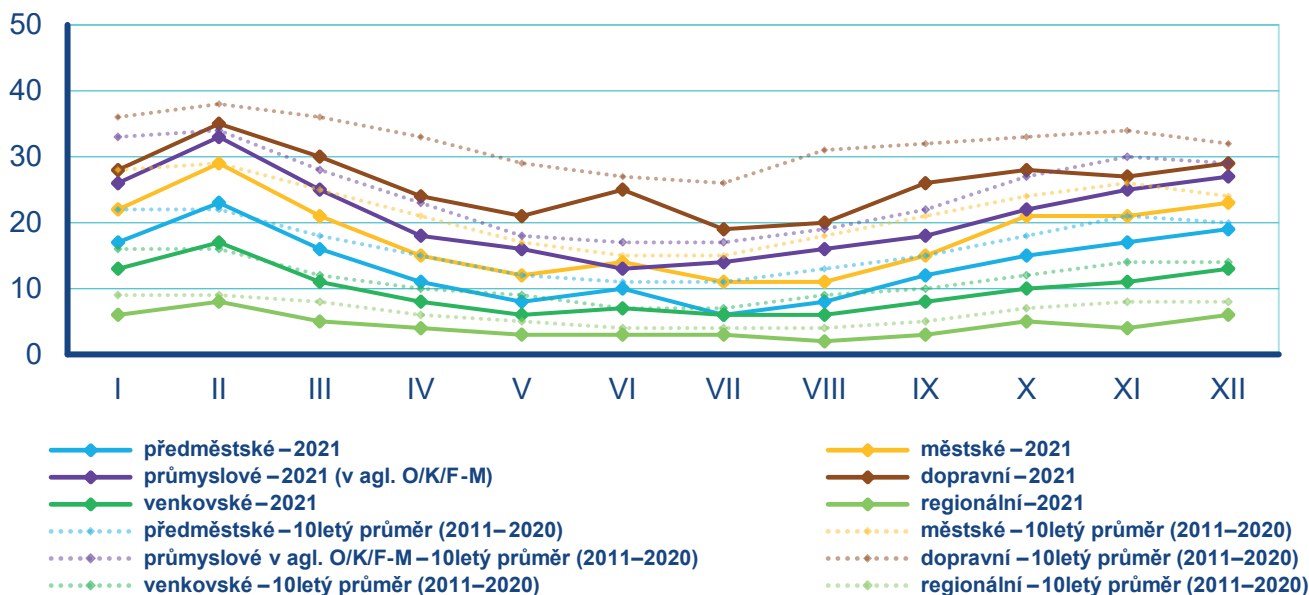
2011–2020. Výrazně nižší měsíční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  ve srovnání s desetiletým průměrem 2011–2020 byly v srpnu, a to o cca 30 %.

### Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

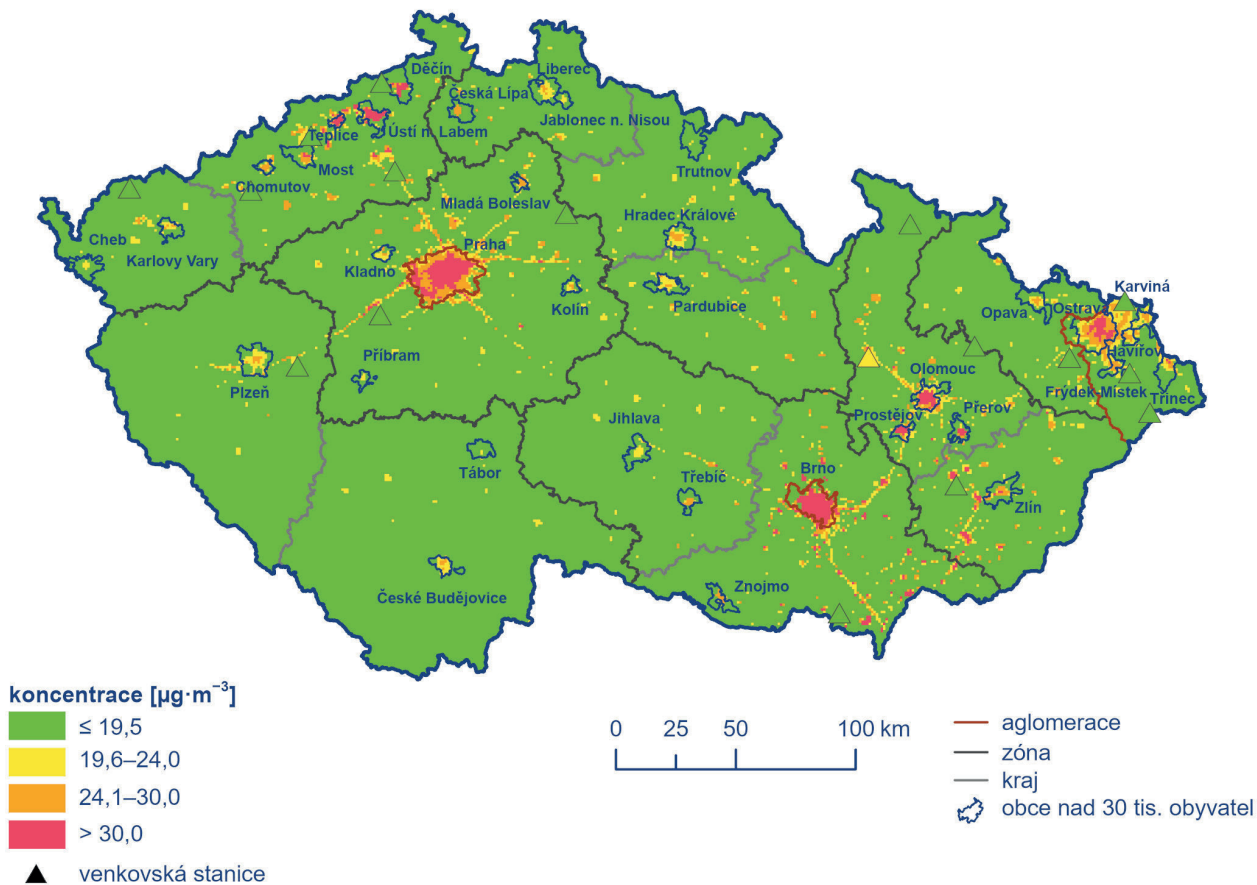
Imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace pro roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_x$  ( $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 21 venkovských stanic s dostatečným množstvím dat pro hodnocení. Mapa koncentrací ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_x$  byla připravena pomocí kombinace dat ze všech stanic měřících  $\text{NO}_x$  a rozptylového modelu. Vyšší hodnoty koncentrací  $\text{NO}_x$  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  $\text{NO}_x$  vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace (Obr. IV.3.5).

## IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku

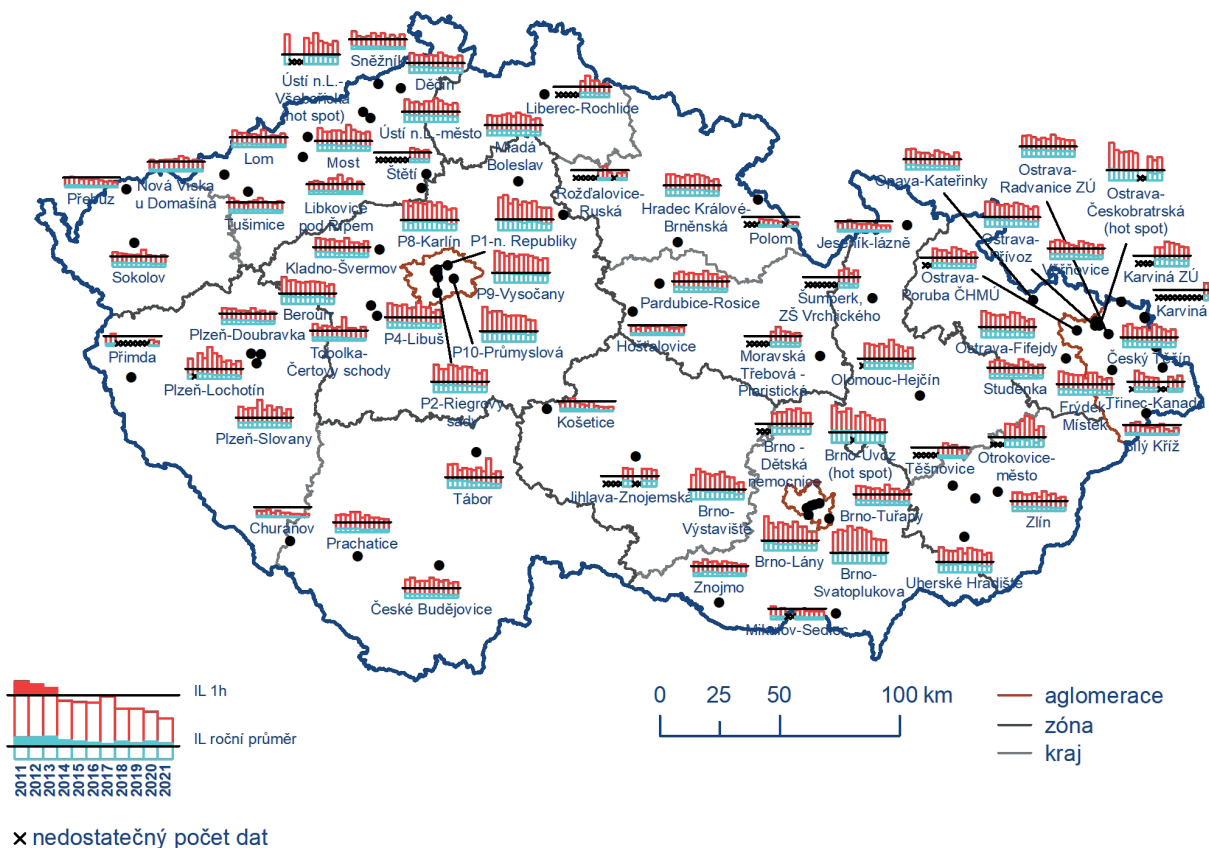
Vývoj koncentrací  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  na stanicích je hodnocen za posledních 11 let, tj. 2011–2021 (Obr. IV.3.6, Obr. IV.3.7, Obr. IV.3.8 a Obr. IV.3.9). Dlouhodobý pokles emisí  $\text{NO}_x$  související s postupnou modernizací emisních zdrojů (velké zdroje, obnova vozového parku) se projevuje poklesem koncentrací  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$  v ovzduší. Nicméně průběh meziročních koncentrací  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$ , ale i dalších znečišťujících látek, je významně ovlivňován působením meteorologických a rozptylových podmínek v jednotlivých letech. V hodnoceném období byly zaznamenány nejvyšší roční koncentrace  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  v roce 2011 spojené s opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v chladném období roku. Od roku 2011 do roku 2016 je možné pozorovat pozvolný pokles či stagnaci všech sledovaných charakteristik oxidů dusíku.



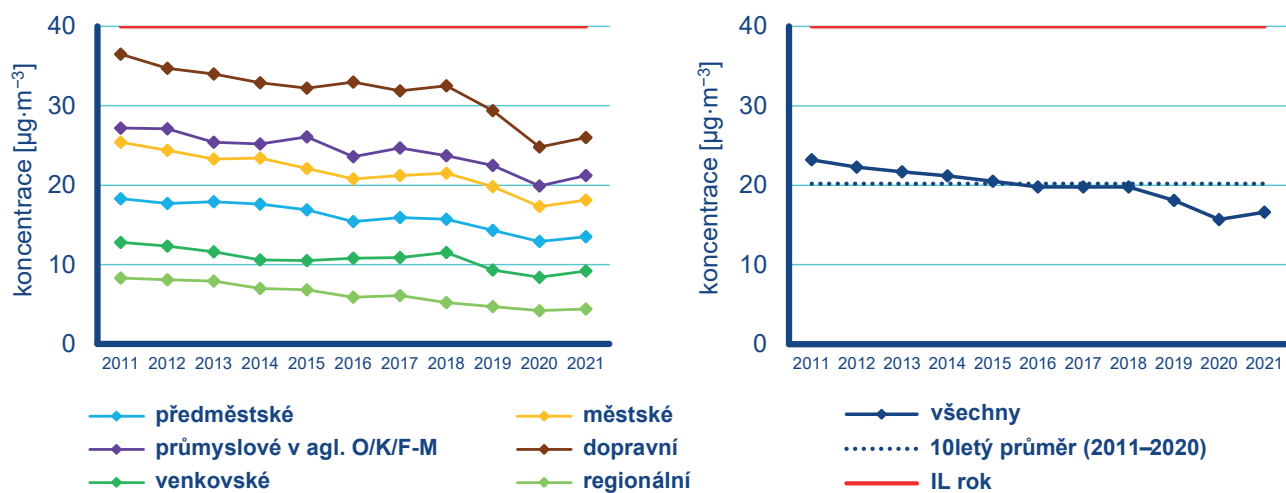
Obr. IV.3.4 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $\text{NO}_2$  (průměry pro daný typ stanice), 2021



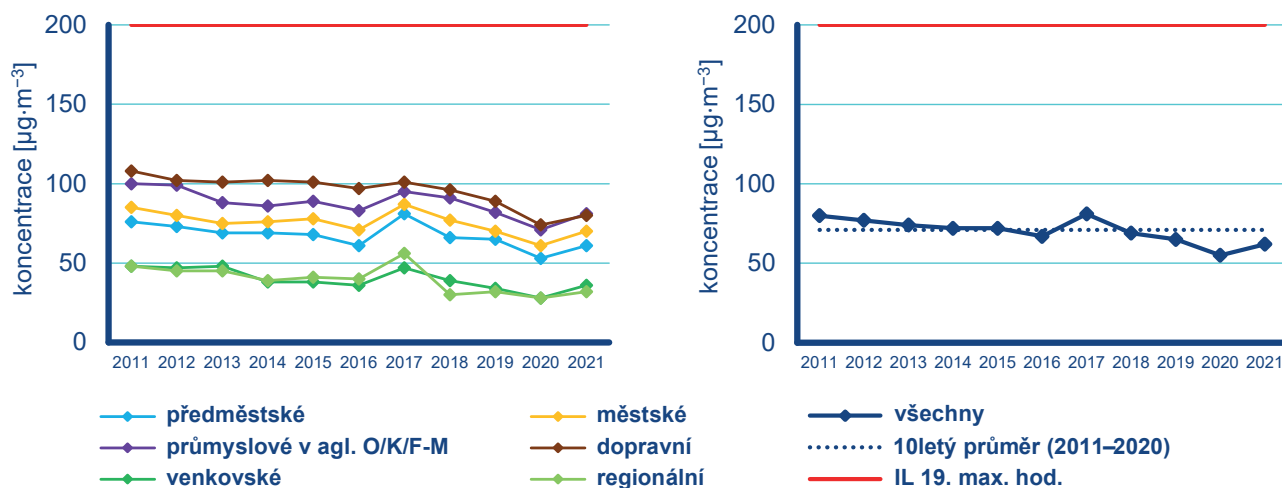
Obr. IV.3.5 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$ , 2021



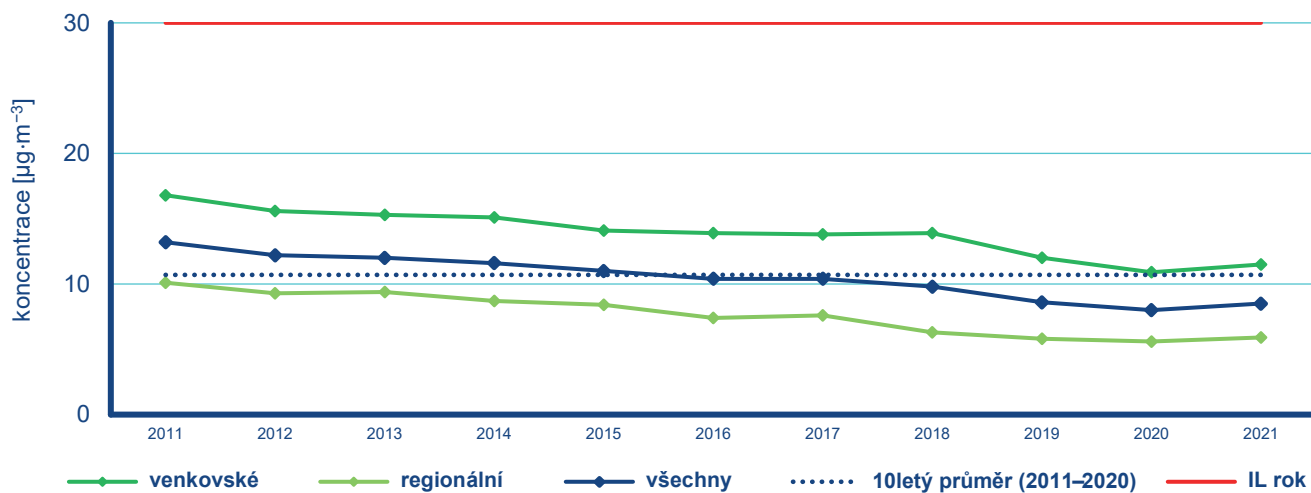
Obr. IV.3.6 19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  na vybraných stanicích, 2011–2021



Obr. IV.3.7 Roční průměrné koncentrace NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2011–2021

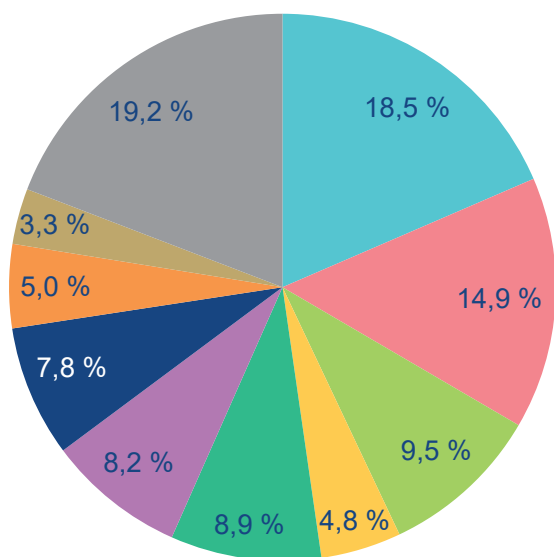


Obr. IV.3.8 19. nejvyšší hodinové NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



Obr. IV.3.9 Roční průměrné koncentrace NO<sub>x</sub> na jednotlivých typech stanic, 2011–2021

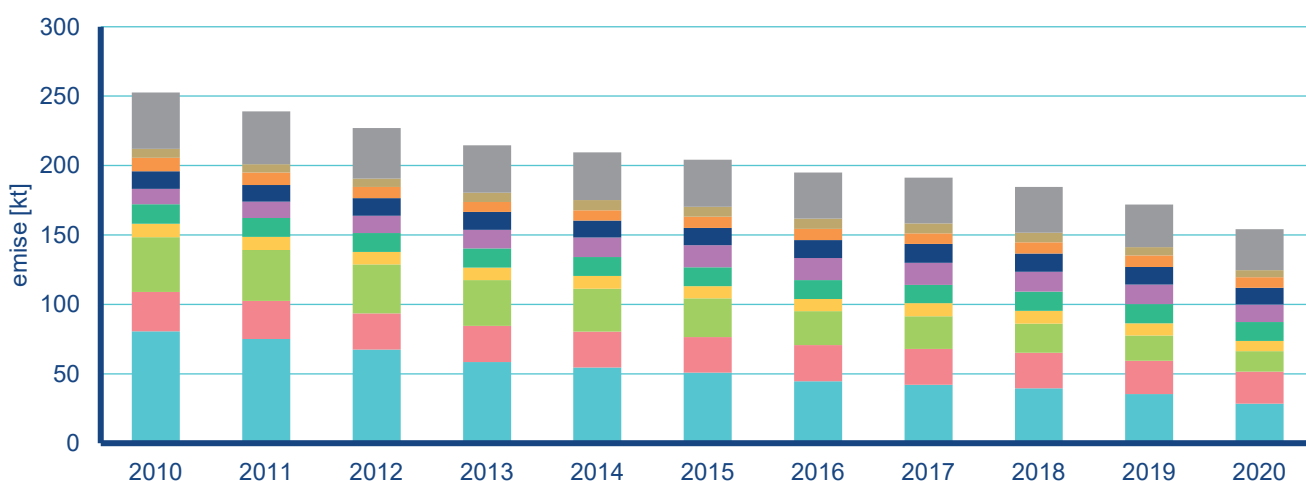
Nepatrný nárůst koncentrací  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  v roce 2017 byl spojen s nepříznivými rozptylovými podmínkami v chladné části roku. Během let 2019 a 2020 koncentrace  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  výrazně klesaly. Po rekordně příznivém roce 2020 došlo v meziročním porovnání 2020/21 k nepatrnému nárůstu průměrné roční koncentrace  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$  a hodnoty koncentrací se vrátily na úroveň z roku 2019. Oproti desetiletému průměru koncentrací (2011–2020) ze všech stanic ( $20,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $16,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v roce 2021 nižší téměř o 18 %. Nejvýraznější rozdíly absolutních koncentrací  $\text{NO}_2$  oproti desetiletému průměru



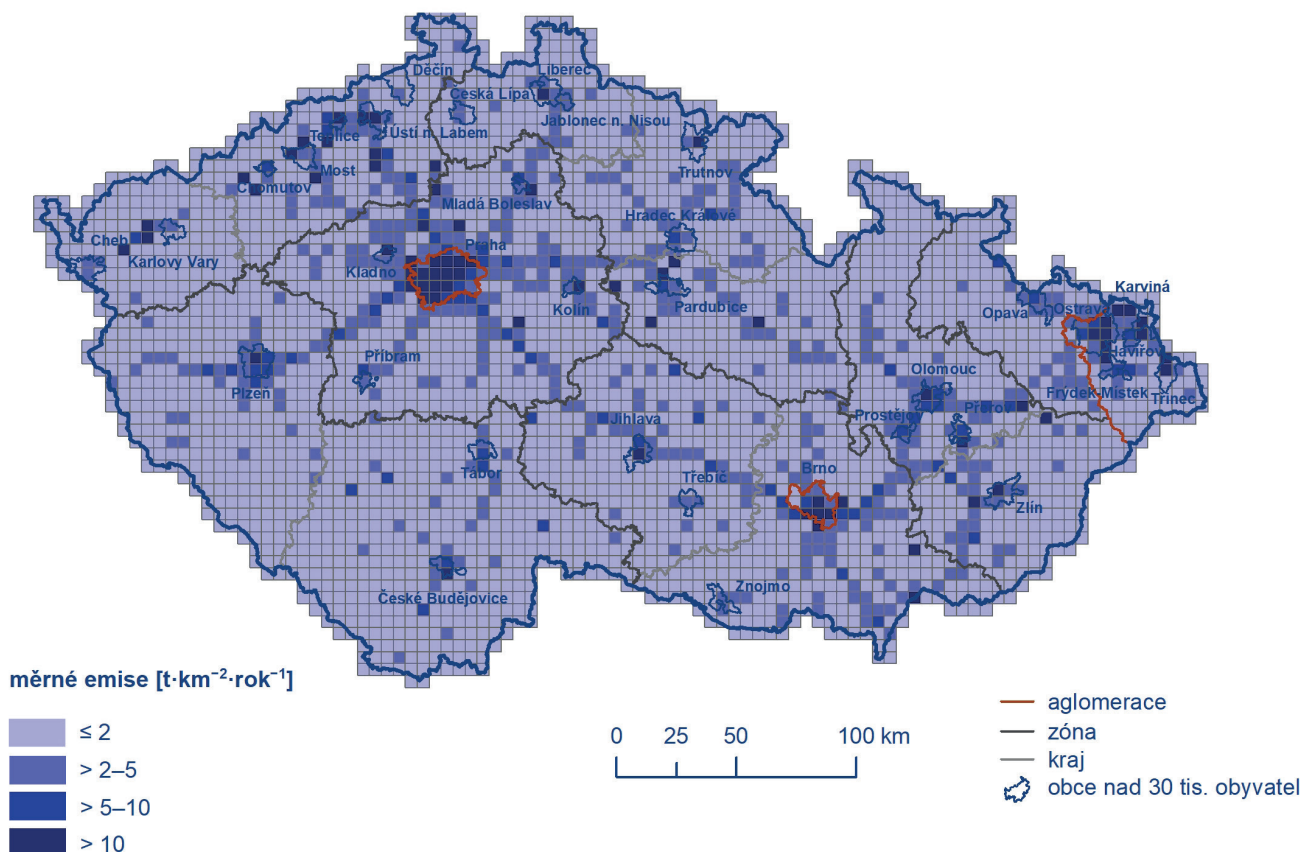
Obr. IV.3.10 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{NO}_x$ , 2020

měru (2011–2020) byly zaznamenány na dopravních stanicích (o  $6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , cca 19 % nižší), což se projevilo pozitivně i nižšími regionálními požadovými koncentracemi v čistých oblastech ČR, kde byly o více než třetinu nižší. V případě 19. maximální průměrné hodinové koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem (2011–2020) ze všech stanic byly hodnoty nižší o 13 %. Pokles nastal i u koncentrací  $\text{NO}_x$  a v porovnání s desetiletým průměrem (2011–2020) byly roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_x$  ze všech venkovských požadových stanic o 21 % nižší.

Koncentrace  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$  v roce 2021 lze hodnotit i přes nepatrný meziroční nárůst jako velmi příznivé, jelikož stejně jako v předchozím roce 2020 nedošlo k překročení imisních limitů stanovených pro ochranu lidského zdraví a ani pro ochranu vegetace. Velký vliv na průběh meziroční proměnlivosti koncentrací  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$ , ale i dalších znečišťujících látek, mají meteorologické a rozptylové podmínky. V roce 2021 byly koncentrace  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$  výrazněji příznivě ovlivněny meteorologickými podmínkami v květnu a v srpnu, které byly srážkově nadnormální a lepšími rozptylovými podmínkami oproti desetiletému průměru během podzimu. Navíc v roce 2021, podobně jako v roce 2020, byl na území ČR vyhlášen nouzový stav v souvislosti s probíhající pandemií koronaviru SARS-CoV-2. Z pohledu vlivu na úroveň koncentrací  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  ve venkovním ovzduší byla zásadní ochranná opatření přijatá v prvním čtvrtletí 2021, kdy byly uzavřeny školy, a zejména pak v březnu, kdy byl zakázán i pohyb mezi okresy a došlo tak k zásadnímu snížení mobility obyvatel. Omezení pohybu obyvatel se projevilo v poklesu intenzity dopravy, což mělo za následek pokles emisí z dopravy a následně pokles koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. Lze předpokládat, že za normální situace bez ochranných opatření k omezení pandemie, by byly naměřené koncentrace  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  v roce 2021 vyšší.



Obr. IV.3.11 Celkové emise  $\text{NO}_x$ , 2010–2020

Obr. IV.3.12 Celkové emise  $NO_x$  v rozlišení  $5 \times 5$  km, 2020

### IV.3.3 Emise oxidů dusíku

Oxidy dusíku ( $NO_x$ ) 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  $NO_2$  v emisích  $NO_x$  pohybuje obvykle do 5 %, u některých chemicko-technologických procesů může podíl  $NO_2$  představovat až 100 % emisí  $NO_x$  (Neužil 2012). Emise  $NO_x$  s vyšším podílem  $NO_2$  (10–55 %) produkují diesellové motory (Carshaw et al. 2011).

Největší množství emisí  $NO_x$  pochází z mobilních zdrojů (ČHMÚ 2021d). Sektory 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily, 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t a 1A3bii – Silniční doprava: Lehká užitková vozidla a se na celorepublikových emisích  $NO_x$  v roce 2020 podílely 29,2 % a podíl 8,9 % představují emise sektoru 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje. Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 18,6 % emisí  $NO_x$ , ze sektoru 3Da1 – Použití anorganických N-hnojiv 8,2 %, a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 7,8 % (Obr. IV.3.10). Klesající trend emisí  $NO_x$  v období let 2010–2020 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku a se zavedením emisních stropů a přísnějších emisních limitů pro emise  $NO_x$  ze zdrojů v sektoru 1A1a – Veřejná energetika

a výroba tepla (Obr. IV.3.11). Vyhodnocení podílu pandemie koronaviru SARS-CoV-2 na meziročním snížení emisí u tohoto sektoru o téměř 5 kt nelze právě s ohledem na výše zmíněné souvislosti provést. Zobrazené údaje ale naznačují zjevný meziroční pokles emisí související v roce 2020 s omezením dopravy v důsledku pandemie koronaviru SARS-CoV-2. Týká se to především sektoru 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t (z 18,3 kt na 14,7 kt) a částečně také sektoru 1A3bi – Silniční doprava: Osobní doprava, u kterého emise poklesly z 24,6 kt na 23 kt.

Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emisích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí  $NO_x$  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.3.12).

## IV.4 Přízemní ozon

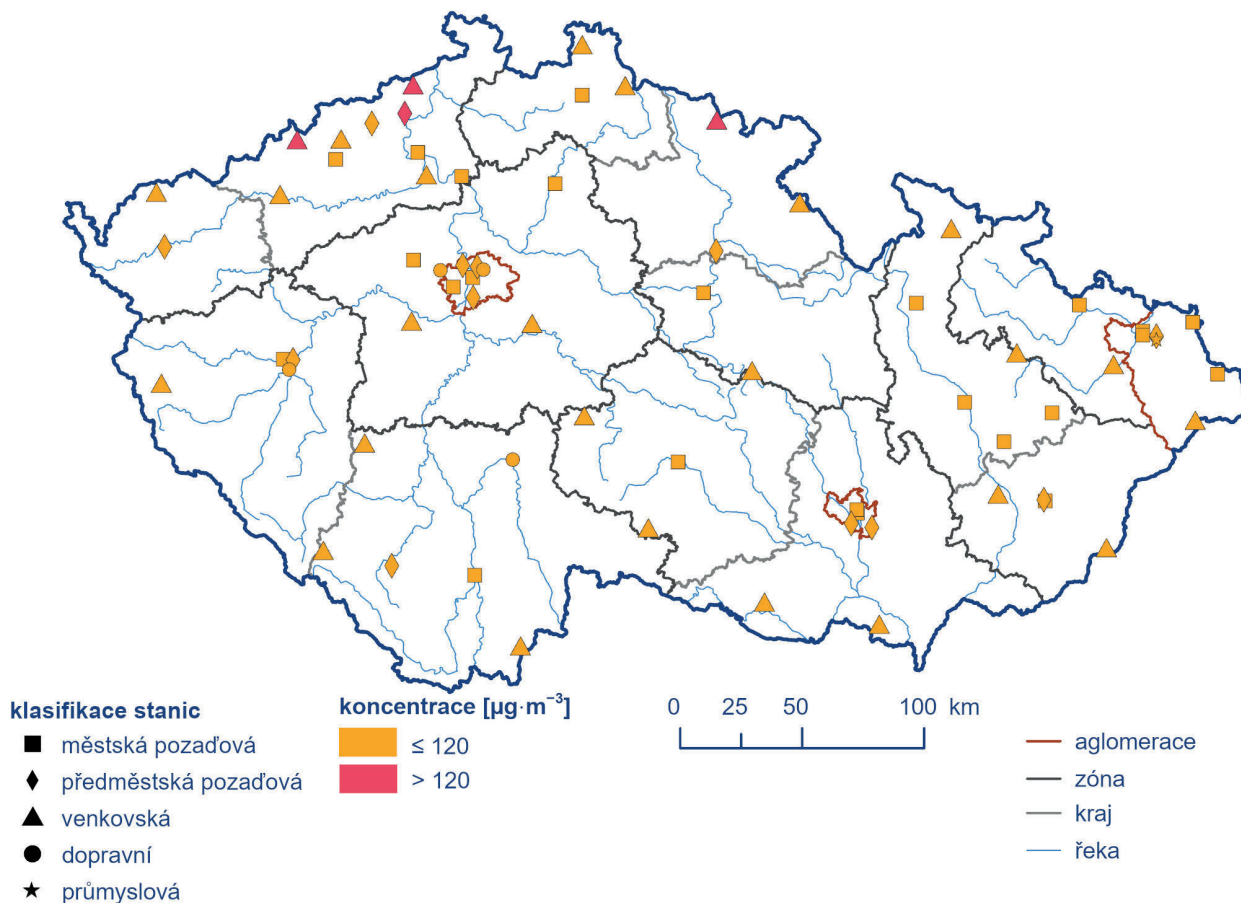
### IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2021

#### Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Imisní limit přízemního ozonu ( $O_3$ ) byl za tříleté období 2019–2021<sup>1</sup> překročen pouze na 4 ze 65 stanic (6 %), na kterých byly koncentrace  $O_3$  měřeny (Obr. IV.4.1 a IV.4.2). Jednalo se o tři regionální stanice (Krkonose-Rýchory, Rudolice v Horách, Sněžník) a jednu pozadovou předměstskou stanici (Ústí n. L.-Kočkov). Za předchozí tříleté období 2018–2020 byl imisní limit přízemního  $O_3$  překročen na 34 z 67 stanic (51 %), za období 2017–2019 na 36 z 64 stanic (56 %), za období 2016–2018 na 33 z 65 (51 %) a za období 2015–2017 na 21 z 71 (30 %).

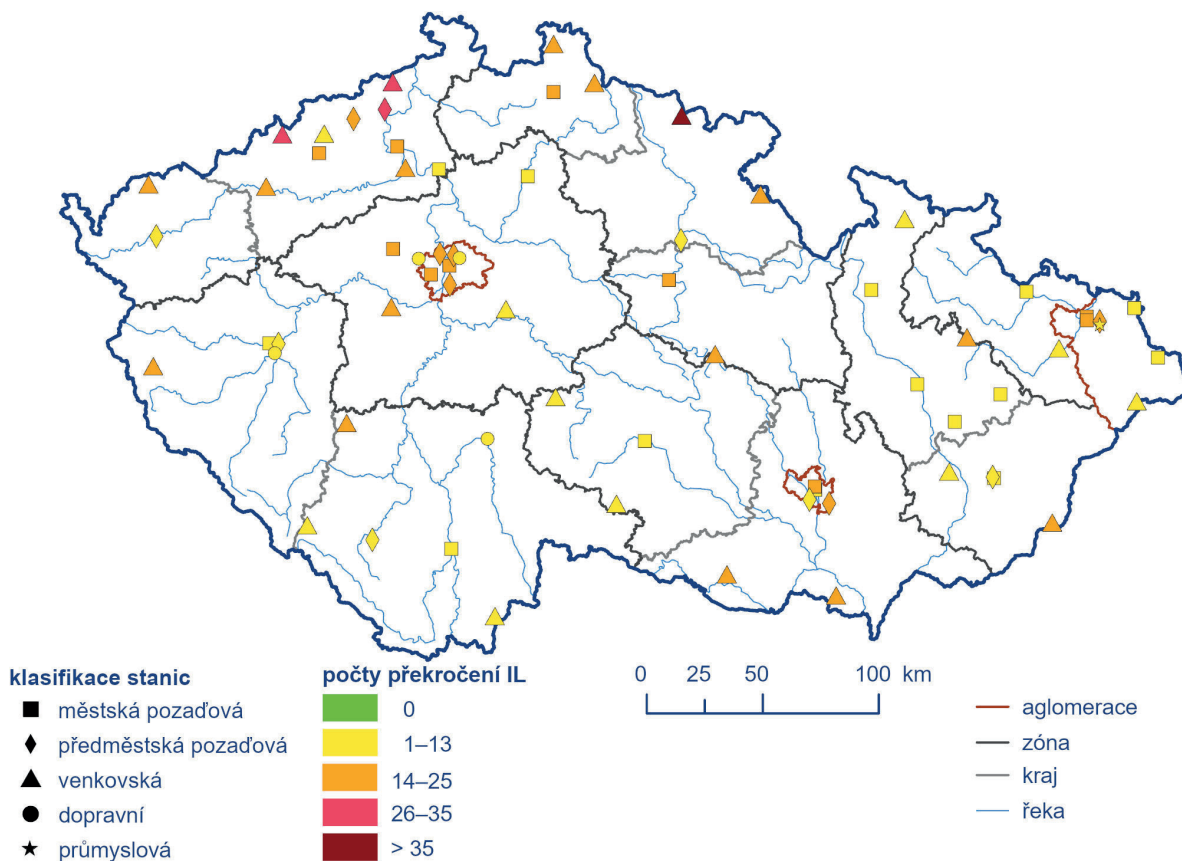
K překročení imisního limitu  $O_3$  došlo ve tříletém období 2019–2021 na pouhých 0,2 % území ČR s 0,02 % obyvatel (Obr. IV.4.3). V porovnání s předchozími tříletými obdobími (62 % území s 52 % obyvatel za období 2018–2020, 71 % území s 57 % obyvatel za období 2017–2019, 80 % území s 52 % obyvatel za období 2016–2018 a 31 % území s 9 % obyvateli za období 2015–2017) byl imisní limit pro  $O_3$  překročen na nejmenším území s nejnižším podílem obyvatel. V rámci jednotlivých let za období 2019–2021 došlo na téměř 70 % stanic v roce 2021 k nejnižšímu počtu překročení hodnoty imisního limitu (Obr. IV.4.4). Pro přízemní  $O_3$  nebyla v roce 2021 vyhlášena žádná smogová situace (více viz kap. VI).

Roční chod průměrných měsíčních koncentrací přízemního  $O_3$  (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc) je charakterizován nárůstem koncentrací v jarních a letních měsících z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek (vysoká intenzita slunečního záření, vysoké teploty, nižší vlhkost vzduchu) pro vznik přízemního  $O_3$  (Obr. IV.4.5). Nejvyšší koncentrace  $O_3$  byly v roce 2021 naměřeny v červnu, tedy v nejteplejším měsíci roku 2021.

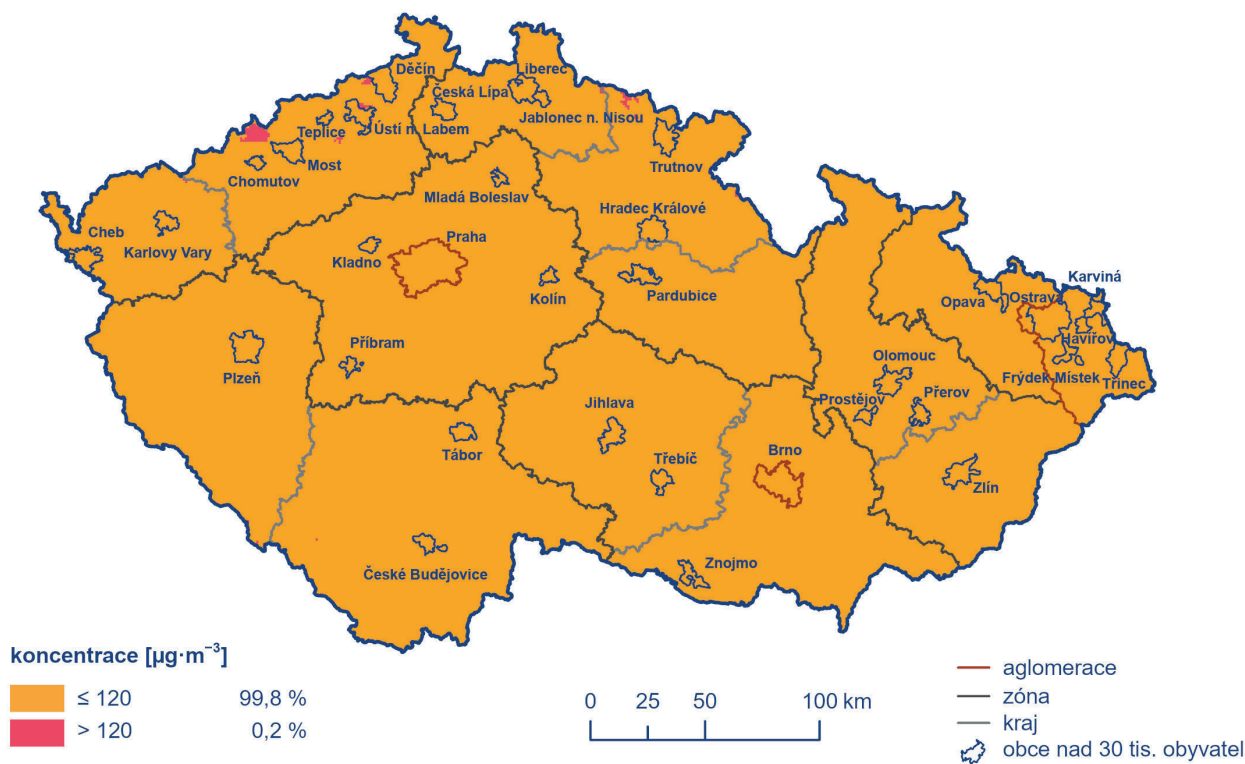


Obr. IV.4.1 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního  $O_3$  v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2019–2021

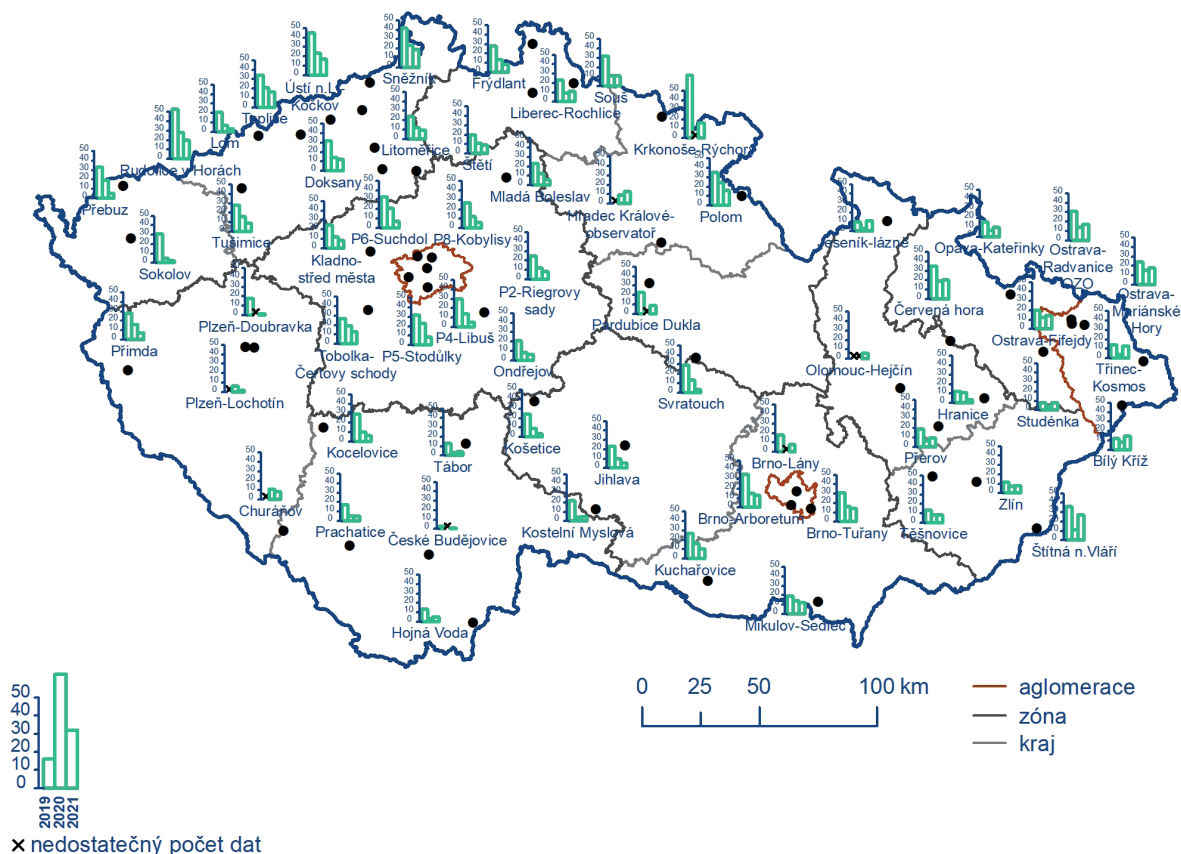
1 Imisní limit je překročen, jestliže byl maximální denní 8hodinový klouzavý průměr  $O_3$  vyšší než  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  alespoň 26× v průměru za 3 roky



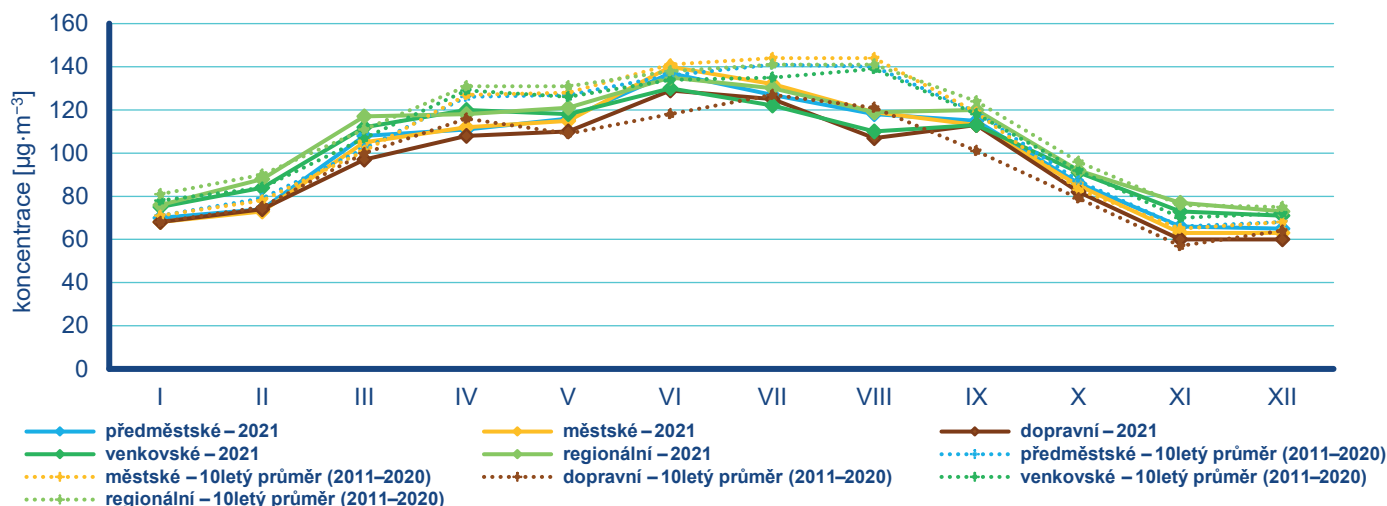
**Obr. IV.4.2 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního O<sub>3</sub> v průměru za 3 roky, 2019–2021**



**Obr. IV.4.3 Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrace přízemního O<sub>3</sub> v průměru za 3 roky, 2019–2021**



**Obr. IV.4.4 Počet překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního O<sub>3</sub> za rok na vybraných stanicích, 2019–2021**



**Obr. IV.4.5 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací max. 8hod. klouzavého průměru O<sub>3</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2021**

Z ročního chodu průměrných měsíčních koncentrací vyplývá, že významný propad koncentrací O<sub>3</sub> v roce 2021 byl způsoben poklesem koncentrací v teplejších měsících roku. V těchto měsících obvykle dochází k výskytu vysokých až nejvyšších koncentrací v rámci kalendářního roku, někdy vedoucích až k vyhlášení smogové situace. Propad koncentrací o cca 7–17 % v dubnu, květnu, červenci a srpnu v roce 2021 v porovnání s desetiletým průměrem

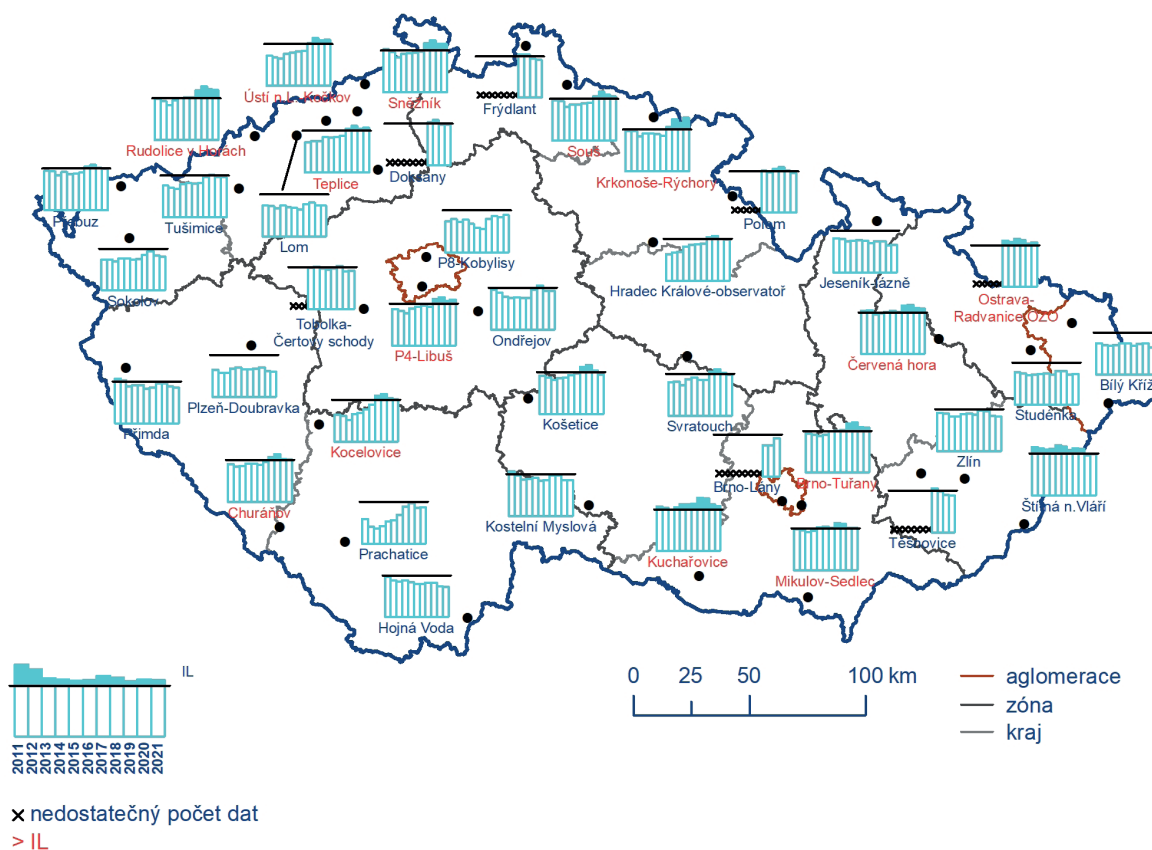
za období 2011–2020 koresponduje s převážně normálními až silně podnormálními teplotami a normálními až nadnormálními srážkami v těchto měsících (tzn. potlačení meteorologických podmínek příznivých pro vznik přízemního ozonu).

Nejnižší hodnoty koncentrací přízemního O<sub>3</sub> jsou měřeny na dopravně zatížených lokalitách (Obr. IV.4.5, IV.4.9), kde je přízemní

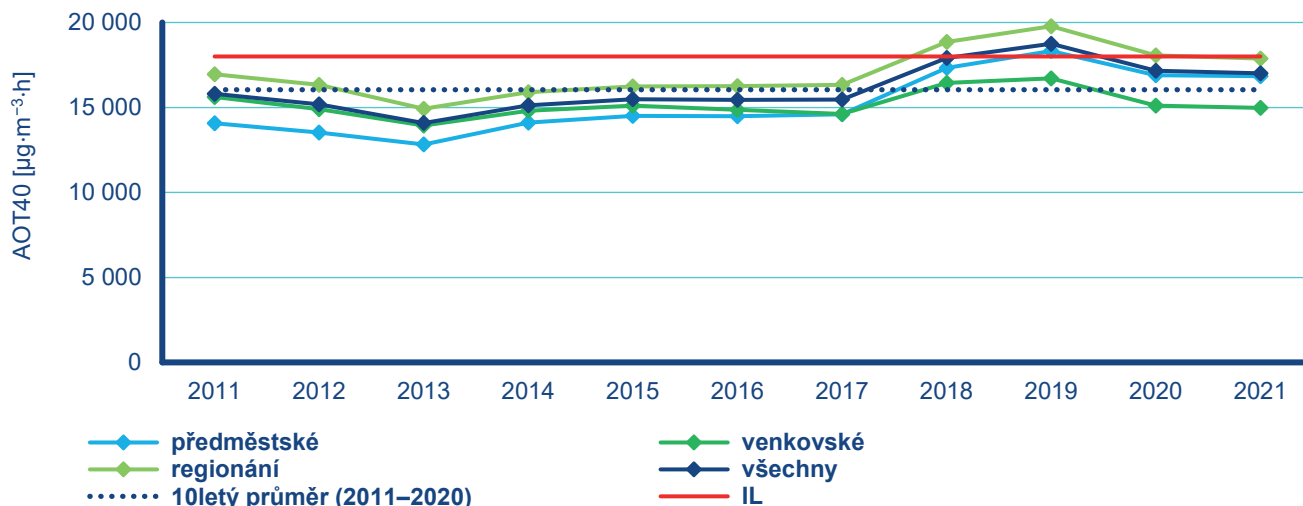


O<sub>3</sub> odbouráván chemickou reakcí s NO (NO je součástí NO<sub>x</sub>). Lze předpokládat, že koncentrace O<sub>3</sub> jsou nižší až podlimitní i v dalších dopravně zatíženějších oblastech, ve kterých však z důvodu absence měření nelze pomocí stávající metodiky tvorby map toto pravděpodobné snížení dokladovat. Hodnoty koncentrací přízemního O<sub>3</sub> 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<sub>3</sub> je mimo jiné připisován redukcí emisí jeho prekurzorů, zejména NO<sub>x</sub> ve vyspělých státech. Snížení koncentrací v relativně čistých oblastech je přisuzováno snížení emisí jak NO<sub>x</sub>, tak i VOC v širším (evropském až globálním) měřítku (Sicard et al. 2013).



Obr. IV.4.6 Hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích, průměr za 5 let, 2011–2021



Obr. IV.4.7 Hodnoty expozičního indexu AOT 40, průměr za 5 let, 2011–2021

## Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

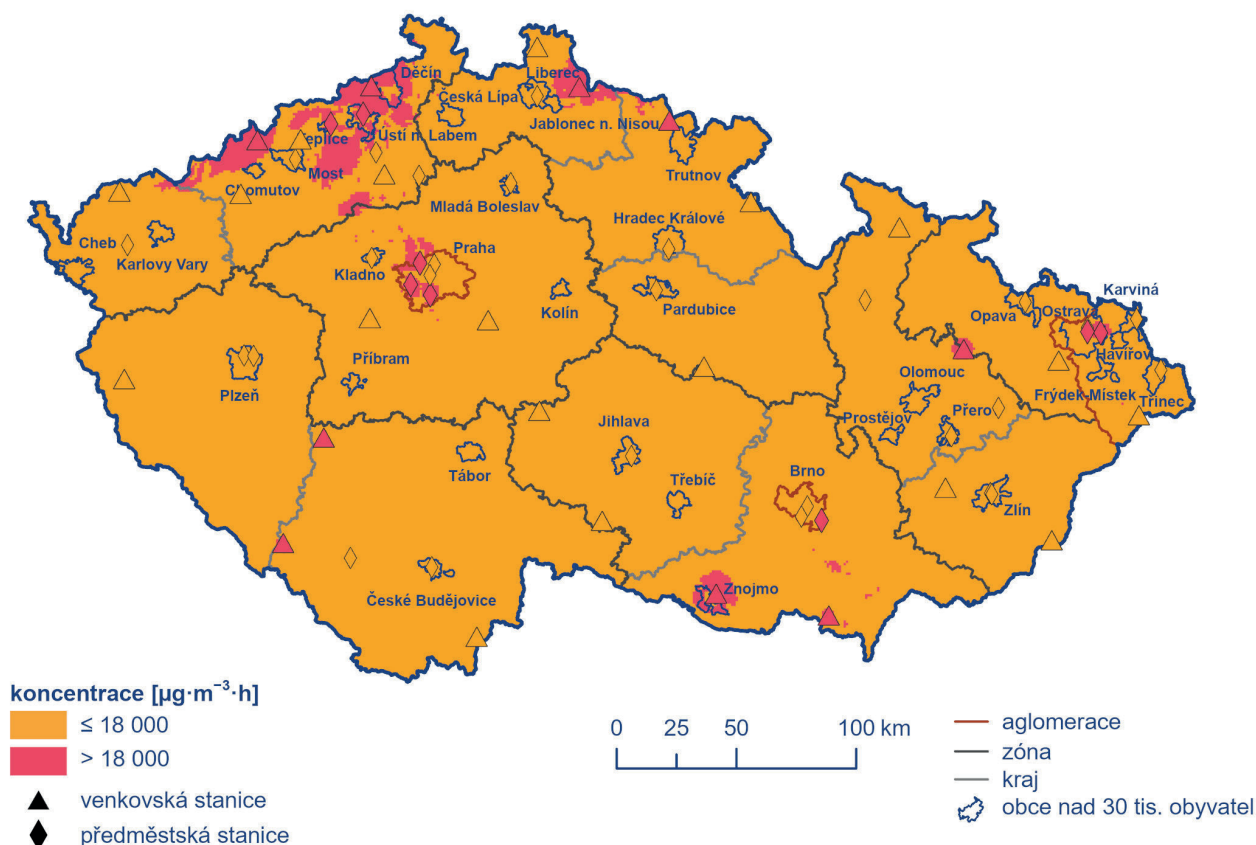
Imisní limit přízemního  $O_3$  pro ochranu vegetace  $18\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$  (průměr za pět let, Tab. I.2) byl překročen na 14 stanicích (35,9 %) z celkového počtu 39 venkovských a předměstských stanic, pro které byl podle legislativy relevantní výpočet expozičního indexu AOT40 (jedná se o průměr za roky 2017–2021). Nejvyšší hodnoty indexu AOT40 byly za hodnocené období 2011–2021 zjištěny v letech 2018 a 2019 (v průměru pro 32 venkovských a předměstských stanic s úplnou časovou řadou 2011–2021). V roce 2021 byly hodnoty indexu AOT40 čtvrté nejvyšší za období 2011–2021 (Obr. IV.4.6, Obr. IV.4.7). Nejvyšší hodnoty indexu AOT40 byly v roce 2021 zjištěny na stanicích Krkonoše-Rýchory, Rudolice v Horách, Sněžník, Ústí n. L.-Kočkov a Praha 4-Libuš. K výskytu nadlimitních hodnot AOT40 došlo v roce 2021 zejména v horských oblastech Ústeckého a Libereckého kraje, dále v části jižní Moravy a na hranicích Prahy a Středočeského kraje (Obr. IV.4.8).

Roční hodnoty indexu AOT40 dlouhodobě překračují hodnotu dlouhodobého imisního limitu ( $6\ 000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ ) na všech venkovských a předměstských stanicích (stejný soubor stanic pro posledních pět let, Obr. IV.4.9). V rámci hodnoceného pětiletí byly roční hodnoty indexu AOT40 v roce 2021 na většině stanicích druhé nebo první nejnižší.

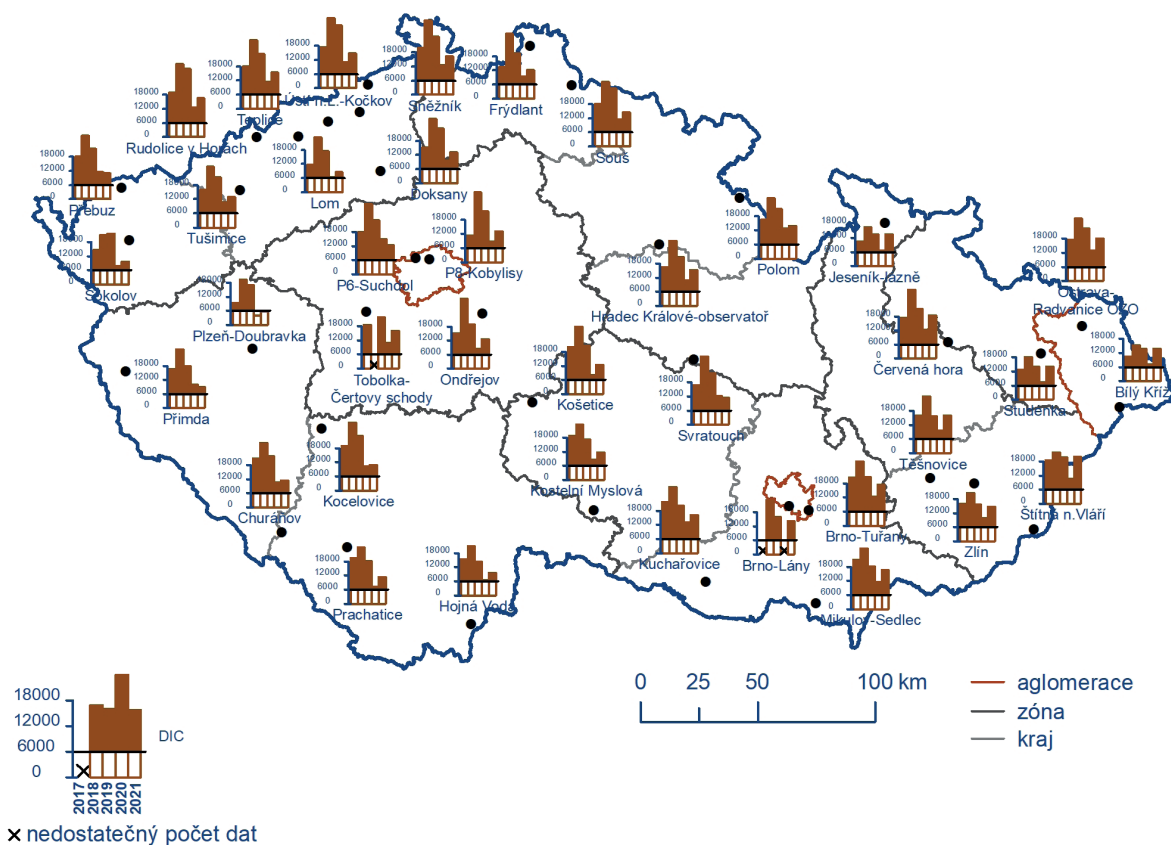
## IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu

Vývoj koncentrací přízemního  $O_3$ , na rozdíl od přecházejícího hodnocení založených převážně na tříletých obdobích, hodnotíme na základě maximální 8hod. průměrné koncentrace a 26. maximální 8hod. průměrné koncentrace v daném roce. První z těchto imisních charakteristik je možné porovnat s dlouhodobým imisním cílem pro přízemní  $O_3$  resp. s hodnotou imisního limitu ( $120\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Maximální roční 8hod. průměrná koncentrace (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2011–2021 pohybovala v rozmezí od cca 135 do 173  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 26. nejvyšší maximální 8hod. průměrná koncentrace pak od cca 109 do 129  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Maximální denní 8hod. a 26. nejvyšší maximální 8hod. průměrné koncentrace  $O_3$  nevykazují od roku 2011 výrazný vývoj (Obr. IV.4.10 a IV.4.11); nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem meteorologických podmínek vhodných pro vznik  $O_3$  – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací  $O_3$  zejména na přelomu července a srpna během řady tropických dnů. Roky 2015 a 2018 byly teplotně mimořádně nadprůměrné a srážkově silně podprůměrné (ČHMÚ 2016, 2019). Koncentrace v roce 2021 ( $135\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro maximální denní 8hod. a  $109\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro 26. ma-



Obr. IV.4.8 Pole hodnot expozičního indexu AOT40, průměr za 5 let, 2017–2021



**Obr. IV.4.9** Roční hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích v porovnání s dlouhodobým imisním cílem (DIC), 2017–2021

ximální denní 8hod. průměrnou koncentraci) byly v rámci jednátiletého období 2011–2021 nejnižší (pro maximální denní 8hod. společně s rokem 2020). V porovnání s desetiletým průměrem  $151 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $117 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  koncentrace klesly o 11 % a o 7 %. Pokles ročních charakteristik koncentrací přízemního ozonu je výsledkem již zmíněných propadů koncentrací během teplejší části roku (duben–září s výjimkou června).

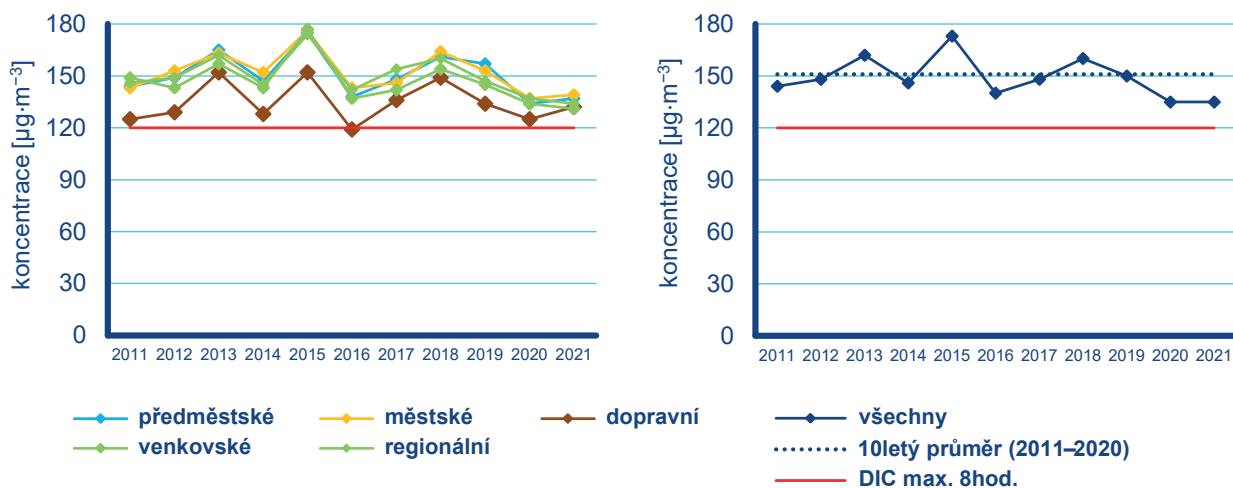
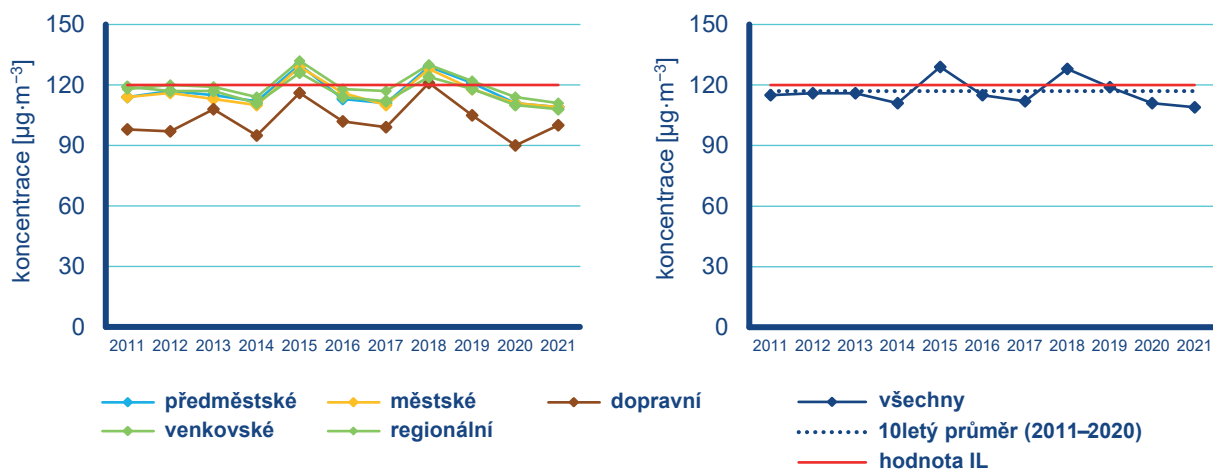
Ve srovnávání koncentrací hrají zásadní roli emise prekurzorů a meteorologické podmínky, tj. intenzita a délka slunečního svitu, teplota, rychlost větru a výskyt srážek, resp. relativní vlhkost vzduchu (Blanchard et al. 2010; Ooka et al. 2011). Vztah mezi množstvím emitovaných prekurzorů a koncentracemi přízemního  $\text{O}_3$  však není lineární. Tato nelinearita je způsobena komplikovanou atmosférickou chemií vzniku a zániku  $\text{O}_3$ , dálkovým přenosem  $\text{O}_3$  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  $\text{O}_3$ , je možné – navzdory vysoké meziroční variabilitě  $\text{O}_3$  – smysluplně hodnotit jeho dlouhodobé trendy (Weatherhead et al. 1998). Detailní analýza časoprostorových trendů dlouhodobé-

ho měření 26 stanic různého typu (městské, venkovské, horské) za období 1994–2015 ukázala, že navzdory podstatnému snížení emisí prekurzorů i snížení imisních koncentrací přízemního  $\text{O}_3$  na většině stanic představuje přízemní  $\text{O}_3$  v ČR stále značný problém. Jasně se prokázalo, že pro žádoucí snížení imisních úrovní přízemního  $\text{O}_3$  je kritický poměr  $\text{NO}/\text{NO}_2$ , a samotný současný významný pokles celkových emisí  $\text{NO}_x$  není tedy pro snížení  $\text{O}_3$  postačující (Hůnová, Bäumelt 2018).

### IV.4.3 Vznik přízemního ozonu

Přízemní  $\text{O}_3$  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  $\text{O}_3$  jsou oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) a nemetanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan ( $\text{CH}_4$ ) a oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ ). Důležitou reakcí je fotolýza oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) slunečním zářením o vlnové délce 280–430nm, při které vzniká oxid dusnatý ( $\text{NO}$ ) a atomární kyslík ( $\text{O}$ ). Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku ( $\text{O}_2$ ) pak za přítomnosti katalyzátoru dochází ke vzniku molekuly přízemního  $\text{O}_3$ . Současně probíhá titrace  $\text{O}_3$  oxidem dusnatým za vzniku  $\text{NO}_2$  a  $\text{O}_2$ . Pokud je při této reakci přízemní  $\text{O}_3$  nahrazen radikály, jeho koncentrace v atmosféře rostou. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál OH (podrobněji např. Hůnová, Bäumelt 2018).

Obr. IV.4.10 Koncentrace  $O_3$  (max. denní 8hod. klouzavý průměr) na jednotlivých typech stanic, 2011–2021Obr. IV.4.11 Koncentrace  $O_3$  (26. nejvyšší max. denní 8hod. klouzavý průměr), 2011–2021

$NO_x$  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  $NO_x$ , respektive rostoucího poměru  $NO_2/NO$  (modernizace a denitrifikace velkých emisních zdrojů) bylo pozorováno v severozápadních echách (Hůnová, Bäumelt 2018).

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 anti-cyklonální 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).

## IV.5 Benzen

### IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2021

Roční imisní limit benzenu ( $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 36 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.5.1). Nejvyšší roční průměr byl, stejně jako v roce 2020, naměřen na průmyslové stanici Ostrava-Přívoz a shodná je i hodnota ročního průměru, tedy  $3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . 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 hodnoty imisního limitu (Obr. IV.5.3). Z celkového počtu 33 stanic, které na území ČR měřily koncentrace benzenu v roce 2020 i 2021, byly roční průměrné koncentrace vyšší na 10 stanicích (tj. 30 %), zatímco nižší na 12 stanicích (37 %). Koncentrace se nezměnily na 11 stanicích (33 %).

### IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu

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

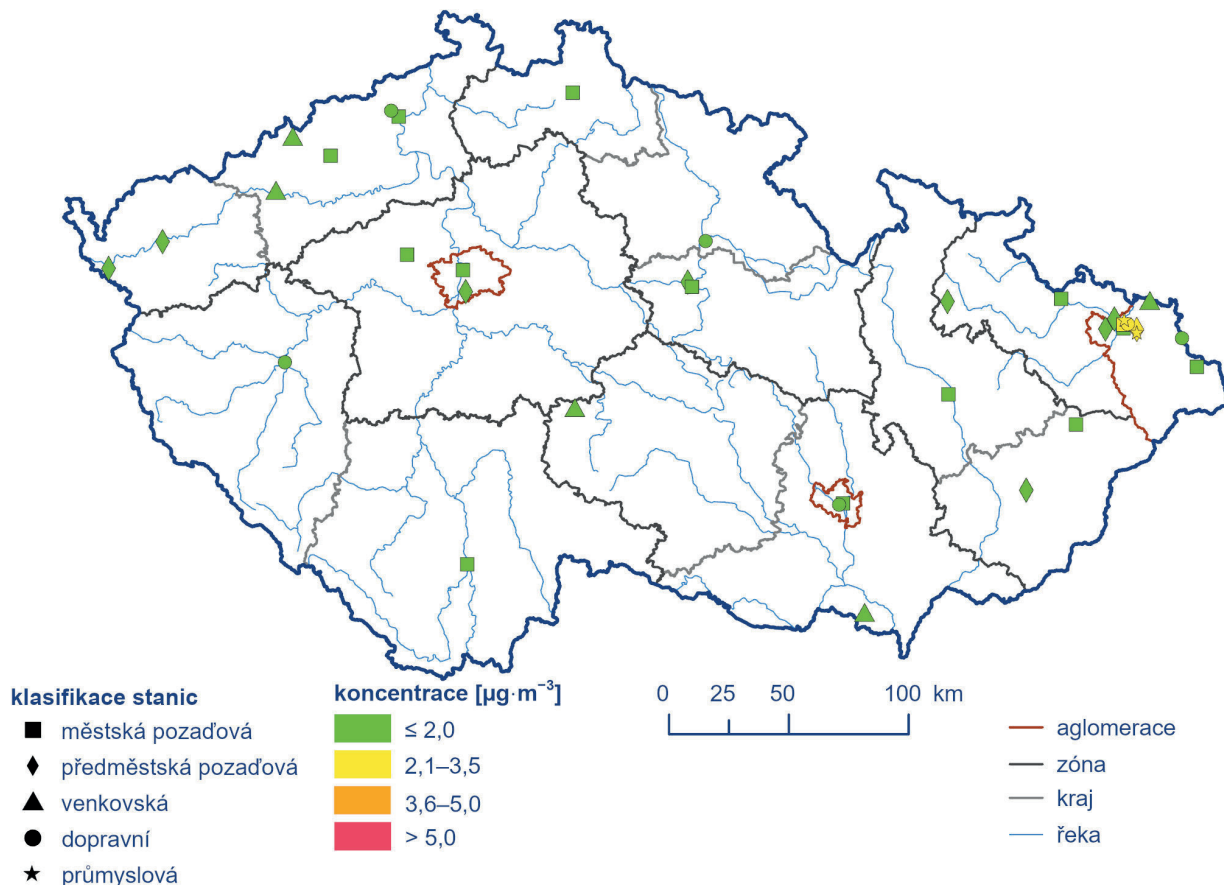
roku 2017 pak jako stagnující. Průměrné koncentrace se od roku 2010 pohybují pod polovinou hodnoty imisního limitu, od roku 2016 pak i pod hodnotou desetiletého průměru 2011–2020. Rok 2021 je po letech 2016, 2019 a 2020 čtvrtým rokem s nejnižší roční průměrnou koncentrací (Obr. IV.5.4).

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, až na výjimky, k překročení hodnoty imisního limitu. Nejnižší roční průměrné koncentrace jsou měřeny na venkovských a regionálních stanicích, které jsou málo ovlivněné zdroji emisí (Obr. IV.5.5).

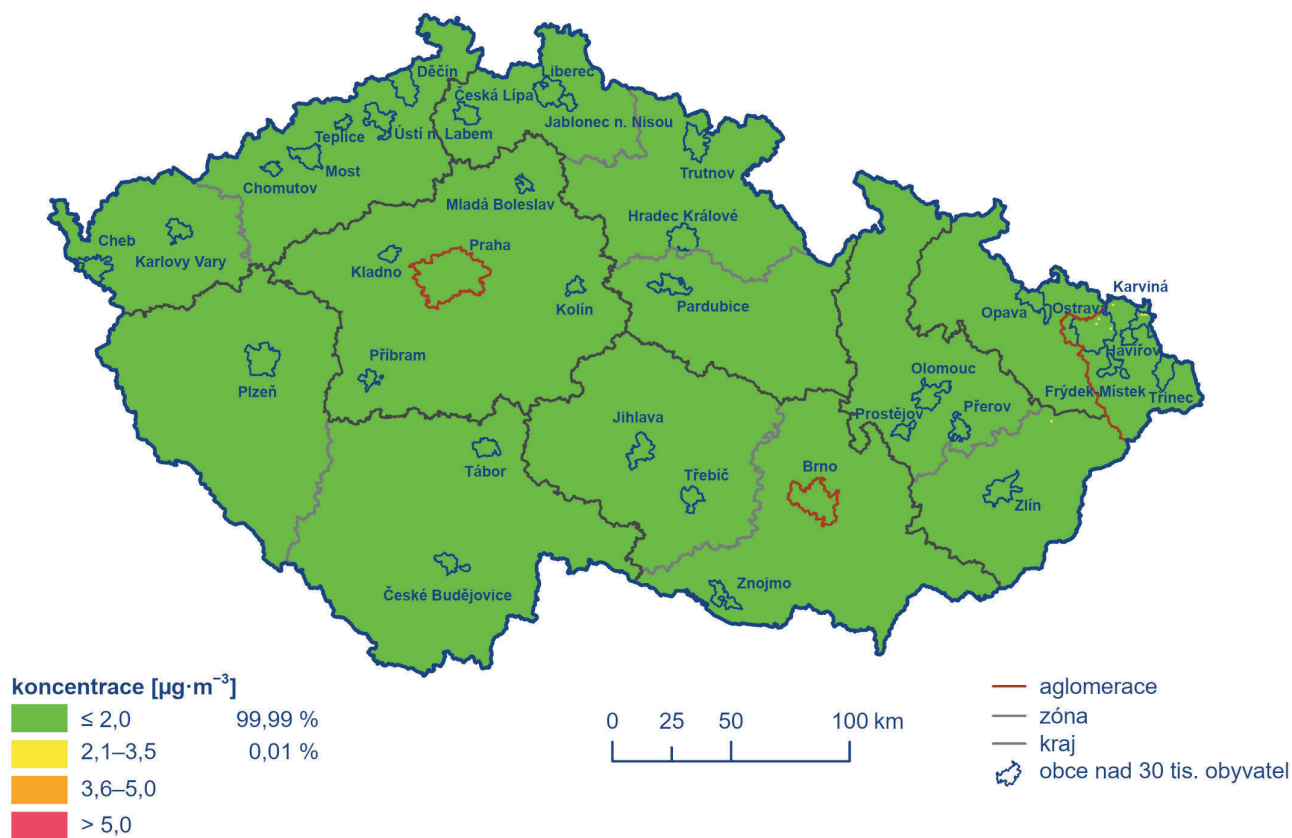
### IV.5.3 Emise benzenu

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.

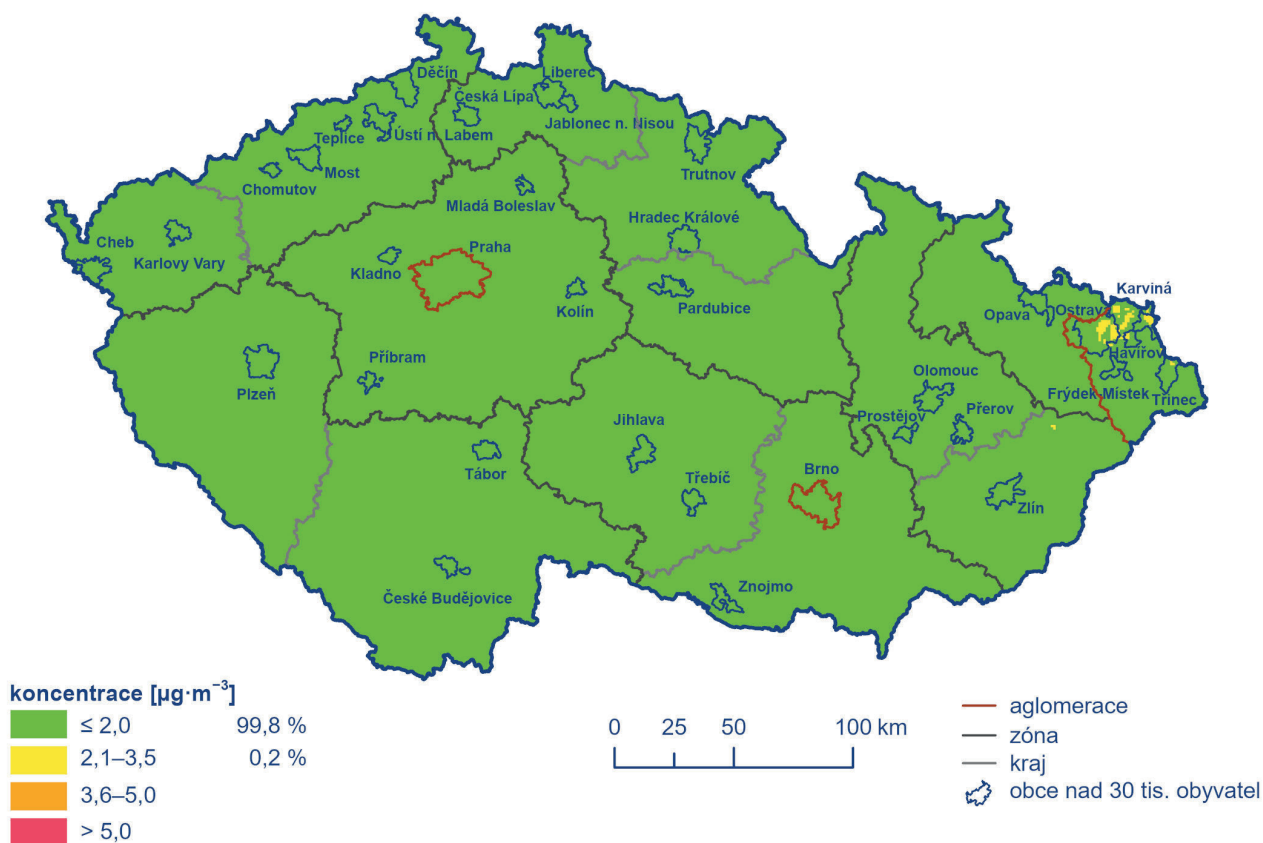
Benzen nespadá mezi znečišťující látky sledované Úmluvou LRTAP, a proto není jeho inventura k dispozici v členění podle sektorů NFR, ale pouze podle kategorií REZZO. Podle vyhodno-



Obr. IV.5.1 Roční průměrné koncentrace benzenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



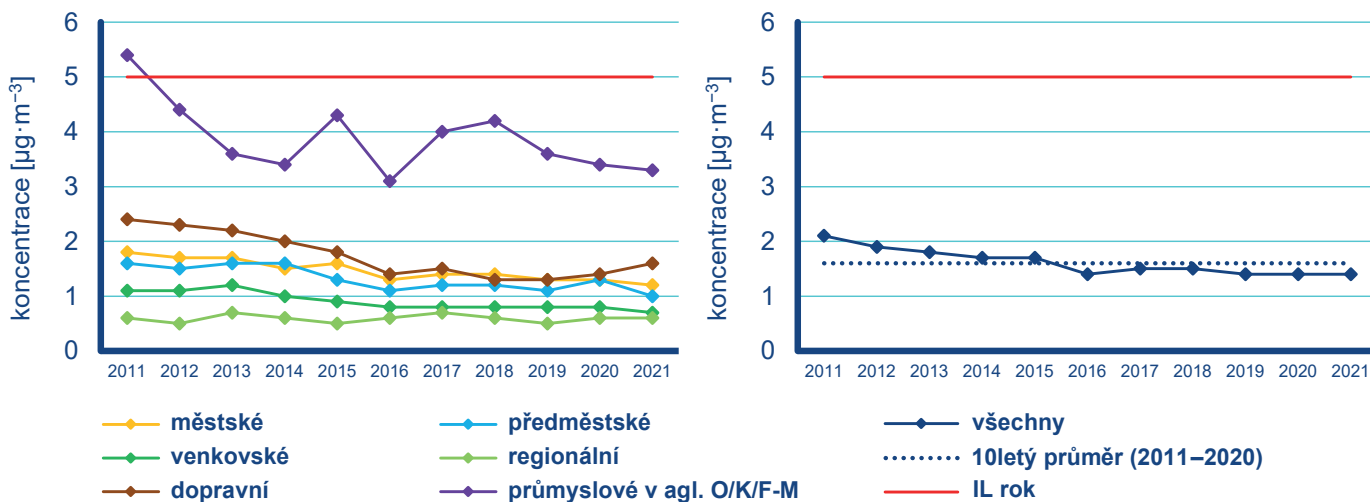
Obr. IV.5.2 Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2021



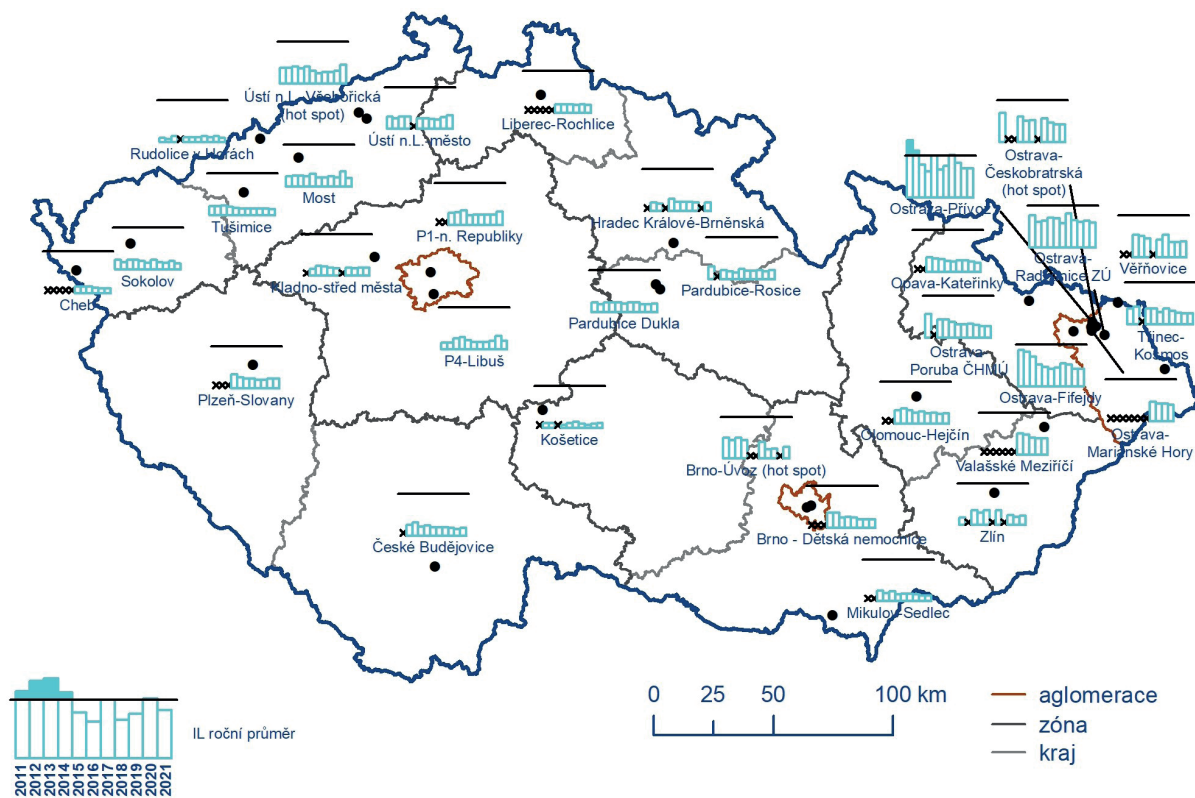
Obr. IV.5.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzenu, 2017–2021

cení 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 použití organických rozpou-

štědel (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 Roční průměrné koncentrace benzenu, 2011–2021



x nedostatečný počet dat

Obr. IV.5.5 Roční průměrné koncentrace benzenu na vybraných stanicích, 2011–2021

## IV.6 Těžké kovy

### IV.6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2021

#### Arsen

Roční imisní limit arsenu ( $6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 55 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.1). Nejvyšší roční průměr ( $3,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byl naměřen na předměstské požadové stanici Praha 5-Řeporyje. Oproti roku 2020 ( $2,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o nárůst o 43 %.

V roce 2021 byly roční průměrné koncentrace arsenu v ČR nízké a pohybovaly se pod dolní mezí pro posuzování ( $2,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Nad dolní mezí pro posuzování se koncentrace vyskytly pouze na třech měřicích stanicích (Lom, Rýmařov-Janovice, Praha 5-Řeporyje), nicméně ani zde nebylo dosaženo horní meze pro posuzování ( $3,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ; Obr. IV.6.2).

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

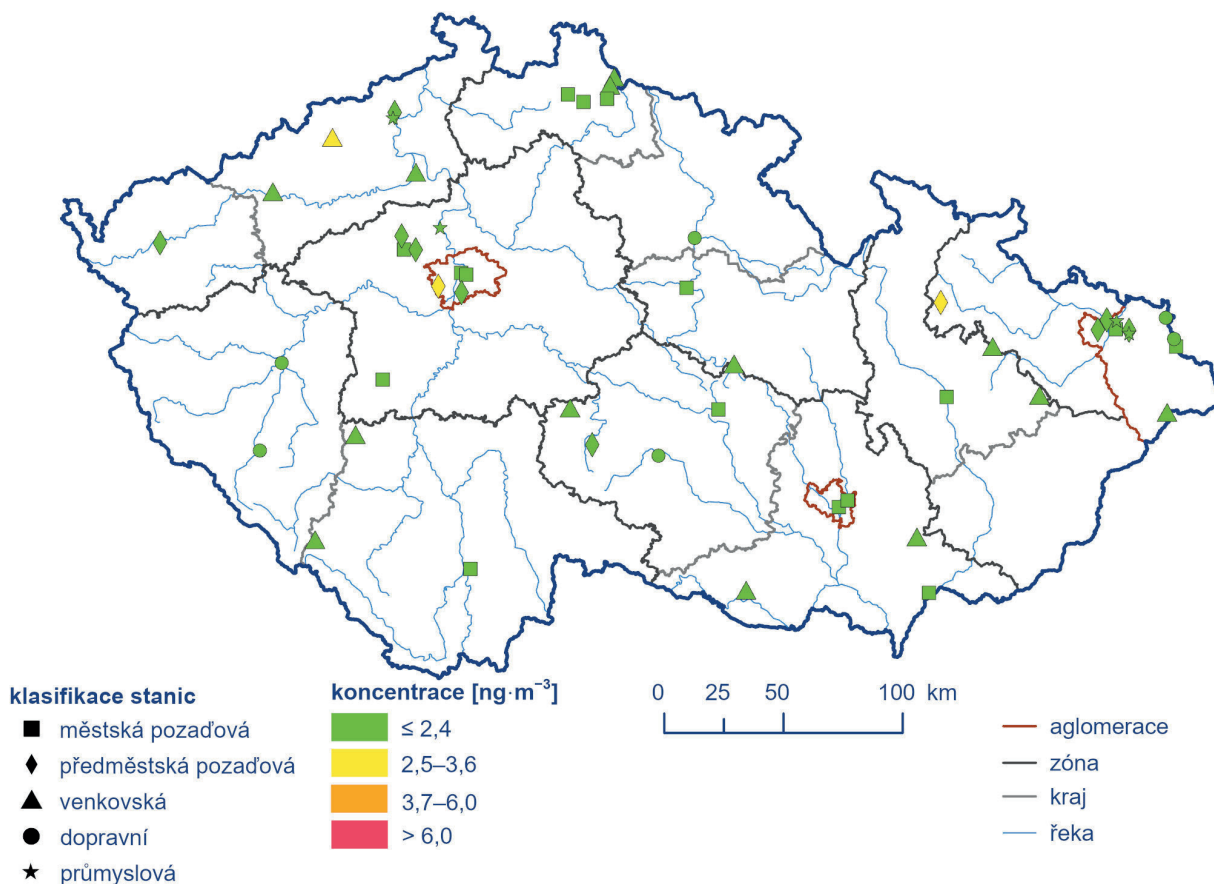
posuzování, v zatížených oblastech i nad imisním limitem. Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace arsenu v roce 2020 i 2021, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na 30 stanicích (65 %), zatímco ke snížení pouze na devíti stanicích (20 %). Koncentrace se nezměnila na sedmi stanicích (15 %).

#### Kadmium

Roční imisní limit kadmia ( $5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 55 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.4). Nejvyšší roční průměr byl naměřen na městské požadové stanici Tanvald-školka ( $1,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2020 ( $2,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 34 %.

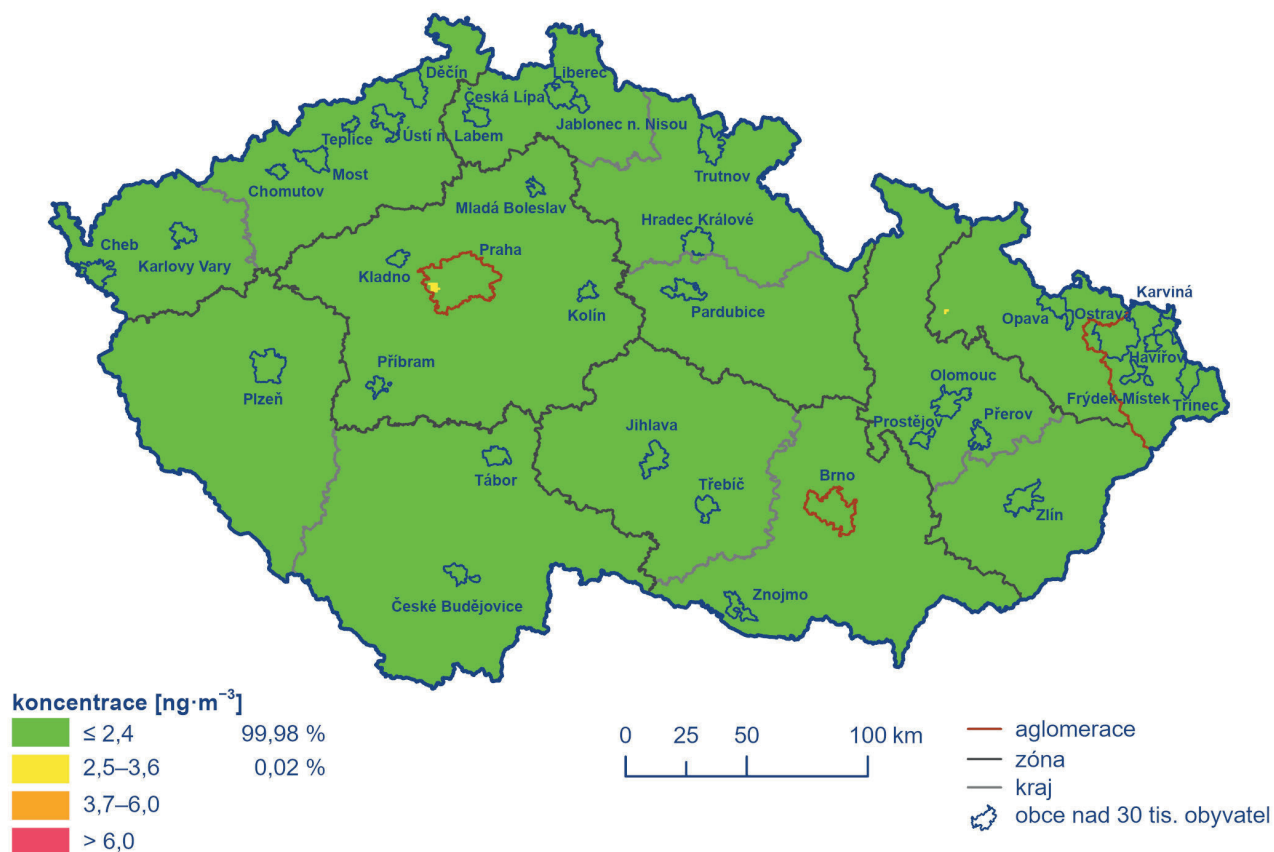
V roce 2021 byly roční průměrné koncentrace kadmia v ČR nízké a pohybovaly se pod dolní mezí pro posuzování ( $2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ; Obr. IV.6.5).

Dlouhodobě jsou koncentrace kadmia na území ČR, s výjimkou okolí Tanvaldu, podlimitní a pohybují se pod dolní mezí pro posuzování (Obr. IV.6.6). Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace kadmia v roce 2020 i 2021, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace pouze na dvou stanicích (4 %), zatímco ke snížení na 15 stanicích (33 %). Koncentrace se nezměnila na 29 stanicích (63 %).

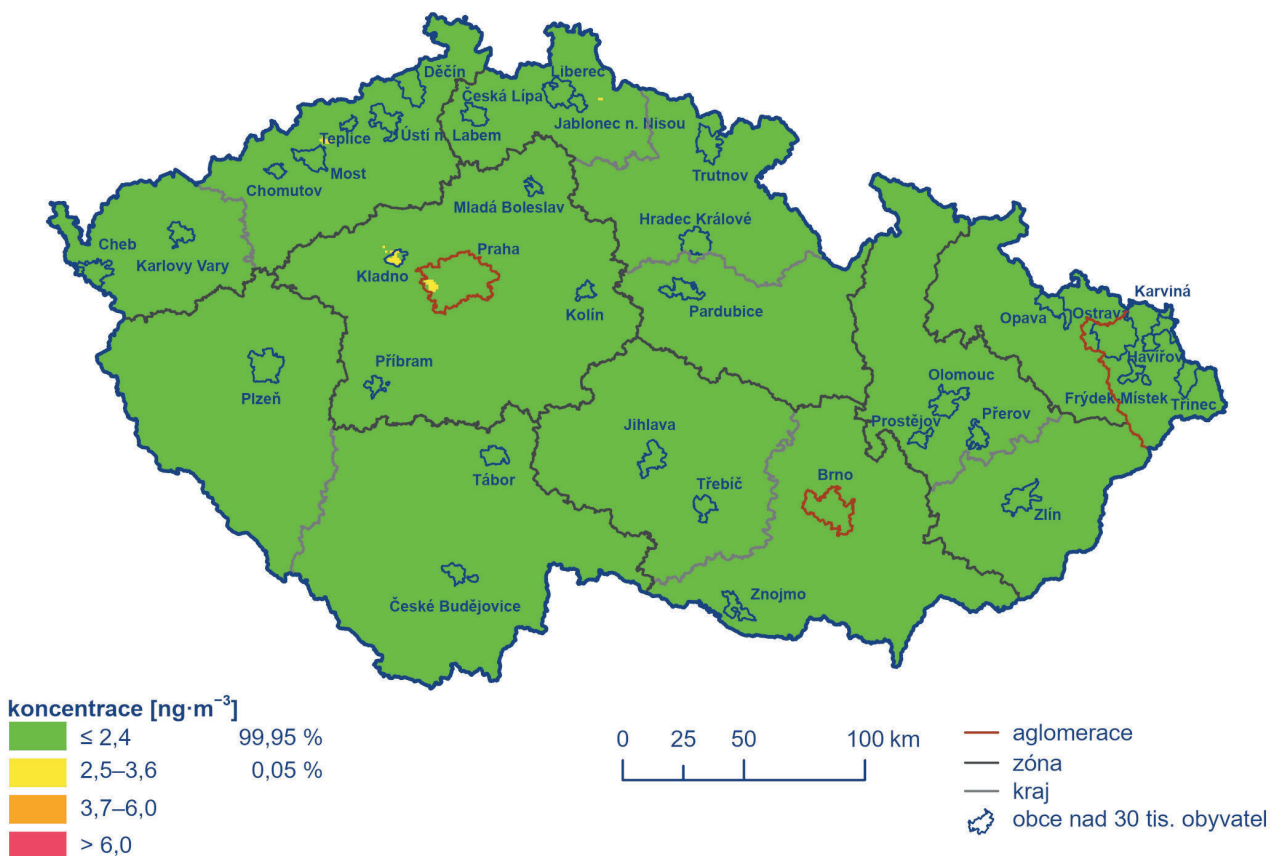


Obr. IV.6.1 Roční průměrné koncentrace arsenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021





Obr. IV.6.2 Pole roční průměrné koncentrace arsenu, 2021



Obr. IV.6.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací arsenu, 2017–2021

## Nikl

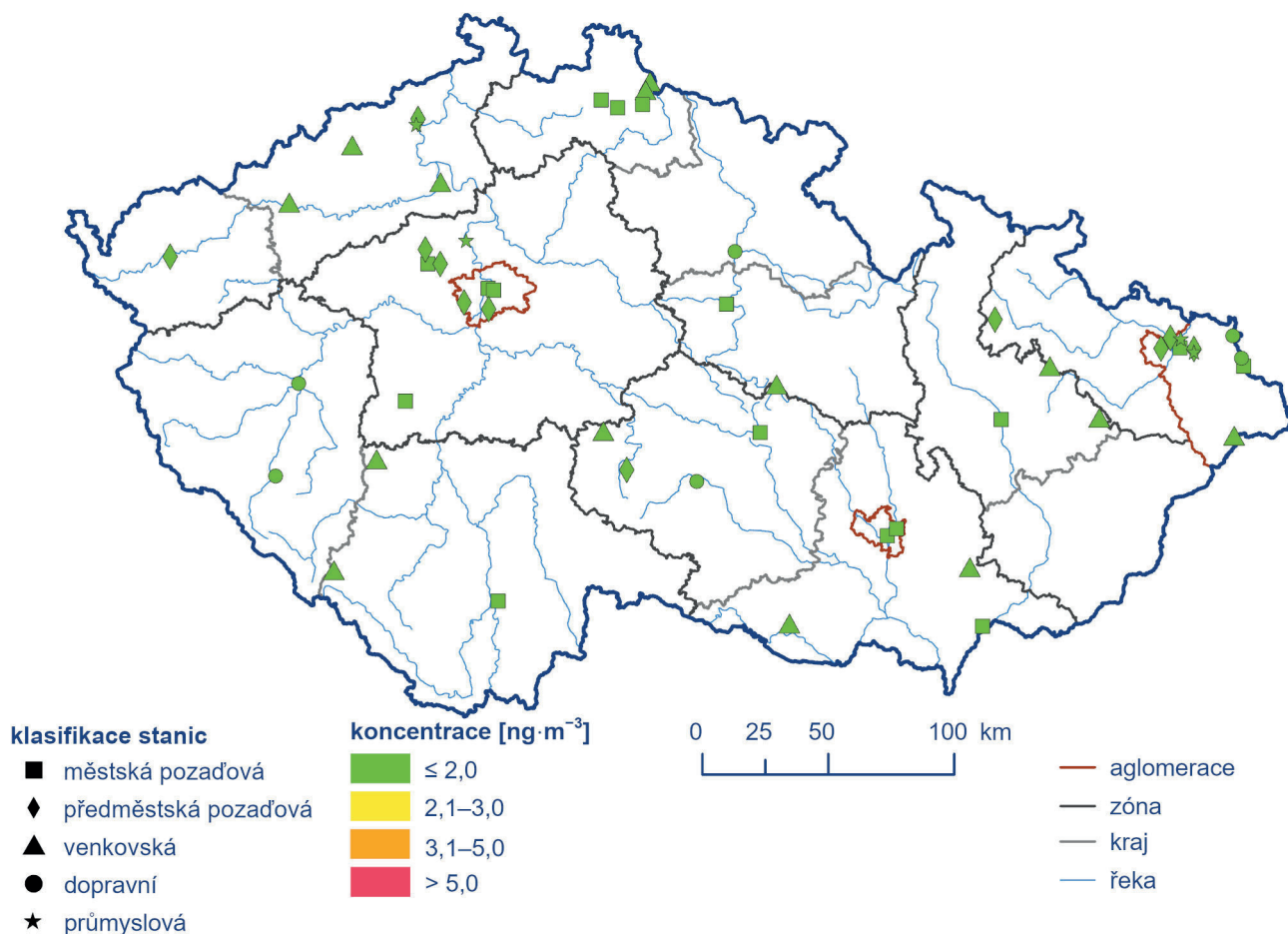
Roční imisní limit niklu ( $20 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 54 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na městské pozadové stanici Ostrava-Mariánské Hory ( $3,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2020 ( $2,8 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o nárůst 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 ( $10 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace niklu v roce 2020 i 2021, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na 13 stanicích (28 %), zatímco ke snížení na 16 stanicích (35 %). Koncentrace se nezměnila na 28 stanicích (37 %).

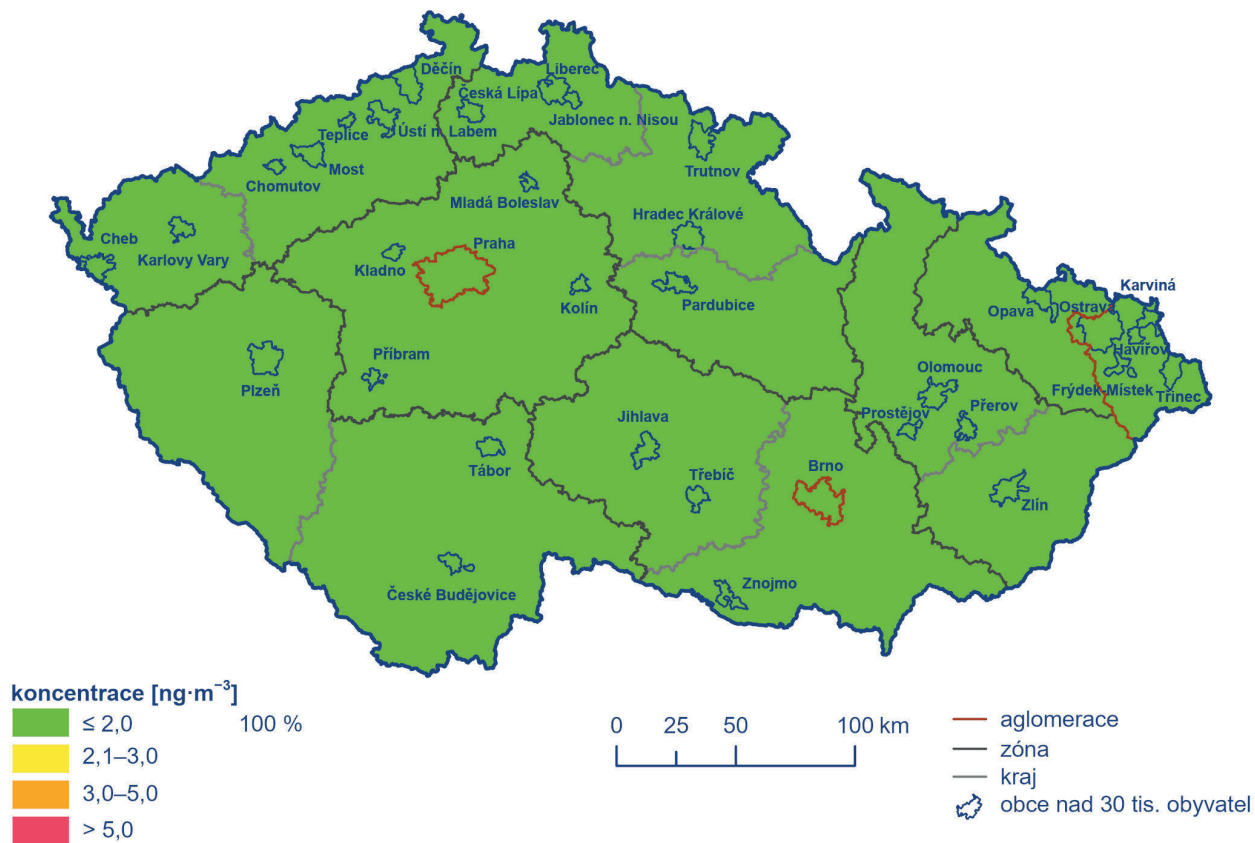
## Olovo

Roční imisní limit olova ( $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2021 překročen na žádné z 55 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl, stejně jako v loňském roce, naměřen na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $50 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2020 ( $52 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 2 %.

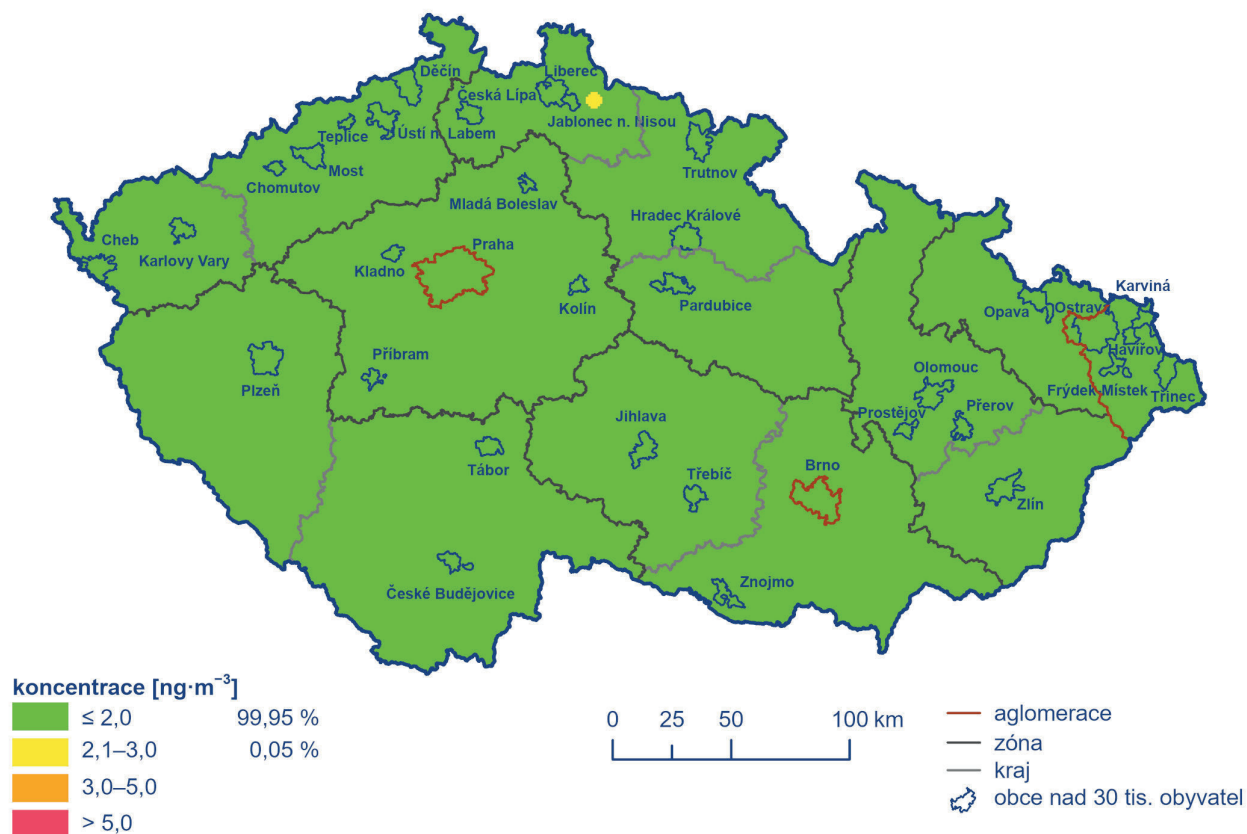
Dlouhodobě jsou koncentrace olova na celém území ČR velmi nízké. Nejvyšší koncentrace jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M, ale ani zde nedosahují ani hodnoty dolní meze pro posuzování ( $250 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Z celkového počtu 46 stanic, které měřily koncentrace olova v roce 2020 i 2021, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na 26 stanicích (57 %), zatímco ke snížení na 18 stanicích (39 %). Koncentrace se nezměnila na dvou stanicích (4 %).



Obr. IV.6.4 Roční průměrné koncentrace kadmia měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021



**Obr. IV.6.5 Pole roční průměrné koncentrace kadmia, 2021**

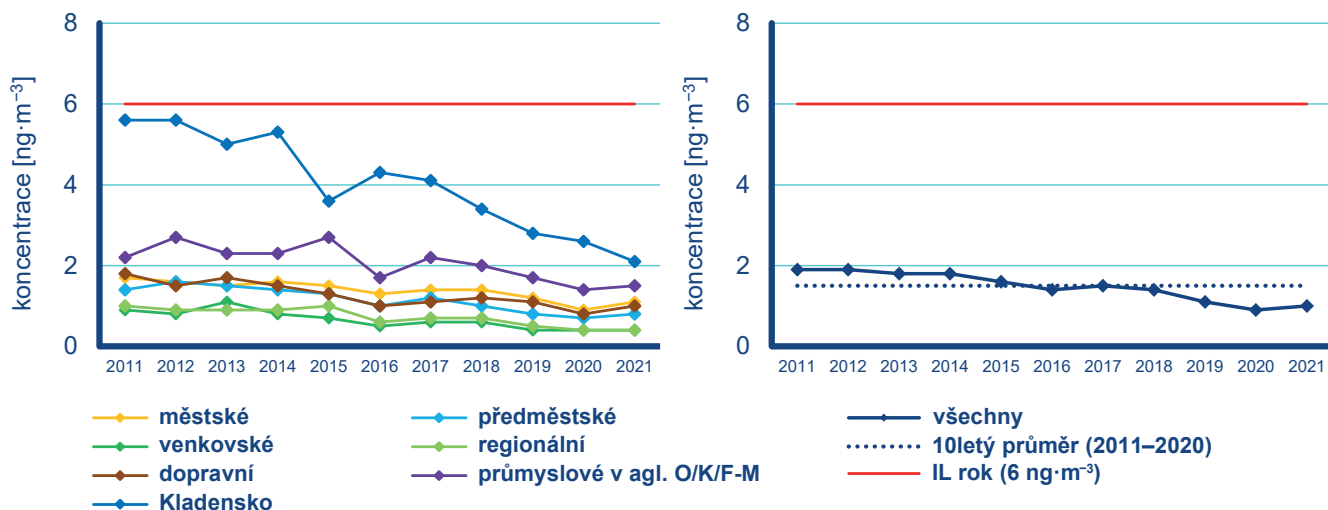


**Obr. IV.6.6 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací kadmia, 2017–2021**

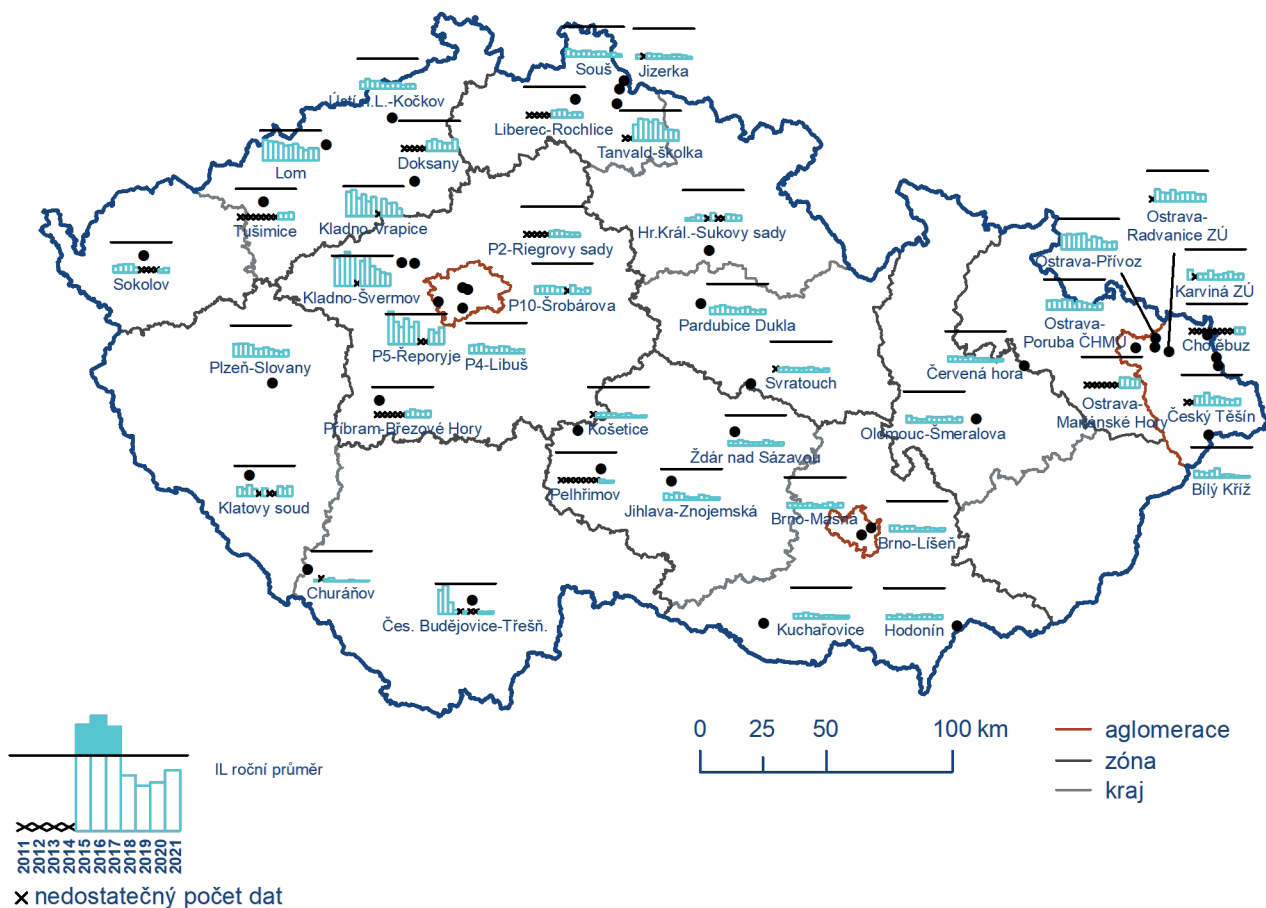
## IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů

Celorepublikový průměr koncentrací arsenu dosáhl v roce 2021 druhé nejnižší hodnoty za hodnocené období 2011–2021. Nižší hodnoty byly dosaženy pouze v roce 2020. (Obr. IV.6.7). Klesajíc

í vývoj koncentrací je velmi pozvolný, v posledních třech letech jsou celorepublikové hodnoty koncentrací srovnatelné. Výjimku tvoří oblast Kladensko, která je dlouhodobě nejzatíženější oblastí. Do roku 2014 zde byly zaznamenány vysoké roční koncentrace, blízké se hodnotě imisního limitu. Od roku 2014 se roční koncentrace pohybují nad hodnotou horní meze posuzování, v posledních třech letech pak nepřekračují ani tuto hodnotu a je patrná jejich klesající tendence (Obr. IV.6.8). Kladensko je jednou z ob-



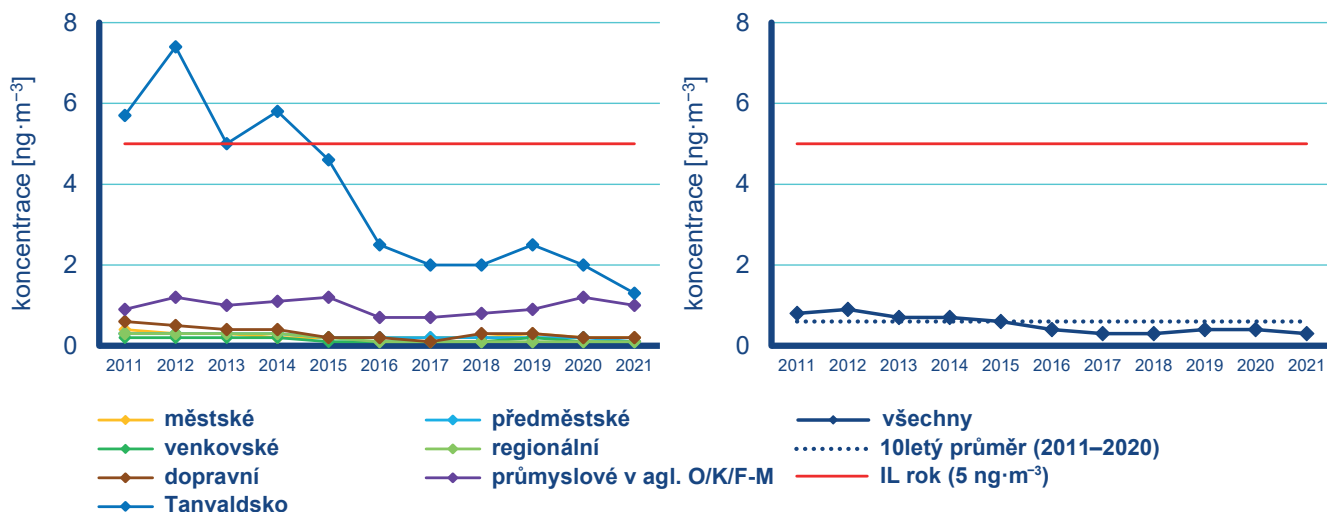
Obr. IV.6.7 Roční průměrné koncentrace arsenu, 2011–2021



Obr. IV.6.8 Roční průměrné koncentrace arsenu na vybraných stanicích, 2011–2021

lastí, kde probíhalo kampaňové měření koncentrací těžkých kovů v rámci projektu TAČR (č. TITSMZP704). Výsledky ukazují, že zvýšené koncentrace arsenu v tomto regionu jsou způsobeny používáním specifického uhlí pro individuální vytápění domácností. Problematika je předmětem dalšího zkoumání.

Celorepublikový průměr koncentrací kadmia dosáhl v roce 2021, stejně jako v letech 2017 a 2018, nejnižší hodnoty za hodnocené období 2011–2021. (Obr. IV.6.9). Od roku 2011 je pozorován mírně klesající, od roku 2016 pak setrvalý vývoj. Výjimku tvoří roční koncentrace na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M, které dosáhly nejnižších hodnot v letech 2016 a 2017 a v dalších



Obr. IV.6.9 Roční průměrné koncentrace kadmia, 2011–2021

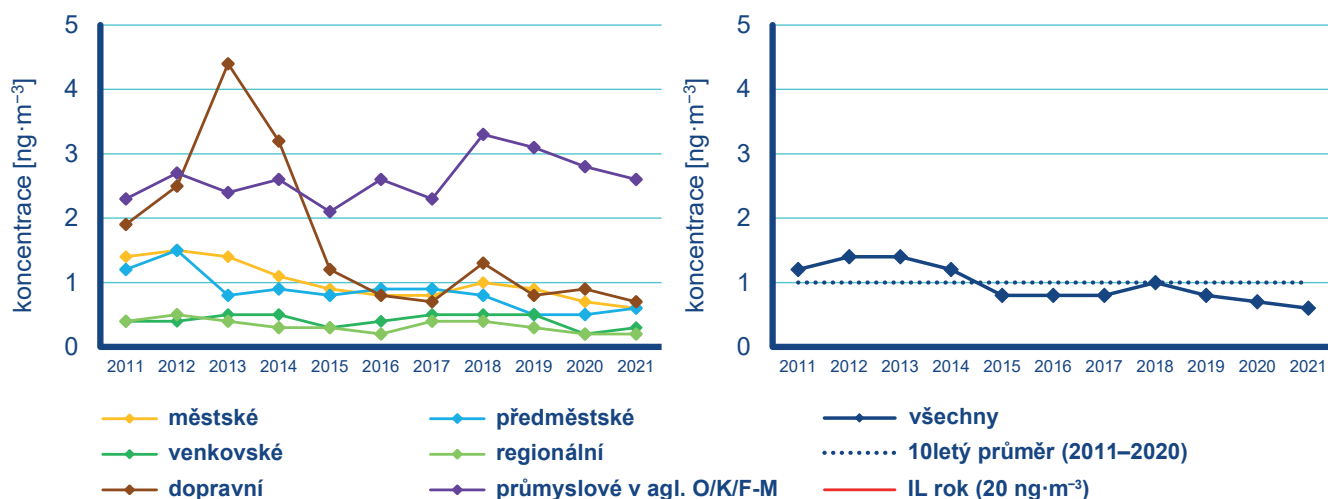


Obr. IV.6.10 Roční průměrné koncentrace kadmia na vybraných stanicích, 2011–2021

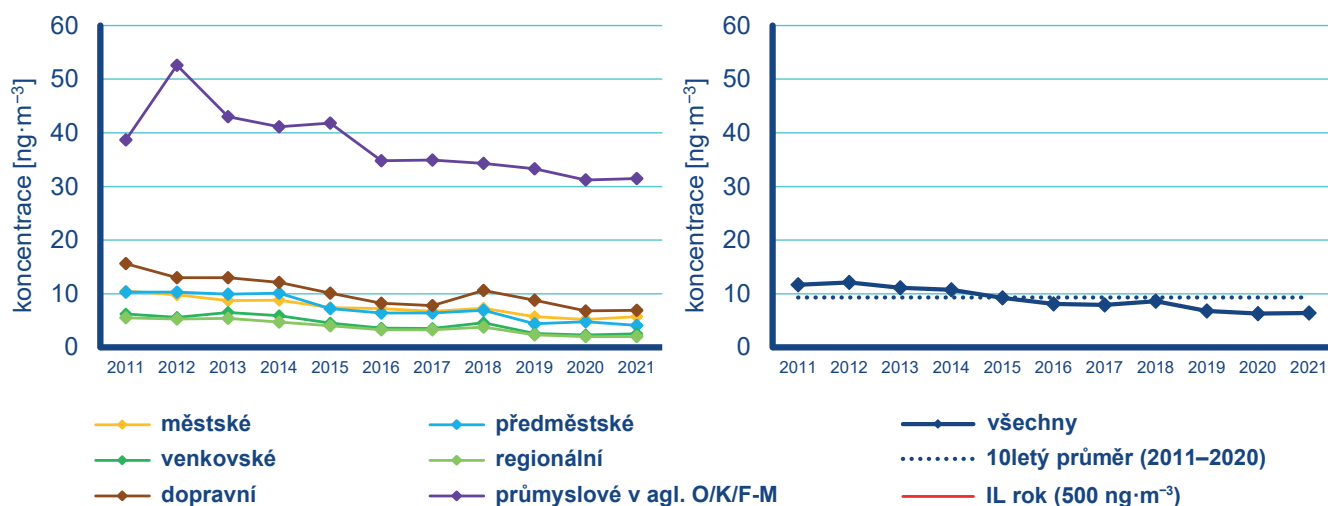
letech opět začaly stoupat. Výrazný pokles ročních koncentrací je zaznamenán na Tanvaldsku, která je dlouhodobě nejzatíženější oblastí (Obr. IV.6.10). V letech 2012 až 2015 zde byly zaznamenány vysoké až nadlimitní koncentrace. Oblast Tanvaldu je charakteristická vysokým zastoupením sklářského průmyslu (ASKPCR 2014), který je významným 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 Tanvaldškola a sledování výsledků pro posouzení účinnosti jednotlivých opatření.

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 k mírnému navýšení koncentrací na všech typech stanic (Obr. IV.6.12).



Obr. IV.6.11 Roční průměrné koncentrace niklu, 2011–2021



Obr. IV.6.12 Roční průměrné koncentrace olova, 2011–2021

### IV.6.3 Emise těžkých kovů

Do skupiny těžkých kovů jsou řazeny kovy se specifickou měrnou hmotností větší než  $4,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  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 střepy). Vedle uvedených procesů existuje i řada zdrojů fugitivních 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 2020 na emisích arsenu činil 21,7 % a na emisích niklu 32,9 % (Obr. IV.6.13 a IV.6.17). Podíl sektorů výroby železa a oceli (2C1) byl významný v roce 2020 především u emisí olova (22,6 %; Obr. IV.6.19). Vliv sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností převažoval u emisí kadmia s podílem 52,1 % (Obr. IV.6.15) a významně se projevoval i u emisí arsenu (33,1 %; Obr. IV.6.13). Významný podíl na celkových emisích olova tvoří emise z odpařování ohňostrojů a pyrotechniky (29,5 %; 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 2010–2020 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, i když se tento nárůst v roce 2020 pravděpodobně v důsledku pandemie COVID19 zastavil. 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 (Obr. IV.6.21, IV.6. 22, IV.6.23 a IV.6.24).

■ 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření

■ 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla

■ 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl

■ 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty

■ 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd

■ 1A4ai – Služby, instituce: Spalovací stacionární zdroje

■ 2A3 – Výroba skla

■ 2C1 – Výroba železa a oceli

■ 2C5 – Výroba olova

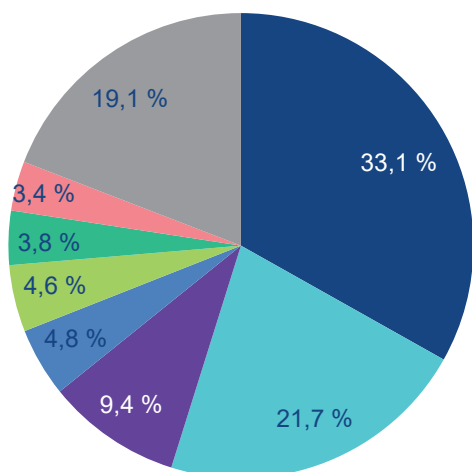
■ 2C6 – Výroba zinku

■ 2G – Ostatní zdroje

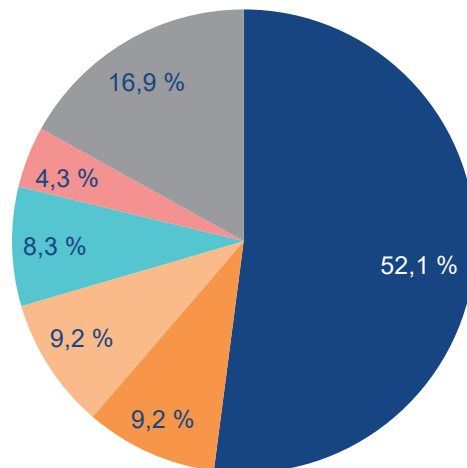
■ 5C2 – Otevřené spalování odpadu

■ Ostatní

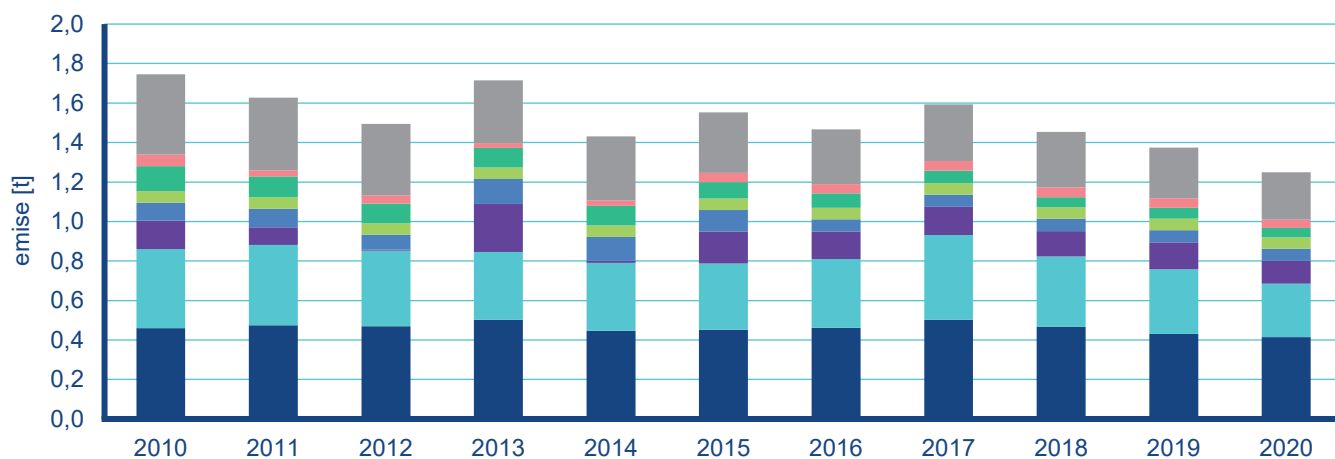
Legenda k obrázkům IV.6.13 až IV.6.20



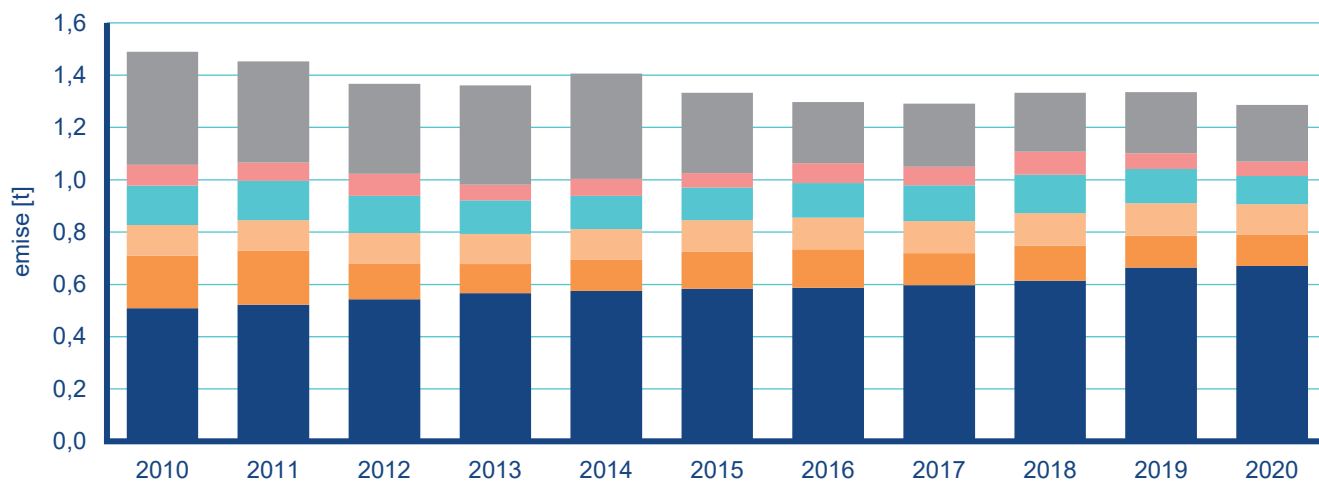
Obr. IV.6.13 Podíl sektorů NFR na celkových emisích arsenu, 2020



Obr. IV.6.15 Podíl sektorů NFR na celkových emisích kadmia, 2020

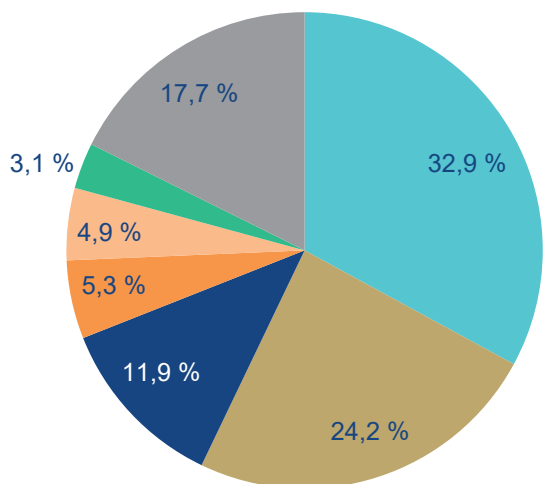


Obr. IV.6.14 Vývoj celkových emisí arsenu, 2010–2020

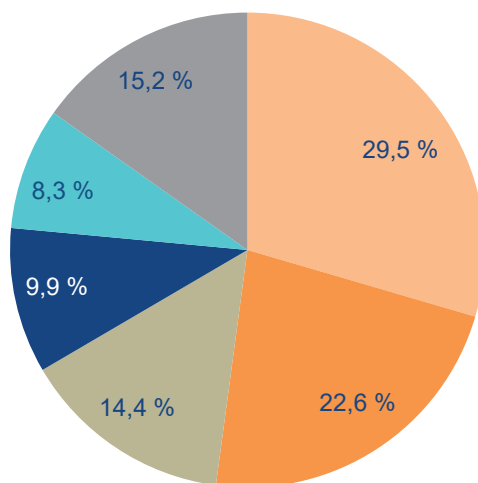


Obr. IV.6.16 Vývoj celkových emisí kadmia, 2010–2020

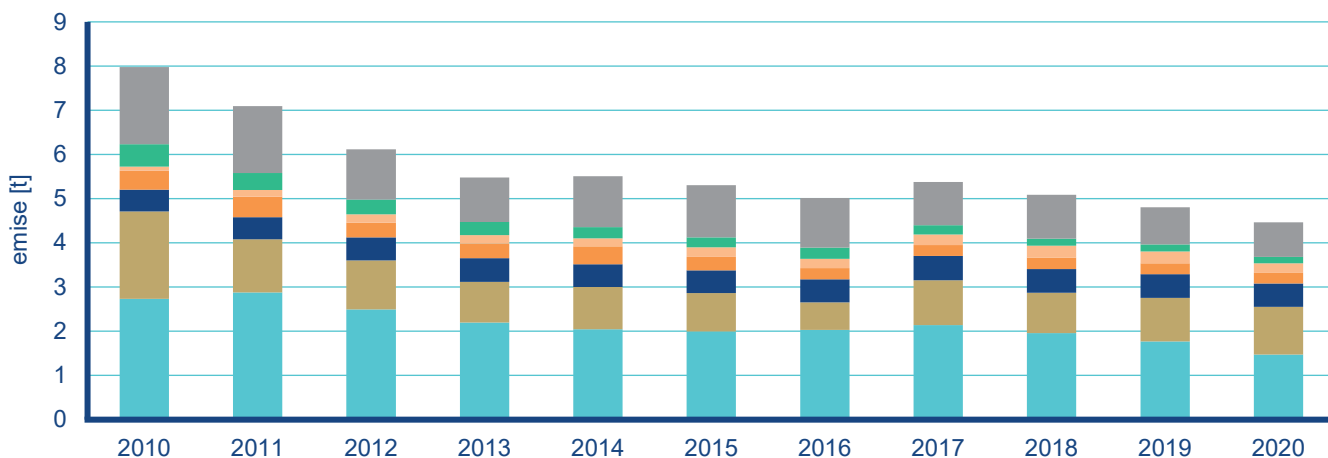




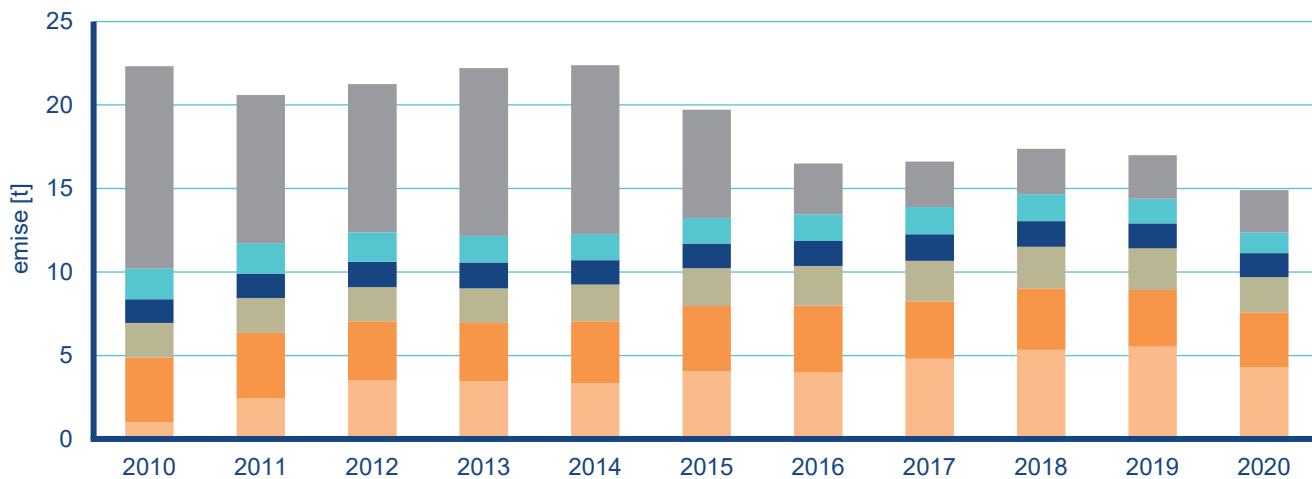
Obr. IV.6.17 Podíl sektorů NFR na celkových emisích niklu, 2020



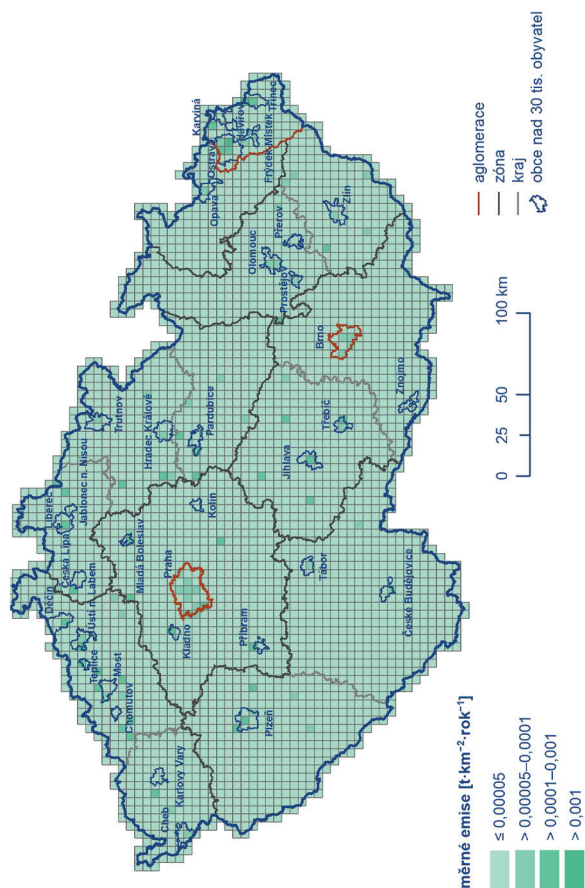
Obr. IV.6.19 Podíl sektorů NFR na celkových emisích olova, 2020



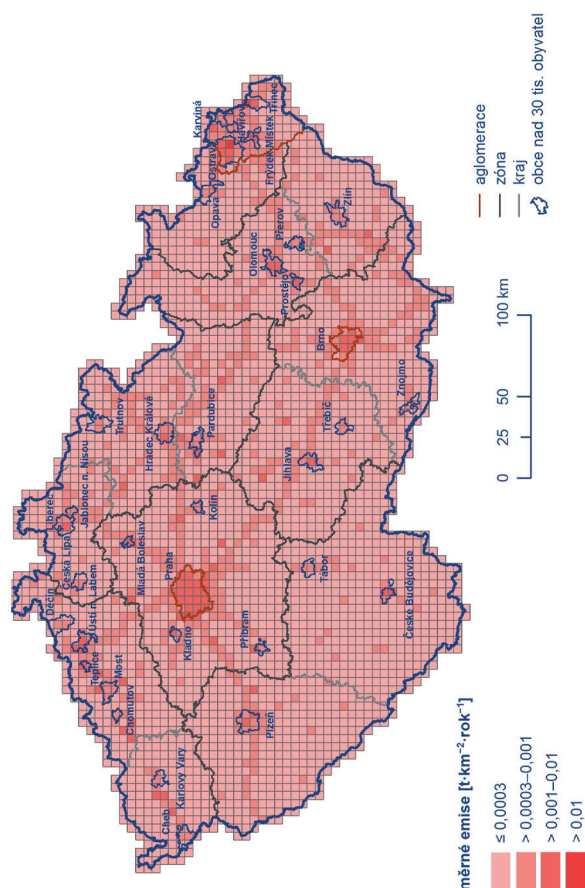
Obr. IV.6.18 Vývoj celkových emisí niklu, 2010–2020



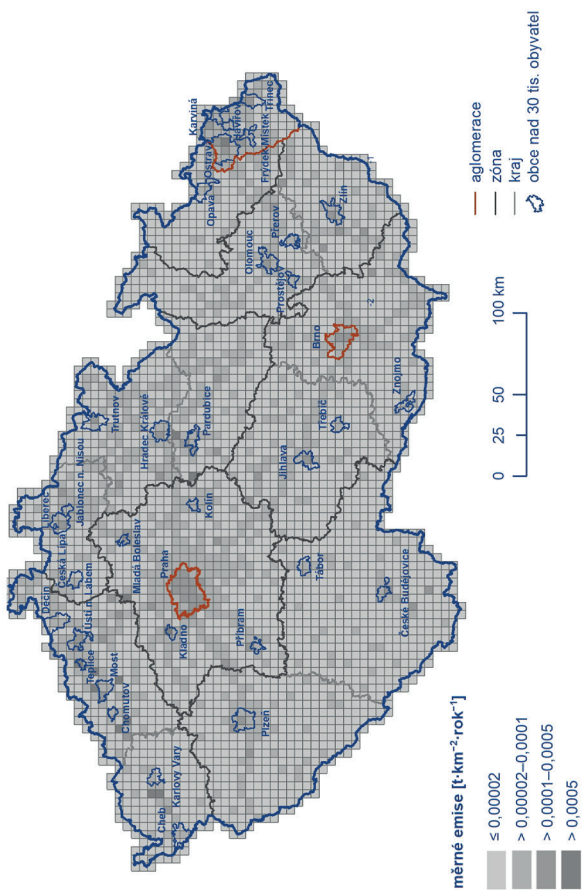
Obr. IV.6.20 Vývoj celkových emisí olova, 2010–2020



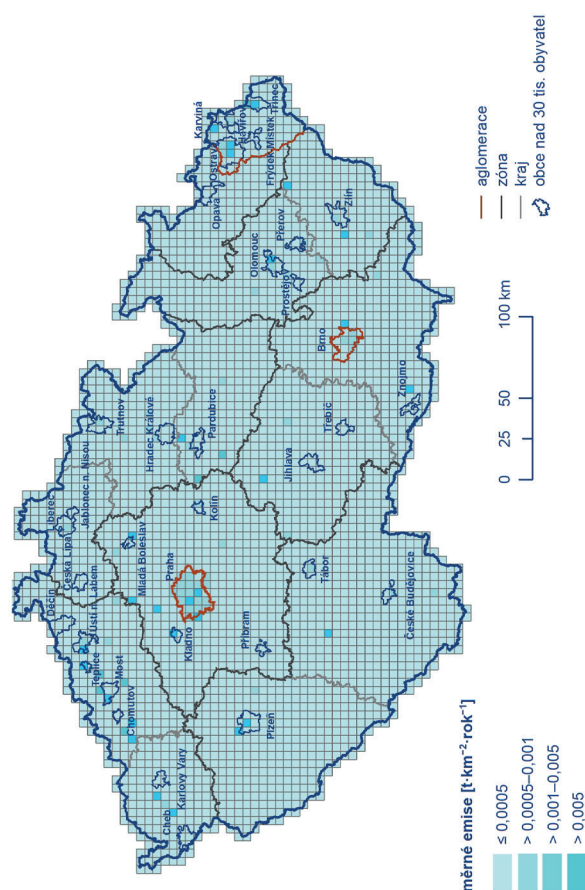
Obr. IV.6.22 Celkové emise kadmia v rozlišení 5 x 5 km, 2020



Obr. IV.6.24 Celkové emise olova v rozlišení 5 x 5 km, 2020



Obr. IV.6.21 Celkové emise arsenu v rozlišení 5 x 5 km, 2020



Obr. IV.6.23 Celkové emise niklu v rozlišení 5 x 5 km, 2020

## IV.7 Oxid siřičitý

### IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2021

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

V roce 2021 nebyl v ČR překročen hodinový ani 24hodinový imisní limit oxidu siřičitého ( $\text{SO}_2$ ) na žádné měřicí stanici, takže oba imisní limity byly splněny. Nebyly naměřeny ani žádné koncentrace této látky přesahující limitní hodnoty v povoleném počtu.

Nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  byly naměřeny na stanicích Lom ( $251 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Chotěbuz ( $209 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Nejvyšší 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  byly naměřeny na stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ ( $98 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $73 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Lom ( $63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ ( $121 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Český

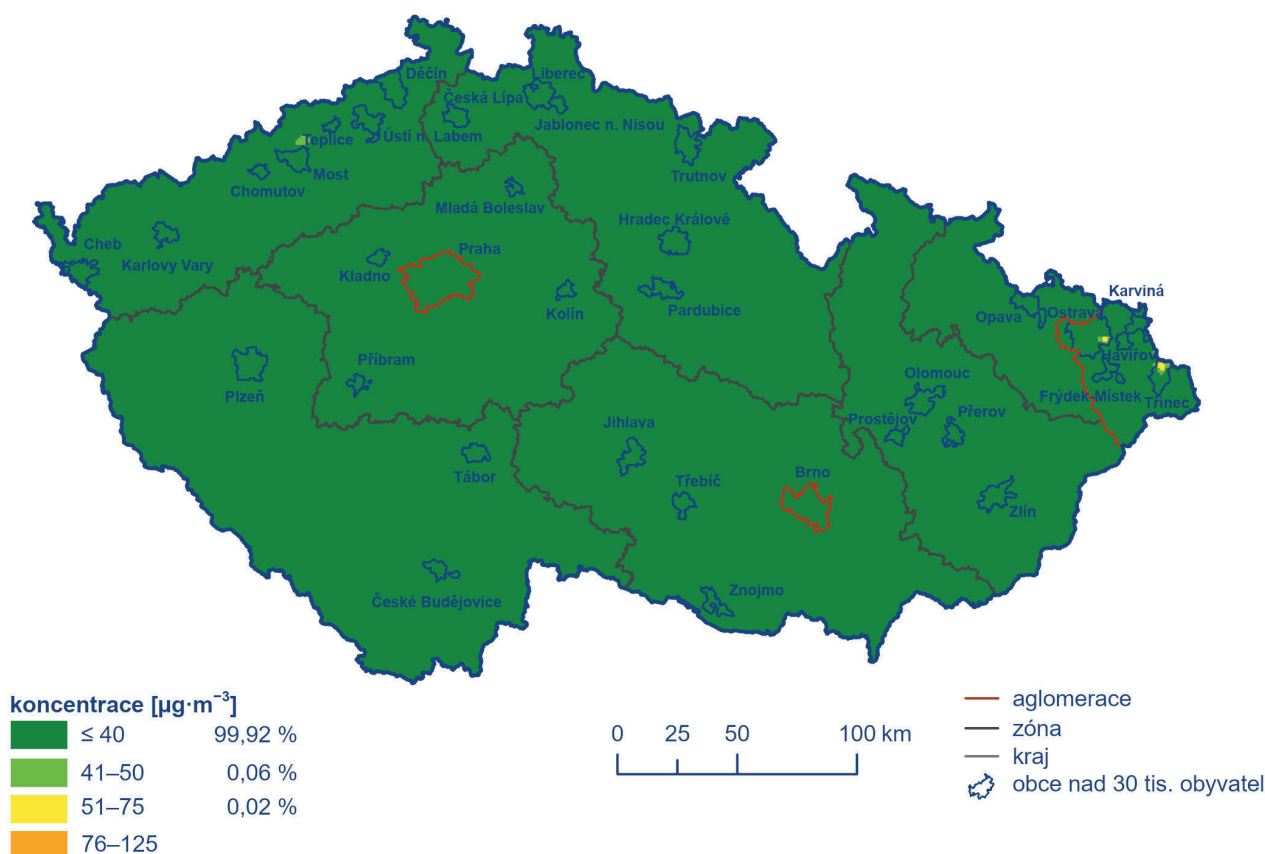
Těšín ( $103 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Lom ( $91 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice OZO ( $90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Chotěbuz ( $67 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $57 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Karviná ( $56 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Čtvrtá nejvyšší 24hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosáhla nejvyšších hodnot téměř na stejných stanicích – Ostrava-Radvanice ZÚ ( $54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Lom ( $43 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $42 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Chotěbuz ( $36 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice OZO ( $34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Teplice ( $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

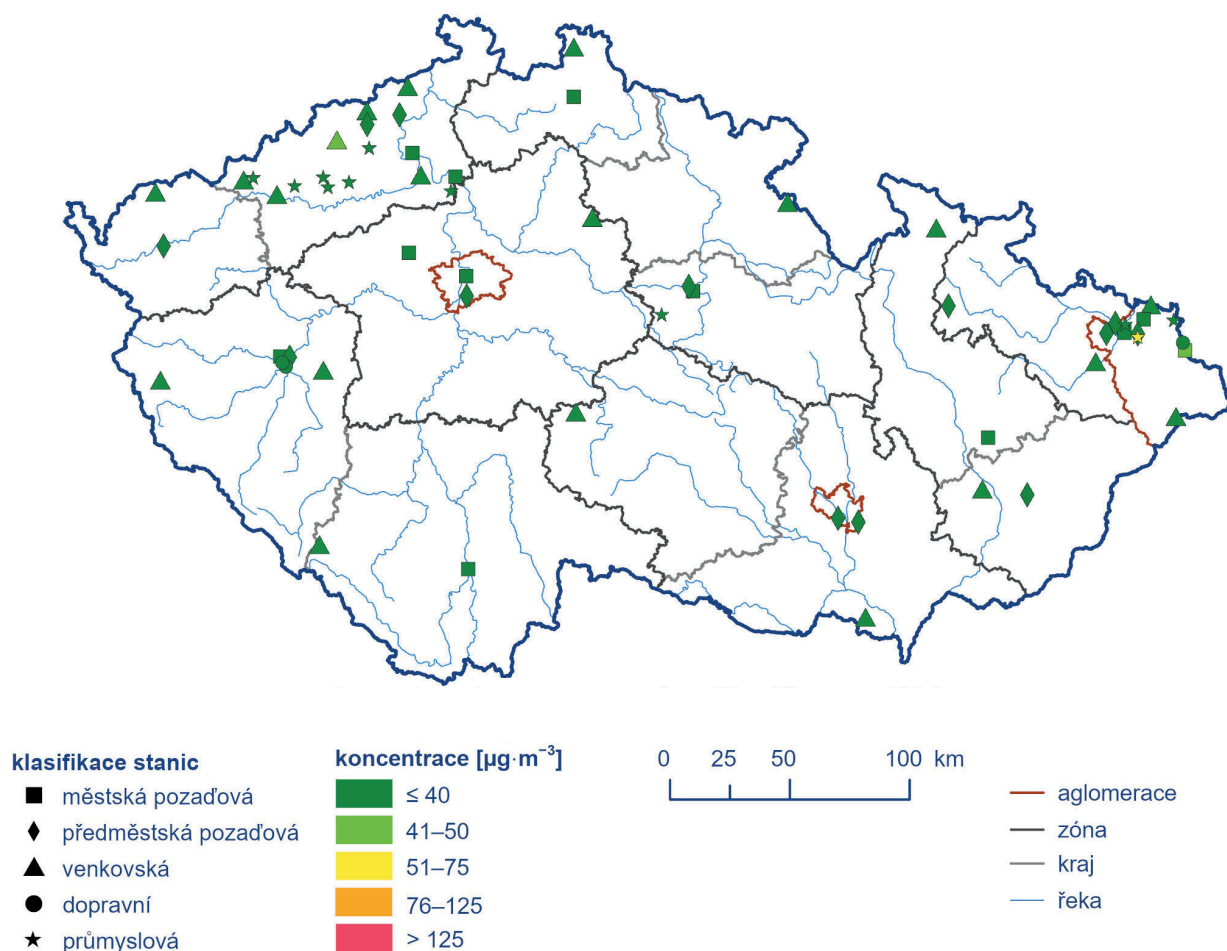
Na stanici Lom lze předpokládat převážně vliv průmyslových zdrojů, při určitém směru větru nelze vyloučit vliv lokálního vytápění z okolních obcí. Na stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ a Ostrava-Radvanice OZO se zvýšené koncentrace  $\text{SO}_2$  vyskytují zejména v souvislosti s lokálními zdroji v okolí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

Na 99,98 % plochy ČR byly 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  pod dolní mezí pro posuzování ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Pouze na 0,02 % území byla dolní mez pro posuzování překročena. Týká se to pouze měst Ostravy a Třince (Obr. IV.7.1).

Bodovými značkami jsou na stanicích znázorněny 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu (Obr. IV.7.2).



Obr. IV.7.1 Pole 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$ , 2021



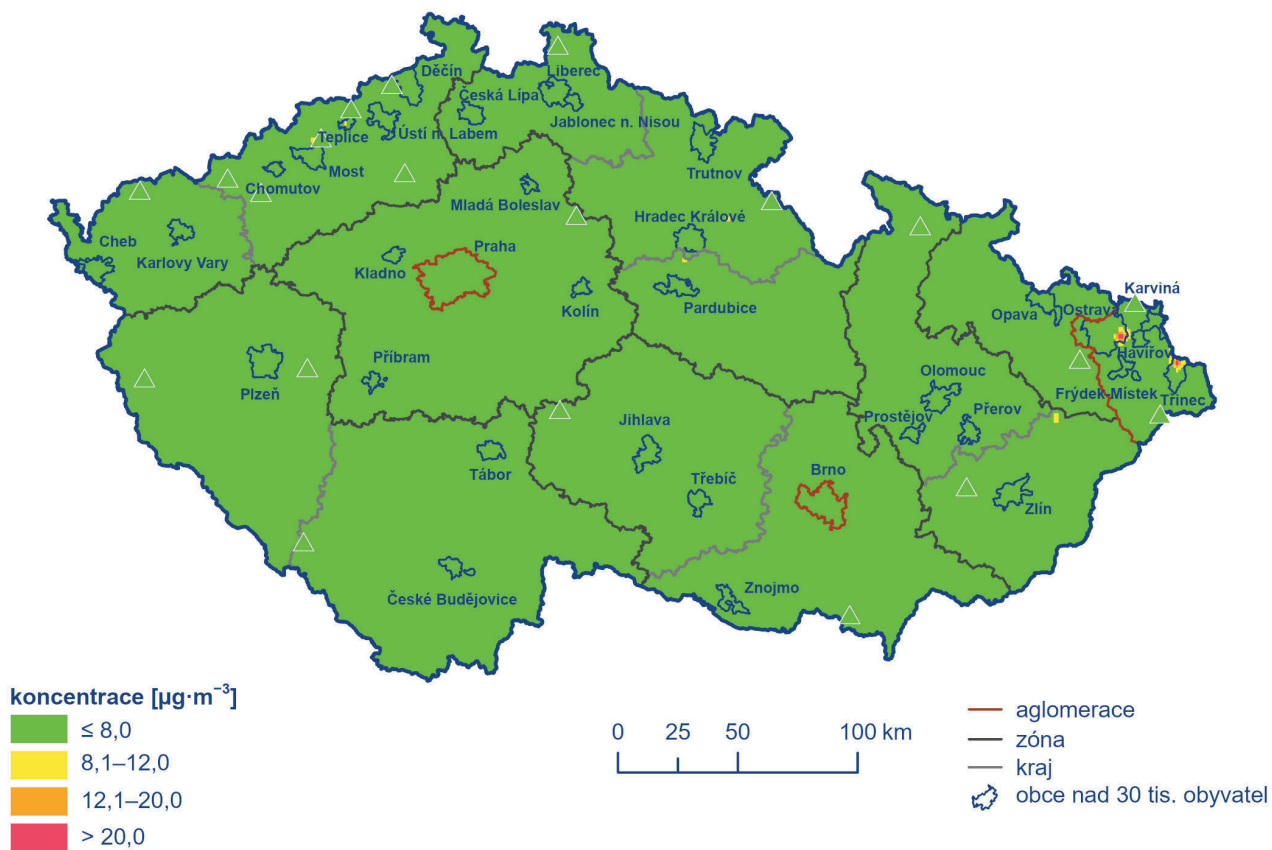
Obr. IV.7.2 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021

### Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2021 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

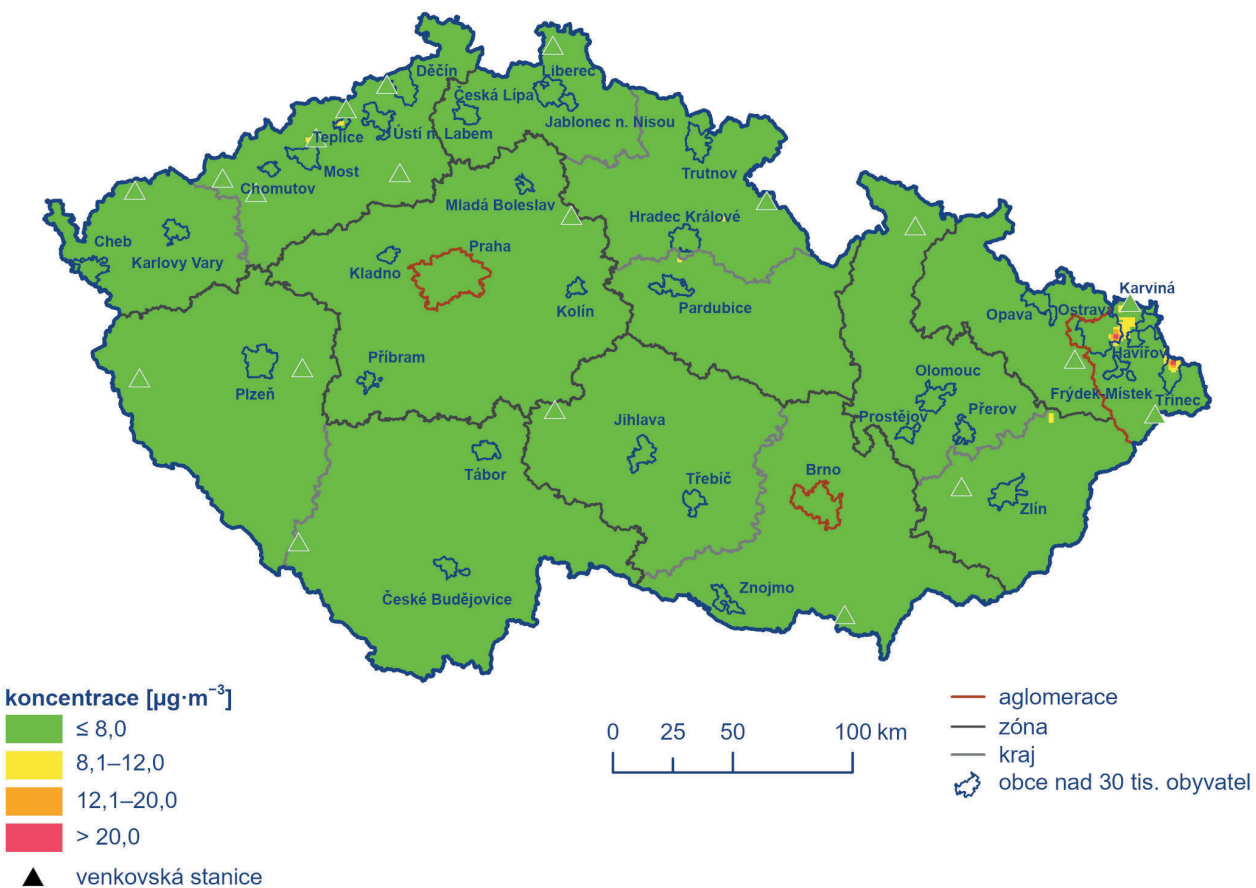
Na venkovských lokalitách nebyl v roce 2021 překročen imisní limit pro roční ani zimní průměrnou koncentraci. Nejvyšší zimní průměrná koncentrace 2021/2022 byla zaznamenána na stanicích Krupka ( $7,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice ( $7,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Lom ( $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Studénka ( $6,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $4,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Těšnovice ( $3,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Rožďalovice-Ruská ( $3,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Roční průměrná koncentrace dosáhla maxima na stejných stanicích v jiném pořadí – Lom ( $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $6,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice ( $5,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Studénka ( $4,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $4,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Rožďalovice-Ruská ( $3,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Těšnovice ( $3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Na venkovském území ČR nedošlo v roce 2021 k překročení horní meze pro posuzování ( $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) jak u roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$ , tak v případě průměrné koncentrace za zimní období 2021/2022. K překročení této horní meze pro posuzování roční i zimní průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  došlo pouze ve městech Ostrava a Třinec, kde také došlo v obou uvedených imisních charakteristikách k překročení imisního limitu  $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.7.3 a IV.7.4). Toto překročení vychází při konstrukci mapy z modelového výpočtu.

Pro konstrukci obou map (Obr. IV.7.3 a IV.7.4) byly použity všechny pozadové 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  $\text{SO}_2$ , 2021



Obr. IV.7.4 Pole průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  v zimním období 2021/2022

## 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.

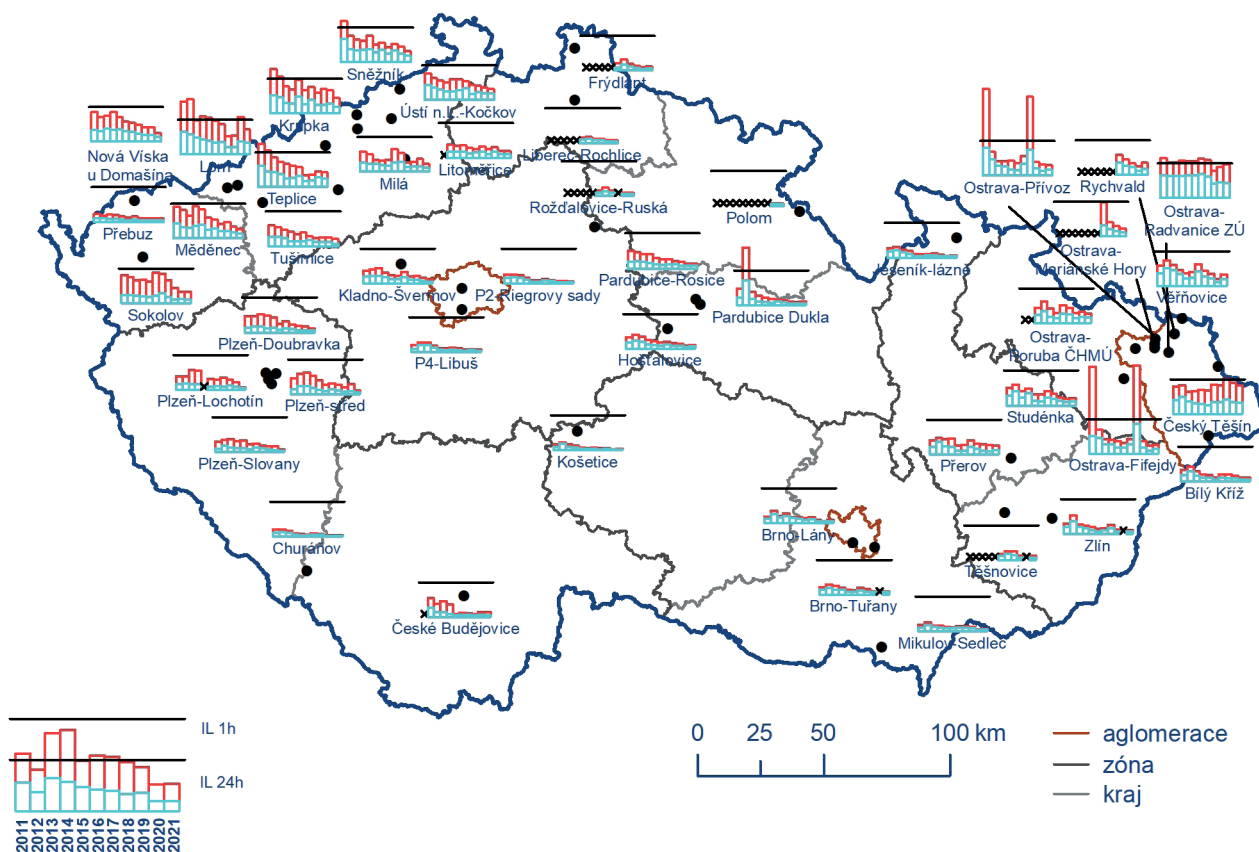
V období 2011–2021 je do roku 2016 zřetelný téměř na všech stanicích další klesající průběh (Obr. IV.7.5). V roce 2017 byl pokles přerušen a v roce 2018 opět obnoven na většině lokalit. V letech 2019, 2020 a 2021 pokračoval mírný pokles imisních charakteristik  $\text{SO}_2$ . Tento pokles je patrný 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 převážně vliv průmyslových zdrojů. V roce 2021 koncentrace  $\text{SO}_2$  na této stanici proti předchozímu roku poklesly.

V případě hodnocení vývoje hodinových a 24hodinových koncentrací  $\text{SO}_2$  na jednotlivých typech stanic ČR dle klasifikace (Obr. IV.2), došlo v roce 2011 a 2018 k výraznému vzestupu kon-

centrací této látky v obou charakteristikách na průmyslových 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 koncentrací  $\text{SO}_2$ , které se v roce 2020 projevilo zejména na městských, předměstských a regionálních stanicích (Obr. IV.7.6 a IV.7.7). V roce 2021 je tento pokles ještě více patrný u téměř všech typů stanic i celkově v průměru na všech stanicích (Obr. IV.7.6 a IV.7.7).

V ročním a zimním průměru je zřetelný pokles koncentrací  $\text{SO}_2$  od roku 2017 do roku 2021 (Obr. IV.7.8). Tento pokles je viditelný jak u všech venkovských lokalit, tak i u kategorie regionálních lokalit. 10letý roční i zimní průměr (2011–2020) má vyrovnaný chod, zimní průměr je v o něco vyšší hladině (Obr. IV.7.8).

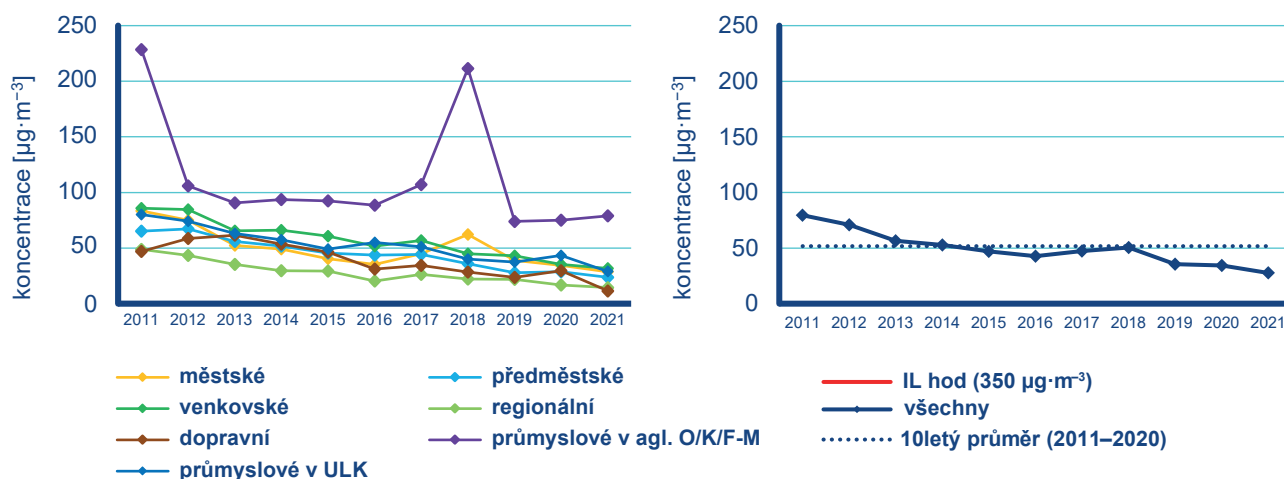
Celkový klesající průběh koncentrací  $\text{SO}_2$  je způsoben poklesem emisí v důsledku odsíření uhelných elektráren a změnou používaných paliv (viz vývoj emisí v kap. II). Vliv na meziroční kolísání koncentrací této látky mají rovněž v jednotlivých letech odlišné meteorologické a rozptylové podmínky.



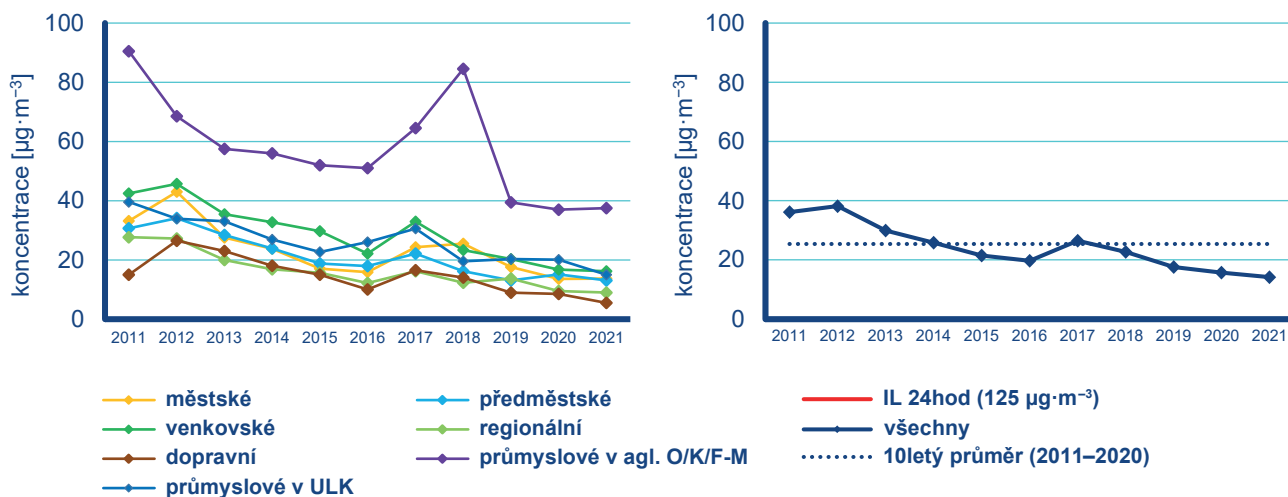
x nedostatečný počet dat

**Obr. IV.7.5 4. nejvyšší 24hod. koncentrace a 25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  na vybraných stanicích, 2011–2021**

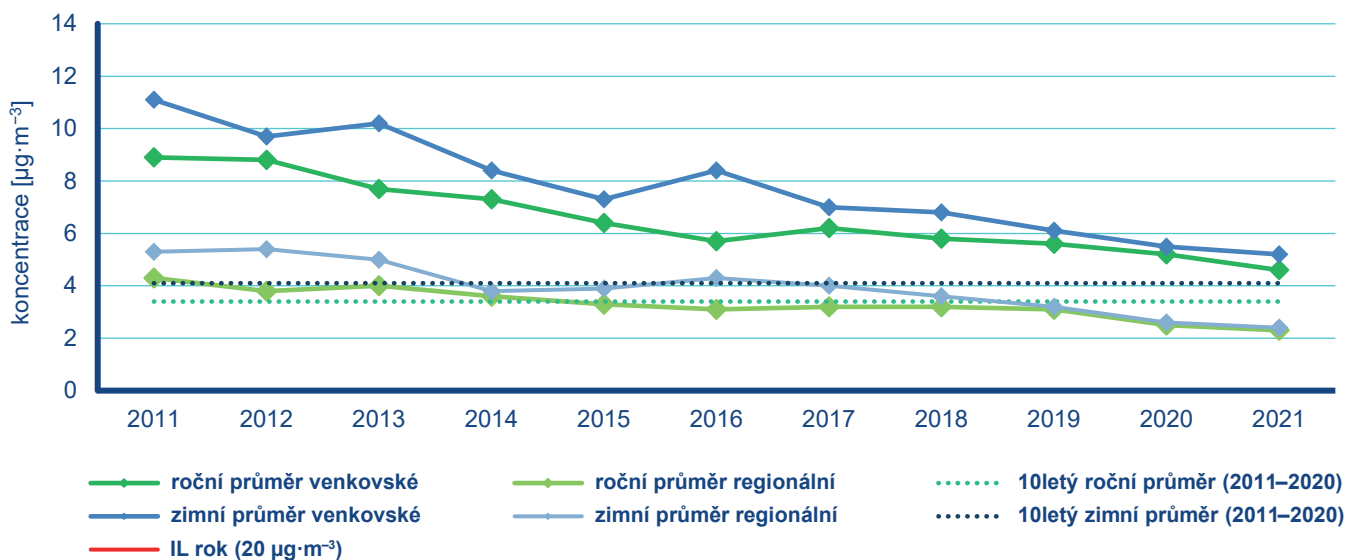
<sup>1</sup> U typů stanic průmyslových byly rozlišeny průmyslové stanice v aglomeraci O/K/F-M od průmyslových stanic v Ústeckém kraji (ULK), které provozuje ČEZ a. s., a jsou umístěny na okraji malých obcí a v místech mimo osídlení. Zejména stanice v Ostravě bývají průmyslem značně ovlivněny, zatímco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



Obr. IV.7.6 25. nejvyšší 1hod. koncentrace  $\text{SO}_2$  na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



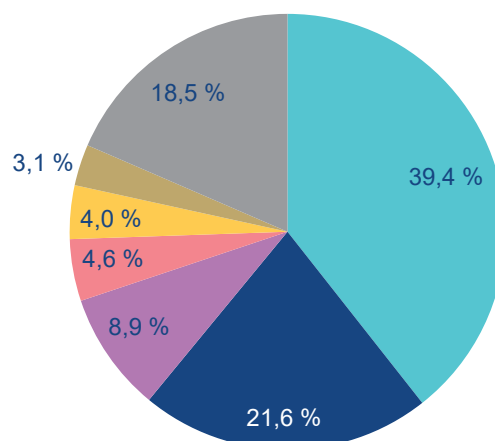
Obr. IV.7.7 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$  na jednotlivých typech stanic, 2011–2021



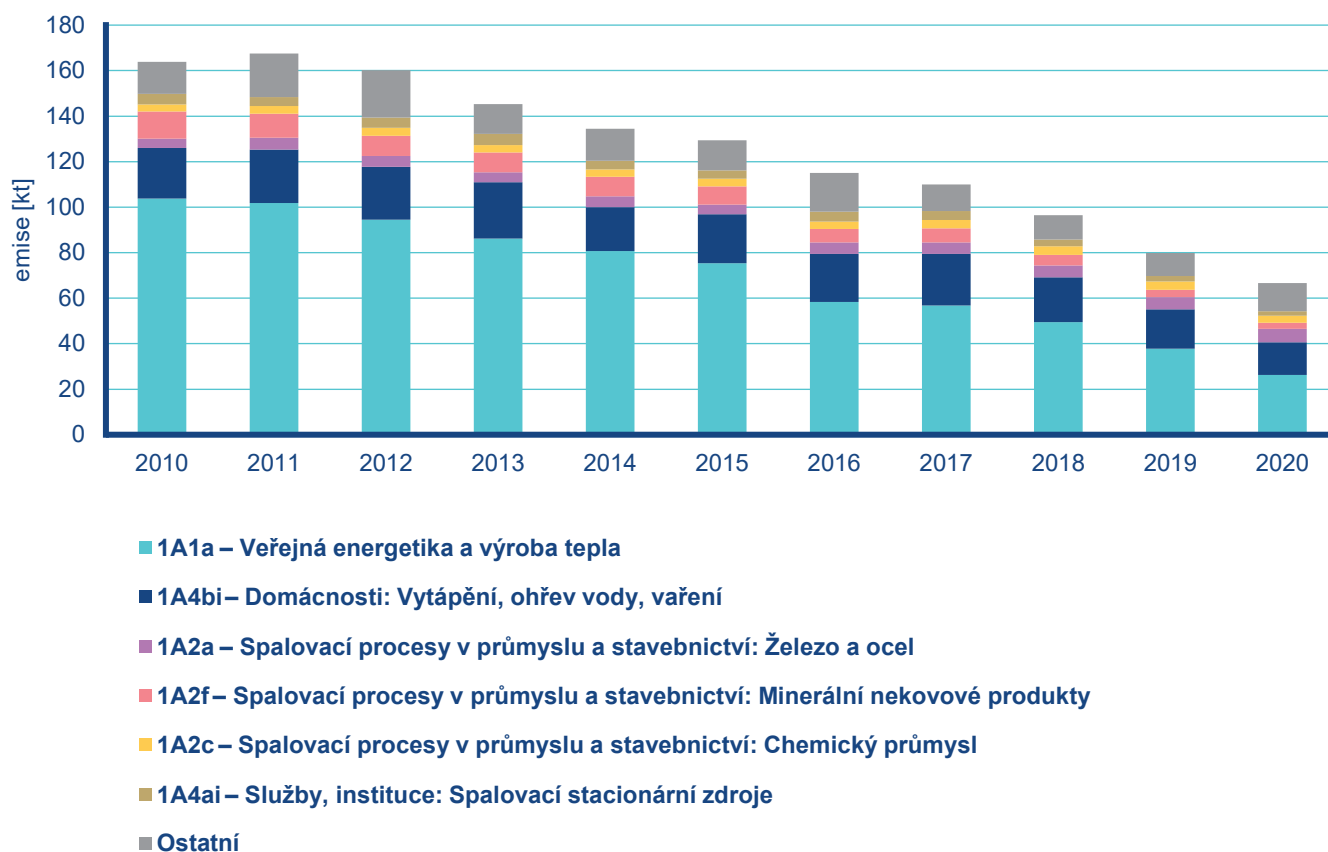
Obr. IV.7.8 Koncentrace  $\text{SO}_2$  na jednotlivých typech stanic, 2011–2021

### IV.7.3 Emise oxidů síry

Zdrojem emisí oxidů síry je především spalování pevných fosilních paliv, která síru obsahují. V roce 2020 pocházelo v celorepublikovém měřítku ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla 39,4 % emisí  $\text{SO}_x$  a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 21,6 % (Obr. IV.7.9). Mezi další významnější sektory patří spalovací procesy v průmyslu (zpracování nerostných surovin, chemický průmysl, zpracování pevných paliv nebo výroba potravin). K poklesu emisí  $\text{SO}_x$  v období 2010–2020 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.7.11).

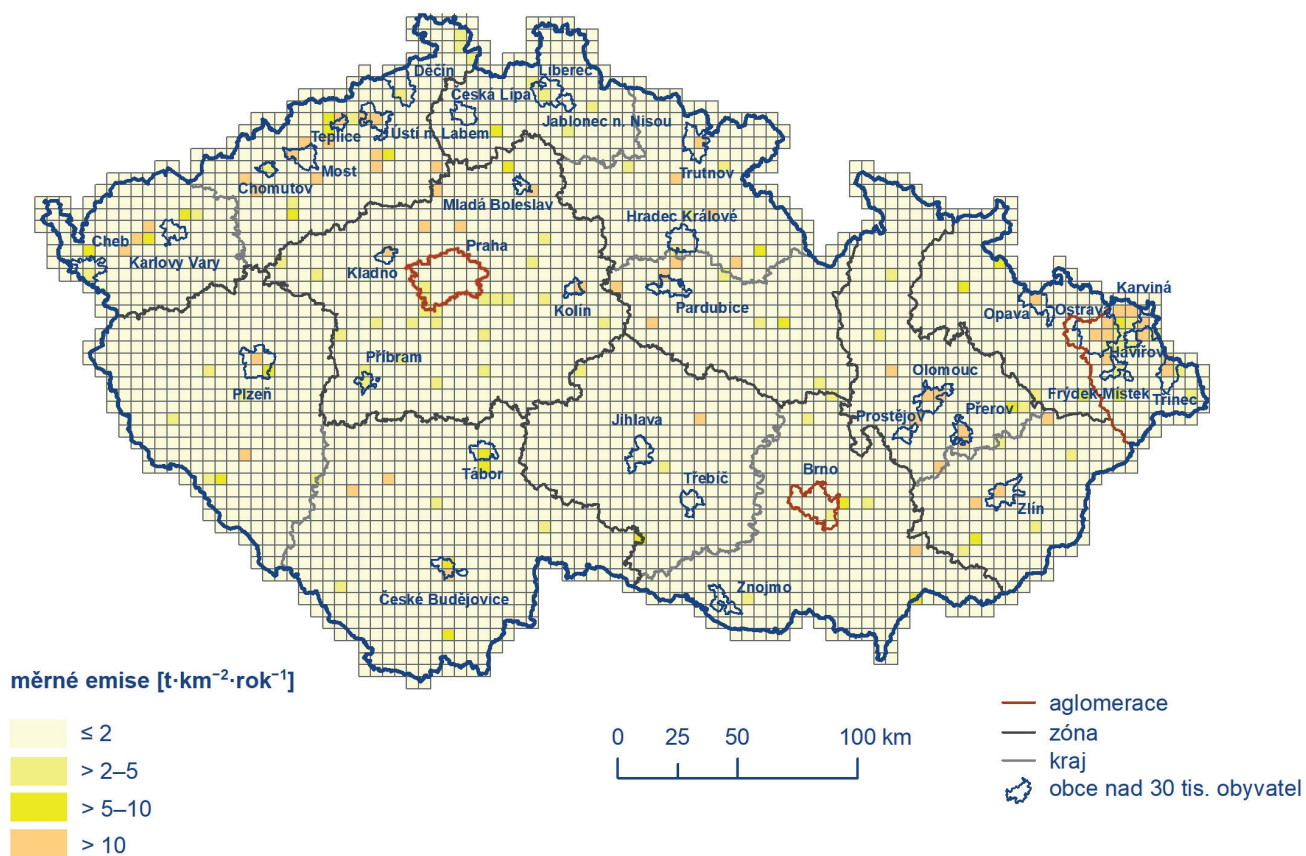


Obr. IV.7.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{SO}_x$ , 2020



Obr. IV.7.10 Celkové emise  $\text{SO}_x$ , 2010–2020





Obr. IV.7.11 Celkové emise  $SO_x$  v rozlišení  $5 \times 5$  km, 2020

## IV.8 Oxid uhelnatý

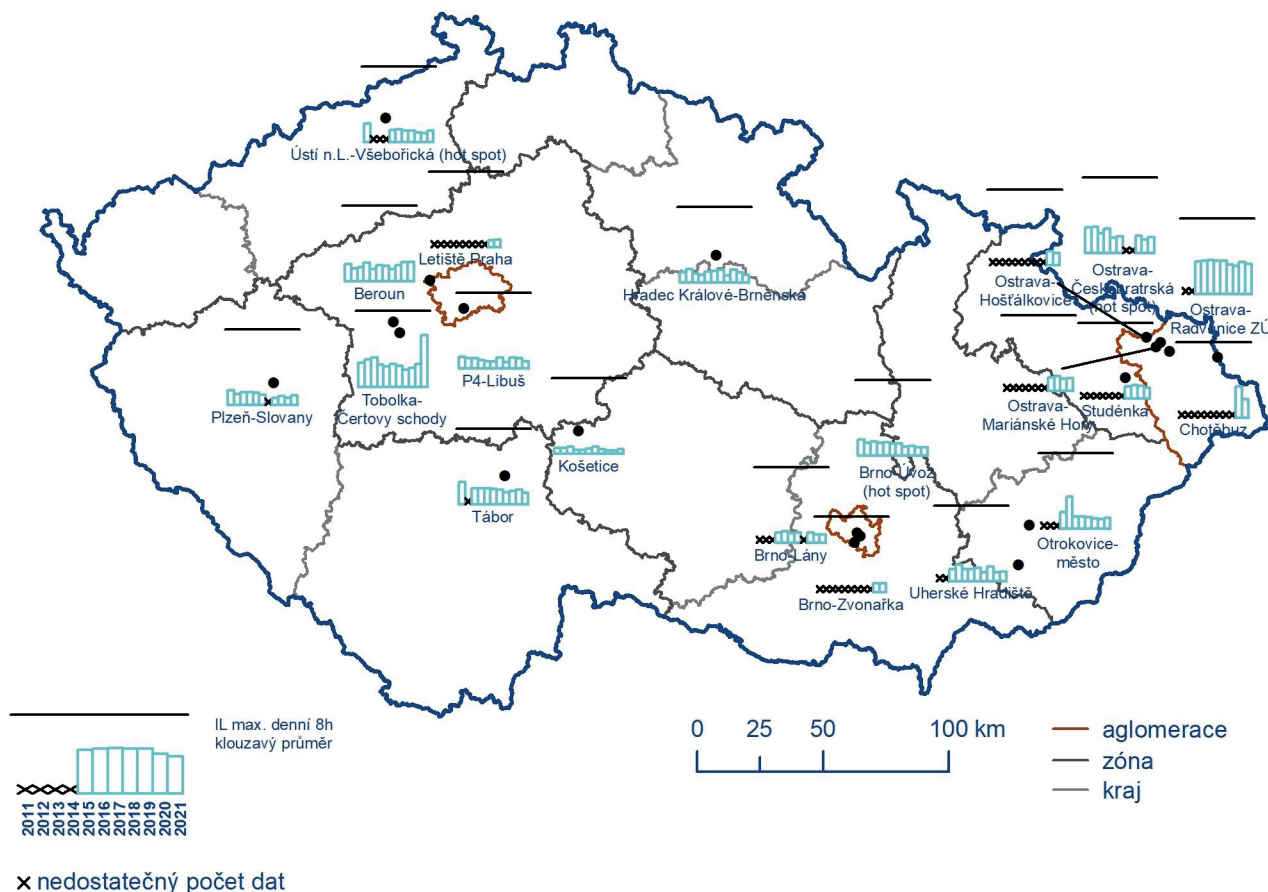
### IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2021

V roce 2021 nedošlo, stejně jako v předchozích letech, k překročení 8hodinového imisního limitu oxidu uhelnatého (CO) na žádné z celkového počtu 21 stanic, na kterých byl k dispozici dostatečný počet naměřených dat pro hodnocení kvality ovzduší. Nejvyšší denní 8hodinová průměrná koncentrace CO byla naměřena na venkovské stanici Tobolka-Čertovy schody ( $6\,863\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), přičemž imisní limit je  $10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tato lokalita je již dlouhodobě ovlivněna emisemi z blízké vápenky Čertovy schody. Pokud se uvádí pouze jedno maximum na jedné stanici, pak v pořadí druhá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $3\,987\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Jde o velmi exponovanou lokalitu ovlivněnou průmyslem, dopravou i lokálními zdroji emisí. Třetí, čtvrtá a pátá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na dopravních stanicích Beroun ( $2\,524\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Chotěbuz ( $2\,434\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Ostrava-Českobratrská (hot spot) ( $2\,157\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), kde vzhledem k umístění stanic u frekventovaných komunikací dochází k ovlivnění emisemi z dopravy.

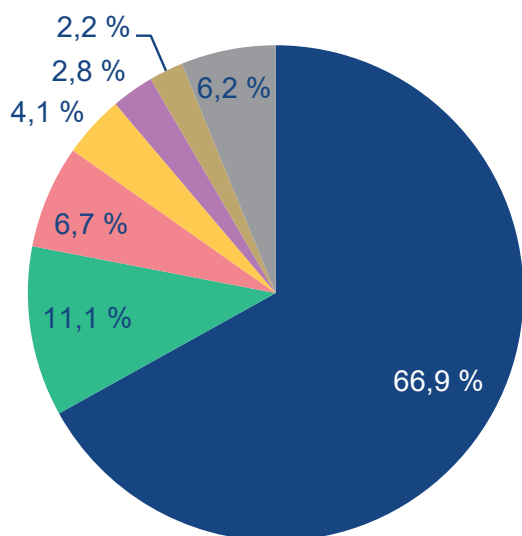
Zvýšené koncentrace CO se vyskytují především na městských lokalitách významně ovlivněných dopravou, proto bylo zachováno měření této látky na lokalitách klasifikovaných jako dopravní. Na městských a venkovských pozadových lokalitách se pohybují koncentrace CO hluboko pod imisním limitem. Výjimkou je stanice Tobolka-Čertovy schody, kde 8hodinová koncentrace CO dosahovala v roce 2021 v několika případech téměř 70 % 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 2021 pokles koncentrací CO na většině stanic pokračoval (Ostrava-Radvanice ZÚ, Chotěbuz, Tábor, Ostrava-Hošťálkovice, Studénka, Praha 4-Libuš, Hradec Králové-Brněnská). Na některých stanicích došlo naopak k vzestupu koncentrací CO (Tobolka-Čertovy schody, Ostrava-Českobratrská (hot spot), Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)).



Obr. IV.8.1 Maximální denní 8hod. klouzavá průměrná koncentrace CO na vybraných stanicích, 2011–2021

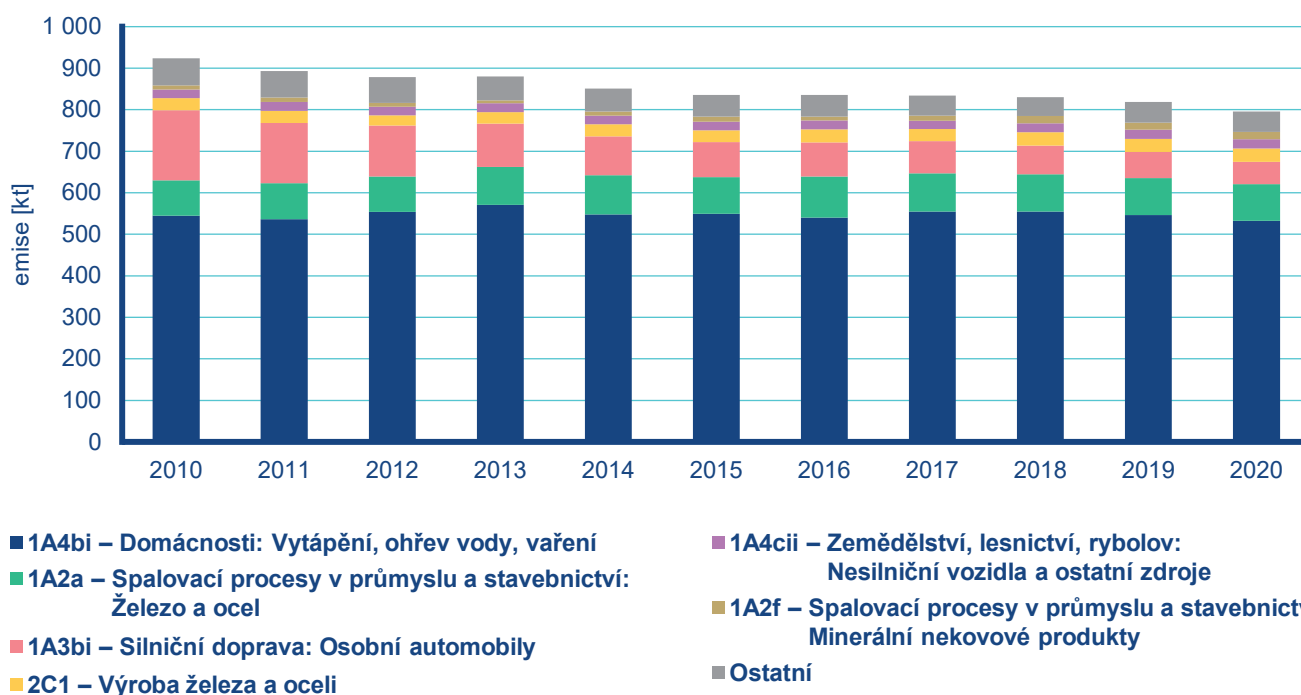


Obr. IV.8.2 Podíl sektorů NRF na celkových emisích CO<sub>2</sub> 2020

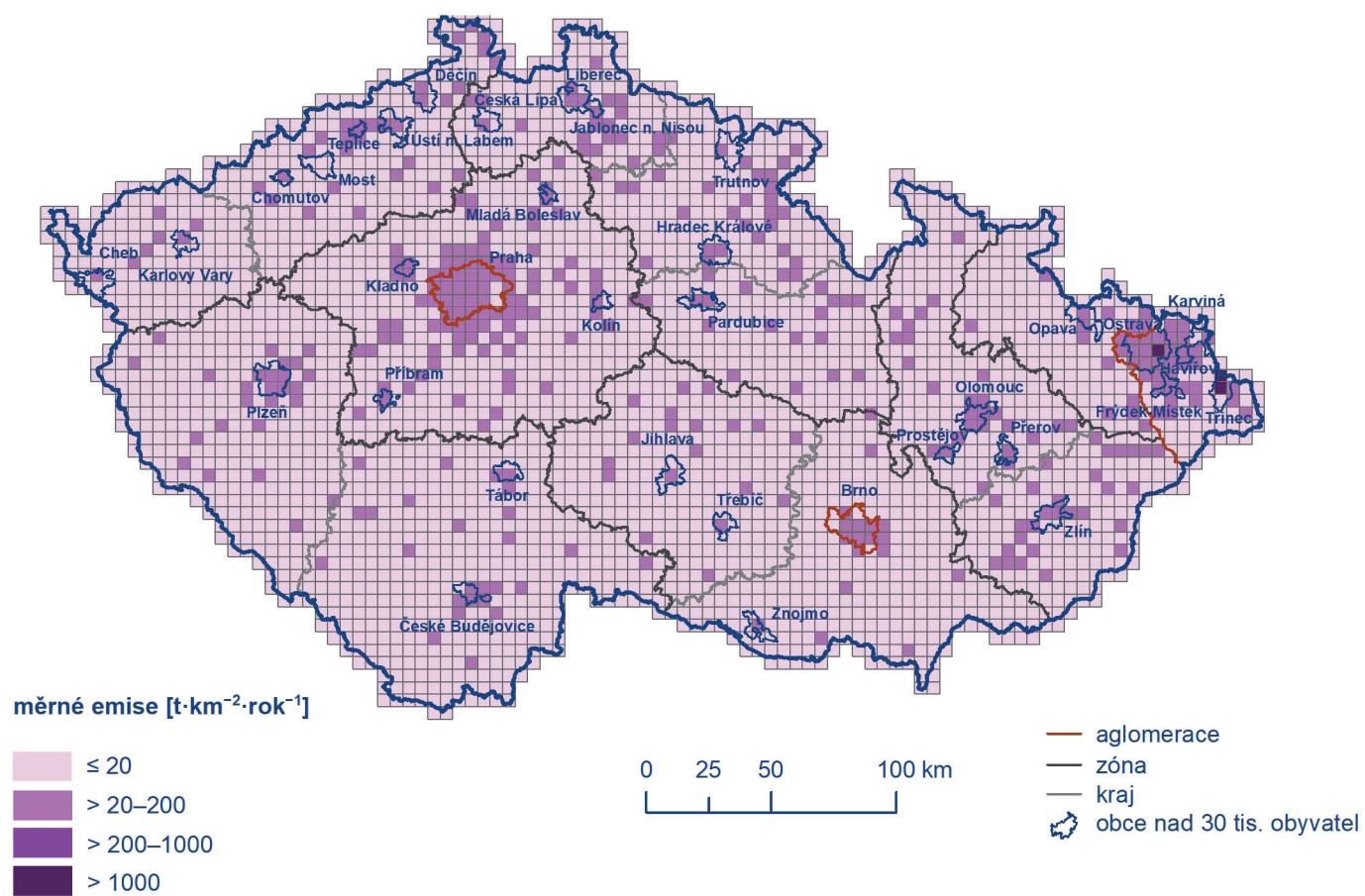
### IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého

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 2020 podílel na celorepublikových emisích 66,9 %. Mezi další významné zdroje patřily sektory 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel (11,1 %) a 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily (6,7 %; Obr. IV.8.2). Klesající průběh emisí CO v letech 2010–2020 (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 (Obr. IV.8.4).



Obr. IV.8.3 Vývoj celkových emisí CO<sub>2</sub> 2010–2020



Obr. IV.8.4 Celkové emise CO v rozlišení 5×5 km, 2020

## 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 (Víden 2005). Vzhledem k rozsahu různé 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. Aktivita 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 26 let monitoringu statisticky významný sestupný trend, který reflektuje pokles emisí VOC

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					Praha 4-Libuš				
		1995	2005	2010	2015	2021	1995	2005	2010	2015	2021
Alkany	etan	2,34	2,07	2,51	2,20	2,05	3,62	2,43	1,94	1,97	2,37
	propan	1,80	1,21	1,28	1,10	0,96	2,15	1,65	1,82	1,06	1,27
	butan	1,16	0,60	0,71	1,04	0,42	1,76	1,02	1,15	1,15	0,73
	2-methylpropan	0,68	0,37	0,47	0,32	0,30	1,14	0,80	1,03	0,45	0,59
	pentan		0,29	0,35	0,30	0,22	1,21	0,52	1,74	0,32	0,39
	2+3 - methylpentan		0,03	0,06	0,06	0,11	0,90	0,47	0,31	0,22	0,25
	hexan		0,09	0,11	0,07	0,08	0,60	0,16	0,18	0,09	0,13
	heptan		0,03	0,06	0,06	0,05	0,30	0,07	0,14	0,08	0,11
oktan		0,02	0,05	0,10	0,04		0,06	0,09	0,11	0,08	
Alkeny	eten	1,28	0,77	0,55	0,55	0,64	2,52	1,32	0,45	0,62	0,94
	propen	0,32	0,15	0,16	0,12	0,14	0,68	0,34	0,30	0,14	0,23
	suma Buteny		0,14	0,20	0,18	0,20	0,87	0,42	0,38	0,26	0,38
	suma Penteny		0,05	0,07	0,02	0,04		0,27	0,14	0,04	0,07
	isopren	0,14	0,09	0,13	0,17	0,29		0,38	0,47	0,37	0,68
Aromatické uhlovodíky	benzen	1,05	0,42	0,58	0,41	0,46	1,51	0,62	0,72	0,42	0,62
	toluen	0,99	0,31	0,40	0,30	0,30	2,07	0,86	0,94	0,53	0,59
	ethylbenzen		0,06	0,06	0,19	0,11	0,42	0,19	0,18	0,27	0,15
	m,p-xylen		0,78	0,55	0,55	0,08	1,42	0,55	0,57	0,71	0,13
	o-xylen		0,05	0,04	0,29	0,05		0,16	0,14	0,35	0,06

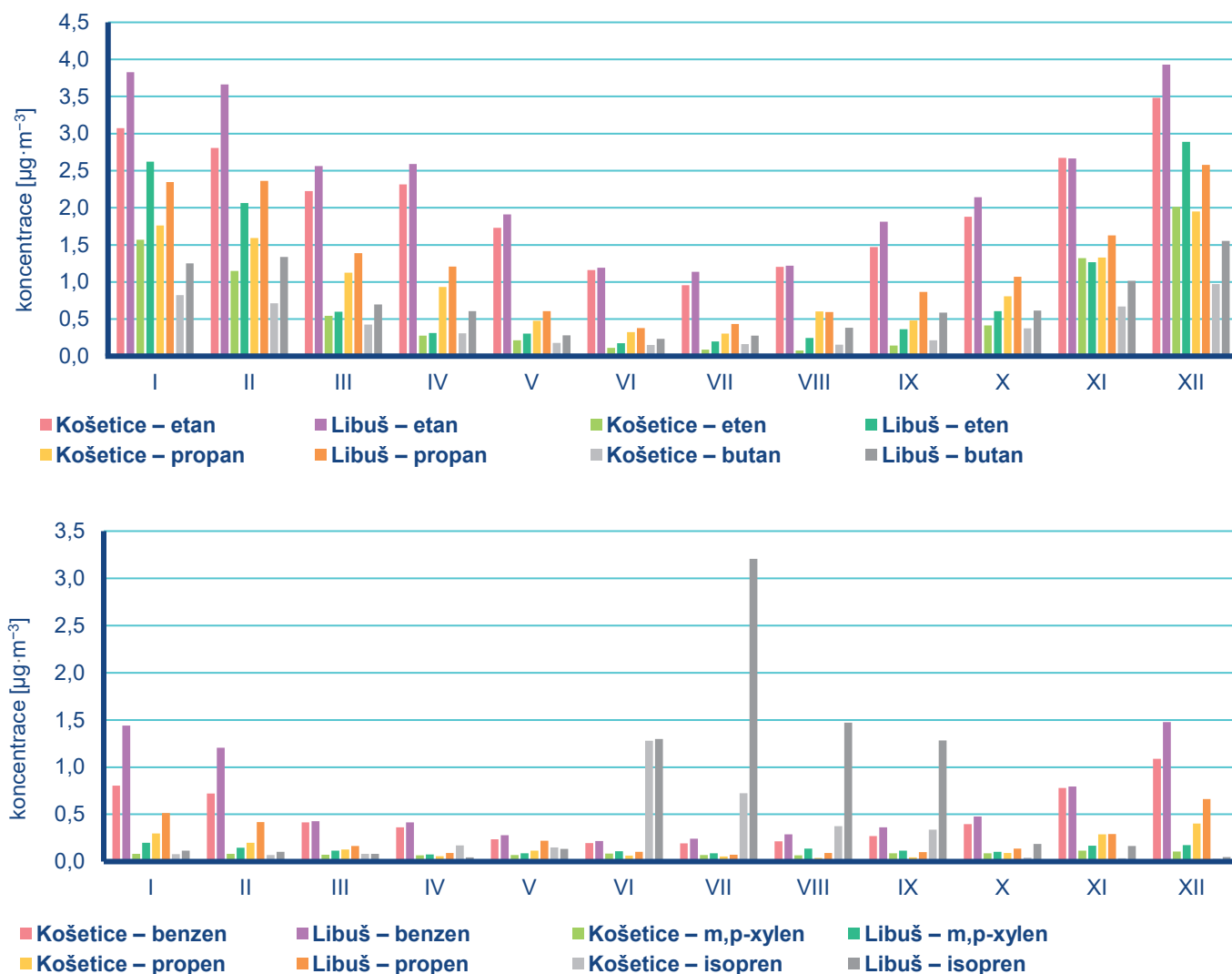
jak v ČR, tak v celém středoevropském prostoru (Tab. IV.9.1.1). Trend koncentrací etanu je mnohem výraznější na předměstské stanici Praha 4-Libuš než na pozadové stanici. Výjimkou je pouze isopren, který je přírodního původu (je emitován listnatými stromy) a na obou stanicích vykazuje vzestupný trend. Na stanici Praha 4-Libuš dokonce registrujeme mírný vzestup koncentrací 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 2021 nijak nevybočují z dlouhodobých trendů (Tab. IV.9.1.1). Roční chod většiny VOC reflektuje emisní úrovně, 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 sestupný trend 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.

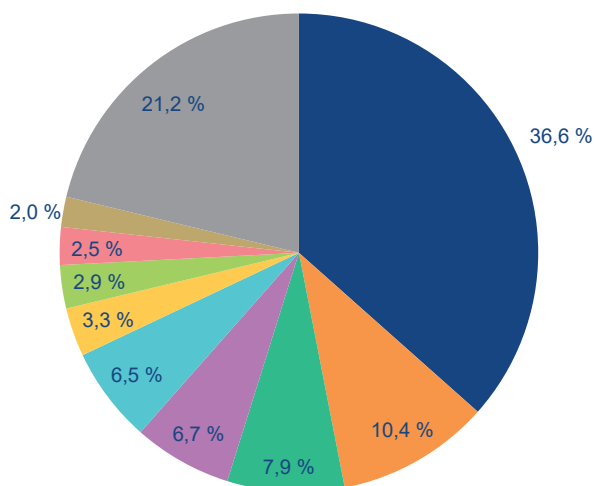
V roce 1999 byl přijat Göteborgský protokol ke zmírnění acidifikace, eutrofizace a dopadů přízemního ozonu, který vstoupil v platnost 17. 5. 2005 (UN-ECE 1999). Protokol obsahuje emisní stropy pro rok 2010 pro čtyři polutanty včetně VOC. Podle protokolu měly být evropské emise VOC sníženy alespoň o 40 % 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).



Obr. IV.9.1.1 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací VOC, 2021

### Emise těkavých organických látek

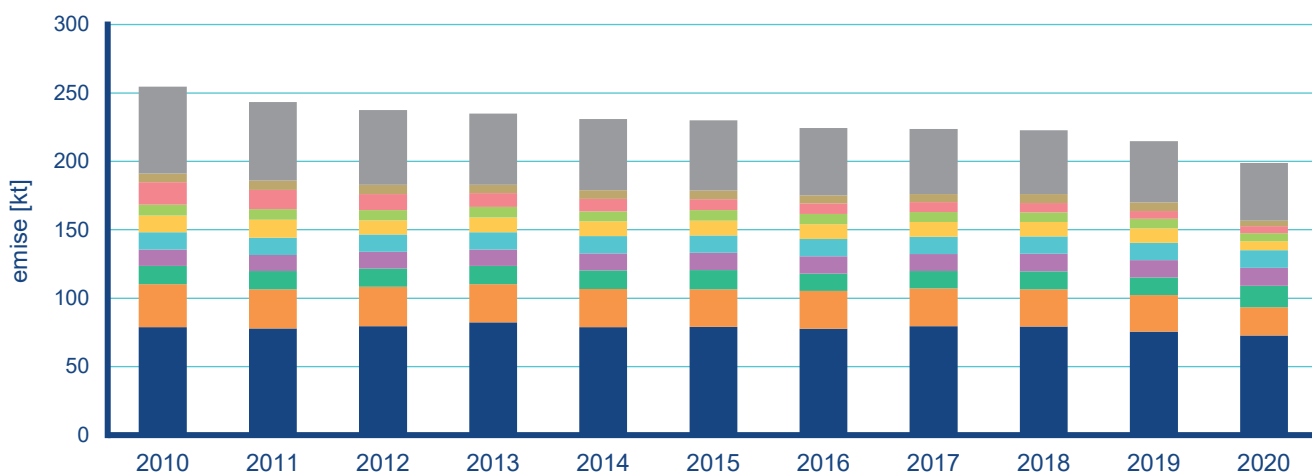
Chemické produkty obsahující NMVOC jsou používány v celé řadě aplikací v domácnostech i průmyslu jako čisticí prostředky, rozpouštědla a odmašťovadla. Mohou být součástí barev, laků, lepidel a farmaceutických přípravků. Uvolňují se při výrobě, skladování a použití ropných produktů. NMVOC vznikají také při nedokonalém spalování.



Obr. IV.9.1.2 Podíl sektorů NFR na celkových emisích NMVOC, 2020

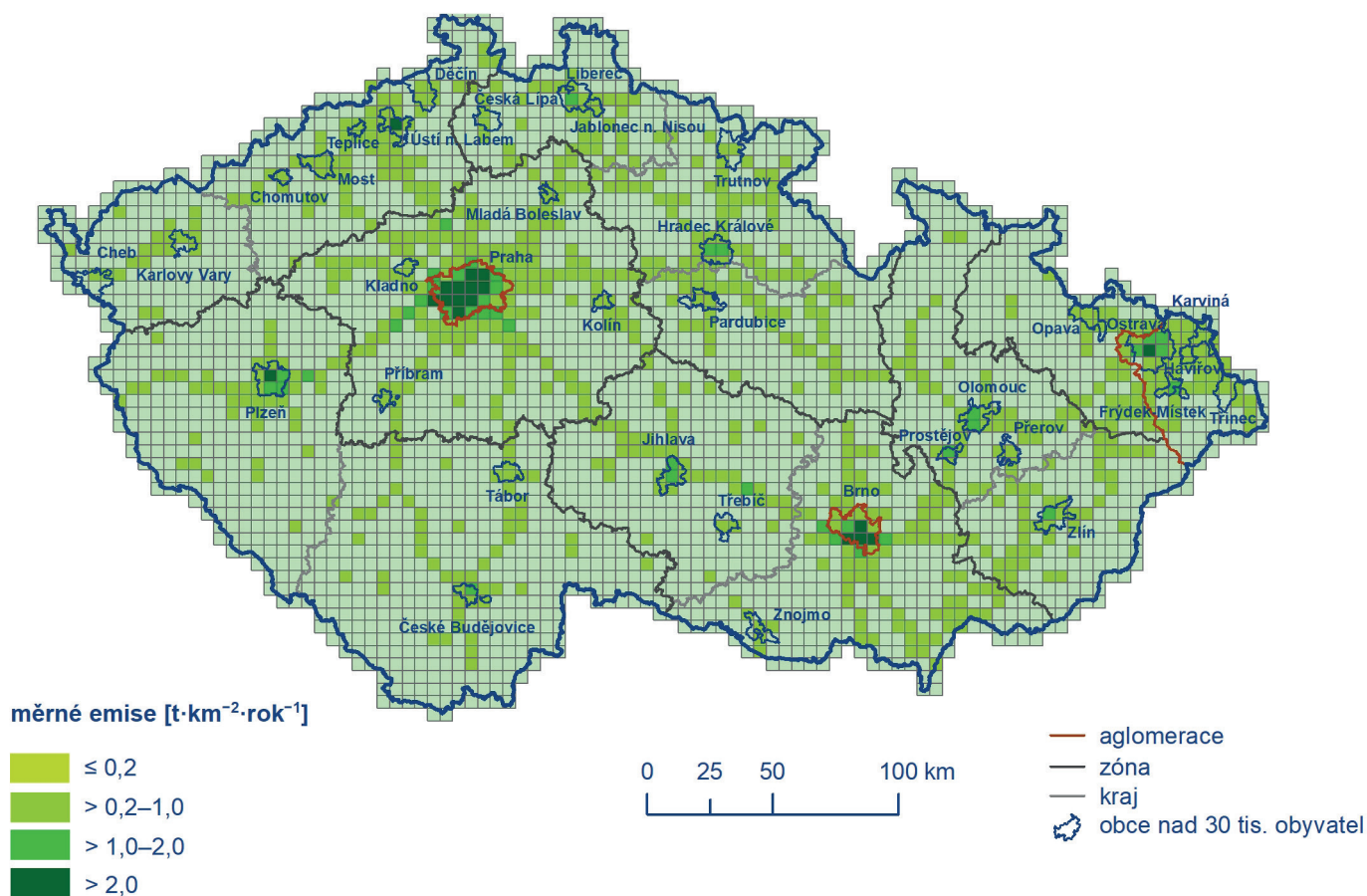
Největší množství emisí NMVOC vzniklo v roce 2020 (Obr. IV.9.1.2) v sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (36,6 %). Podíl dopravy včetně odparů z palivového systému vozidel činil 5,4 %. Významné zdroje emisí NMVOC v ČR se nacházejí v sektoru užití a aplikace organických rozpouštědel (NFR 2D3), který se na znečišťování ovzduší těmito látkami podílel 26,6 %. Do tohoto sektoru spadají činnosti 2D3a – Použití rozpouštědel v domácnostech (6,5 %), 2D3d – Aplikace nátěrových hmot (10,4 %), 2D3e – Odmašťování (2 %), 2D3f – Chemické čištění (0,02 %), 2D3g – Výroba a zpracování chemických produktů (2,9 %), 2D3h – Tiskárenský průmysl (1,5 %) a 2D3i – Ostatní použití rozpouštědel (2,9 %). 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 19 %. Mezi ostatními sektory mají významnější zastoupení např. emise ze spalovacích procesů při výrobě elektrické energie, fugitivní emise při transformaci pevných paliv nebo při výrobě potravin. Do výstupu za rok 2020 není z důvodu nedostatku podkladů zahrnuto předpokládané navýšení emisí z dezinfekčních prostředků, používaných při epidemii COVID19. Pro aktualizaci inventury emisí za rok 2020 a nové inventury za rok 2021 se předpokládá využití výsledků zahraničních studií.

Celkové emise NMVOC měly v období let 2010–2020 klesající tendenci (Obr. IV.9.1.3), který byl způsoben aplikací produktů s nižším obsahem VOC, např. vodou ředitelných barev nebo práškových plastů. U maloodběratelských balení nátěrových



- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 2D3g – Výroba a zpracování chemických produktů
- 2D3d – Aplikace nátěrových hmot
- 2D3i – Ostatní použití rozpouštědel
- 3B1b – Nakládání s hnojivy: Ostatní skot
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily
- 3B1a – Nakládání s hnojivy: Dojnice
- 1A3bv – Silniční doprava: Odpařování benzínu
- 2D3a – Použití rozpouštědel v domácnostech

Obr. IV.9.1.3 Vývoj celkových emisí NMVOC, 2010–2020



Obr. IV.9.1.4 Celkové emise VOC v rozlišení 5×5 km, 2020

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.

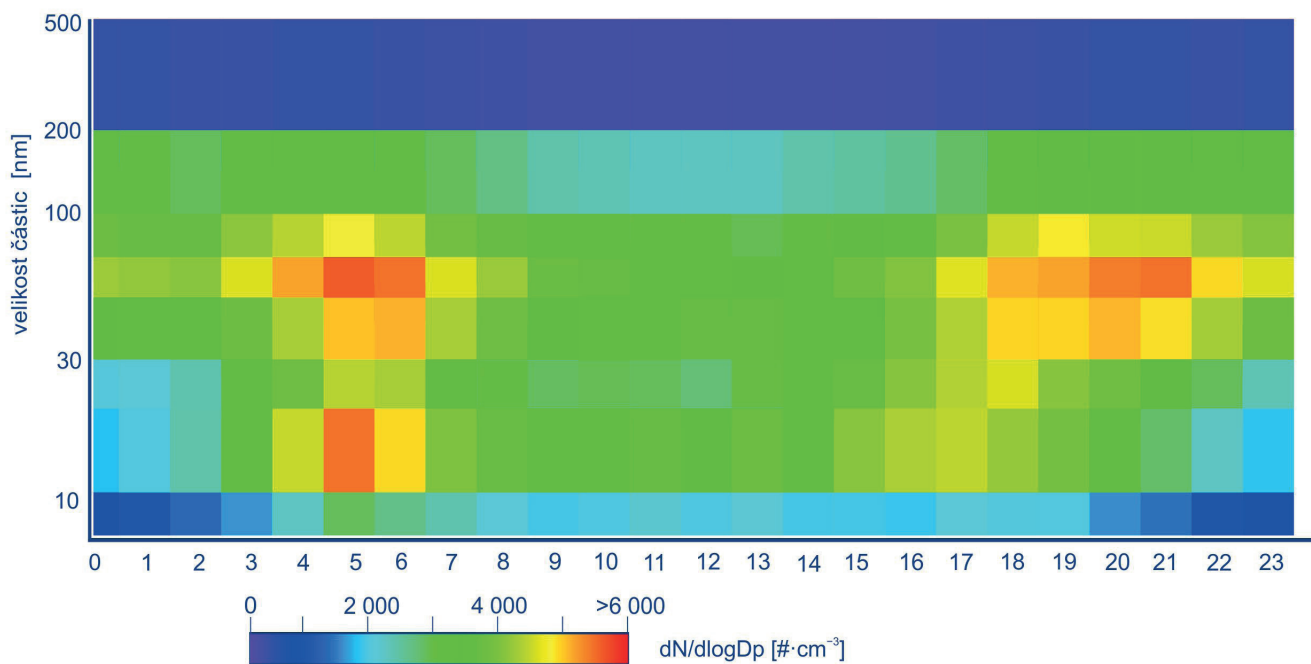
Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emisích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí NMVOC je vedle plošné emise z vytápění domácností soustředěna mj. podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou, ve velkých městech a regionech, ve kterých jsou umístěny významnější energetické a průmyslové výrobní celky (Obr. IV.9.1.4).



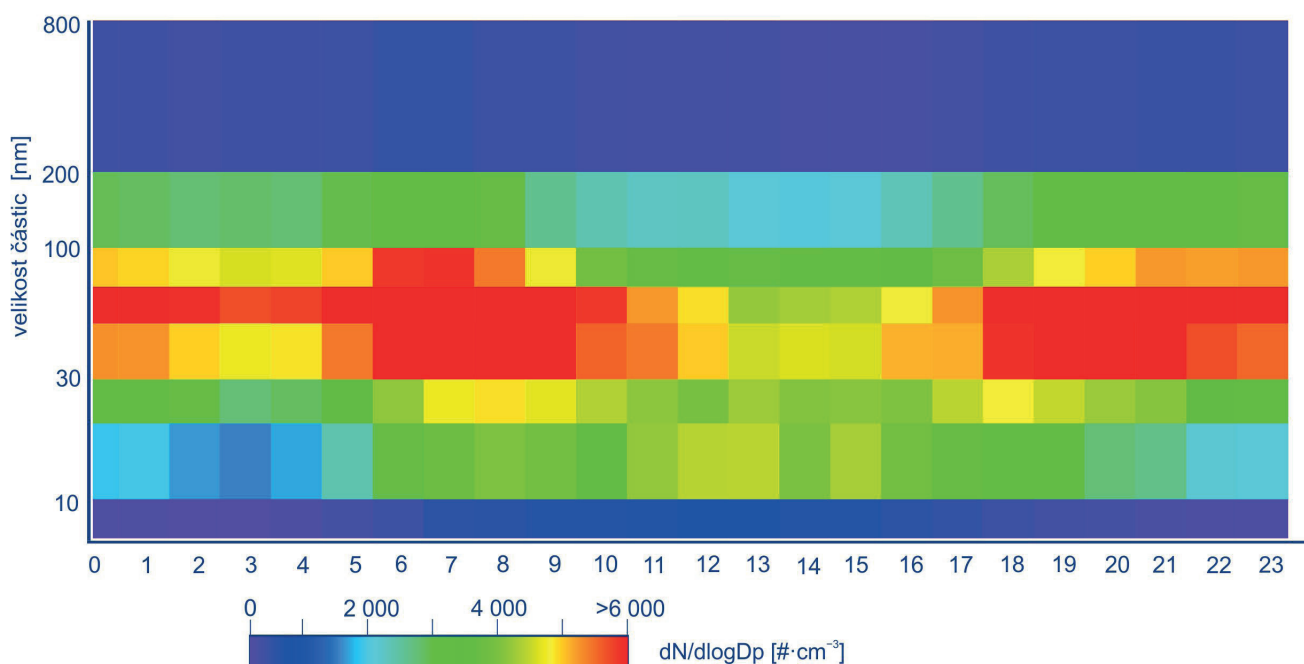
## IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic

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 Akademie věd České republiky 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, 2021

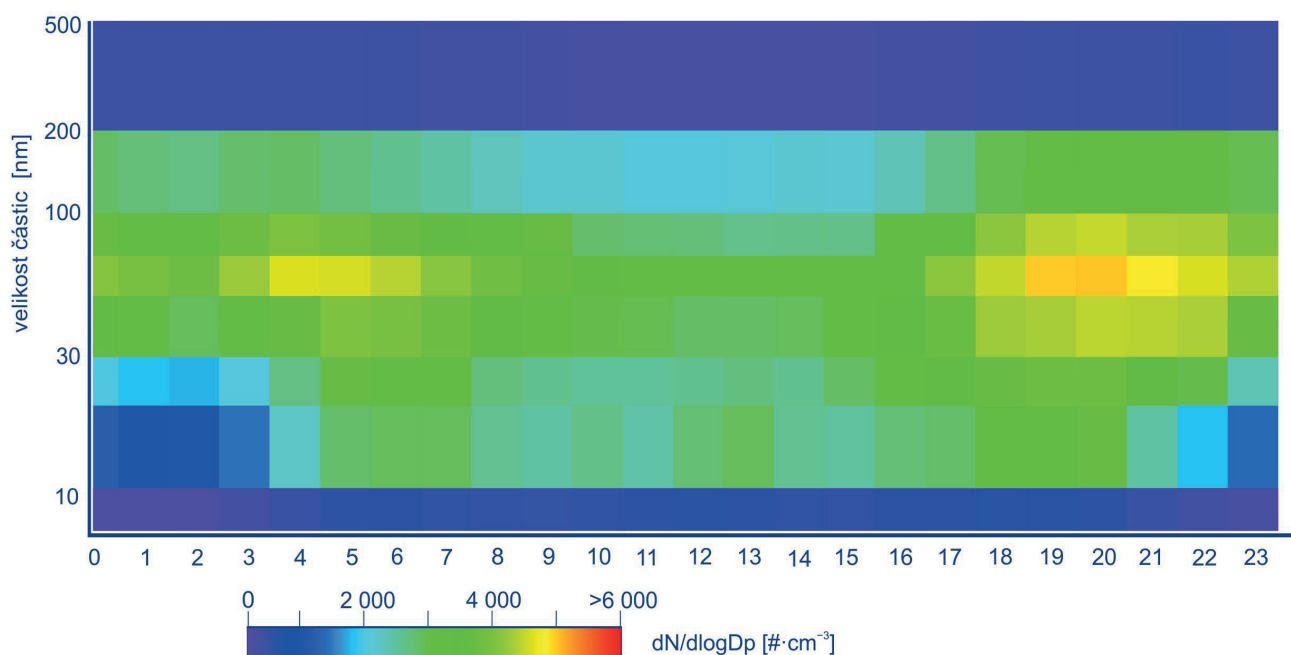


Obr. IV.9.2.2 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Lom, 2021

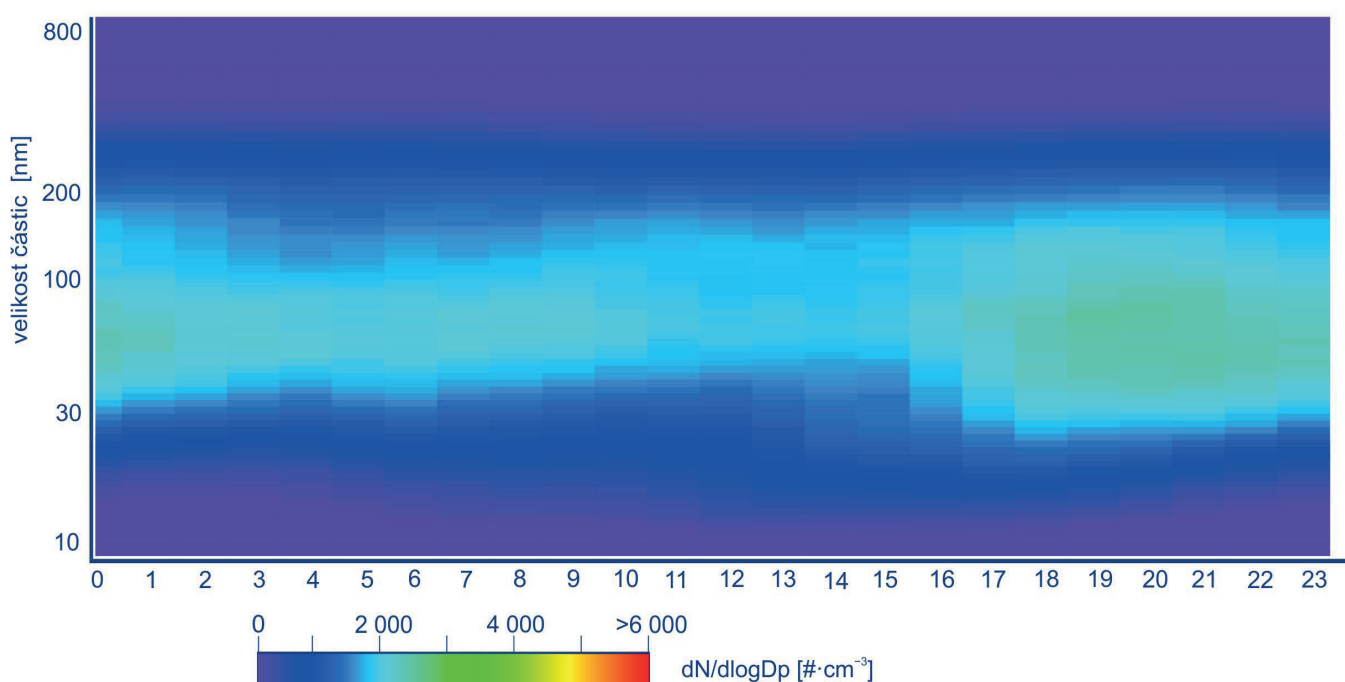
V denních spektrech měřených na šesti lokalitách (Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město) lze rozpoznat rozdíl v počtech částic v různých velikostních kategoriích, jež odrážejí charakter lokalit. Zatímco na mediánovém spektru stanice NAOK v kraji Vysočina 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 večerních, nočních a brzkých ran-

ních 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, jenž může vést ke vzniku sekundárních aerosolů.

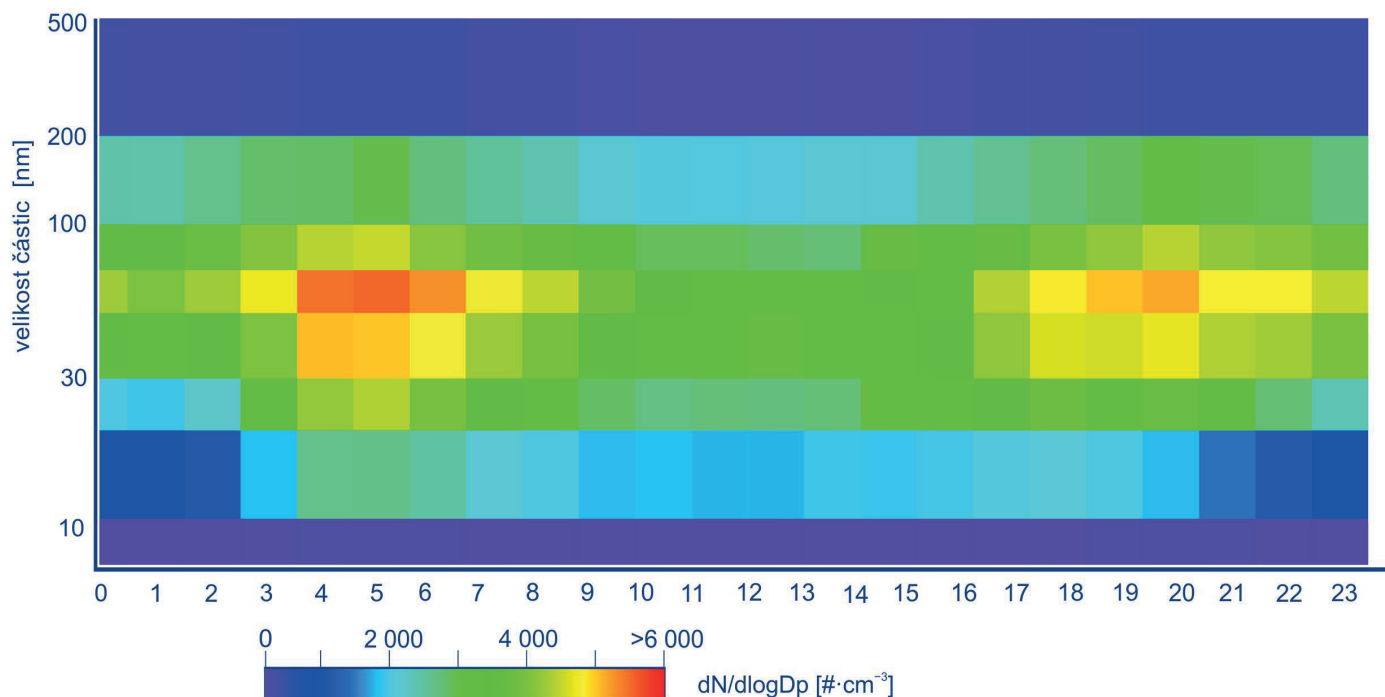
Vliv lidské činnosti v podobě zvýšené dopravní aktivity je patrný na všech stanicích kromě NAOK. Stoupající počet částic v ranních a odpoledních hodinách ve všech částech spektra, reflektuje ne-



Obr. IV.9.2.3 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Mladá Boleslav, 2021



Obr. IV.9.2.4 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, NAOK, 2021



Obr. IV.9.2.5 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Plzeň-Slovany, 2021

jen 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 30 a 100 nm, který dosahuje maxima mezi 4. a 10. 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 poměrně stabilní počet částic nukleačního módu (velikost částic do 20 nm) po jejich zvýšení v ranních hodinách, což může indikovat stálý zdroj těchto částic během dne, ať už primárního či sekundárního původu (Obr. IV.9.2.3). Kontinuální nárůst částic nukleačního módu byl změřen mezi 10. a 18. hodinou na stanici Ústí nad Labem-město (Obr. IV.9.2.6). Na stanici Lom byl pozorován nárůst částic nukleačního módu mezi 11. a 16. hodinou (Obr. IV.9.2.2). Tento charakter vývoje počtu částic může být ovlivněn průmyslovými zdroji z chemického průmyslu a topografií místního terénu.

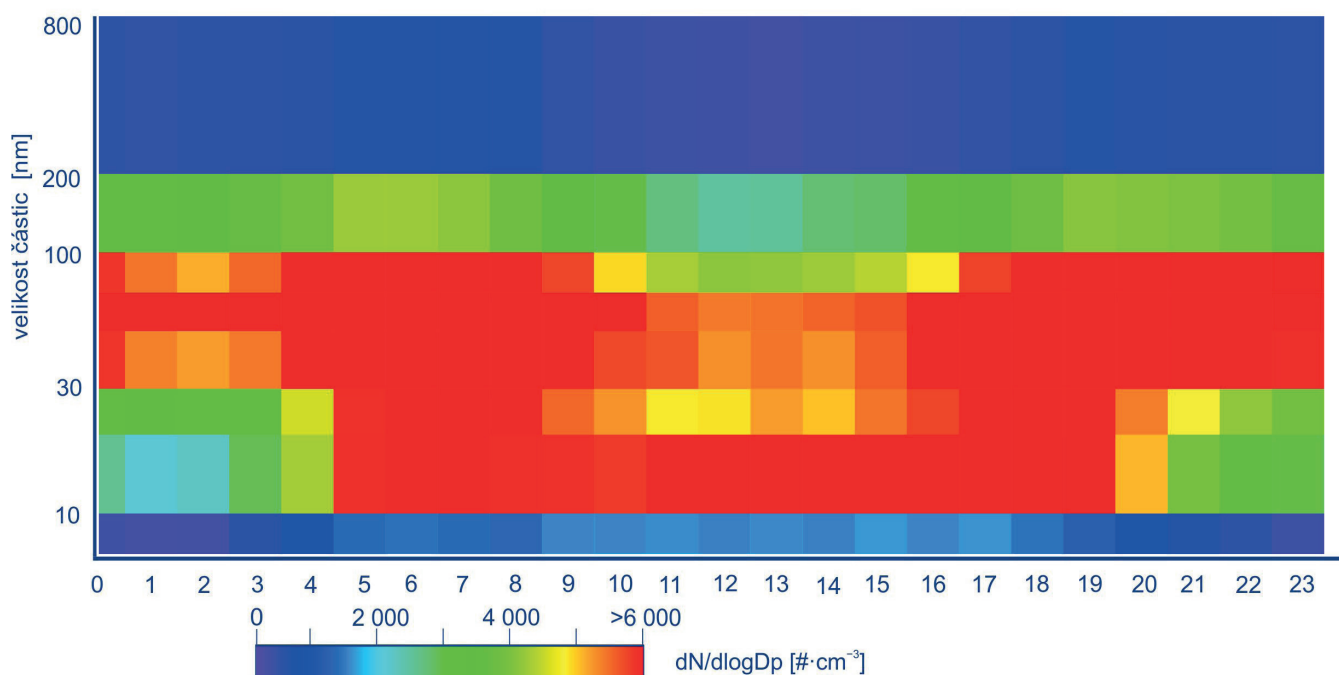
Kromě emisních zdrojů a jiných procesů v atmosféře jsou změny v početní koncentraci ovlivněny i stabilitou atmosféry. Zatímco během dne je atmosféra dobře promíchávána díky turbulentnímu proudění, ve večerních hodinách, kdy turbulence ustává, se atmosféra stabilizuje (Stull 2003).

Mediánové denní spektrum velikosti částic bylo v roce 2021 stejně jako v minulých letech na NAOK oproti ostatním porovnáva-

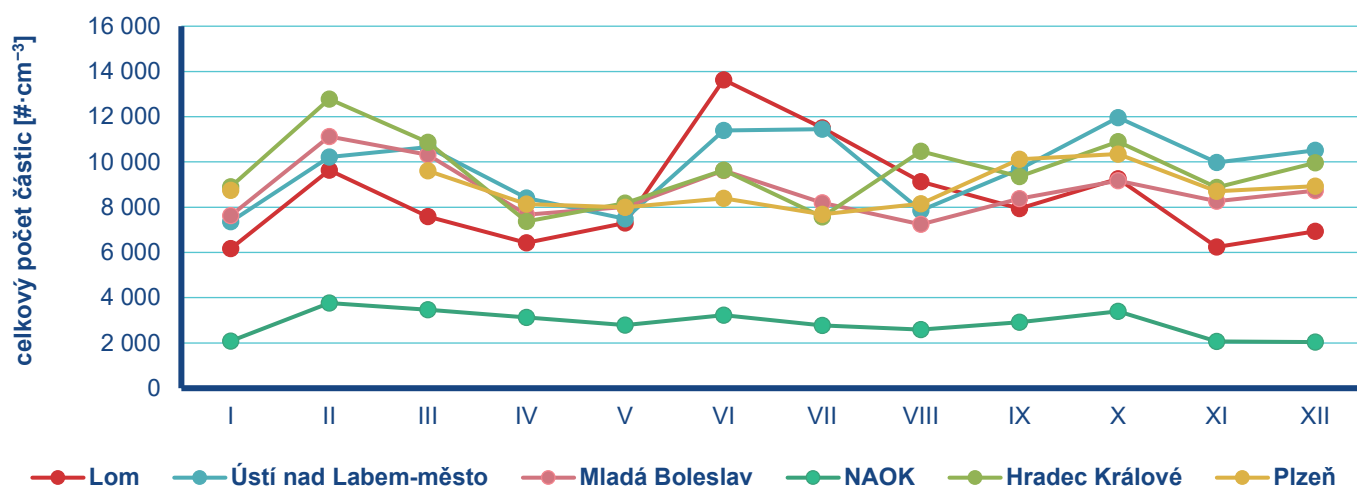
ným měřeními méně výrazné. Pozorujeme poměrně konstantní koncentrace částic Aitkenova módu (20–100 nm), které se mírně snižují v průběhu dne (mezi 10:00 a 14:00 UTC) vlivem zředění atmosféry. Počty částic nukleačního módu naopak narůstají od ranních hodin a dosahují maxima po 17. hodině. Nárůst počtu 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 akumulací 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, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město podobné. Vyšší hodnoty (v rozmezí 7 370–12 780 částic·cm<sup>-3</sup>) byly zaznamenány na stanici Hradec Králové-Brněnská, nejnižší variabilita ze zmíněných stanic byla měřena na stanici Mladá Boleslav (7 687–10 350 částic·cm<sup>-3</sup>). Roční chod celkového počtu částic na těchto stanicích byl obdobný i na stanici NAOK (rozmezí hodnot 2 038–3 764 částic·cm<sup>-3</sup>). Stanice Hradec Králové-Brněnská, Mladá Boleslav a NAOK měli nejvyšší celkové koncentrace měřeny v únoru, stanice Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město zaznamenaly maximum v říjnu. Na stanici Lom byl nejvyšší průměrný počet částic změřen v červnu a to 13 633 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 znázorňuje 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, 2021



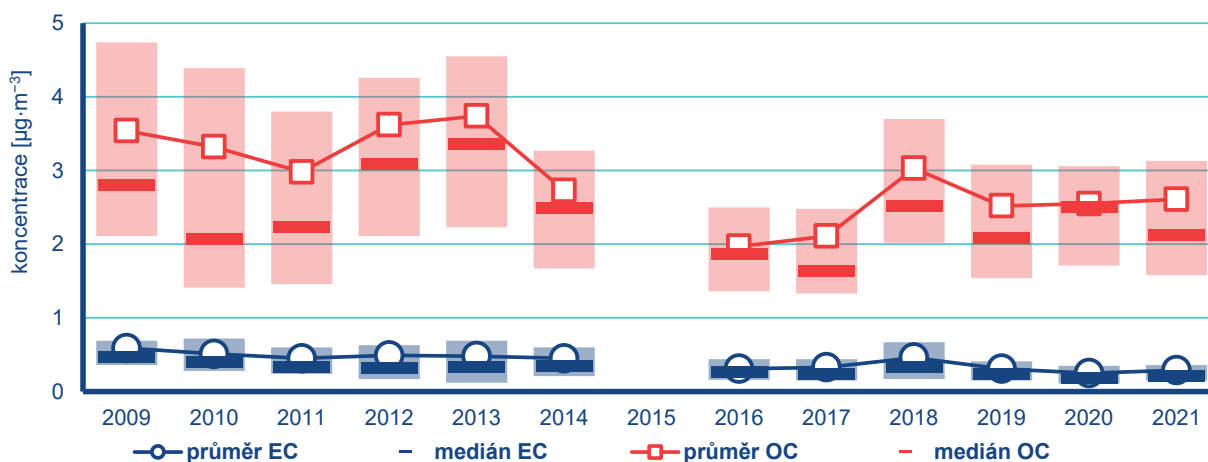
Obr. IV.9.2.7 Měsíční variabilita mediánu celkového počtu částic Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovaný a Ústí nad Labem-město, 2021

### 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 2009–2021 ve vzorkované frakci  $PM_{2,5}$   $3,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , z čehož EC tvoří  $0,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a OC  $2,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V roce 2021 byla nejvyšší průměrná koncentrace TC ( $5,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) naměřena v únoru. V únoru byla průměrná teplota vzduchu  $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , což byla druhá nejnižší průměrná teplota naměřena v roce 2021 (nejnižší průměrná teplota  $-1,4 \text{ }^\circ\text{C}$  byla změřena v měsíci lednu). V roce 2021 byla průměrná koncentrace TC  $2,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , pouze o  $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  vyšší než v roce 2020. Průměrná roční koncentrace EC byla v roce 2021  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , kon-

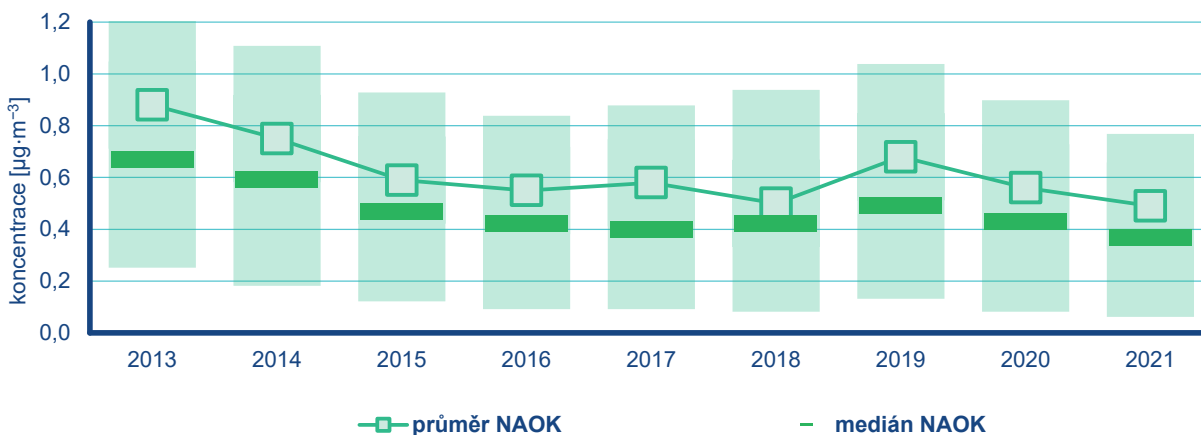
centrace OC dosáhla  $2,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Při celkovém pohledu na chod koncentrací v průběhu měření lze identifikovat mírně klesající tendenci přes nárůst průměrných ročních koncentrací v některých letech. Zatímco od začátku měření koncentrace EC (2009 –  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 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 stanicích v rámci sítě ultrajemných částic – Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město a dále na Národní atmosférické observatoři Košetice (NAOK)<sup>1</sup>, kde jádrovou stanicí tvoří Observatoř Košetice. Na některých stanicích sítě ul-



Obr. IV.9.3.1 Roční průměrné koncentrace EC a OC, Observatoř Košetice, 2009–2021

Poznámka: Rozpětí denních hodnot reprezentuje horní/dolní okraj obdélníků znázorňující hodnotu 75. a 25. percentilu, vodorovná čára označuje medián.

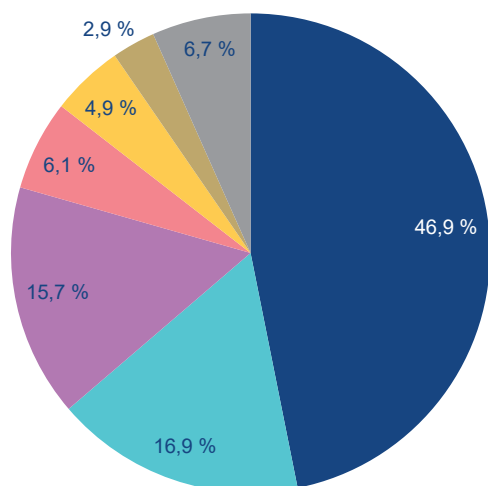


Obr. IV.9.3.2 Roční průměrné koncentrace BC, NAOK, 2013–2021.

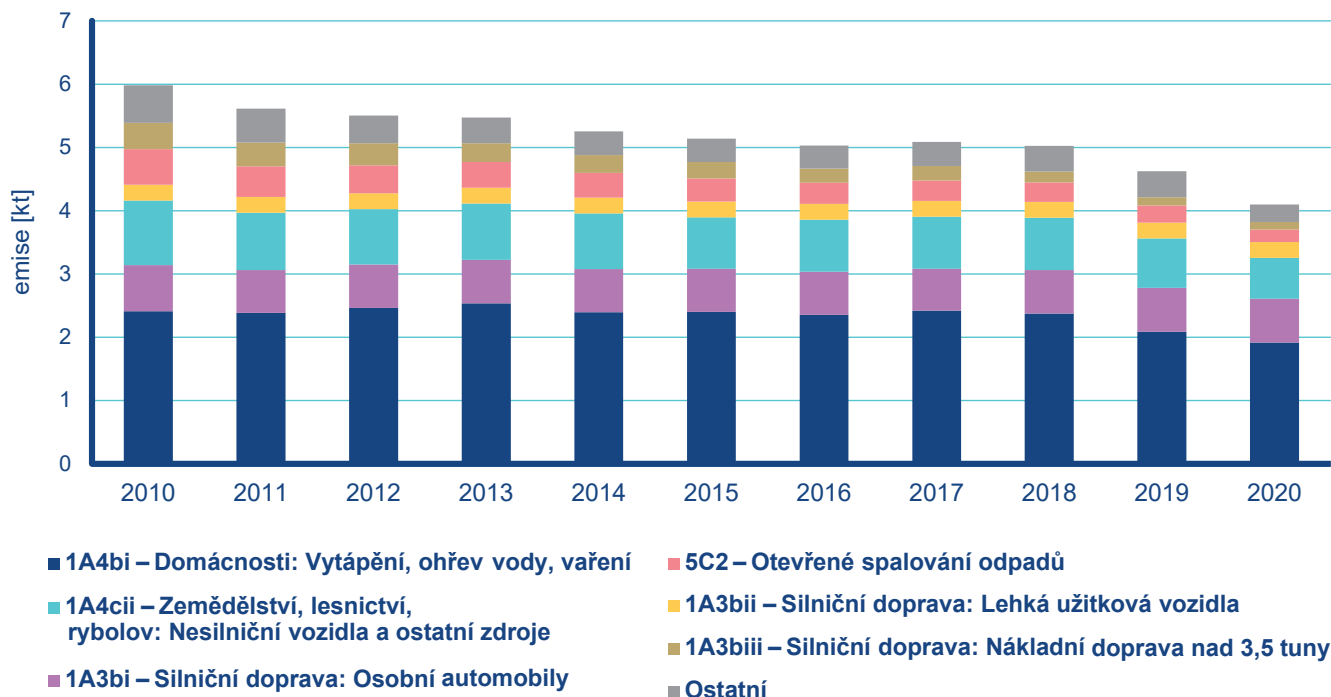
Pozn: Rozpětí denních hodnot reprezentuje horní/dolní okraj obdélníků znázorňující hodnotu 75. a 25. percentilu, vodorovná čára označuje medián.

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.

trajmených částic došlo v roce 2021 k výměně přístrojového vybavení. Kvůli nutnosti testování a přepočtu nových koeficientů nutných pro validaci a verifikaci dat nejsou data z těchto stanic v současné době dostupná. K dispozici jsou pouze data pro stanici NAOK, která není součástí sítě ultrajemných částic a data ze stanice Lom. Ostatní stanice budou verifikovány poté, co bude dodělaný SW pro zpracování dat z nových přístrojů a budou dohrány do databáze ISKO.



Obr. IV.9.3.3 Podíl sektorů NFR na celkových emisích BC, 2020



Obr. IV.9.3.4 Vývoj celkových emisí BC, 2010–2020

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.

Průměrná roční koncentrace BC na NAOK od roku 2013 poklesla z  $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  na  $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v roce 2021. Variabilita naměřených hodnot byla nejnižší v roce 2021 (1. a 3. kvartil dosahoval  $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , resp.  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), v předchozím roce byla variabilita mírně vyšší, stejně jako průměrná koncentrace (2019 –  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) (Obr. IV.9.3.2).

V ČR pocházelo dle výsledků inventarizace emisí v roce 2020 až 45 % emisí BC z mobilních zdrojů (ČHMÚ 2022d), a to především ze spalování paliv ve vznětových motorech. Z toho se na celkových emisích BC nejvíce podílely sektory: Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje (1A4cii) 16,9 % a Silniční doprava: Osobní automobily (1A3bi) 15,7 %. Ze stacionárních zdrojů vzniklo nejvíce emisí BC v sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (1A4bi) s podílem 46,9 % na celkových emisích (Obr. IV.9.3.3). Vývoj celkových emisí BC v období 2010–2020 má klesající tendenci, která je způsobena zejména opatřeními v sektoru dopravy (Obr. IV.9.3.4)<sup>2</sup>.

# 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). Naopak u vyjmenovaných zdrojů zůstaly pouze dvě kotelny spalující pevná paliva – hnědé uhlí (NEXIMA Praha Řeporyje) a dřevěnou štěpku (FTV Lipence). 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 provozy recyklačních linek stavebních odpadů (např. KARE, Praha Chodovská) a dále těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Radotín, KÁMEN Zbraslav nebo betonárny). Emise SO<sub>x</sub> nejvíce produkují podniky Českomoravský cement – závod Radotín, KNAUF Praha a v malé míře rovněž uhelná kotelná NEXIMA a Pražské služby – spalovna Malešice. Nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> pochází z Českomoravského cementu – závod Radotín (více než 65 % emisí vyjmenovaných zdrojů) a z Pražských služeb, a. s. – Závod 14, Zařízení na energetické využití odpadů Malešice. Dalšími významnějšími zdroji jsou Veolia Energie Praha, a. s. – Teplárna Veleslavín a provozy 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 oxidu uhelnatého pochází dominantní podíl (více než 50 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) opět z výroby cementu (Českomoravský cement – závod Radotín). U emisí NMVOC došlo patrně v důsledku pandemie COVID u obou významných zdrojů (Svoboda Press a Trelleborg Wheel Systems Czech Republic, závod Praha) k poklesu o cca 20 % proti roku 2020.

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 2022d).

## 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 (NO<sub>x</sub>). 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, Teplárna Kladno), ŠKODA AUTO – závod Mladá Boleslav, ORLEN Unipetrol RPA – Rafinérie Kralupy a těžba nebo zpracování nerostných surovin (Vápenka Čertovy schody, SHB – lom Bernartice a další). Emise SO<sub>x</sub> 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). Nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> 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, KAVALIERGLASS provozovna Sázava a ORLEN Unipetrol RPA – Jednotka RAFINÉRIE Kralupy).

U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (cca 55 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emisí CO z výroby vápna (Vápenka Čertovy schody) a u emisí NMVOC z výroby aut (ŠKODA AUTO a. s. – závod Mladá Boleslav a Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech) a výroby stavebních materiálů (Styrotrade Čakovičky a TEMAC Zvěřínek) – dohromady téměř 50 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů.

## 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 Kámen a písek – kamenolom Plešovice) a další průmyslové zdroje (Kasalova pila – Jindřichův Hradec, odkaliště DIAMO SUL Příbram – Mydlovary a Aluprogres). Nejvýznamnější zdroje emisí SO<sub>x</sub> z kategorie REZZO 1–2 zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárna Strakonice, Teplárna České Budějovice – Novohradská a Vráto, Teplárna Písek, ZVVZ ENERGO Milevsko, Technické služby Kaplice – městská výtopna, C–Energy Planá, Teplárna Tábor) a nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> 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 (LASELSBERGER), těžba a zpracování nerostných surovin (EUROVIA Kamenolomy – Plzeň 6–Litice, LB MINERALS – VJ Plzeňsko, provoz Kaznějov a Horní Bříza) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Plzeňská teplárenská – areál Teplárna). Nejvýznamnější zdroje emisí SO<sub>x</sub> zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Plzeňská teplárenská – areál Energetika a areál Teplárna, nebo KLATOVSKÁ TEPLÁRNA) a nejvýznamnější zdroje emisí NO<sub>x</sub> 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  $SO_x$  i  $NO_x$  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).

### Ústecký kraj

Ústecký kraj leží na severozápadě Čech. Reliéf kraje je velmi členitý od hraničního hřebenu Krušných hor, přes sopečné České stře-dohoří, 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 Počerady, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Prunéřov 2), těžba hnědého uhlí a nerostných surovin (např. COLAS CZ Kamenolom Císařský) a průmyslové zdroje (např. Mondi Štětí – Celulozka). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počerady, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700, ČEZ – Teplárna Trmice, United Energy – teplárna Komořany, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Prunéřov) a průmyslové zdroje (např. AGC Flat Glass Czech – závod Řetenice a Lafarge Cement). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počerady, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Prunéřov 2, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700) a průmyslové zdroje (např. ORLEN Unipetrol RPA – závod PETROCHEMIE).

Při zpracování rostlinných olejů ve Vittera Czech a PREOL 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, nebo také z procesu denitrifikace u Elektrárny Počerady.

---

## 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 písků 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) a průmyslové zdroje (Liberecká

obalovna, 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, ENERGIE Holding – výtopna Hradčany 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, Magna Exteriors (Bohemia) – závod Liberec a Bombardier Transportation Czech Republic.

## 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 průmyslové zdroje (TereosTTD – Cukrovar České Meziříčí, slévárna Seco Industries – provozovna Jičín), zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí) a těžba a zpracování nerostných surovin (výroba minerální vlny Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice, Krkonošské vápenky Kunčice – lom Lánov a ENVISTONE Předměřice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují opět průmyslové zdroje (TereosTTD – Cukrovar České Meziříčí a Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí a Teplárna Dvůr Králové, Tepelné hospodářství – Výtopna Draha). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují 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). Významnější emise NMVOC produkuje výroba aut (Škoda Auto – Kvasiny) a výroba obalů (AMCOR Nový Bydžov). Emise  $\text{NH}_3$  jsou produkovány při výrobě minerální vlny v 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 Chrudimi. 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, Elektrárna Opatovice) a průmyslové zdroje (CEMEX Czech Republic, P-D Refractories CZ a. s., divize 06 - pálení Anna, ALL-IMPEX Pardubice - Sušárna mléka). 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). Významnější emise NMVOC produkuje výroba asfaltových střešních krytin (KVK Parabit) a výroba nákladních vozidel (IVECO Czech Republic – Vysoké Mýto). Emise  $\text{NH}_3$  jsou produkovány při výrobě cementu (CEMEX Czech Republic) a minerální vlny (Saint-Gobain Adfors CZ – závod Litomyšl).

## 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 řidším 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 – kamenolomy Rančířov, Mirošov a Vícenice) a další průmyslové zdroje (Lukaform, Stora Enso Timber Ždírec, KRONOSPAN CR a Dřevozpracující družstvo Lukavec). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  produkují energetické zdroje ŽĎAS a dále kotelna podniku ATOS – kotelna Stínadla a Dřevozpracující družstvo. Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují především průmyslové zdroje KRONOSPAN OSB a KRONOSPAN CR a dále kotelny Dřevozpracující družstvo Lukavec, Stora Enso Timber Ždírec a ŽĎAS. Významnější emise NMVOC produkuje zpracování dřeva (KRONOSPAN OSB, Lukaform, KRONOSPAN CR a 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), zpracování potravin (NAVOS Hustopeče), těžba a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Mokrá, COLAS CZ – kamenolom Tasovice, KAMENOLOMY ČR – kamenolom Lhota Rapotina) a další průmyslové zdroje (např. P-D Refractories CZ – Velké Opatovice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují průmyslové zdroje (VETROPACK MORAVIA GLASS a SAINT-GOBAIN ADFORS CZ – Hodonice) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ČEZ – Elektrárna Hodonín) a zpracování nerostných surovin (Českomoravský cement – závod Mokrá). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují průmyslové zdroje (Českomoravský cement – závod Mokrá, VETROPACK MORAVIA GLASS a CARMEUSE CZECH REPUBLIC – Vápenka Mokrá) 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 Mokrá, která produkuje rovněž větší emise  $NH_3$ . Významnější emise NMVOC produkuje GUMOTEX Coating – Břeclav).

## 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 a Brněnská obalovna).

---

## 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 (Cement Hranice, PRECHEZA, OMYA CZ – závod Pomezí, CIDEM Hranice) a další průmyslové zdroje, např. Javořice Ptení. Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  a  $NO_x$  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).

U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 50 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emise CO podniku Cement Hranice, který produkuje také větší emise  $NH_3$ . 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  $\text{NO}_x$  a  $\text{SO}_x$ . Emise  $\text{NO}_x$  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 zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika, Teplárna Otrokovice) a dále průmyslové zdroje (CS CABOT, SAKER o.z. ALUSAK – Kroměříž, ZEVOS Sušárna Dolní Němčí a Pelety Bylnice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika, Teplárna Otrokovice, Teplárna Zlín, CTZ Uherské Hradiště) a průmyslové zdroje (DEZA – Chemické výroby, CS CABOT a SAKER o.z. ALUSAK).

U emisí dalších znečišťujících látek patří k významnějším emisím NMVOC u SPUR – Zlín.

## 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, KAMENOLOMY ČR – kamenolom Bohučovice) a další průmyslové zdroje (Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava, TATRA METALURGIE – slévárna a AL INVEST Břidličná). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$  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).

U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 85 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emise CO z výroby vápna (LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK). Významné emise NMVOC produkují podniky Teva Czech Industries, STYROTRADE Rýmařov a AL INVEST Břidličná.

## Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek

Charakter i plocha aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek se od ostatních dvou aglomerací ČR (Praha a Brno) výrazně odlišují. Aglomerace 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 meziregionálního přenosu znečištění v nejčtetnějších směrech proudění větru. V oblasti česko-polské hranice je to nejtypičtější 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

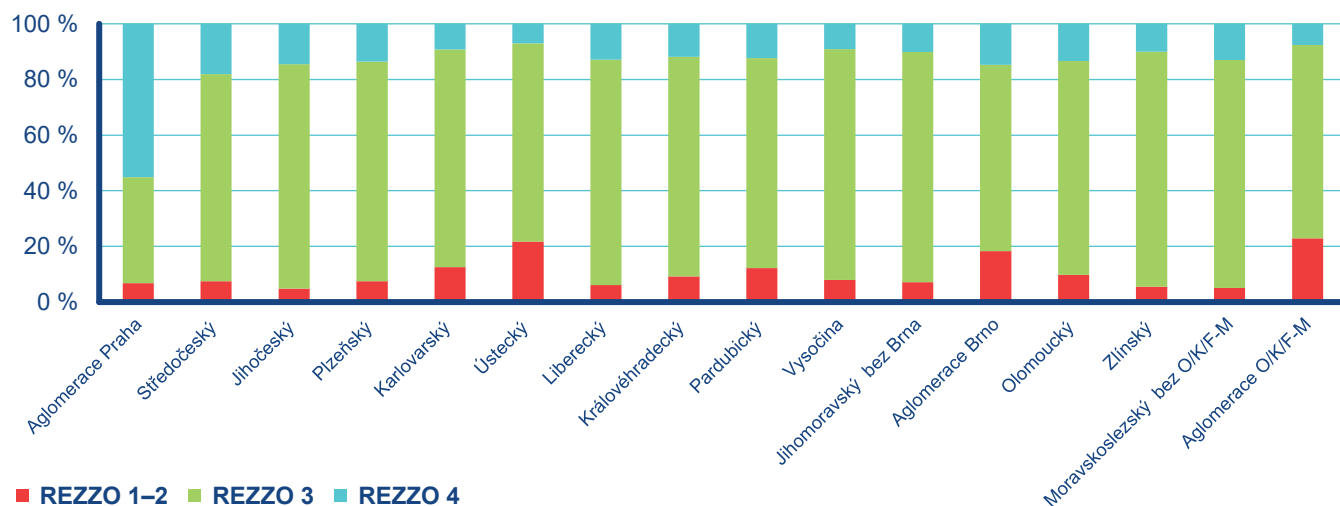
(kap. III). Nejen v nížinné rovině Ostravské pánve, ale například i v horských údolích aglomerace dochází k častému výskytu inverzního charakteru počasí se stabilním teplotním zvrstvením atmosféry, a tedy zhoršenými rozptylovými podmínkami, které zvláště v zimním období rovněž významně přispívají ke zvyšování koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. K nejčastějšímu výskytu smogových epizod s nadprahovými koncentracemi suspendovaných částic  $PM_{10}$  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.

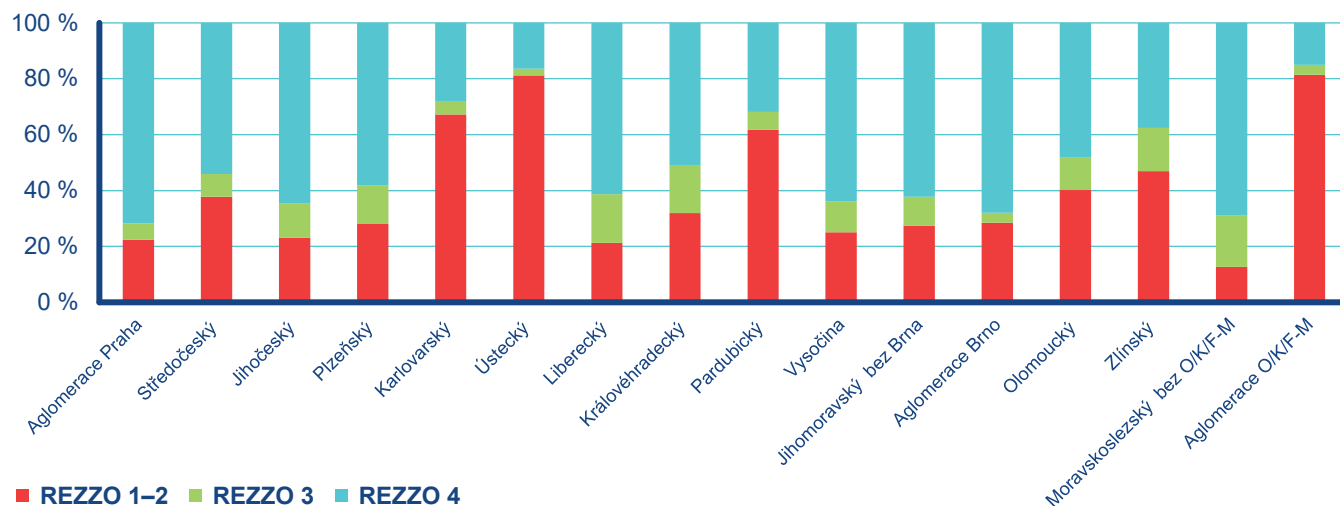
Z hlediska vytápění lze v hodnoceném území nalézt významnější rozdíly vyplývající především z charakteru skladby domácností jednotlivých okresů. Zatímco v okrese Frýdek–Místek se podíl bytů vytápěných lokálně pevnými palivy blíží 20 %, v okrese Karviná se jedná o cca 8 % a v okrese Ostrava o 4 %. Tato 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, závod 12 Vysoké pece a Koksovna, TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY – Výroba surového železa a dále např. OKK Koksovny – Koksovna Svoboda), zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Dětmorovice a ENERGETIKA TŘINEC a Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice) a průmyslové zdroje (OKK Koksovny - Koksovna Svoboda a Lenzing Biocel Paskov). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují průmyslové zdroje (Liberty Ostrava – závod 12 Vysoké pece, TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY – Výroba surového železa), zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice a ČSA, TAMEH Czech a ENERGETIKA TŘINEC). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  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 a Elektrárna Dětmorovice).

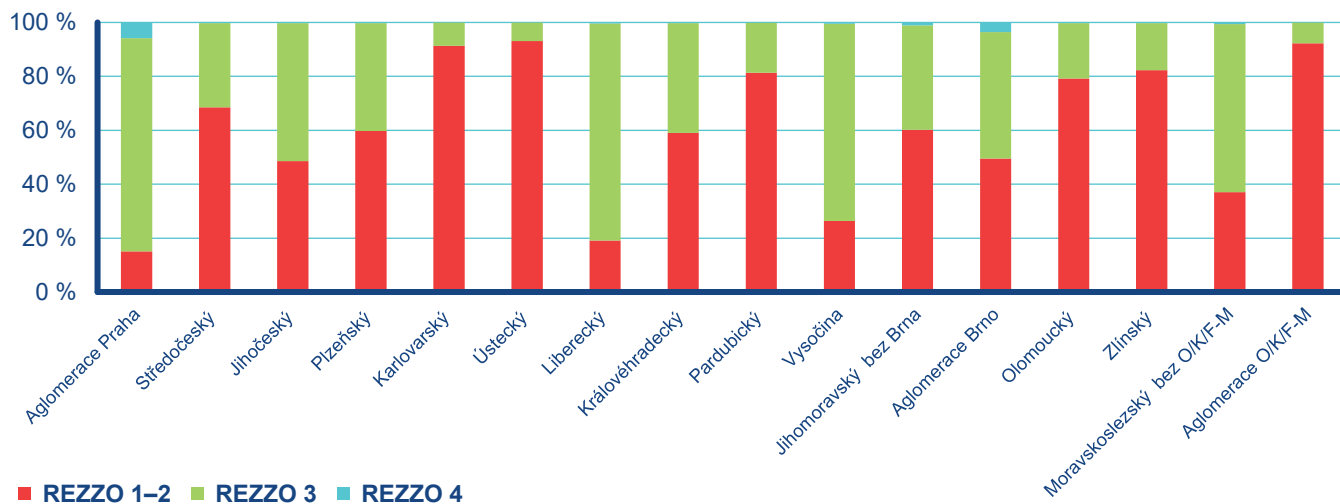
U emisí dalších znečišťujících látek je dominantní podíl emisí CO při výrobě oceli (TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY a Liberty Ostrava). Významné emise NMVOC produkuje výroba automobilů HYUNDAI MOTOR MANUFACTURING CZECH a Lenzing Biocel Paskov. Větší emise  $NH_3$  produkuje podnik ROCKWOOL, výrobní závod Bohumín a BorsodChem MCHZ.



Obr. V.1.1 Skladba emisí TZL v regionech ČR, 2020



Obr. V.1.2 Skladba emisí NO<sub>x</sub> v regionech ČR, 2020



Obr. V.1.3 Skladba emisí SO<sub>x</sub> v regionech ČR, 2020

## 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 průměrů 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

vystihuje 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>1</sup>, spolu s konkrétními radami a doporučeními SZÚ<sup>2</sup> k zajištění ochrany lidského zdraví (Tab. V.2.1). Uvedená zdravotní doporučení jsou podložena hodnoceními Světové zdravotnické organizace (WHO 2000).

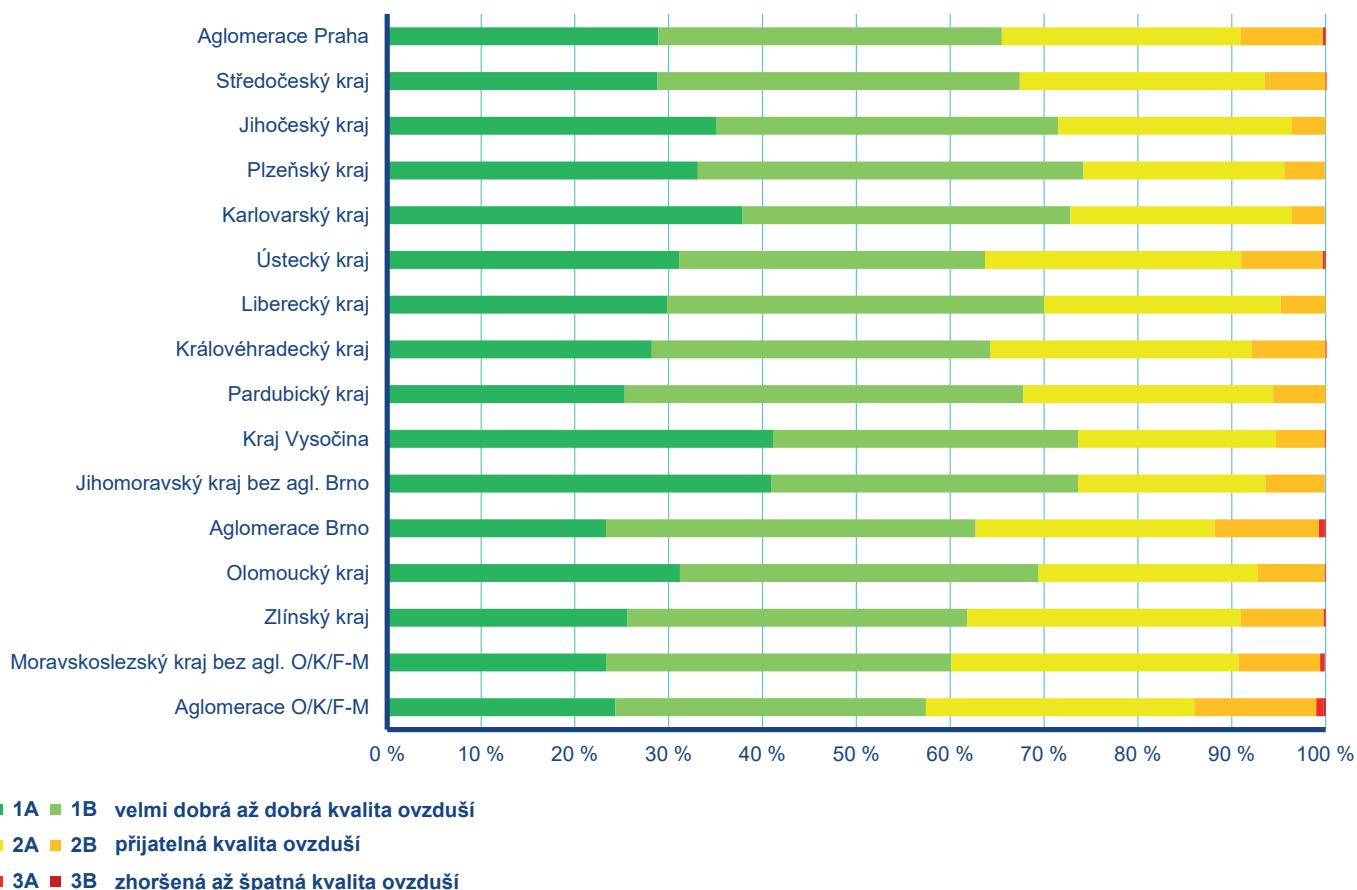
V jednotlivých regionech převládala v roce 2021 velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší (stupeň 1A, 1B), a to v rozmezí 57–74 % (Obr. V.2.1). Přijatelná kvalita ovzduší (stupeň 2A, 2B) se vyskytovala v rozmezí 26–42 %. Zhoršená až špatná kvalita ovzduší byla zaznamenána ve všech regionech ČR s výjimkou Karlovarského a Libereckého kraje v rozmezí 0–1 %.

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.

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

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



Obr. V.2.1 Skladba indexu kvality ovzduší v jednotlivých regionech ČR, 2021

### Index kvality ovzduší na městských a předměstských stanicích

Na městských a předměstských stanicích se v roce 2021 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO (1A a 1B, velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší), a to v rozmezí 60–80 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.2). Nejvyšší výskyt byl zaznamenán v Kraji Vysočina (80 %), nejnižší pak v aglomeraci O/K/F-M (60 %). Druhý stupeň IKO (2A a 2B, přijatelná kvalita ovzduší) byl nejčastěji zaznamenán v aglomeraci O/K/F-M (39 %), nejméně často v Kraji Vysočina (20 %). S výjimkou Karlovarského, Libereckého, Královéhradeckého a Jihomoravského 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 (1 %).

### Index kvality ovzduší na venkovských stanicích

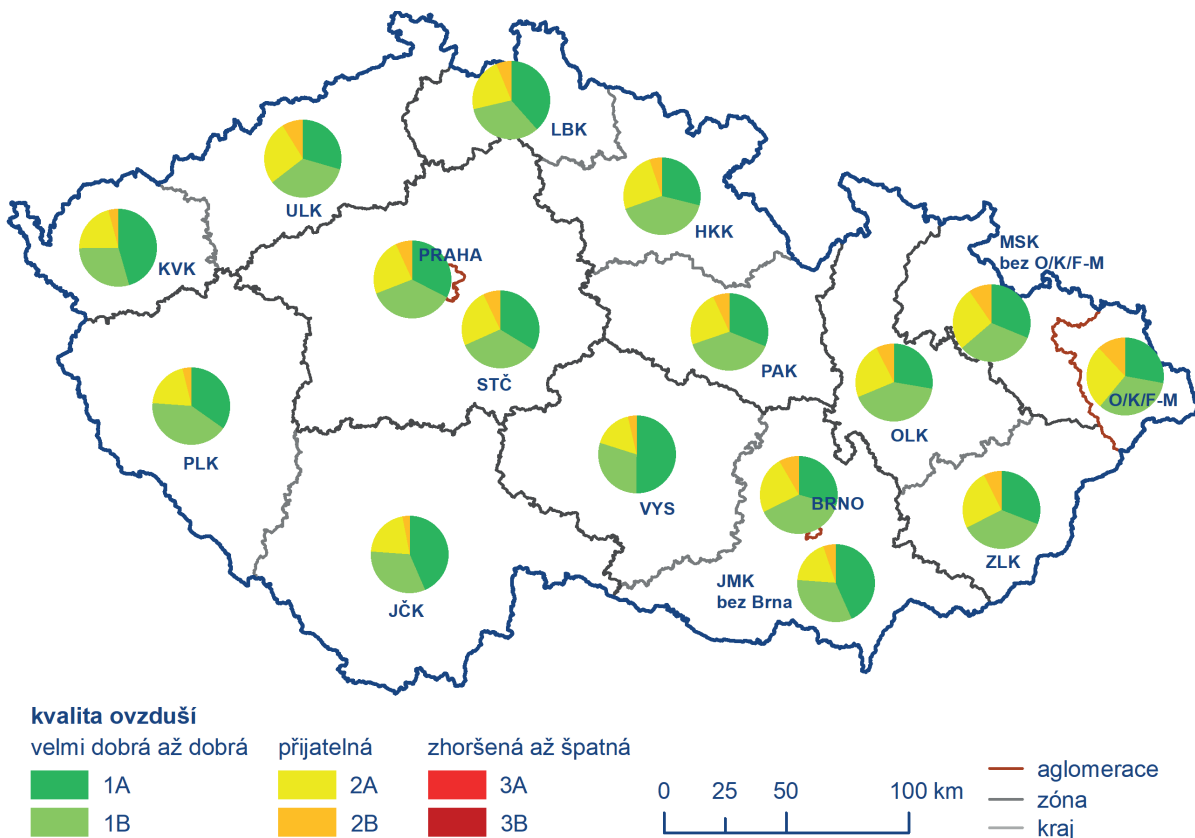
Na venkovských stanicích se v roce 2021 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 54–71 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.3). Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v Jihomoravském kraji (71 %), nejnižší ve Zlínském kraji (54 %). Druhý stupeň IKO byl nejčastěji zaznamenán ve Zlínském kraji (45 %), nejméně často v Jihomoravském kraji (28 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán v Moravskoslezském kraji včetně

aglomerace O/K/F-M a dále v Jihočeském, Jihomoravském, Olomouckém, Středočeském, Ústeckém a Zlínském kraji. Nejčastěji se třetí stupeň IKO vyskytoval v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (0,4 %).

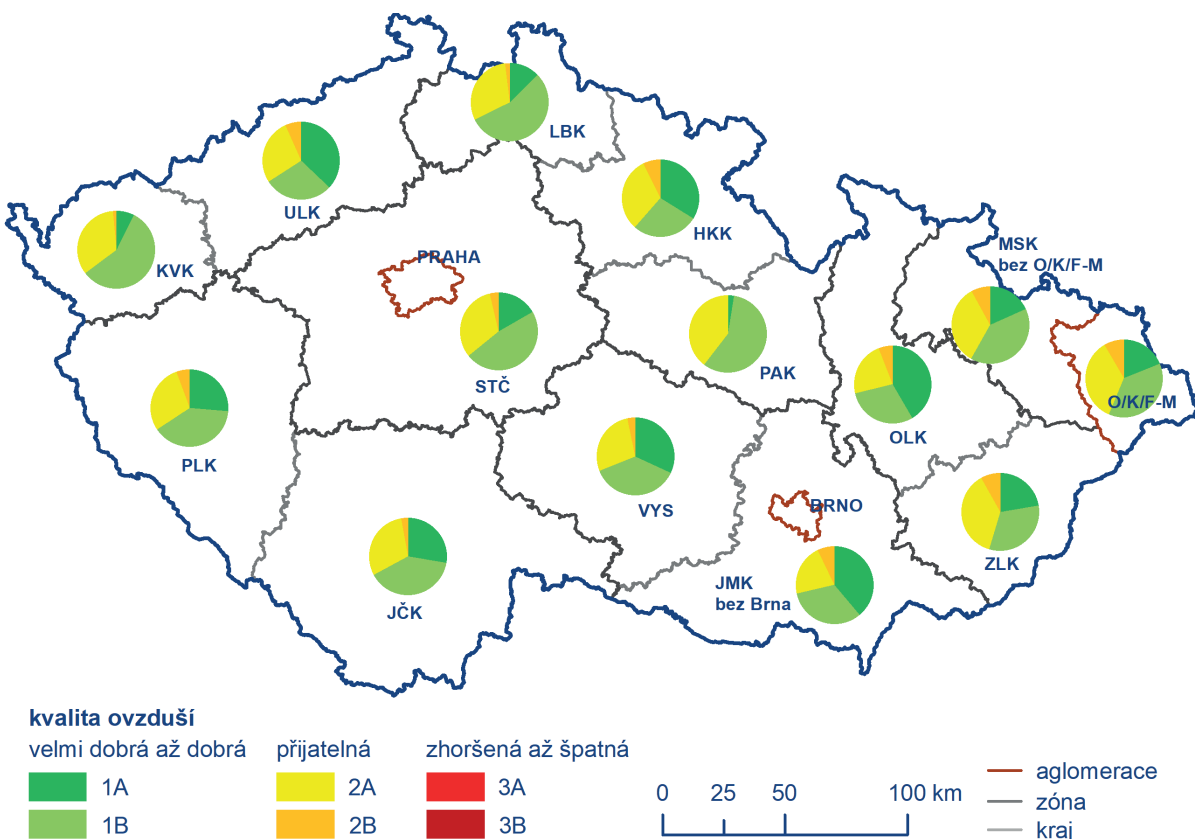
### Index kvality ovzduší na dopravních stanicích

Na dopravních stanicích se v roce 2021 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 48–77 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.2.4). Výjimku tvoří Ústecký kraj, kde převažoval druhý stupeň IKO (51 %) oproti prvnímu stupni (48 %). Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v Plzeňském kraji (77 %). Druhý stupeň IKO byl po Ústeckém kraji nejčastěji zaznamenán v aglomeraci O/K/F-M (44 %), nejméně často v Plzeňském kraji (23 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán ve všech regionech, kde jsou k dispozici měření z dopravních stanic. Nejčastěji se třetí stupeň IKO vyskytoval v aglomeraci O/K/F-M (1,2 %).

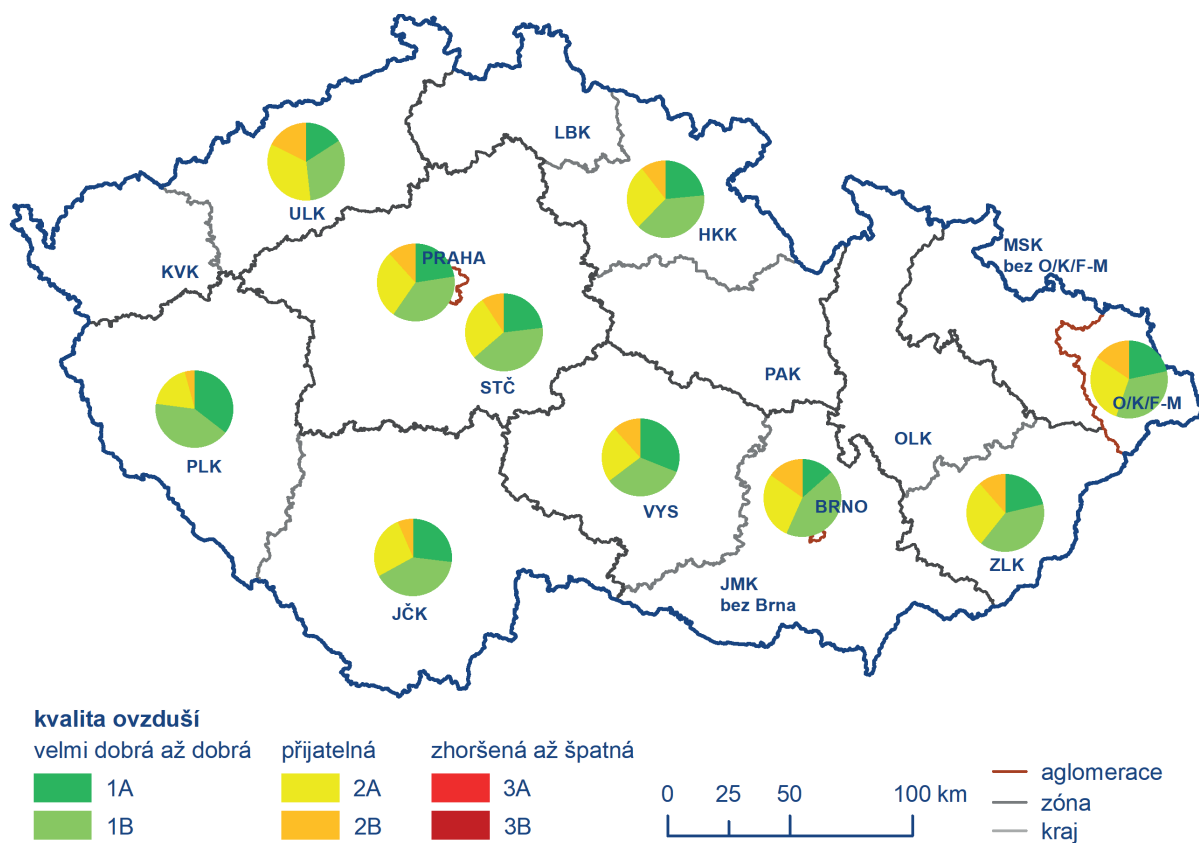




**Obr. V.2.2** Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2021



**Obr. V.2.3** Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2021



Obr. V.2.4 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2021

## 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, zejména  $O_3$ , v zónách a aglomeracích v letech 2012–2021<sup>1</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, jsou dlouhodobě aglomerace O/K/F-M, Moravskoslezský kraj bez aglomerace O/K/F-M, 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  $PM_{10}$ . 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, Plzeňský, Vysočina a Jihočeský.

Po zahrnutí přízemního  $O_3$  dochází k výraznému navýšení podílu území s nadlimitními koncentracemi, a to v regionech, kde není dominantní znečištění ovzduší plynoucí z jiných polutantů (Obr. V.3.1.2). S výjimkou kraje Vysočina v roce 2014 došlo k vymezení tohoto území ve všech regionech v 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 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. V roce 2021 však nastala situace, kdy ve většině regionů nedošlo k překročení imisního limitu pro přízemní  $O_3$ . Konkrétně se jedná o Prahu, kraje Středočeský, Pardubický a Vysočina, Brno, Jihomoravský kraj bez Brna, dále kraje Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský kraj a aglomeraci O/K/F-M. Ve zbývajících regionech došlo k překročení imisního limitu pro přízemní  $O_3$  na velice malém území (více viz Tab. VII.1.2). Důvodem jsou relativně nízké koncentrace přízemního  $O_3$  měřené v posledních dvou letech 2020 a 2021 a z toho vyplývající překročení imisního limitu  $O_3$  za tříleté období 2019–2021 na pouhých 0,2 % území ČR s 0,02 % obyvatel (více viz kap. IV.4).

Kromě porovnání plochy s překročenými imisními limity v regionech je uvedeno i porovnání procenta obyvatel žijících v těchto oblastech v letech 2012–2021 (Obr. V.3.1.3 a Obr. V.3.1.4).

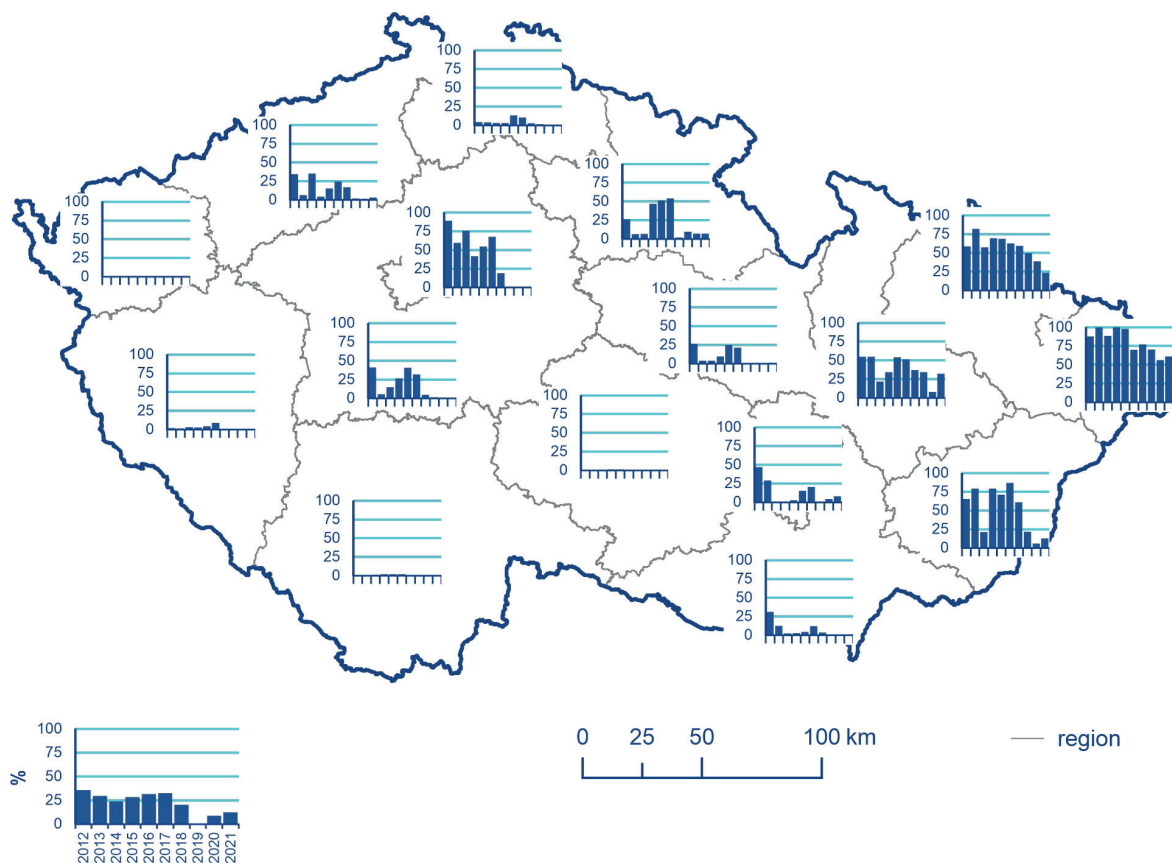
Vzhledem k tomu, že v jednotlivých regionech je odlišná hustota obyvatel, je ukazatel podílu území regionů s nadlimitními koncentracemi doplněn i o ukazatel počtu obyvatel žijících v těchto oblastech, neboť v některých regionech může zasažené území (v případě zahrnutí  $O_3$ ) pokrývat oblasti s nízkou 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  $O_3$ , 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).

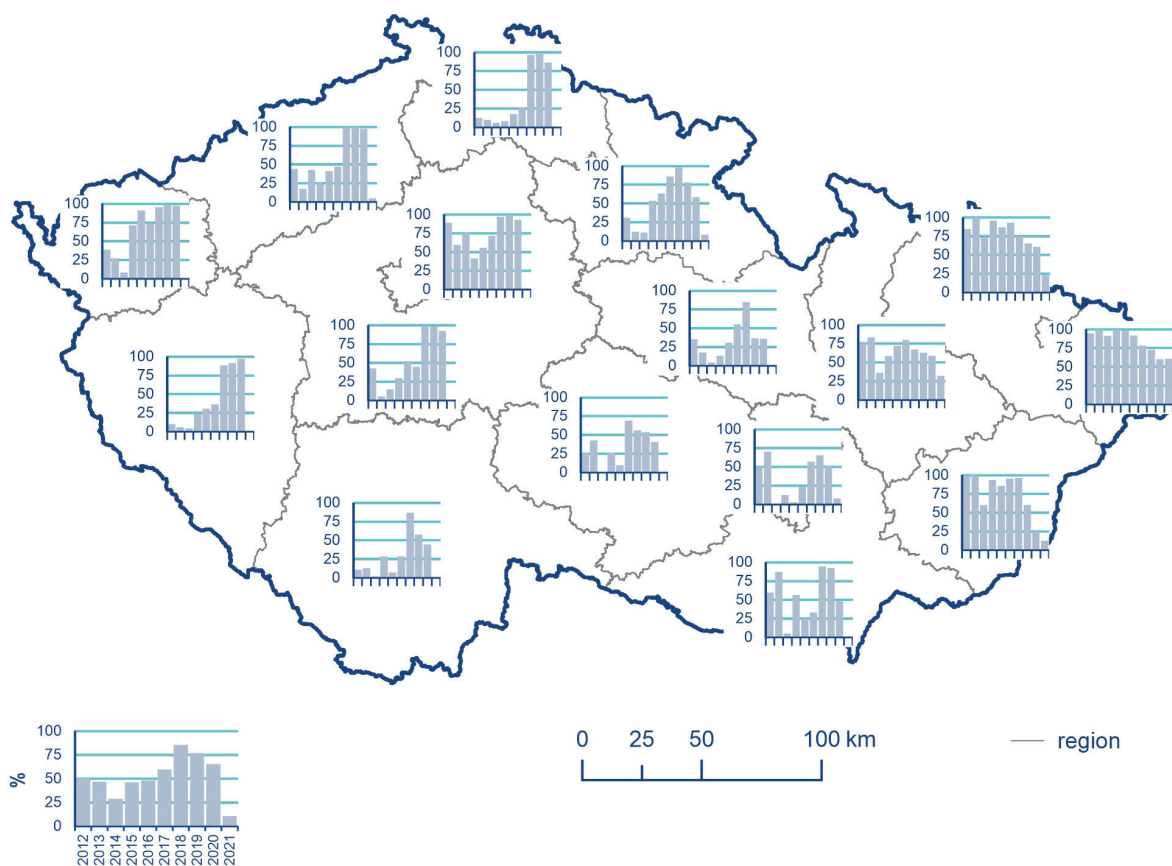
V roce 2021 žilo nejvíce obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím bez zahrnutí  $O_3$  v aglomeraci O/K/F-M (více než 750 000 obyvatel). Dalšími zatíženými regiony byly kraje Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský s cca 403 000, 284 000 a 276 000 obyvateli vystavenými nadlimitním koncentracím. V Praze a v krajích Jihočeském a Karlovarském a v Kraji Vysočina byl v roce 2021 počet obyvatel vystavený působení nadlimitním koncentracím polutantů (bez zahrnutí přízemního  $O_3$ ) nulový.

Po zahrnutí přízemního  $O_3$  do hodnocení lze konstatovat, že v roce 2021 nedošlo v žádném kraji s výjimkou Ústeckého, k výraznému navýšení počtu obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím polutantů. Důvodem je již zmíněné překročení imisního limitu  $O_3$  na pouhých 0,2 % území ČR. Imisní limit pro přízemní  $O_3$  se hodnotí v průměru za tři roky. Do hodnocení překročení imisního limitu  $O_3$  v roce 2021 tak vstupují roky 2019–2021, kdy v letech 2020 a 2021 byly měřeny nízké koncentrace (nejnižší za hodnocené období, viz kap. IV.4 a Obr. IV.4.11). V Ústeckém kraji, kde jsou v rámci ČR měřeny jedny z nejvyšších koncentrací přízemního  $O_3$ , došlo k navýšení počtu obyvatel po zahrnutí  $O_3$  do hodnocení o cca 2 500 obyvatel.

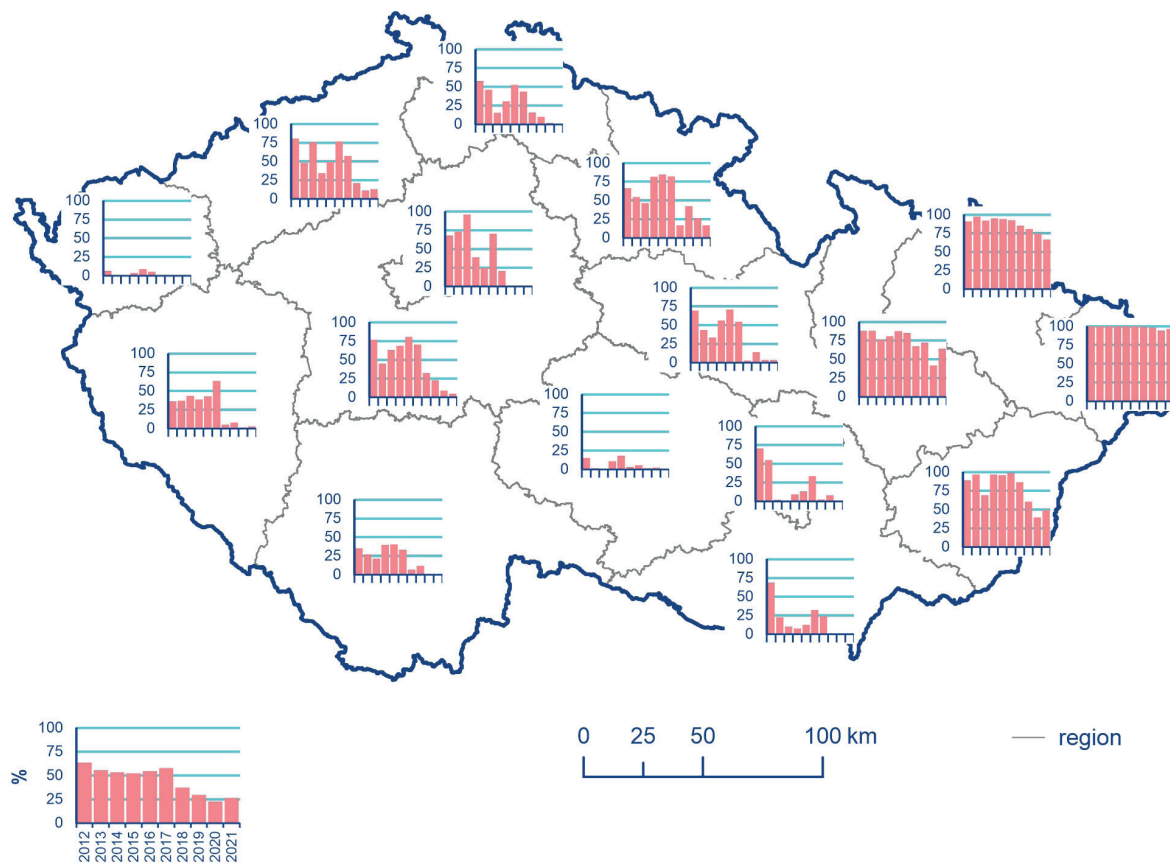
1 V roce 2012 vstoupil v platnost nový zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který zavedl nové vymezení oblastí s nadlimitními koncentracemi látek znečišťujících ovzduší.



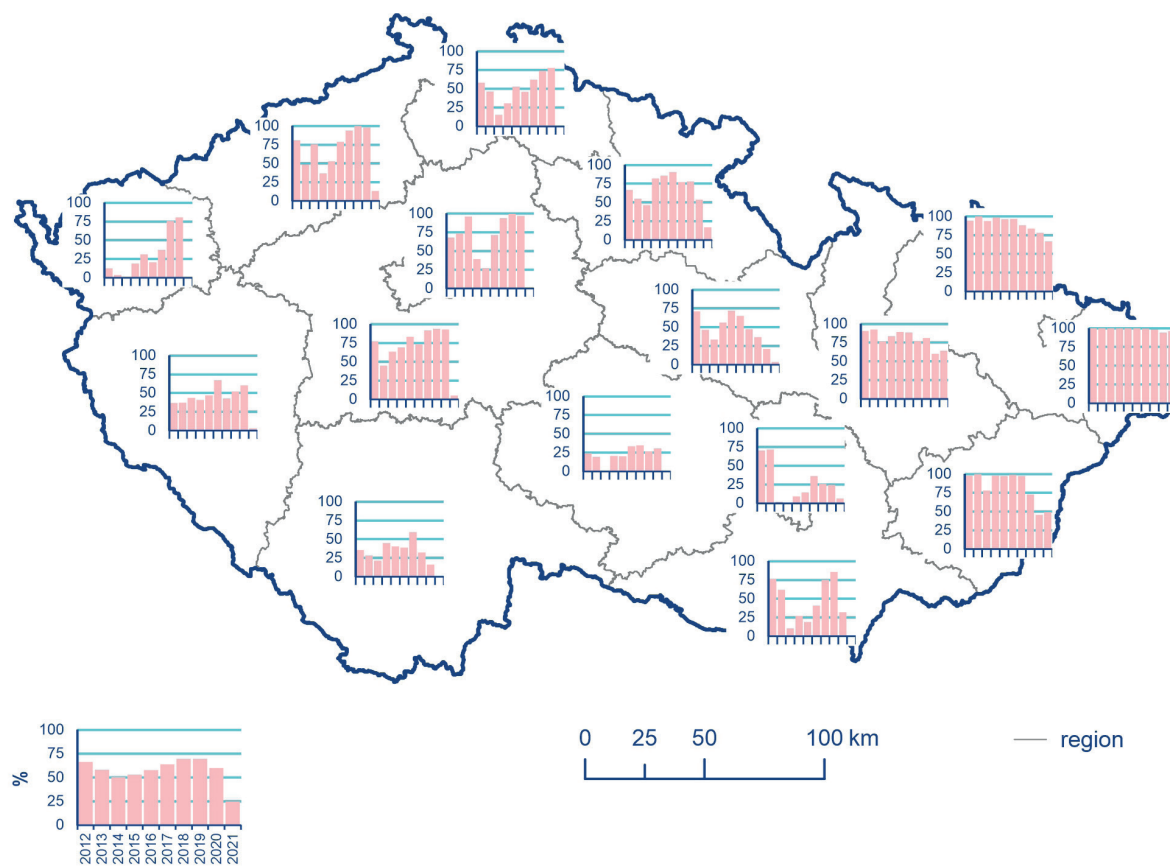
**Obr. V.3.1.1. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (bez zahrnutí O<sub>3</sub>), 2012–2021**



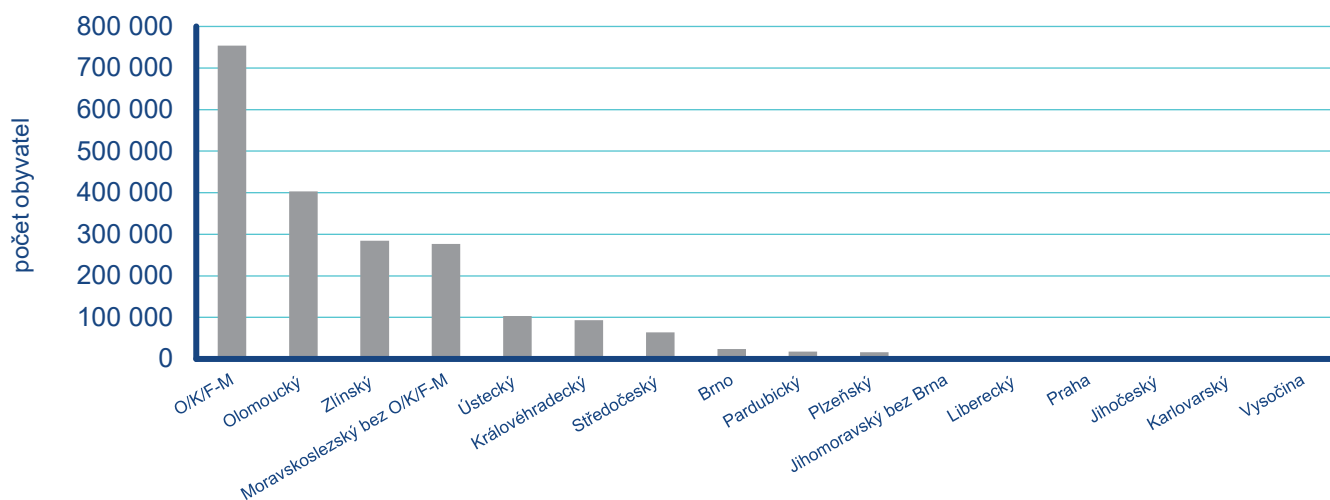
**Obr. V.3.1.2. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (se zahrnutí O<sub>3</sub>), 2012–2021**



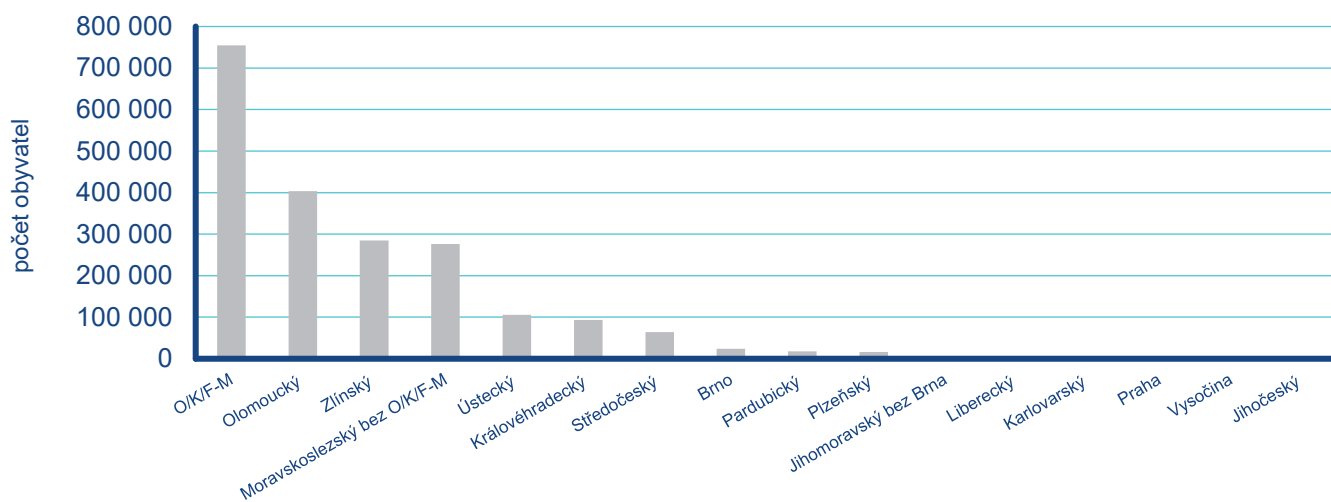
Obr. V.3.1.3 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (bez zahrnutí  $O_3$ ), 2012–2021



Obr. V.3.1.4 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (se zahrnutím  $O_3$ ), 2012–2021



**Obr. V.3.1.5 Počet obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (bez zahrnutí O<sub>3</sub>) v regionech ČR, 2021**



**Obr. V.3.1.6 Počet obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (se zahrnutím O<sub>3</sub>) v regionech ČR, 2021**

### 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 2021 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 nejvyšším koncentracím suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  jsou vystaveni lidé v aglomeraci O/K/F-M a Brno a v krajích Olomoucký, Zlínský a Moravskoslezský bez aglomerace O/K/F-M. Velká města s nejvyššími hodnotami vážené koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  (Karviná, Havířov, Ostrava, Třinec) se nachází v nejzatíženějším regionu ČR – v aglomeraci O/K/F-M. Úrovně průměrných vážených koncentrací  $PM_{10}$  v ČR nepřekračují imisní limit. Průměrná vážená koncentrace  $PM_{2,5}$  vyšší než imisní limit byla spočtena pro jediné město s více než 30 000 obyvateli, a to pro město Karviná. Nejnižší vážené koncentrace pro suspendované částice  $PM_{10}$  byly spočteny pro kraje Plzeňský, Liberecký, Vysočina, Jihočeský a Karlovarský. Nejnižší vážené koncentrace pro suspendované částice  $PM_{2,5}$  byly spočteny pro kraje Liberecký, Plzeňský, Vysočina, Jihočeský a Karlovarský. K nejčistším městům z hlediska hodnocení koncentrací suspendovaných částic patří Cheb, Karlovy Vary, Tábor, Příbram a Jablonec nad Nisou. Relativně nízké hodnoty ve městech nacházejících se v krajích Karlovarském a Jihočeském souvisí se zdejšími nízkými regionálními požadovými 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 2021 vyplývá, že v souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu jsou nejvyšším 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 2021 byli nejnižším hodnotám  $NO_2$  v rámci velkých měst vystaveni obyvatelé v Trutnově, Jablonci nad Nisou, Příbrami, 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 požadovými koncentracemi  $NO_2$  zapříčiněnými nižšími emisemi z velkých zdrojů znečišťování a méně významným dálkovým transportem

znečištění (kraje Jihočeský a Vysočina). 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 vytížených komunikací předpokládat.

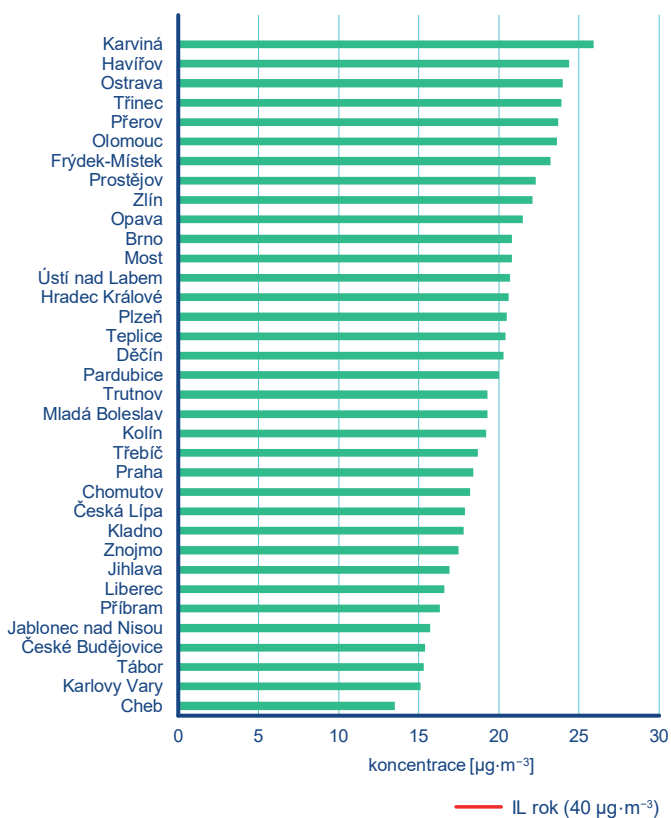
Vážené koncentrace přízemního  $O_3$  (26. nejvyšší maximální denní 8hodinový průměr v roce 2021) lze porovnat s hodnotou imisního limitu ( $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) na rozdíl od imisního limitu, který je založen na tříletém průměru (Tab. I.1). Vzhledem k tomu, že přízemní  $O_3$  nemá svůj vlastní emisní zdroj a vznik a chemismus  $O_3$  je složitý a závisí na mnoha faktorech, mohou se jeho zvýšené koncentrace objevit i v relativně čistých oblastech (více viz kap. IV.4). V roce 2021 nebyly vážené koncentrace  $O_3$  vyšší než je hodnota imisního limitu zaznamenány v žádném regionu. Nejvyšším váženým koncentracím  $O_3$  byly v roce 2021 vystaveny obyvatelé v aglomeracích O/K/F-M a Brno a v krajích Jihomoravský bez Brna, Moravskoslezský bez O/K/F-M a Středočeský. Nicméně rozdíly mezi jednotlivými regiony nejsou tak výrazné jako v případě jiných znečišťujících látek.

Vážené koncentrace přízemního  $O_3$  nepřesáhly hodnotu imisního limitu v žádném městě s více jak 30 000 obyvateli. Nejvyšší koncentrace byly spočteny pro města Karviná, Ostrava, Havířov, Třinec, Brno, Teplice a Ústí nad Labem.

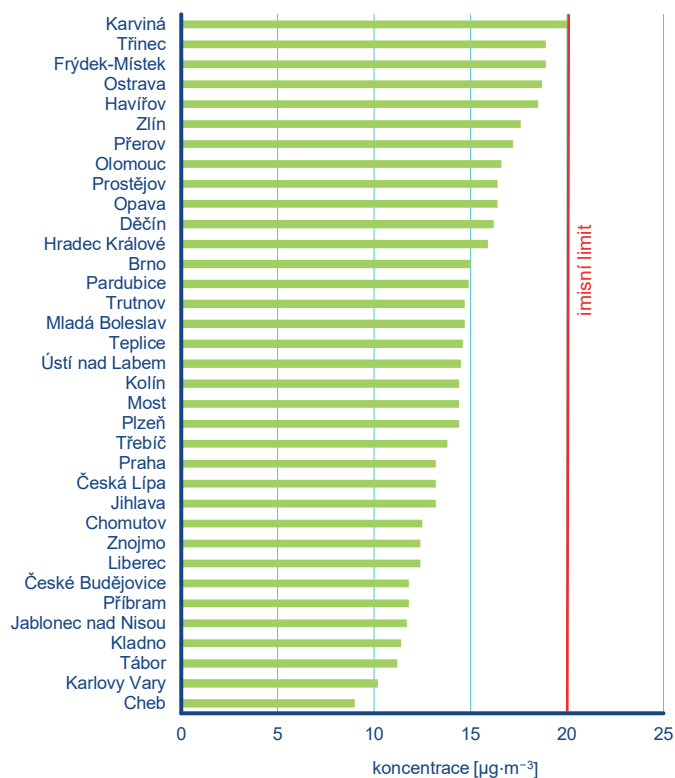


Obr. V.3.2.1 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací v regionech ČR, 2021

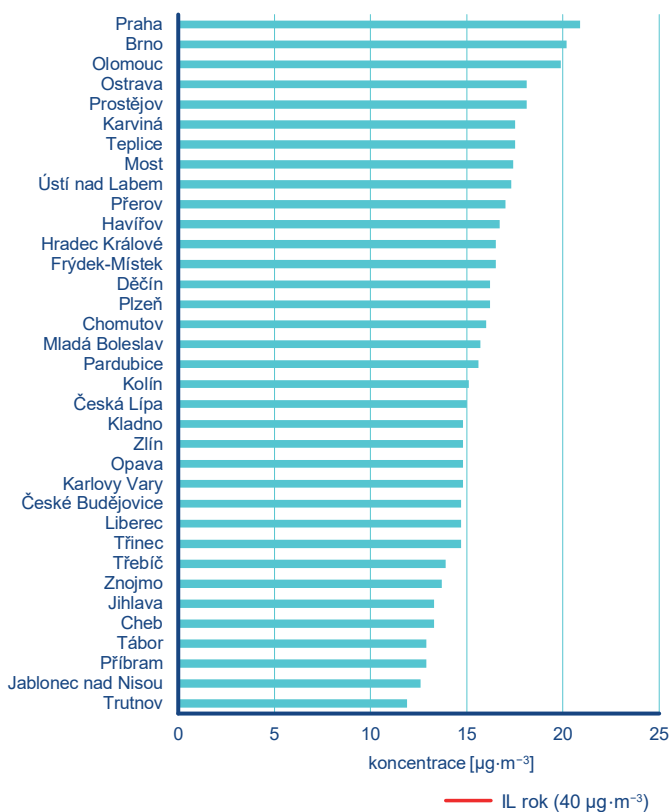




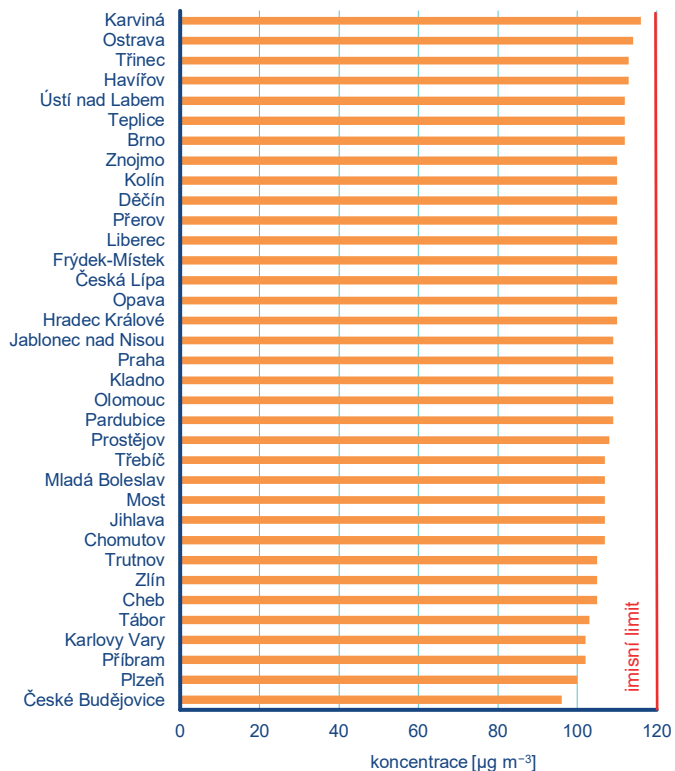
PM<sub>10</sub> – roční průměr



PM<sub>2.5</sub> – roční průměr



NO<sub>2</sub> – roční průměr



O<sub>3</sub> – 26. nejvyšší max. 8hod. průměr

Obr. V.3.2.2 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací ve městech s více jak 30 000 obyvateli, 2021

# 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.3. Při vyhlášení smogové situace a regulace pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  je hodnocen i předpokládaný výhled na následujících 24 hodin. Naproti tomu při vyhlášení smogové situace pro  $O_3$  a varování pro  $O_3$ ,  $NO_2$  a  $SO_2$  není očekávaný vývoj koncentrací hodnocen a veřejnost je v souladu s článkem 13 směrnice 2008/50/ES informována bezprostředně po překročení příslušné prahové hodnoty. Z téhož důvodu stačí k vyhlášení smogové situace a varování pro ozon překročení prahové hodnoty na jedné stanici.

Aktuální seznam oblastí SVRS je uveden v Tab. VI.2. 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. Po celý rok 2021 byl pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  v platnosti seznam zveřejněný ve Věstníku MŽP č. 4/2021 (MŽP 2021) a pro  $O_3$  seznam upravený směrnici ředitele ČHMÚ č. 2019/12 v platném znění. V porovnání s dříve platnými seznamy došlo od 1. 1. 2021 včetně k vyjmutí stanice Karviná (TKARA; reprezentativní pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  a  $O_3$ ), a to z důvodu zahájení dlouhodobých stavebních prací v okolí stanice, které snížily její reprezentativnost a vedly ke změně klasifikace z požadové na průmyslovou. Dále přestala 6. 11. 2021 z důvodu vypovězení nájemní smlouvy vlastníkem pozemku měřit stanice Jihlava (JJIHA), reprezentativní pro  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  a  $O_3$ . Její

vyjmutí ze seznamu reprezentativních stanic bylo zpětně potvrzeno Věstníkem MŽP č. 3/2022 (MŽP 2022).

## Vyhlášené smogové situace a regulace (varování)

V roce 2021 byla vyhlášena jediná smogová situace z důvodu překročení prahových hodnot suspendovaných částic  $PM_{10}$ , a to pro území aglomerace O/K/F-M bez Třinecka ve dnech 27.–29. 12. Její celková délka činila 58 h (Tab. VI.1). Prahové hodnoty pro  $NO_2$  a  $O_3$  nebyly překročeny na žádné reprezentativní stanici SVRS. Informativní prahová hodnota pro  $SO_2$  byla překročena na stanici Lom (3. 3. 2021) a šlo o jedinou hodinu během celého roku.

## Synoptické situace během smogové situace

### 27.–29. prosince 2021

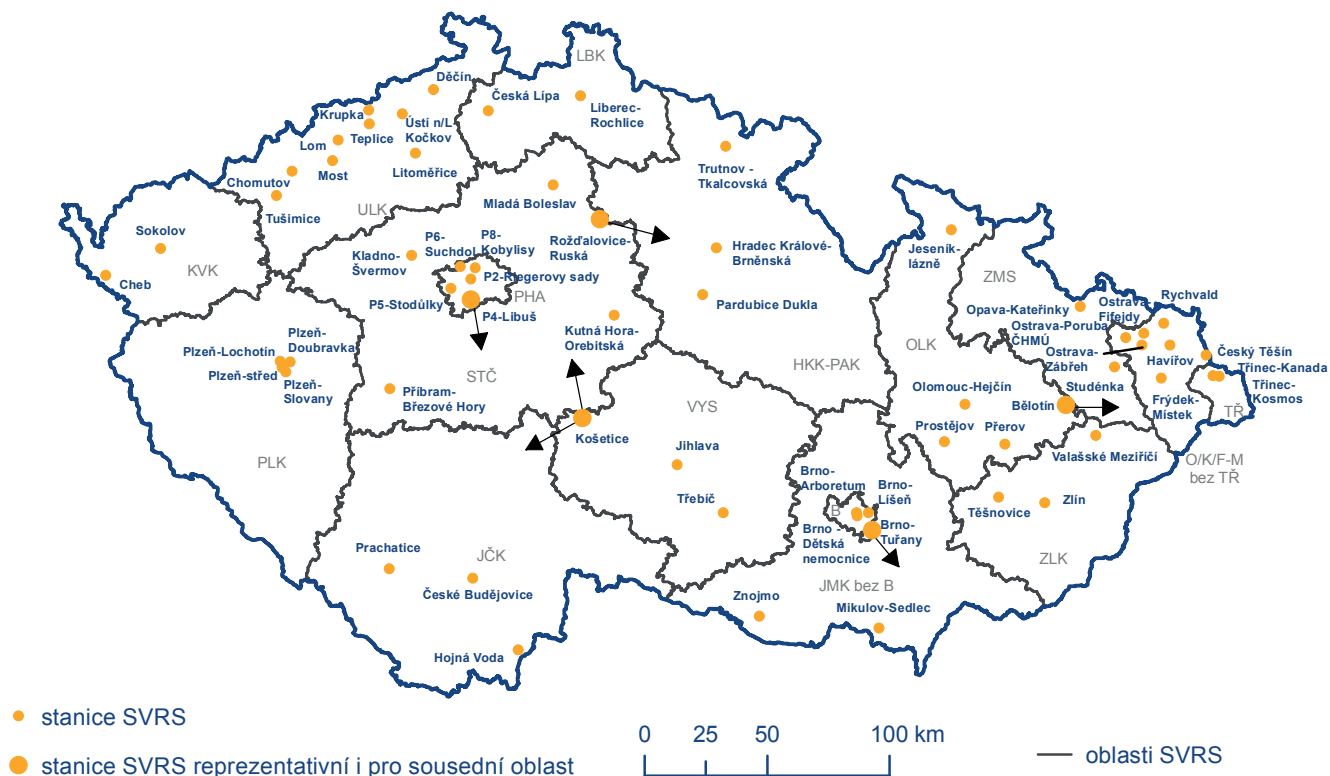
V noci na 25. 12. přešla od severu přes ČR studená fronta, za kterou se k nám rozšířila tlaková výše. Na naše území pronikl studený vzduch od severu a na severovýchodě ČR došlo k poklesu teploty v hladině 850 hPa přechodně až na  $-10$  °C. Tlaková výše postupovala během 26. 12. ze střední Evropy přes Ukrajinu dále k východu. V první polovině dne 27. 12. přešla přes ČR od jihozápadu teplá fronta, za kterou k nám začal proudit ve vyšších vrstvách atmosféry teplejší vzduch. Tím se vytvořilo inverzní zvrstvení vzduchu bránící rozptýlu škodlivin v ovzduší a došlo k nárůstu koncentrací  $PM_{10}$ , zejména v oblasti Ostravsko-Karvinska. V dalších dnech postupovala z Atlantiku nad západní Evropu tlaková níže. S ní spojený frontální systém rychle okludoval a jako okluzní fronta přešel přes Moravu a Slezsko v noci na 29. 12. Mírný vítr spojený s touto frontou vedl ke zlepšení rozptylových podmínek, které spolu se srážkovou činností způsobilo následný pokles koncentrací.

Tab. VI.1 Smogové situace a regulace pro  $PM_{10}$  – časy vyhlášení, 2021

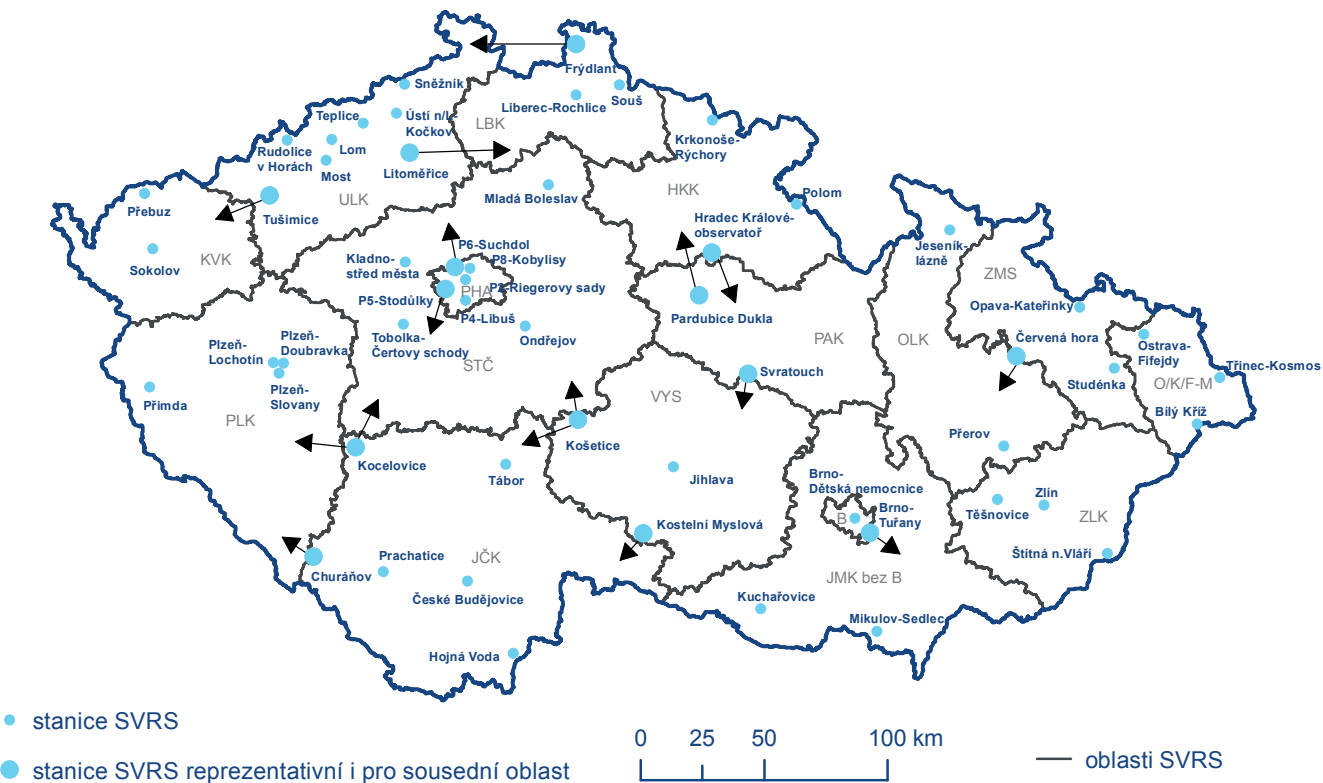
Vyhlášení		Odvolání		Trvání	
Smogová situace	Regulace	Regulace	Smogová situace	Smogová situace	Regulace
den a hodina SEČ				[h]	
Agglomerace O/K/F-M bez Třinecka					
27. 12. 2021 1:51	x	x	29. 12. 2021 12:00	58	x

Pozn.: SEČ – místní čas, tj. středoevropský čas. Trvání smogové situace v sobě zahrnuje i trvání regulace, pokud byla vyhlášena.

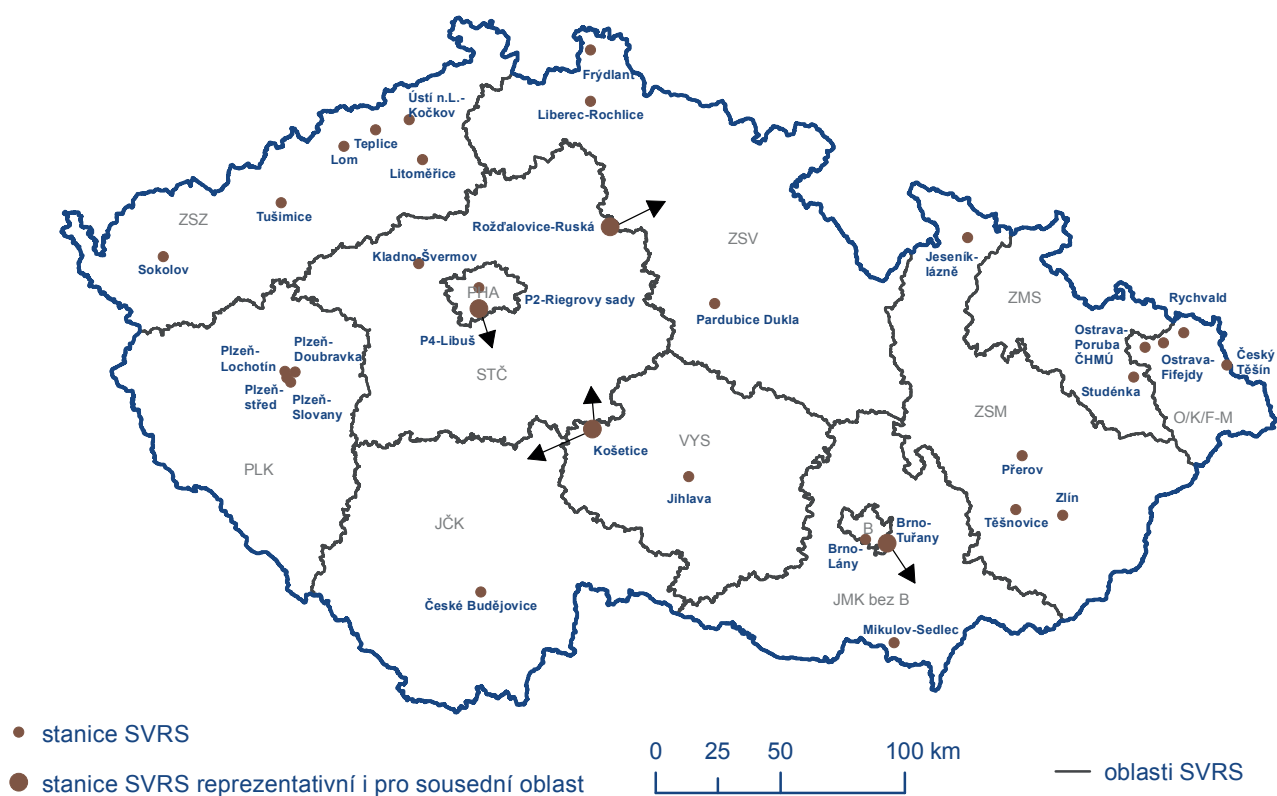
VI. Smogový varovný a regulační systém



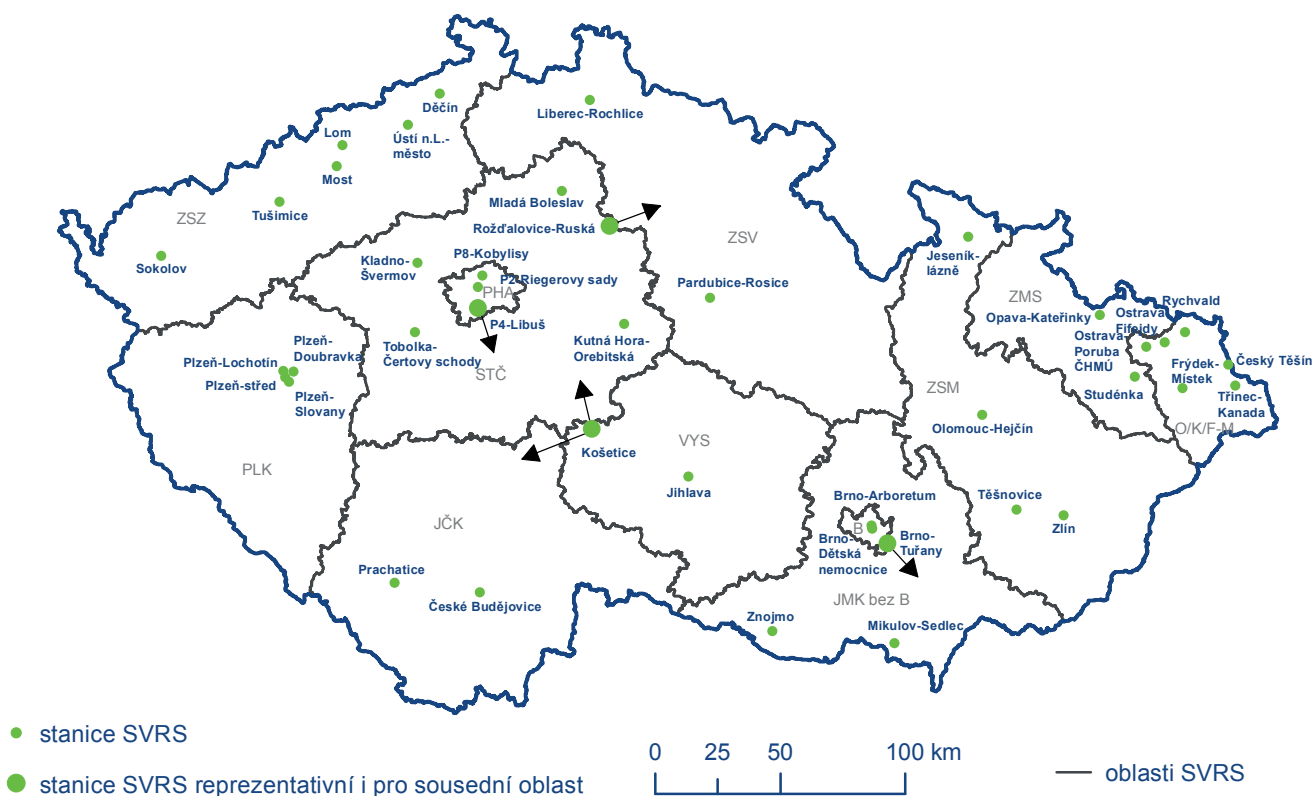
Obr. VI.1 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro PM<sub>10</sub> v roce 2021 (platné od 1. 1. 2021)



Obr. VI.2 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro O<sub>3</sub> v roce 2021 (platné od 1. 1. 2021)



**Obr. VI.3 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro SO<sub>2</sub> v roce 2021 (platné od 1. 1. 2021)**



**Obr. VI.4 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro NO<sub>2</sub> v roce 2021 (platné od 1. 1. 2021)**

Tab. VI.2 Oblasti SVRS pro jednotlivé látky (platné od 1. 10. 2016)

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 (ÚLK)	
		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)

Tab. VI.3 Pravidla pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací (varování) (platné od 1. 10. 2017)

Škodlivina	Prahová hodnota			Délka překročení	Počet stanic*	Doplňující podmínka
	Zkratka	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	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

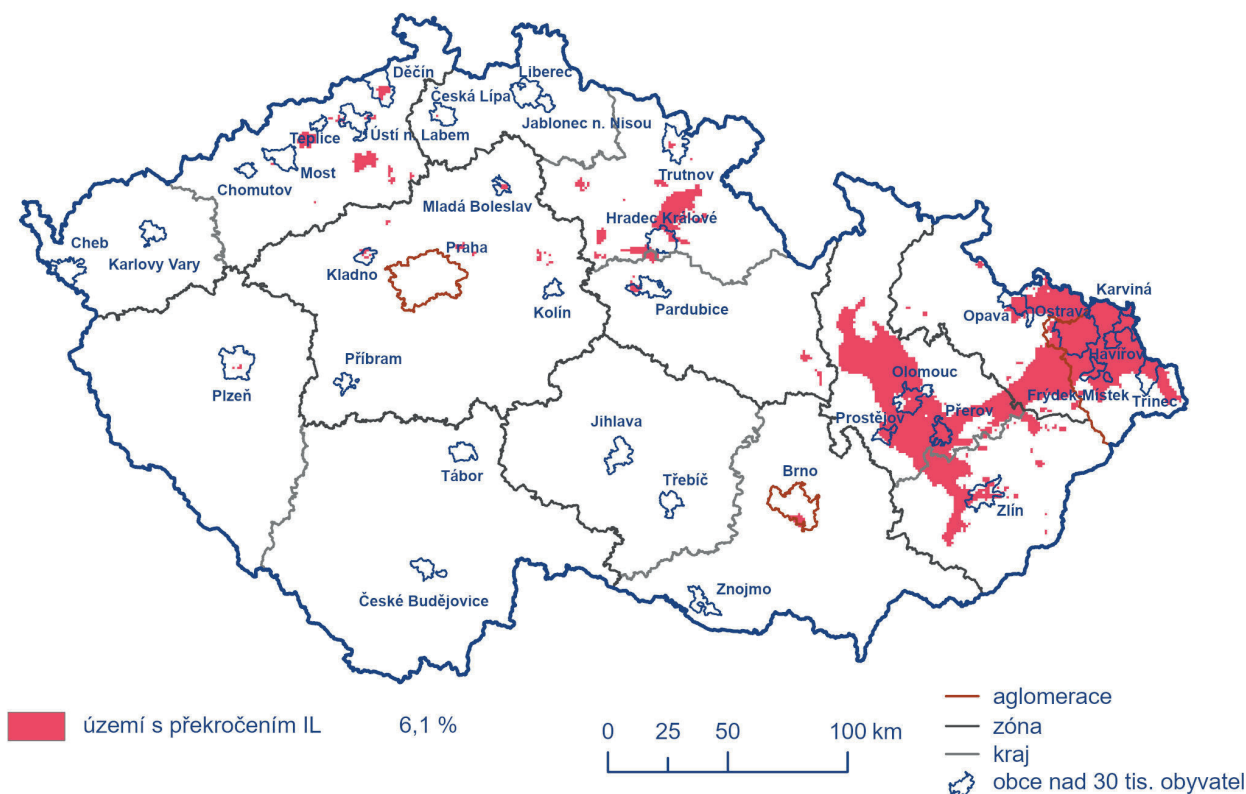
Na území ČR jsou každoročně vymezovány oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. Mapa oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu<sup>1</sup> bez zahrnutí přízemního ozonu podává ucelenou informaci o kvalitě ovzduší na území ČR. V roce 2021 bylo jako oblast s překročením imisních limitů vymezeno 6,1 % území ČR, kde žije přibližně 20 % 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 2021 překročení 24hod. 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 (61 %) a v zóně Střední Morava (24 %) (Tab. VII.1.2). V aglomeraci O/K/F-M je navíc nadlimitním koncentracím vystavena naprostá většina obyvatel (96 %) (Tab. VII.1.3) a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR. V meziročním porovnání 2020/2021 se plocha oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu nepatrně zvětšila (cca o 1,5 %). K meziročnímu zvětšení plochy s překročenými imisními limity bez zahrnutí ozonu došlo především v zóně Střední Morava (Obr. VII.1.2). Vymezená plocha s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu v roce 2021 je druhá nejmenší za hodnocené období 2012–2021 (Obr. VII.1.3). K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR v roce 2021 přispěl zejména méně častý výskyt nepříznivých podmínek v lednu a v listopadu v porovnání s desetiletými hodnotami (Obr. III.3 a III.4). Na zlepšování kvality ovzduší se dlouhodobě podílí i již realizovaná

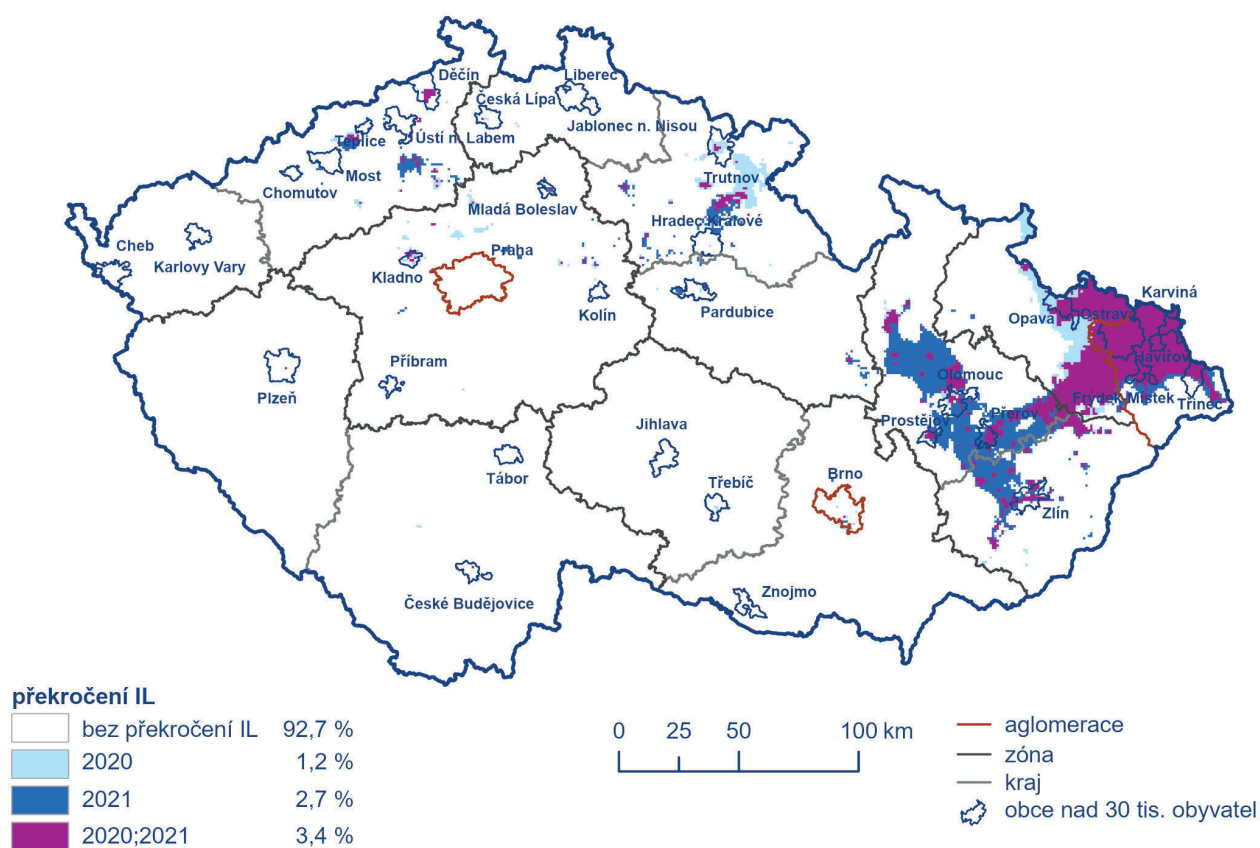
**Tab. VII.1.1 Plocha území s překročením imisního limitu (%) a počet exponovaných obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (%) v rámci České republiky, 2021**

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>	PM <sub>2,5</sub>	Souhrn překročení IL	BaP	Celkový souhrn překročení bez O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>	Celkový souhrn překročení s O <sub>3</sub>
	36. max 24h průměr > 50 µg·m <sup>-3</sup>	roční průměr > 20 µg·m <sup>-3</sup>		roční průměr > 1 ng·m <sup>-3</sup>		26. nejvyšší max. denní 8h klouzavý průměr (v průměru za 3 roky) > 120 µg·m <sup>-3</sup>	
Obyvatelé	0,4	1,5	1,5	19,7	19,7	0,02	19,7
Plocha	0,1	0,3	0,3	6,1	6,1	0,2	6,4

1 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), 24hod. 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>.



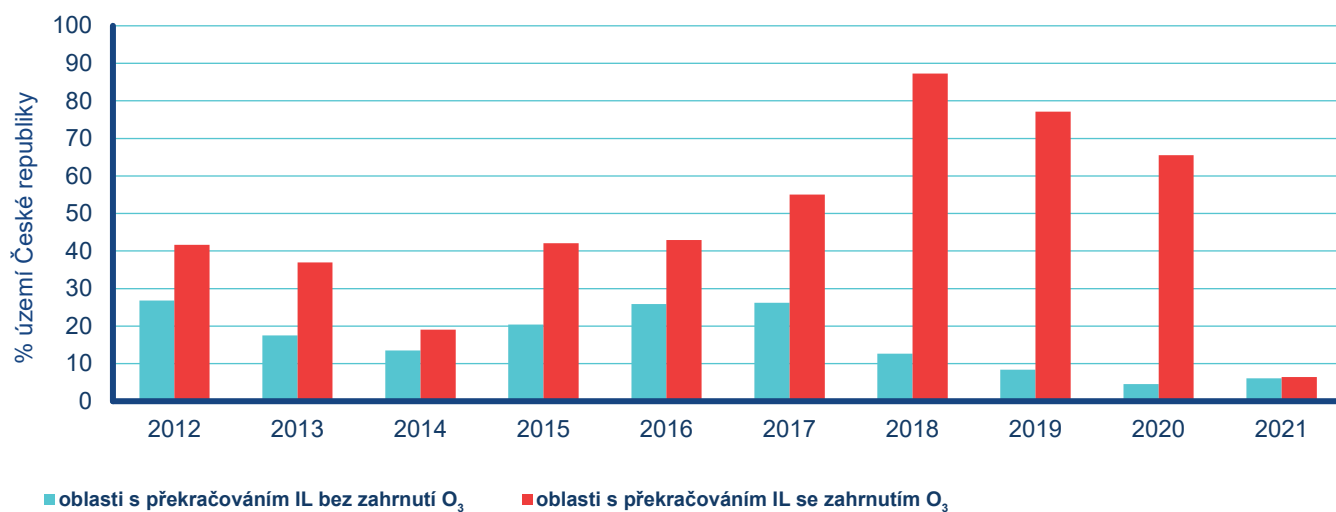
Obr. VII.1.1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2021



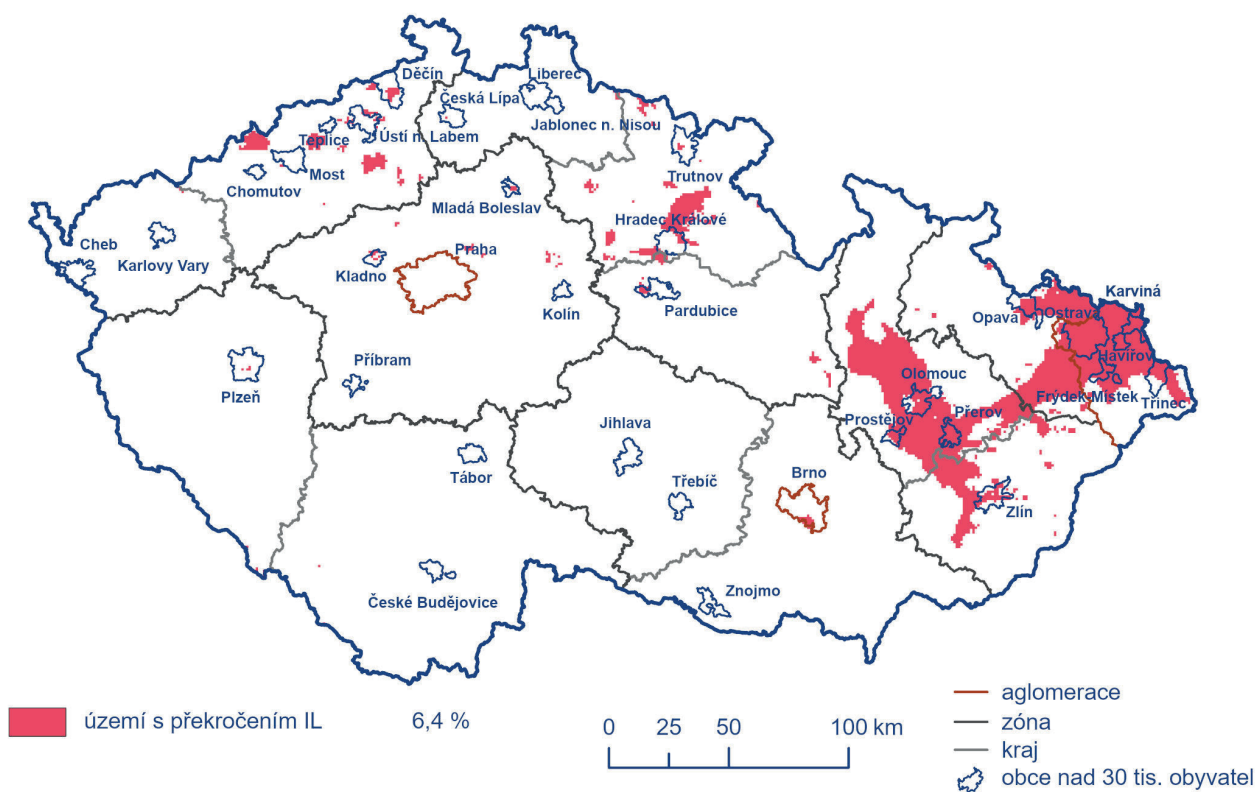
Obr. VII.1.2 Porovnání oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2020 a 2021



## VII. Oblasti s překročením imisních limitů



**Obr. VII.1.3** Překročení imisního limitu v České republice, % plochy, 2012–2021



**Obr. VII.1.4** Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2021

opatření pro zlepšení kvality ovzduší (zejména pak výměna kotlů), postupující obnově vozového parku a opatření na velkých zdrojích (více viz kap. II a IV).

Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2021 vymezeno 6,4 % území ČR (Obr. VII.1.4), kde žije přibližně 20 % obyvatel (Tab. VII.1.1).

V meziročním srovnání 2020/2021 došlo k výraznému zmenšení plochy s překročením minimálně jednoho imisního limitu včetně ozonu (o cca 59 %). V hodnoceném období 2012–2021 (Obr. VII.1.3) území s nadlimitními koncentracemi alespoň jedné znečišťující látky zaujímal nejmenší plochu. Z grafu je také patrné snižování rozsahu nadlimitní plochy v posledních čtyřech letech související s klesajícími koncentracemi ozonu (kap. IV.4).

Tab. VII.1.2 Překročení imisního limitu (IL) v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % plochy územního celku, 2021

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	-	-	-	-	-	-	-
Zóna Střední Čechy	Středočeský kraj	-	-	-	0,41	0,41	-	0,41
Zóna Jihozápad	Jihočeský kraj	-	-	-	-	-	0,02	0,02
	Pízeňský kraj	-	-	-	0,05	0,05	0,14	0,19
	Karlovarský kraj	-	-	-	0,02	0,02	0,07	0,09
Zóna Severozápad	Ústecký kraj	-	-	-	-	-	0,11	0,11
	Liberecký kraj	-	-	-	3,05	3,05	1,92	4,97
Zóna Severovýchod	Královéhradecký kraj	-	-	-	1,89	1,89	1,23	3,11
	Pardubický kraj	-	-	-	0,03	0,03	0,24	0,27
	Kraj Vysočina	-	-	-	7,28	7,28	0,88	8,16
	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	1,26	1,26	-	1,26
Zóna Jihovýchod	Kraj Vysočina	-	-	-	3,25	3,25	0,40	3,65
	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	-	-	-	-
Agglomerace Brno	Olomoucký kraj	-	-	-	0,05	0,05	-	0,05
	Zlínský kraj	-	-	-	0,05	0,05	-	0,05
Zóna Střední Morava	Moravskoslezský kraj	-	-	-	7,75	7,75	-	7,75
	Moravskoslezsko	-	-	-	32,29	32,29	-	32,29
Agglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek	Moravskoslezský kraj	-	0,03	0,03	12,93	12,93	-	12,93
	Moravskoslezsko	-	0,01	0,01	23,98	23,98	-	23,98
Agglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek	Moravskoslezský kraj	4,40	11,60	11,60	61,09	61,09	-	61,09
	Moravskoslezsko	1,54	4,05	4,05	36,56	36,56	-	36,56

Tab. VII.1.3 Překročení imisního limitu (IL) v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % obyvatel 2021

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	-	-	-	-	-	-	-
Zóna Střední Čechy	Středočeský kraj	-	-	-	4,97	4,97	-	4,97
	Jihočeský kraj	-	-	-	-	-	-	-
Zóna Jihozápad	Plzeňský kraj	-	-	-	2,88	2,88	-	2,88
	-	-	-	-	1,37	1,37	-	1,37
	Karlovarský kraj	-	-	-	-	-	0,0005	0,0005
Zóna Severozápad	Ústecký kraj	-	-	-	12,81	12,81	0,31	13,11
	-	-	-	-	9,37	9,37	0,23	9,59
	Liberecký kraj	-	-	-	0,36	0,36	0,0004	0,36
Zóna Severovýchod	Královéhradecký kraj	-	-	-	17,02	17,02	0,01	17,03
	Pardubický kraj	-	-	-	3,50	3,50	-	3,50
	-	-	-	-	7,55	7,55	0,004	7,55
	Kraj Vysočina	-	-	-	-	-	-	-
Zóna Jihovýchod	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	0,80	0,80	-	0,80
	-	-	-	-	0,49	0,49	-	0,49
Aglomerace Brno	-	-	-	-	6,34	6,34	-	6,34
	Olomoucký kraj	-	-	-	64,21	64,21	-	64,21
Zóna Střední Morava	Zlínský kraj	-	1,13	1,13	49,08	49,08	-	49,08
	-	-	0,54	0,54	56,95	56,95	-	56,95
Zóna Moravskoslezsko	-	-	0,01	0,01	66,72	66,72	-	66,72
Aglomerace Ostrava/ Karviná/Frydek-Místek	Moravskoslezský kraj	5,52	19,50	19,50	96,31	96,31	-	96,31
	-	3,61	12,76	12,76	86,07	86,07	-	86,07

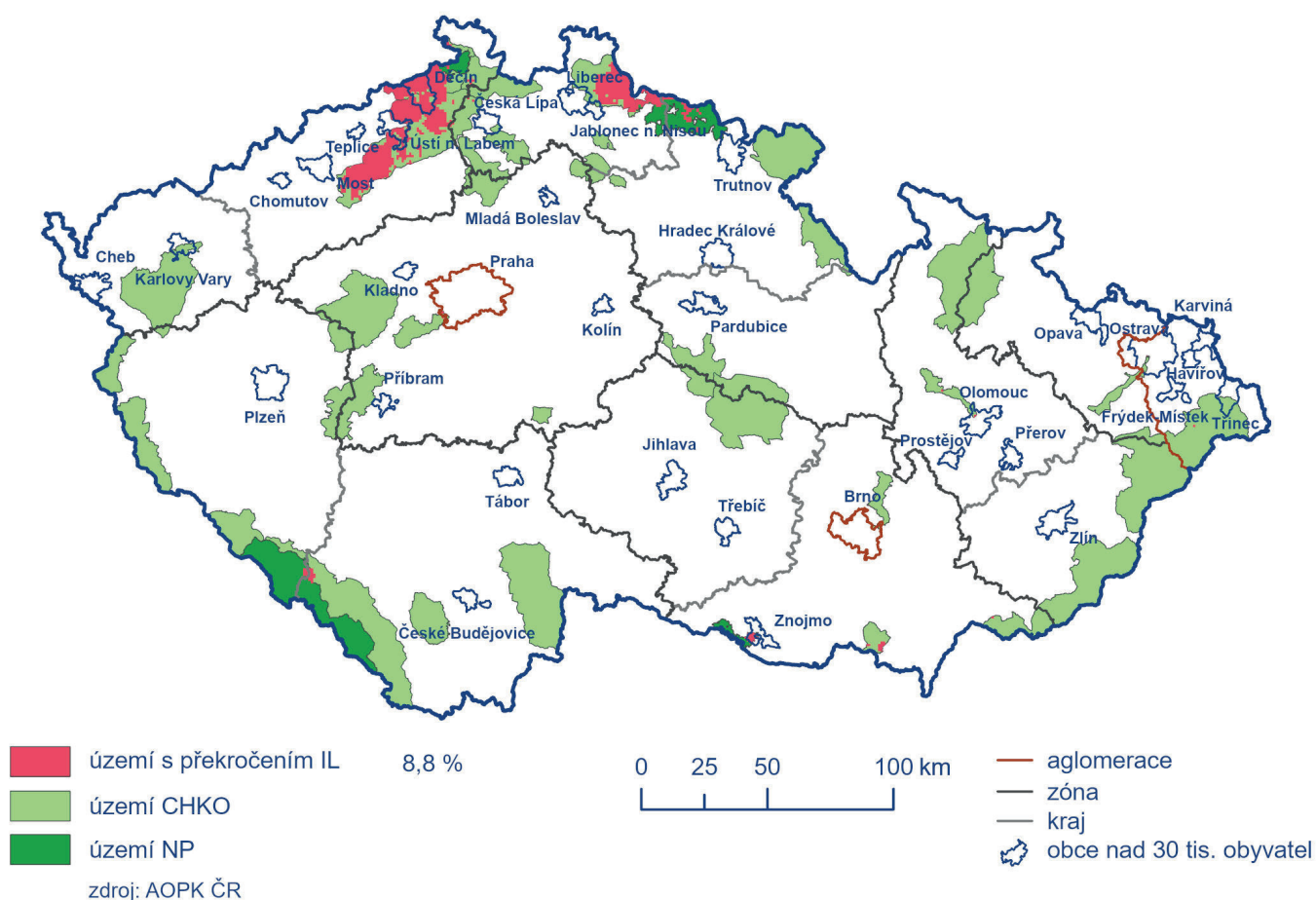
## VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace

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 2021 došlo k překročení alespoň jednoho z těchto limitů na téměř 9 % 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 2021 došlo k překročení imisního limitu pro AOT40 alespoň na části území ve všech NP a v několika CHKO (Tab. VII.2.1).

Imisní limit pro roční i zimní průměrnou koncentraci  $\text{SO}_2$  nebyl v roce 2021, stejně jako v předchozích letech, překročen na území žádné CHKO ani NP.

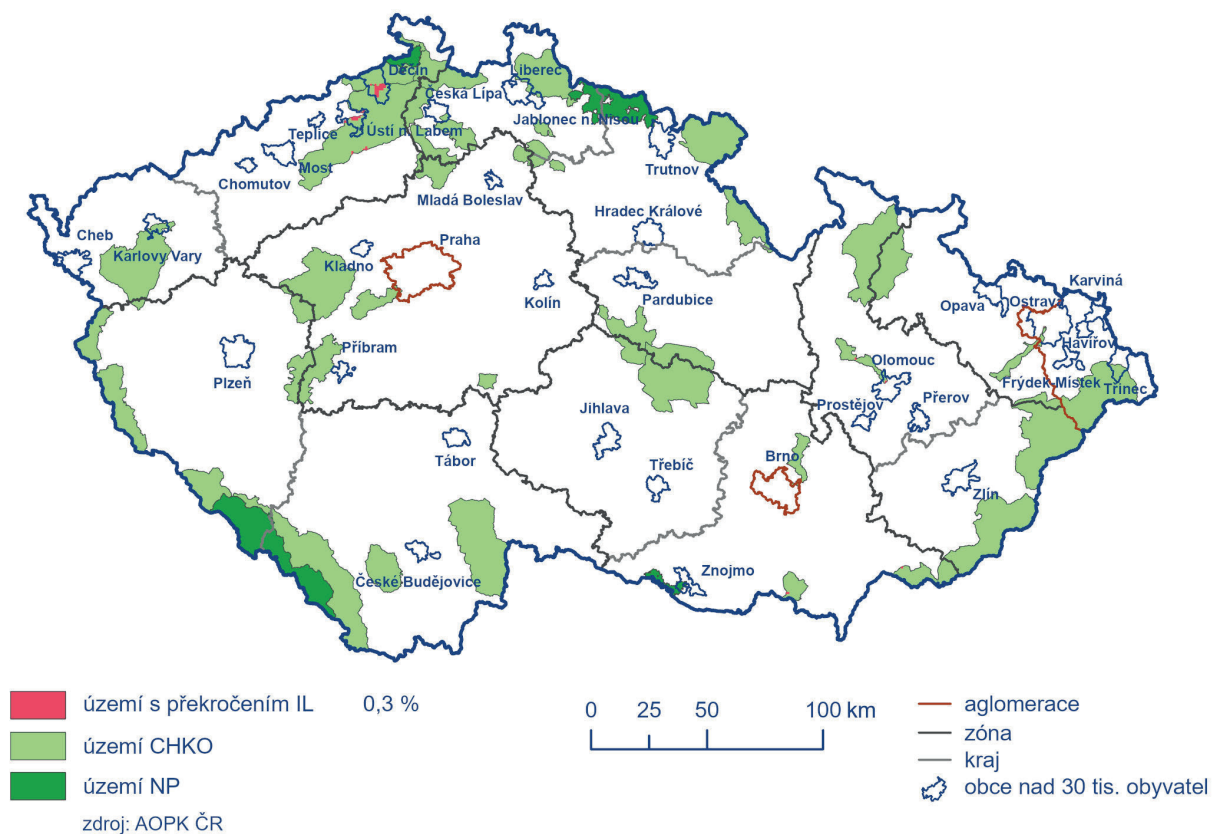


**Obr. VII.2.1** Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO se zahrnutím přízemního ozonu, 2021

<sup>2</sup> 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, 2021**

NP + CHKO	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	Souhrn
	roční průměr > 30 μg·m <sup>-3</sup>	AOT 40 > 18 000 μg·m <sup>-3</sup> ·h <sup>-1</sup>	
Krkonošský národní park	–	25,1	25,1
NP České Švýcarsko	–	23,0	23,0
NP Podjí	–	21,6	21,6
NP Šumava	–	1,9	1,9
CHKO Beskydy	–	0,2	0,2
CHKO Bílé Karpaty	0,1	–	0,1
CHKO Blaník	–	–	–
CHKO Blanský les	–	–	–
CHKO Brdy	–	–	–
CHKO Broumovsko	–	–	–
CHKO České středohoří	2,7	52,4	54,8
CHKO Český kras	1,0	2,0	2,9
CHKO Český les	–	–	–
CHKO Český ráj	–	–	–
CHKO Jeseníky	–	–	–
CHKO Jizerské hory	–	51,0	51,0
CHKO Kokořínsko - Máchův kraj	–	–	–
CHKO Křivoklátsko	–	–	–
CHKO Labské pískovce	1,7	66,9	68,6
CHKO Litovelské Pomoraví	1,8	–	1,8
CHKO Lužické hory	–	1,9	1,9
CHKO Moravský kras	0,6	–	0,6
CHKO Orlické hory	–	–	–
CHKO Pálava	1,7	9,6	11,3
CHKO Poodří	0,1	–	0,1
CHKO Slavkovský les	–	–	–
CHKO Šumava	–	0,7	0,7
CHKO Třeboňsko	–	–	–
CHKO Žďárské vrchy	–	–	–
CHKO Železné hory	–	–	–



**Obr. VII.2.2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO bez zahrnutí přízemního ozonu, 2021**

# VIII. EVROPSKÝ KONTEXT

Znečištění ovzduší ve velkých průmyslových oblastech patří mezi vážné environmentální problémy Evropy přibližně od poloviny minulého století. Známé epizody tzv. 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 směrnice 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

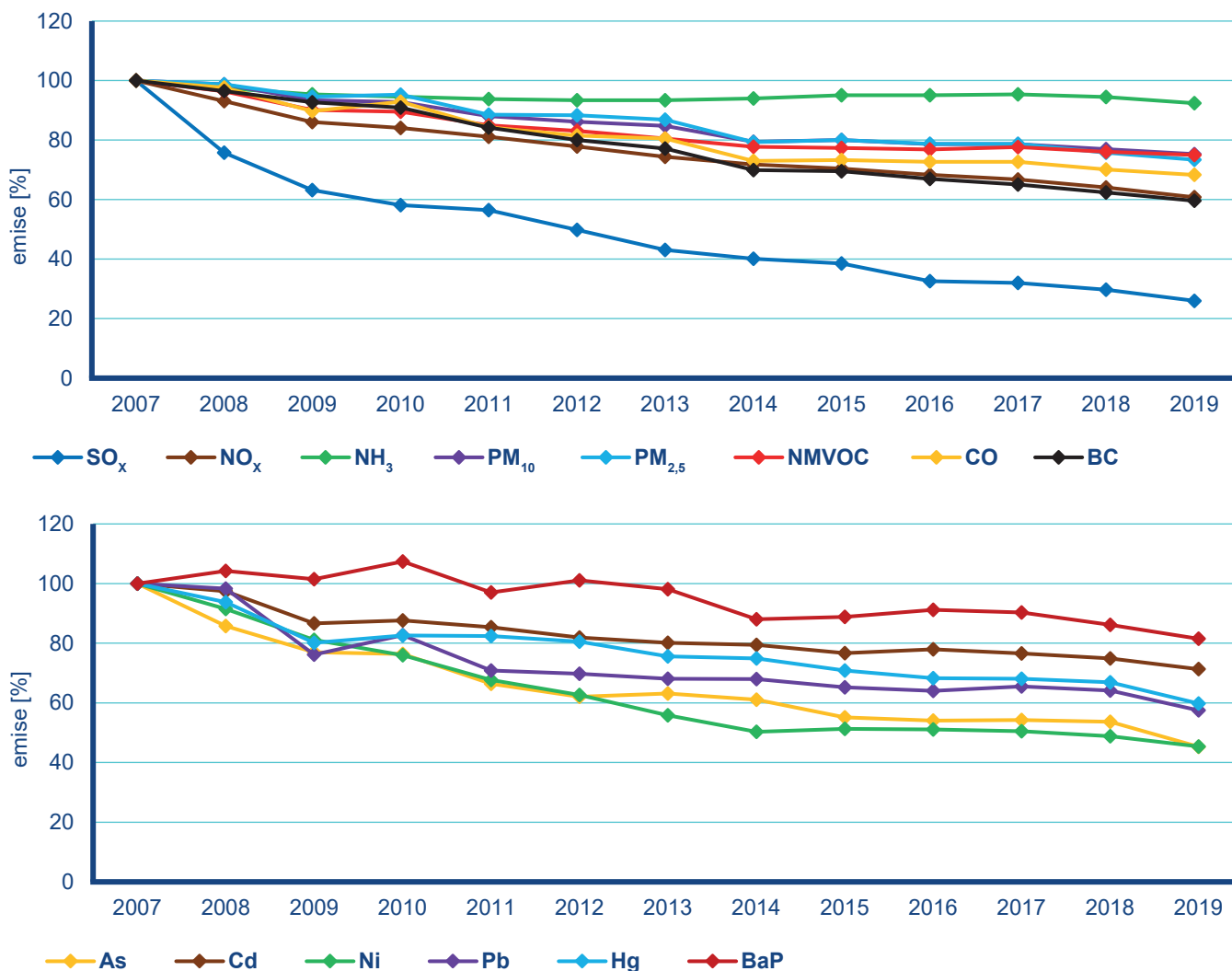
Emise hlavních znečišťujících látek vypouštěných do venkovního ovzduší v Evropě od roku 1990 poklesly. Nicméně ke snížení nedošlo dostatečně ve všech sektorech a emise některých znečišťujících látek se dokonce zvýšily. Nedošlo např. k dostatečnému snížení emisí  $\text{NO}_x$  z mobilních zdrojů, a proto 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. V roce 2020 jejich hodnota poprvé klesla pod úroveň referenčního roku 2007.

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

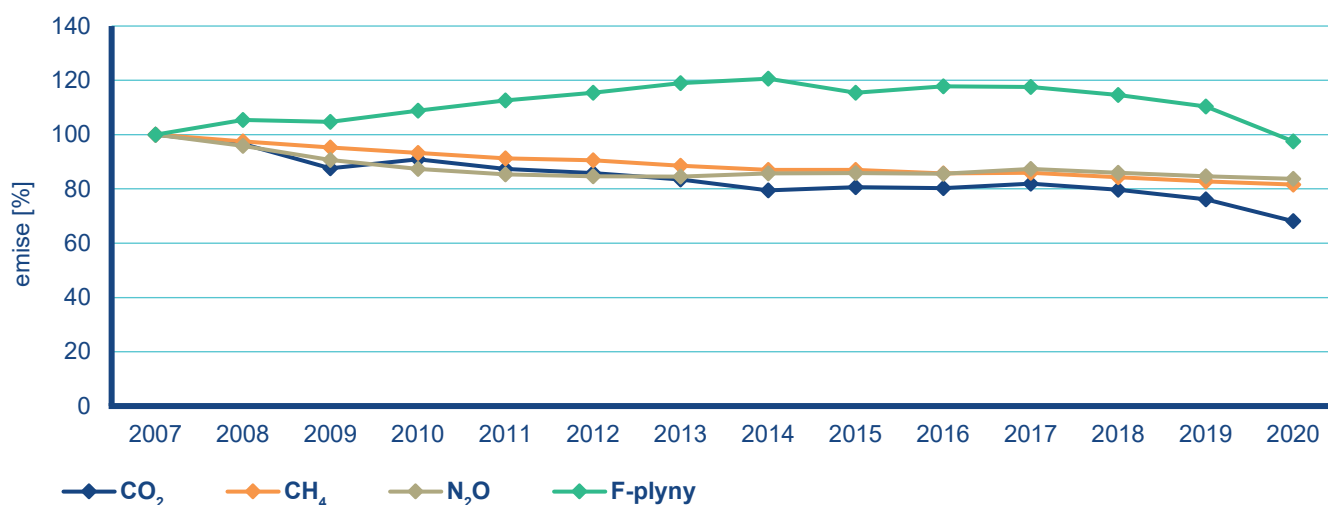
Dlouhodobý monitoring kvality ovzduší v Evropě je na vysoké úrovni a hustotou sítě patří Evropa spolu se Severní Amerikou k nejlépe pokrytým kontinentům. Národní monitorovací sítě kvality ovzduší jsou v jednotlivých státech provozovány v souladu s legislativou EU, nicméně praktické zajištění je v jednotlivých 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.



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 27 členských státech Evropské unie a Velké Británii, 2007–2019**



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2007. Emise jsou uvedeny včetně emisí ze sektoru využívání území, změny ve využívání území a lesnictví. Data viz National inventory of greenhouse gas emissions 2022 (UNFCCC) <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2022>

Zdroj dat / Source of data: UNFCCC

**Obr. VIII.2 Celkové emise skleníkových plynů ve 27 členských státech Evropské unie a Velké Británii, 2007–2020**



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 rámci 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.

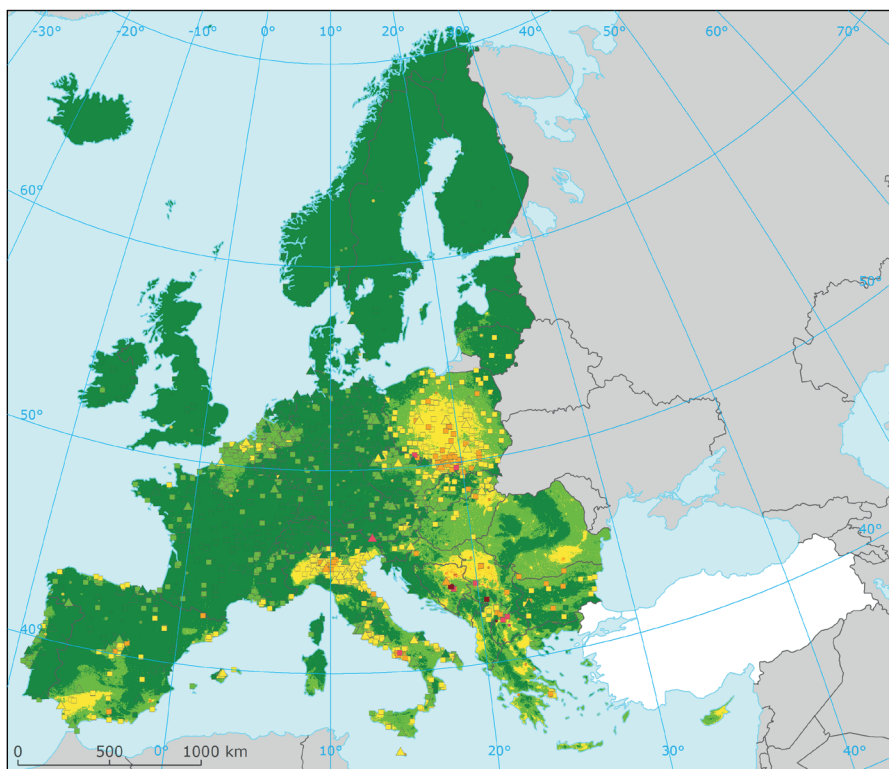
### Aktuální stav kvality ovzduší v Evropě

Z hlediska poškozování lidského zdraví v Evropě je nejproblematičtější úroveň koncentrací suspendovaných 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 nadměrné atmosférické depozici dusíku vedoucí v ekosystémech k řadě negativních změn (zejména eutrofizaci, acidifikaci a snižování biodiverzity).

Odhaduje se, že v Evropě<sup>1</sup> bylo v tříletém období 2018–2020 vystaveno 8–13 % obyvatel nadlimitním 24hodinovým koncentracím  $PM_{10}$ , 1–2 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím  $PM_{2,5}$ , 7–37 % obyvatel koncentracím  $O_3$  vyšším než cílová hodnota a 0,2–2 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím  $NO_2$  (ETC/HE 2022). Ročním koncentracím benzo[a]pyrenu vyšším než cílová hodnota bylo v pětiletém období 2015–2019 vystaveno cca 15–22 % městské populace EU (EEA 2021).

Odhad procenta populace Evropy vystavené v tříletém období 2018–2020 koncentracím vyšším, než jsou doporučené hodnoty WHO 2021 (Tab. I.3), byl ještě vyšší, a to 62–83 % pro roční koncentraci  $PM_{10}$ , 97–98 % pro roční koncentraci  $PM_{2,5}$  a 72–83 % pro roční koncentraci  $NO_2$  (ETC/HE 2022). Denní koncentraci  $O_3$  vyšší, než je doporučená hodnota WHO 2021, bylo v roce 2019 (což je poslední doposud hodnocený rok ve zprávách EEA) vystaveno 99 % městské populace EU; v případě roční koncentrace benzo[a]pyrenu to bylo 75 % a v případě 24hodinové koncentrace  $SO_2$  7 % městské populace EU (EEA 2021).

Odhady zdravotních dopadů vlivu znečištěného ovzduší ukazují, že dlouhodobá expozice jemným částicím ( $PM_{2,5}$ ) přispěla v Evropě v roce 2019 k cca 373 tis. předčasných úmrtí, dlouhodobá expozice koncentracím  $NO_2$  k 48 tis. a krátkodobá expozice koncentracím  $O_3$  přibližně k 19 tis. předčasných úmrtí (EEA 2021).



### Suspendované částice $PM_{10}$ Roční průměr

Rok: 2021

Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení:  $1 \times 1 \text{ km}^2$

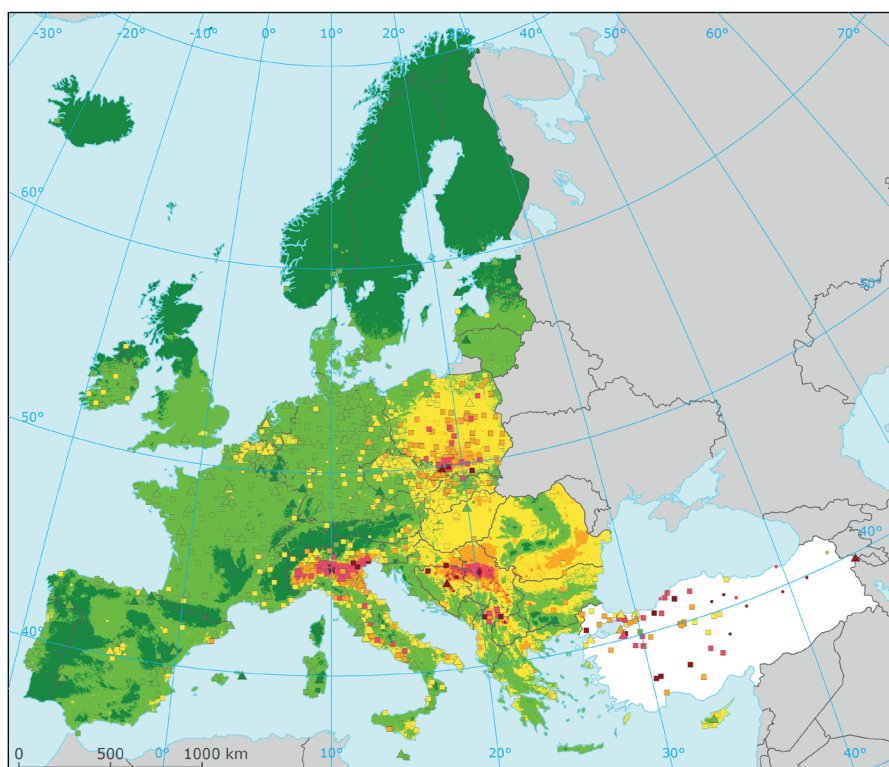
- $\leq 15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $15\text{--}20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (15 = doporuč. h. WHO 2021)
- $20\text{--}30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (20 = doporuč. h. WHO 2005)
- $30\text{--}40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $40\text{--}50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (40 = imisní limit)
- $> 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

- 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.3 Pole průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  v Evropě, 2021, předběžná mapa**

1 Včetně území Kypru, bez území Běloruska, Moldavska, Ukrajiny a evropských částí Kazachstánu, Ruska a Turecka.



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

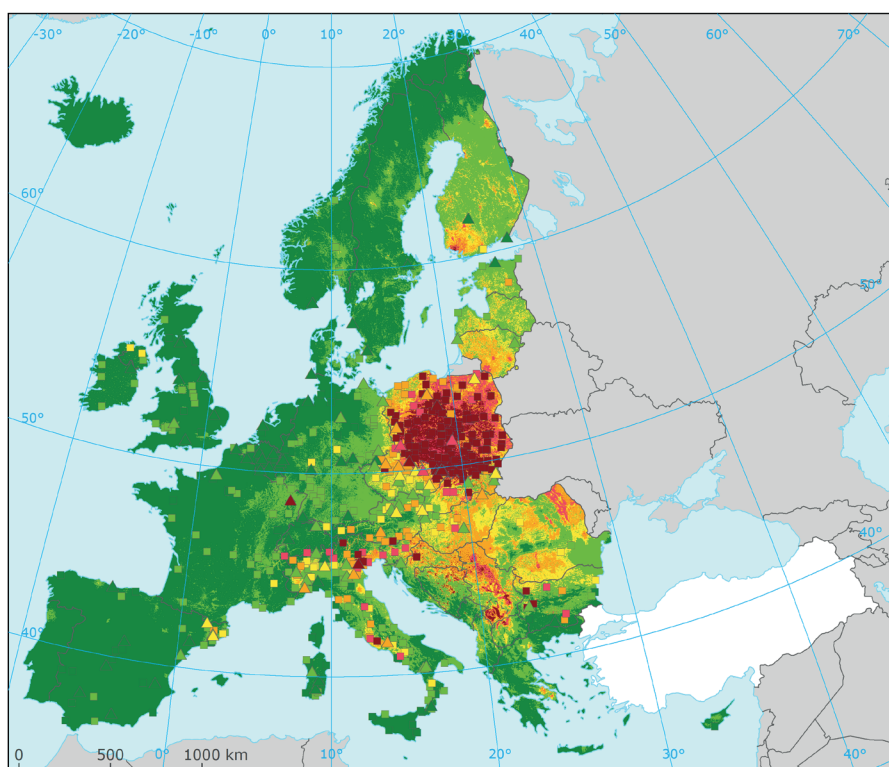
Rok: 2020

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1×1 km<sup>2</sup>

- ≤ 5 μg·m<sup>-3</sup>
- 5–10 μg·m<sup>-3</sup> (5 = doporuč. h. WHO 2021)
- 10–15 μg·m<sup>-3</sup> (10 = doporuč. h. WHO 2005)
- 15–20 μg·m<sup>-3</sup>
- 20–25 μg·m<sup>-3</sup> (20 = orientační limit)
- > 25 μg·m<sup>-3</sup> (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, 2020



### Benzo[a]pyren Roční průměr

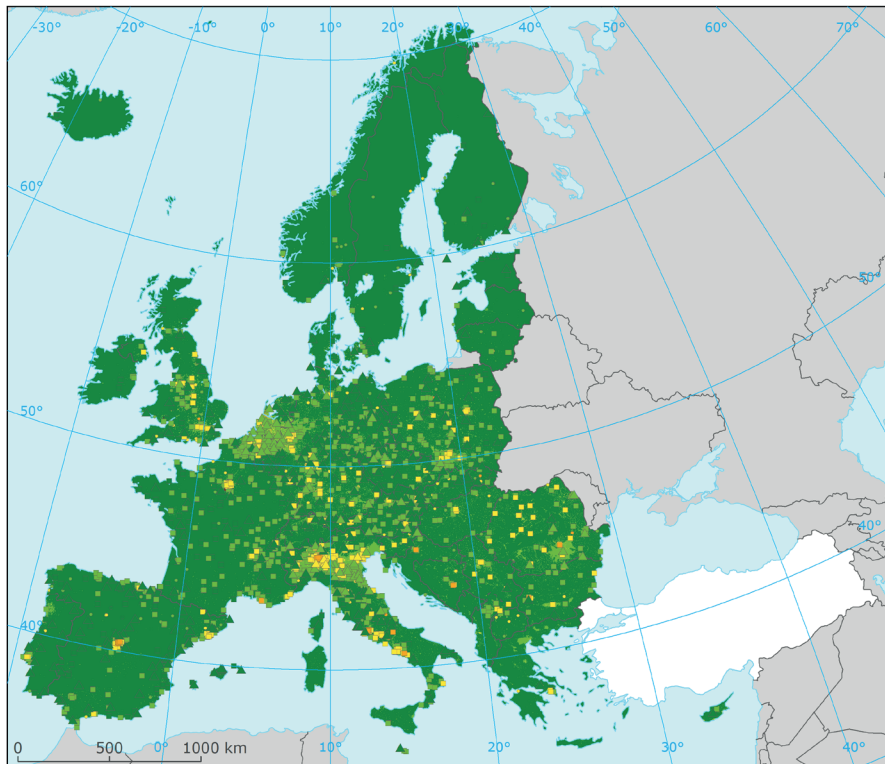
Rok: 2020

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1×1 km<sup>2</sup>

- ≤ 0,12 ng·m<sup>-3</sup>
- 0,12–0,4 ng·m<sup>-3</sup>
- 0,4–0,6 ng·m<sup>-3</sup>
- 0,6–1 ng·m<sup>-3</sup>
- 1–1,5 ng·m<sup>-3</sup> (1 = cílový limit)
- > 1,5 ng·m<sup>-3</sup>
- 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, 2020



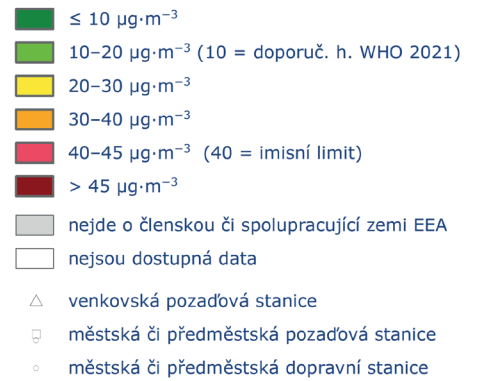
### Oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>) Roční průměr

Rok: 2021

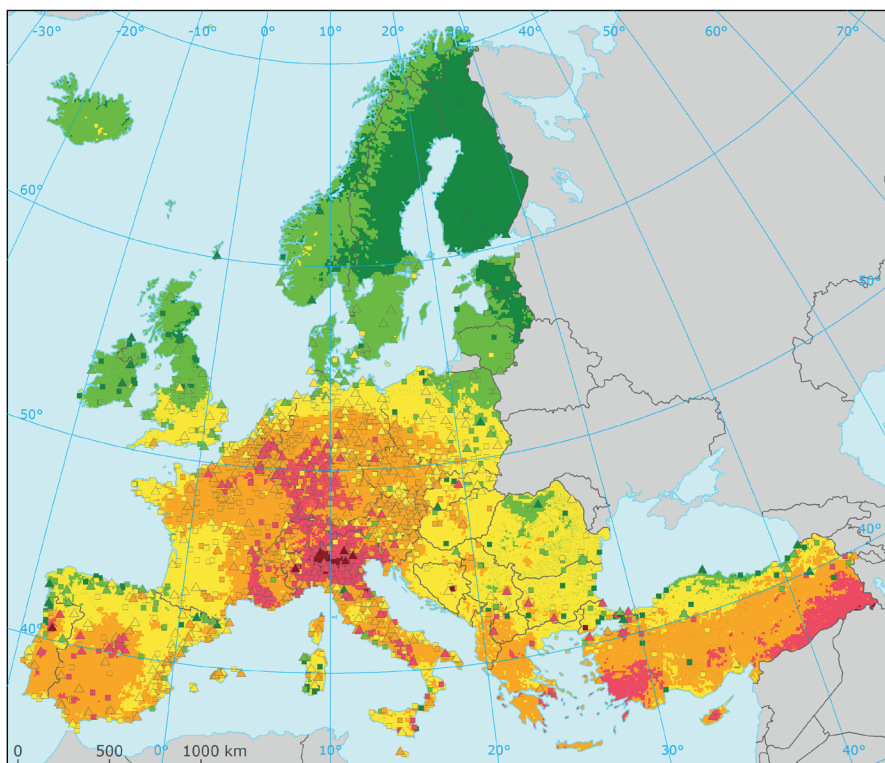
Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1×1 km<sup>2</sup>



**Obr. VIII.6** Pole průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v Evropě, 2021, předběžná mapa

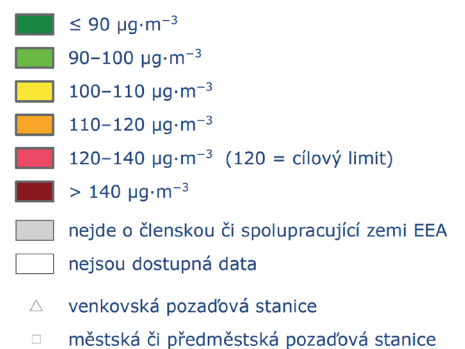


### Ozon – 93,2 percentil max. denních 8hod. průměrů

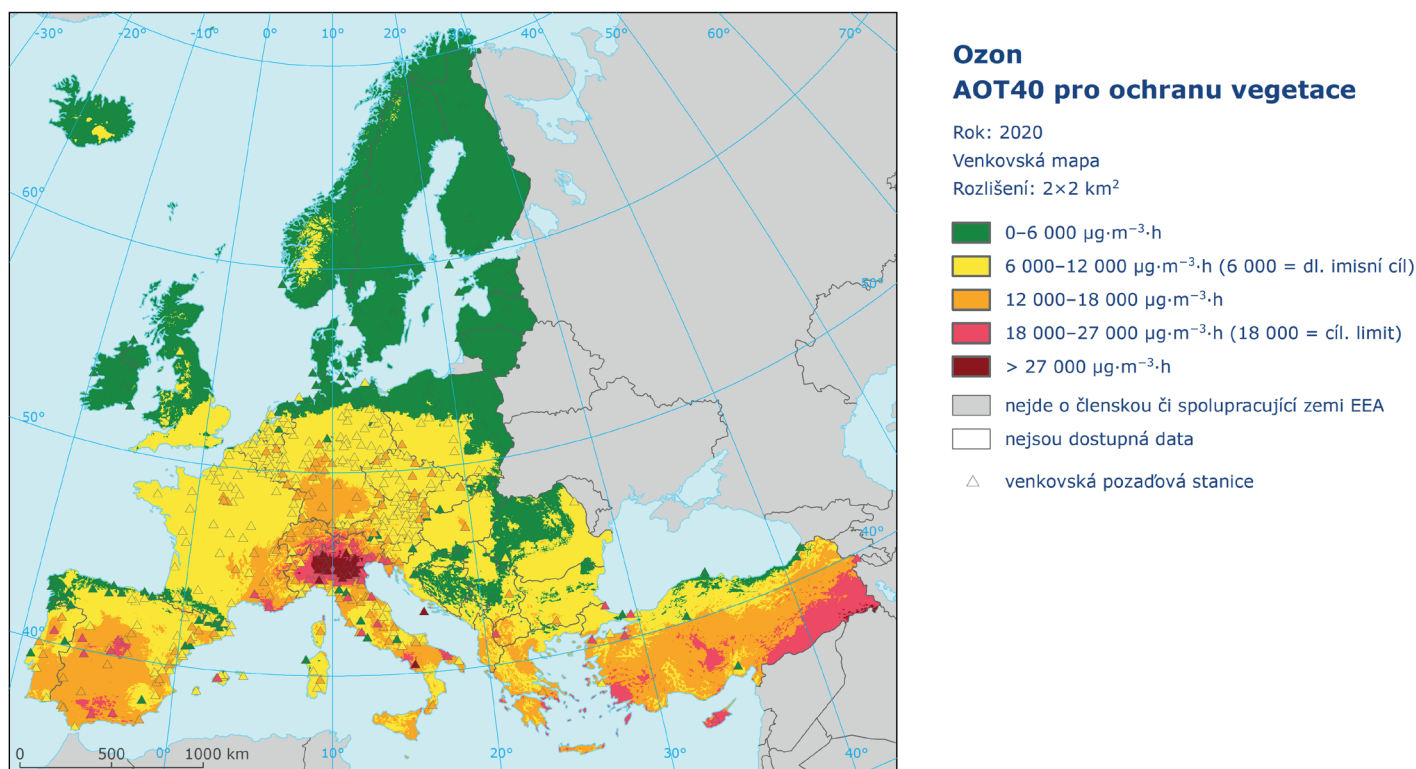
Rok: 2020

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1×1 km<sup>2</sup>



**Obr. VIII.7** Pole 93,2 percentilu denních maximálních 8hodinových koncentrací O<sub>3</sub> v Evropě, 2020



Obr. VIII.8 Pole hodnot expozičního indexu AOT40 pro ochranu vegetace v Evropě, 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<sub>2</sub> 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.

K primárním škodlivinám, které pocházejí z místních a oblastních zdrojů emisí, se přidává znečištění ovzduší sekundárním aerosolem (kap. IV.1.3, IV.9.2) a O<sub>3</sub>. Koncentrace O<sub>3</sub> 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, Obr. VIII.8).

### 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. Přenos škodlivin mezi ČR a sousedícími státy je nejintenzivnější právě v oblasti Slezska (podrobněji kap. V.3 a 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<sub>2,5</sub> a benzo[*a*]pyrenu, k průměrně až nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic PM<sub>10</sub> a O<sub>3</sub>, a k podprůměrně až průměrně znečištěným zemím z hlediska NO<sub>2</sub> (ETC/HE 2022, EEA 2021).

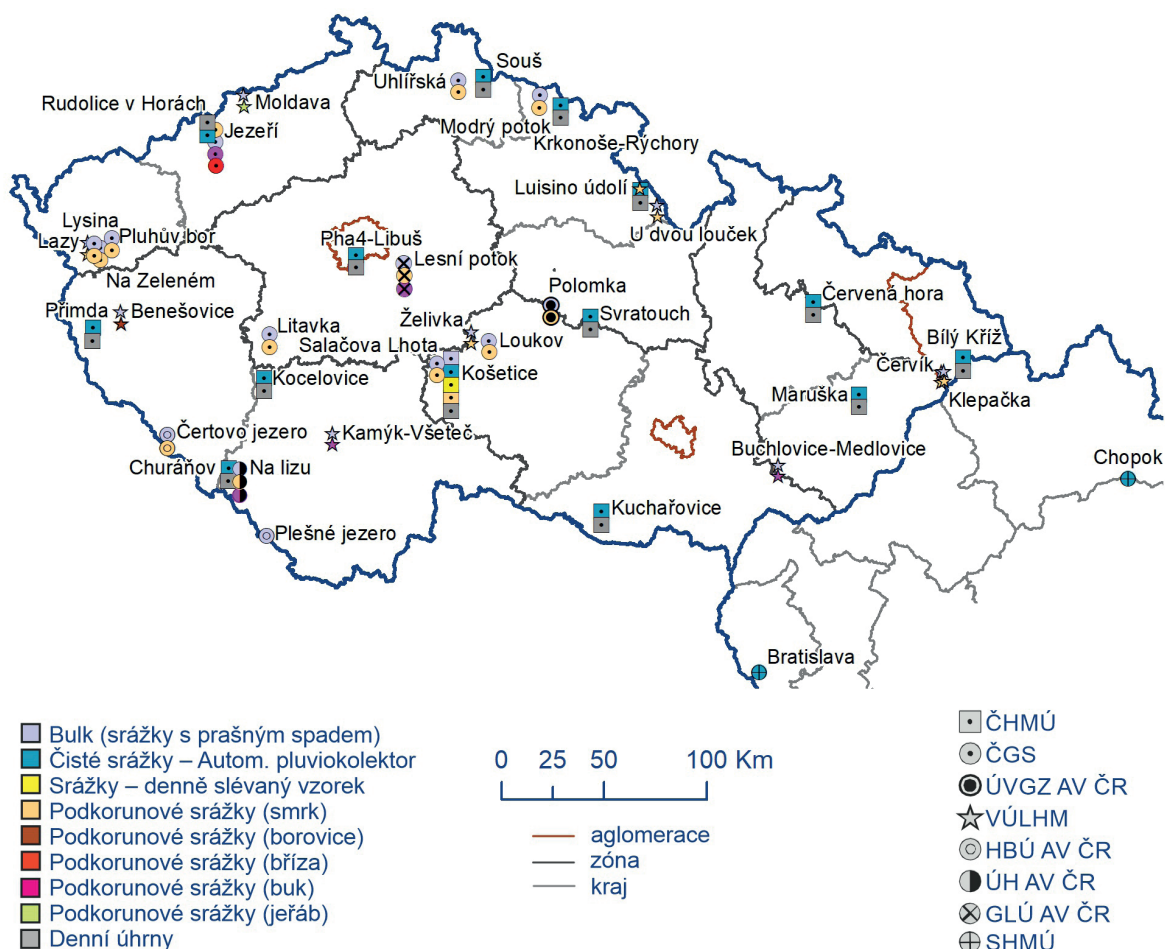
# IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

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 2021 byla do databáze Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) dodána data o chemickém složení atmosférických srážek celkem z 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 2 slovenských lokalit (SHMÚ) v příhraničních oblastech (Obr. IX.1, ČHMÚ 2022e).

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 (2022d).



Obr. IX.1 Staniční síť sledování kvality atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2021

## Výsledky

Rok 2021 byl v ČR srážkově normální. Průměrný roční úhrn srážek 683 mm představuje 100 % dlouhodobého normálu 1991–2020 (více viz kap. III). Nižší srážkové úhrny v porovnání s rokem 2020 (766 mm) se projevily na snížení mokré depozice redukováných forem dusíku ( $N_{NH_4^+}$ ), celkové mokré depozice dusíku a celkové depozice dusíku.

## Depozice síry

Průměrná hodnota depozičního toku síry v roce 2021 byla  $0,385 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2020 ( $0,388 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o pokles o 1 %.

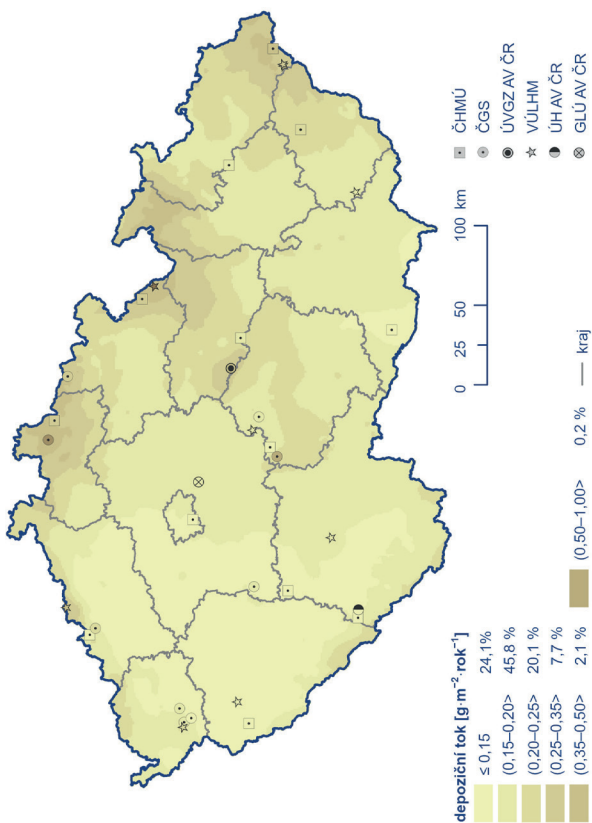
Pole celkové depozice síry vyjadřuje celkovou úroveň depozice síry na plochu ČR. Její kvantifikace se provádí na základě měřených koncentrací  $SO_4^{2-}$  v atmosférických srážkách a imisních koncentrací  $SO_2$ . V roce 2021 činila celková depozice síry 30 335 t (Tab. IX.2), což je oproti roku 2020 pokles o necelé 1 % (30 577 t). Na 86 % plochy ČR byla v roce 2021 hodnota celkového depozičního toku síry nižší než  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Krušných a Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a Jeseníků, Ostravska a Moravskoslezských Beskyd. (Obr. IX.2).

Mokrá depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ) dosáhla v roce 2021 hodnoty 14 786 t, zatímco v roce 2020 hodnoty 13 793 t (nárůst o 7 %). Na většině území ČR (99,8 %) se hodnoty depozičního toku pohybovaly pod  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot mokré složky pak bylo dosaženo v Jizerských a Orlických horách (Obr. IX.3). Suchá depozice síry ( $S_{SO_2}$ ) dosáhla v roce 2021 hodnoty 15 549 t, zatímco v roce 2020 to bylo 16 784 t (pokles o 7 %). Stejně jako u mokré složky, se hodnoty depozičního toku  $S_{SO_2}$  pohybovaly na většině území ČR (99,4 %) pod  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšší hodnoty suché složky byly dosahovány v Krušných horách a na Ostravsku (Obr. IX.4).

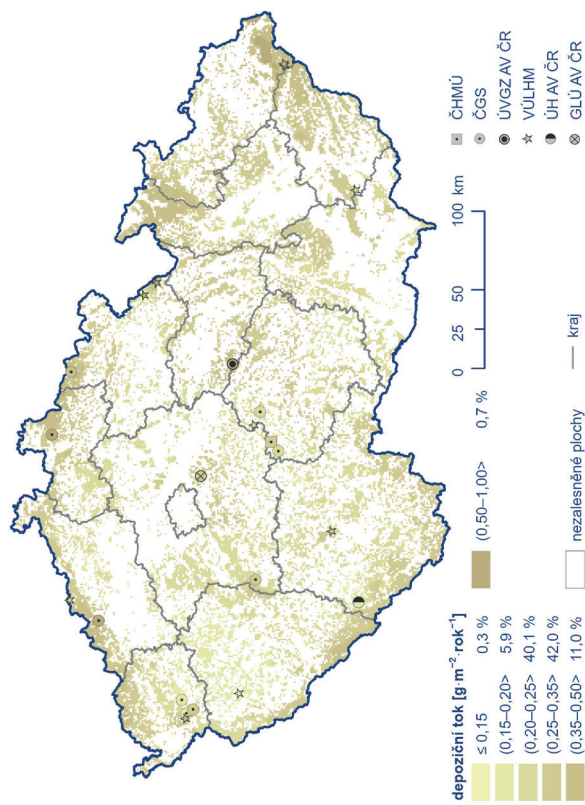
Podkorunová depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ) na zalesněný povrch ČR dosáhla v roce 2021 hodnoty 7 174 t, což je oproti roku 2020 (7 492 t) pokles o 4 % (Tab. IX.3). Maximálních hodnot ( $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) bylo dosaženo v horských příhraničních oblastech (0,7 % zalesněné plochy ČR; 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 35 % (Salačova Lhota) až 88 % (Lazy) srážkového úhrnu na volné ploše pro rok 2021. 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.

Tab. IX.1 Průměrné hodnoty depozičních toků S, N a H v České republice, 2021

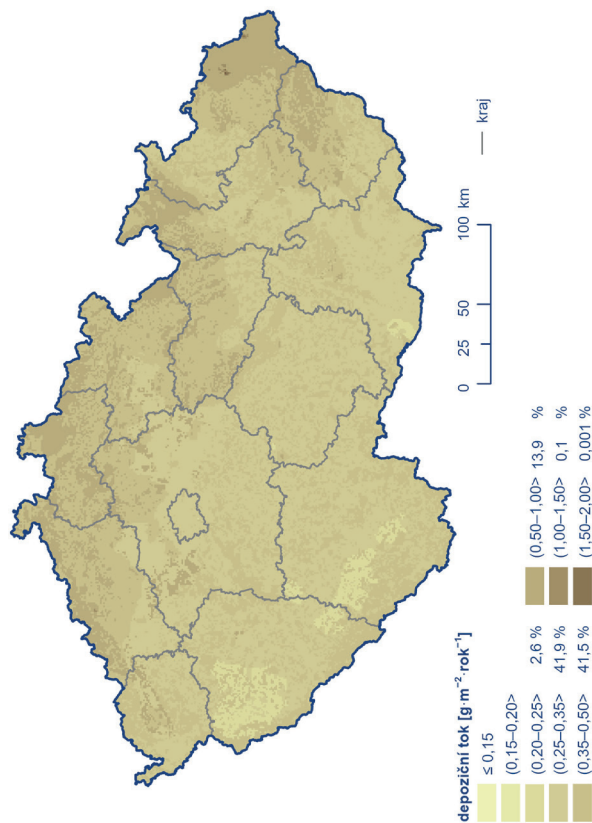
Prvek	Depozice	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$	$\text{keq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$
<b>S (<math>SO_4^{2-}</math>)</b>	mokrá	0,188	0,117
<b>S (<math>SO_2</math>)</b>	suchá	0,197	0,123
<b>S</b>	celková	0,385	0,240
<b>N (<math>NO_3^-</math>)</b>	mokrá	0,239	0,171
<b>N (<math>NH_4^+</math>)</b>	mokrá	0,278	0,199
<b>N (<math>NO_x</math>)</b>	suchá	0,185	0,132
<b>N</b>	celková	0,702	0,502
<b>H (pH)</b>	mokrá	0,003	0,028
<b>H (<math>SO_2, NO_x</math>)</b>	suchá	0,026	0,253
<b>H</b>	celková	0,028	0,281



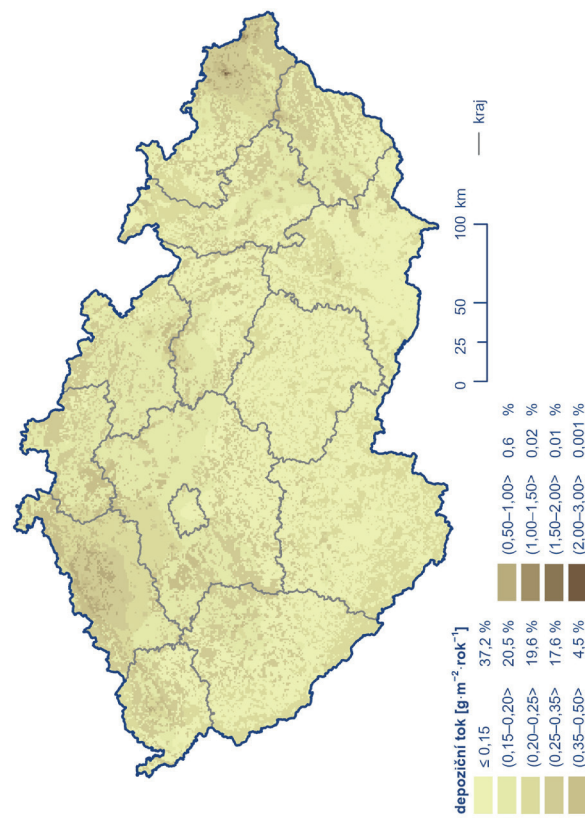
Obr. IX.3 Pole mokré roční depozice síry ( $\text{S}_{\text{SO}_2^-}$ ), 2021



Obr. IX.5 Pole podkorunové roční depozice síry, 2021



Obr. IX.2 Pole celkové roční depozice síry, 2021



Obr. IX.4 Pole suché roční depozice síry ( $\text{S}_{\text{SO}_2}$ ), 2021

## Depozice dusíku

Průměrná hodnota depozičního toku dusíku v roce 2021 byla  $0,702 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2020 ( $0,715 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o pokles o 2 %.

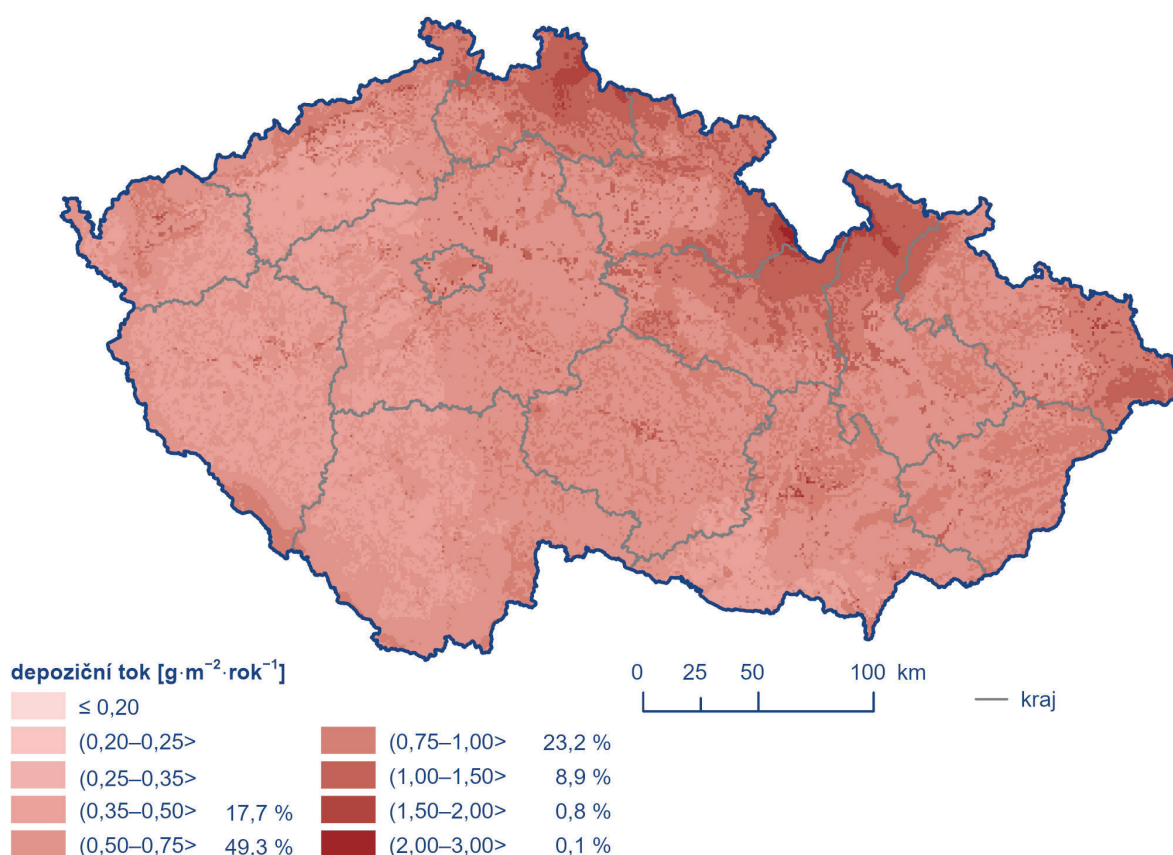
Celková depozice dusíku na plochu České republiky byla v roce 2021 rovna hodnotě 55 383 t (Tab. IX.2). Ve srovnání s rokem 2020 (56 396 t) se jedná o pokles o 2 %. Na 67 % plochy ČR byla v roce 2021 hodnota celkového depozičního toku dusíku nižší než  $0,75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Jizerských a Orlických hor a Jeseníků (Obr. IX.6).

Naopak vyšších hodnot dosáhla depozice oxidovaných forem dusíku ( $\text{N}_{\text{NO}_3^-}$ ), která v roce 2021 měla hodnotu 33 451 t, zatímco v roce 2020 hodnotu 27 779 t (nárůst o 20 %). Přičemž mokrá složka byla rovna hodnotě 18 876 t, což je oproti roku 2020 (14 382 t) nárůst o 31 %, a suchá složka pak byla rovna hodnotě 14 575 t, tedy nárůst o 9 % proti roku 2020 (13 397 t). Mokrá depozice redukovaných forem ( $\text{N}_{\text{NH}_4^+}$ ) se v roce 2021, stejně jako celková depozice dusíku, snížila, a to na hodnotu 21 932 t oproti roku 2020, kdy byla hodnota 28 617 t (pokles o 23 %). Celková mokrá depozice dusíku (součet mokré depozice  $\text{N}_{\text{NO}_3^-}$  a  $\text{N}_{\text{NH}_4^+}$ ) pak byla v roce 2021 rovna hodnotě 40 808 t, což je v porovnání s rokem 2020 (42 999 t) pokles o 5 %.

Nejvyšší hodnoty mokré depozice oxidovaných forem dusíku (nad  $0,75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) jsou zaznamenány v Jizerských a Orlických horách a Jeseníkách, a to na 0,9 % území ČR (Obr. IX.7). Mokrá depozice redukovaných forem dusíku vykazuje nejvyšší hodnoty v Jizerských horách (0,102 % rozlohy ČR, Obr. IX.8). Celková mokrá depozice pak zasahuje Jizerské hory, Krkonoše, Orlické hory a Jeseníky (8,901 % rozlohy ČR, Obr. IX.9). Vyšší hodnoty celkové suché depozice jsou pozorovány lokálně v rámci celé ČR, přičemž činí 0,41 % celého území (Obr. IX.10).

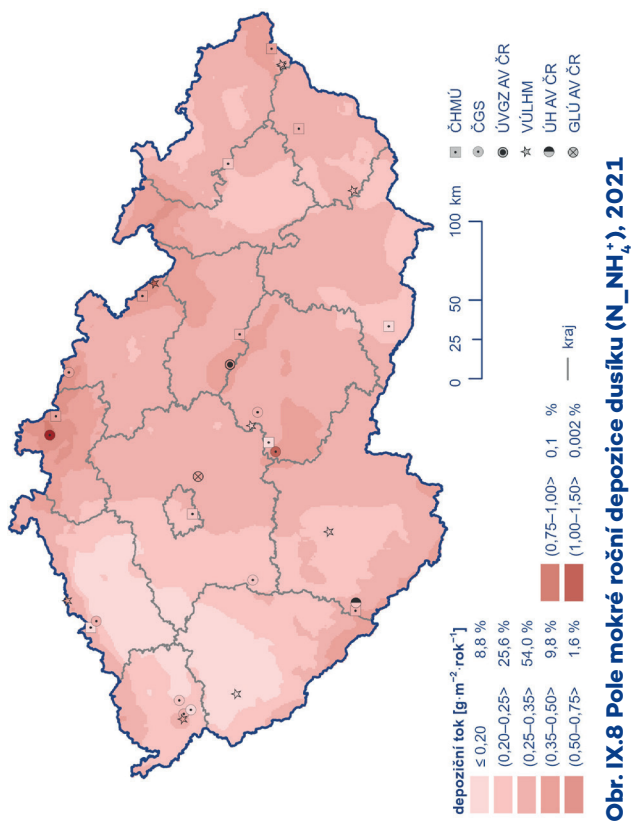
**Tab. IX.2 Odhad celkové roční depozice uvedených složek na plochu České republiky (78 841 km<sup>2</sup>) v tunách, 2021**

	Depozice [t]		
	mokrá	suchá	celková
<b>S</b>	14 786	15 549	30 335
<b>N (ox)</b>	18 876	14 575	33 451
<b>N (red)</b>	21 932		
<b>N (ox + red)</b>	40 808		55 383
<b>H<sup>+</sup></b>	219	2 013	2 232
<b>Cd</b>	2,2	0,9	
<b>Pb</b>	34	19	

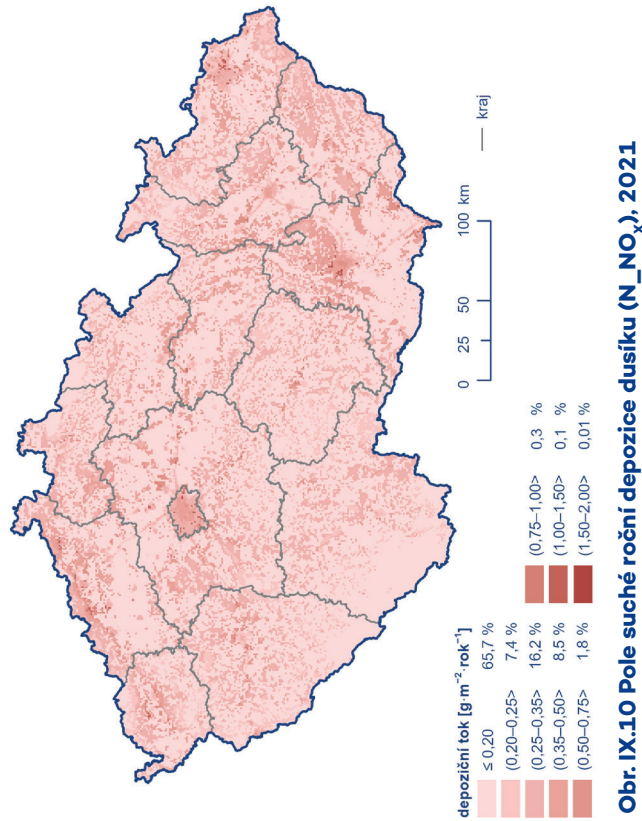


**Obr. IX.6 Pole celkové roční depozice dusíku, 2021**

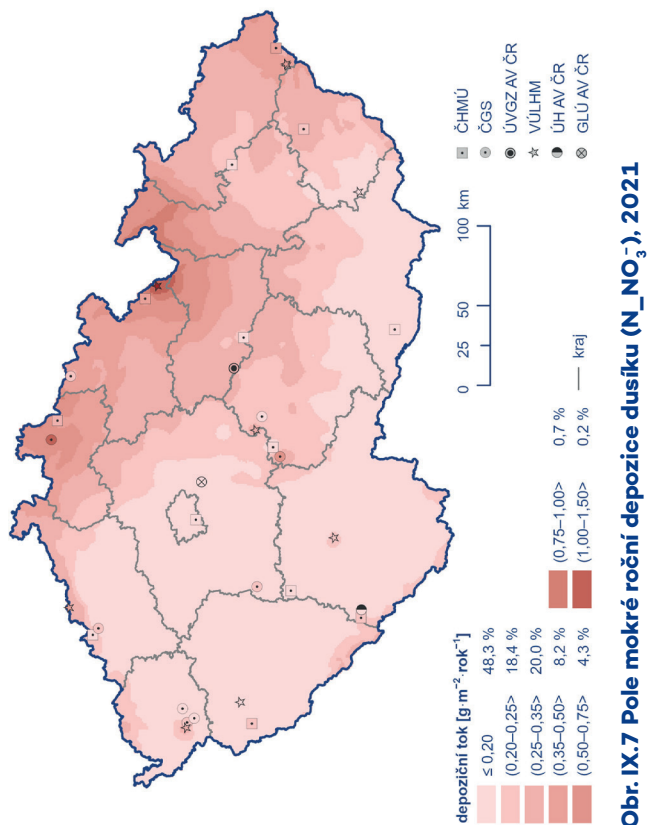




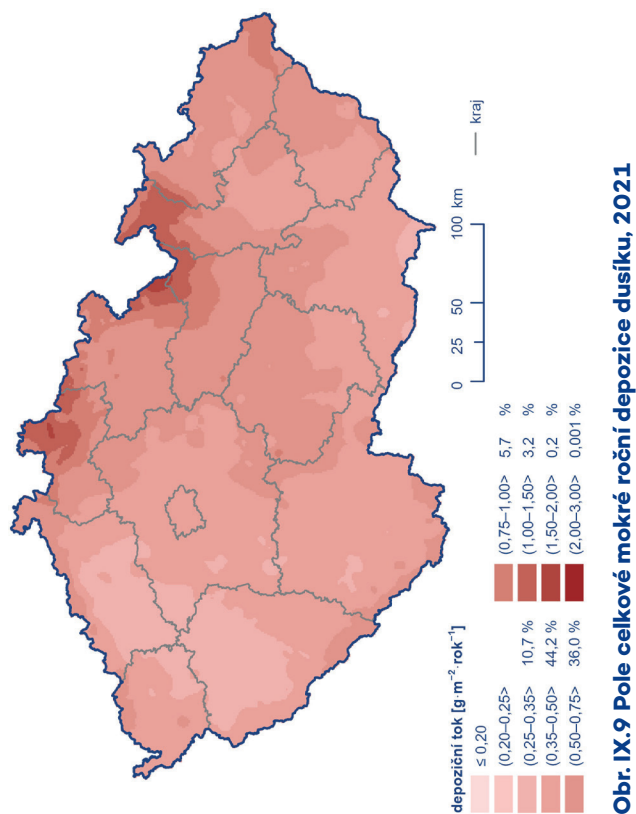
Obr. IX.8 Pole mokré roční depozice dusíku ( $\text{N}_\text{NH}_4^+$ ), 2021



Obr. IX.10 Pole suché roční depozice dusíku ( $\text{N}_\text{NO}_x$ ), 2021



Obr. IX.7 Pole mokré roční depozice dusíku ( $\text{N}_\text{NO}_3^-$ ), 2021



Obr. IX.9 Pole celkové mokré roční depozice dusíku, 2021

## Depozice vodíkových iontů

Průměrná hodnota depozičního toku vodíku v roce 2021 byla, stejně jako v roce 2020,  $28 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1).

Celková depozice vodíkových iontů na plochu ČR byla v roce 2021 rovna hodnotě 2 232 t (Tab. IX.2). Rok 2021 je tak srovnatelný s rokem 2020, kdy byla hodnota 2 224 t. Srovnatelné jsou i dílčí složky depozice vodíkových iontů. Mokrá složka dosáhla v roce 2021 hodnoty 219 t, zatímco v roce 2020 to bylo 218 t a suchá složka byla v roce 2021 rovna hodnotě 2 013 t, oproti 2 006 t v roce 2020.

Celková depozice vodíkových iontů dosahuje na většině území ČR (99,8 %) hodnot mezi  $10$  a  $100 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot je dosahováno v Krušných horách, na Ostravsku a lokálně i na Brněnsku (Obr. IX.11). Mokrá depozice dosahuje hodnot maximálně  $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ , přičemž nejvyšší hodnoty nad  $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  jsou zaznamenány ve vrcholových partiích Krušných a Jizerských hor a Krkonoš, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd (4,6 % ČR; Obr. IX.12). Suchá depozice je srovnatelná s celkovou depozicí (Obr. IX.13).

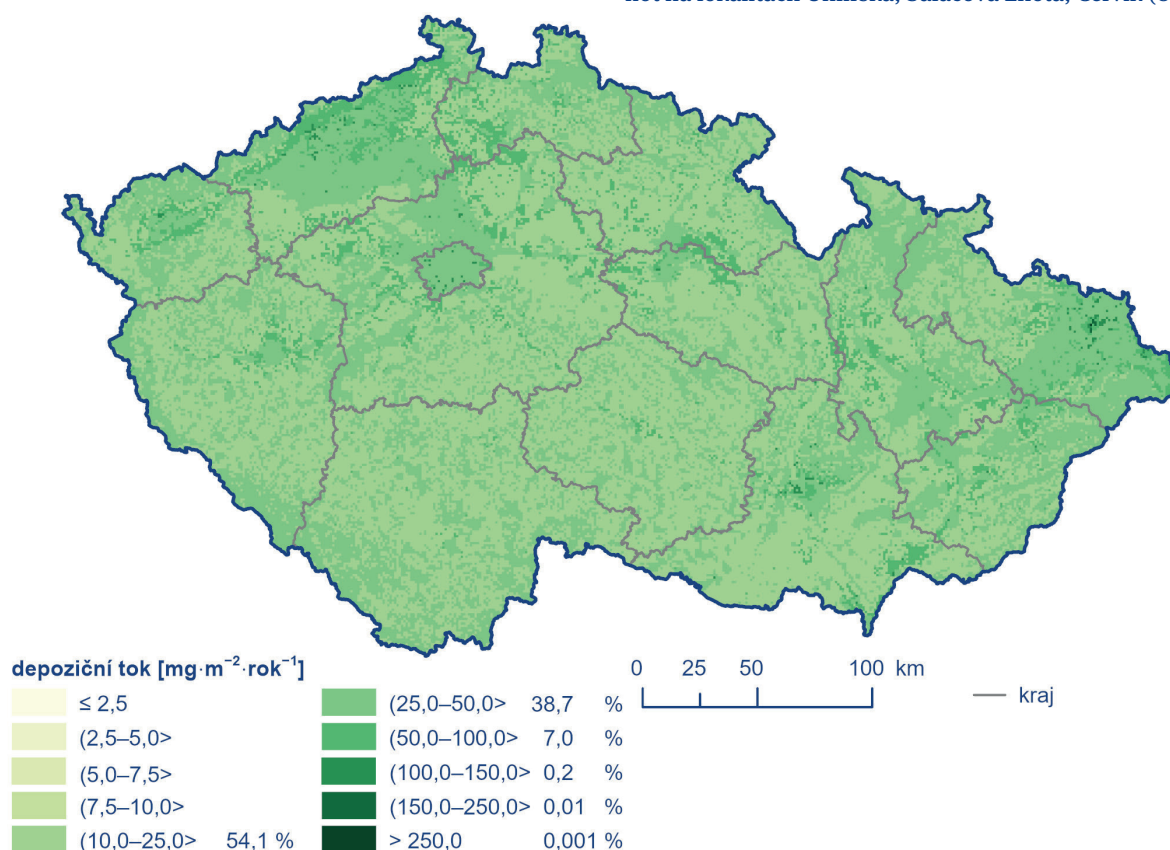
## Depozice kademnatých, olovnatých, chloridových a nikelnatých iontů

Mokrá depozice kadmia dosáhla v roce 2021 hodnoty 2,2 t, což je srovnatelné s rokem 2020 (2,0 t). Suchá depozice pak byla v roce 2021 (0,9 t) stejná jako v roce 2020 (Tab. IX.2). Nejvyšších hodnot (nad  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) dosahuje depozice kadmia na Jablonecku, v Orlických horách a Moravskoslezských Beskydech (4,8 % ČR; Obr. IX.14). Suchá depozice pak dosahuje hodnot vyšších než  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  téměř výhradně v Libereckém kraji, v Krkonoších a Podkrkonoší a částečně i na Ostravsku (0,8 % ČR; Obr. IX.15).

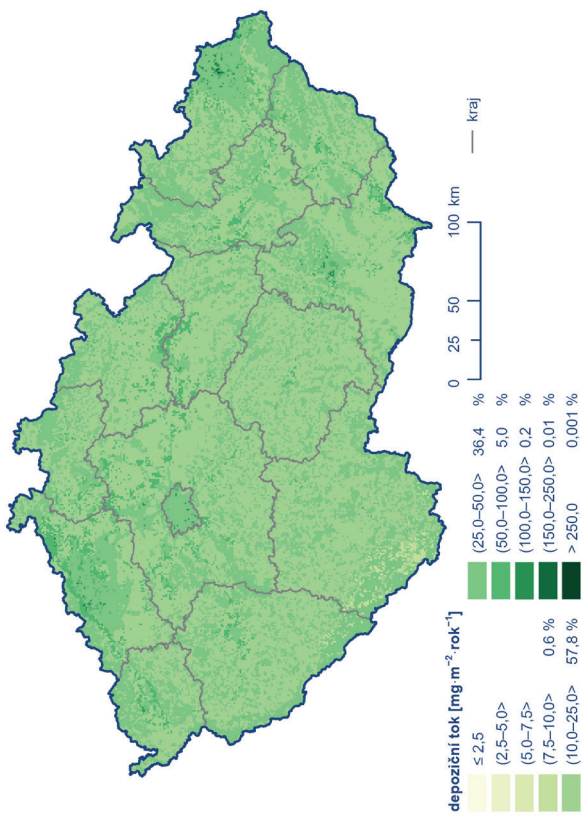
Mokrá depozice olova byla v roce 2021 (34 t) srovnatelná s rokem 2020 (31 t). Stejně tak je srovnatelná suchá depozice, která v roce 2021 dosáhla hodnoty 19 t, zatímco v roce 2020 to bylo 17 t (Tab. IX.2). Nejvyšších hodnot mokré depozice olova (nad  $0,7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) bylo dosaženo ve vrcholových partiích Jizerských a Orlických hor a Moravskoslezských Beskyd (4,7 % ČR; Obr. IX.16). Nejvyšších hodnot suché depozice pak bylo dosaženo na Příbramsku a Ostravsku (3,5 %; Obr. IX.17).

Mokrá depozice chloridových iontů nabývá, podobně jako u dalších sledovaných látek, v rámci ČR vyšších hodnot (nad  $0,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) primárně v horských oblastech, a to zejména v Jizerských a Orlických horách (0,5 % ČR; Obr. IX.18).

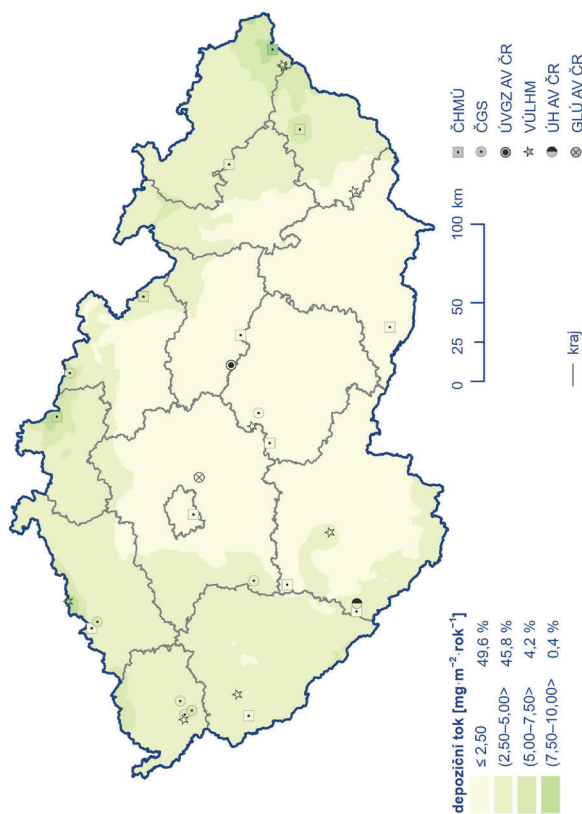
Roční mokrá depozice nikelnatých iontů dosahuje nejvyšších hodnot na lokalitách Uhlířská, Salačova Lhota, Červík (Obr. IX.19).



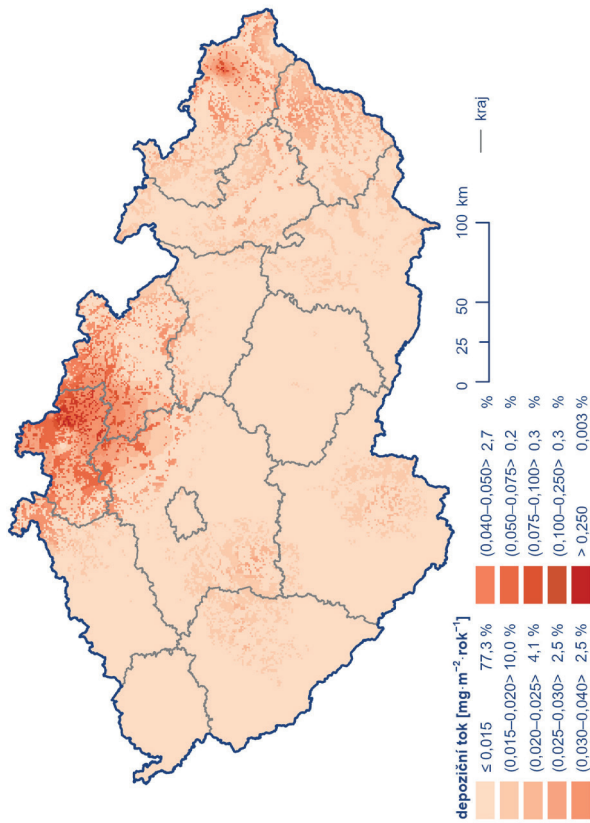
Obr. IX.11 Pole celkové roční depozice vodíkových iontů, 2021



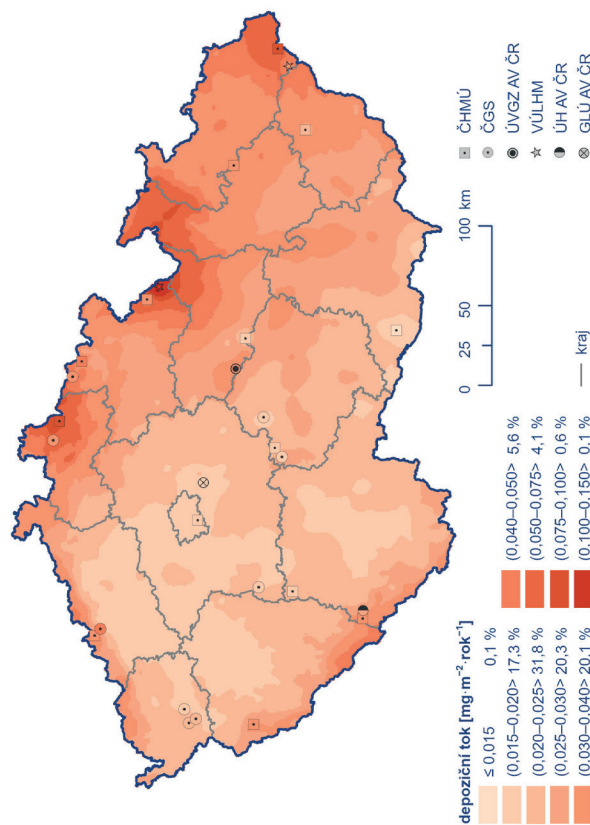
Obr. IX.13 Pole suché roční depozice vodíkových iontů odpovídající depozici plynů  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_x$ , 2021



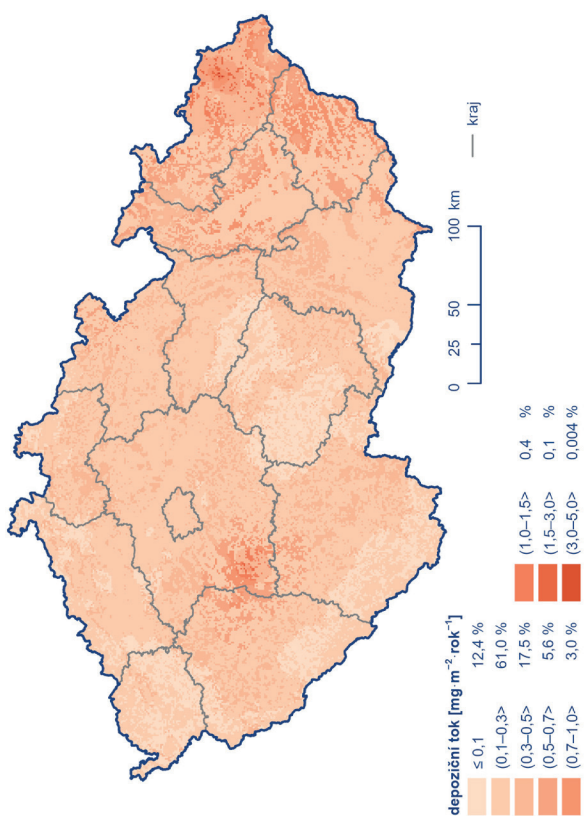
Obr. IX.12 Pole mokré roční depozice vodíkových iontů, 2021



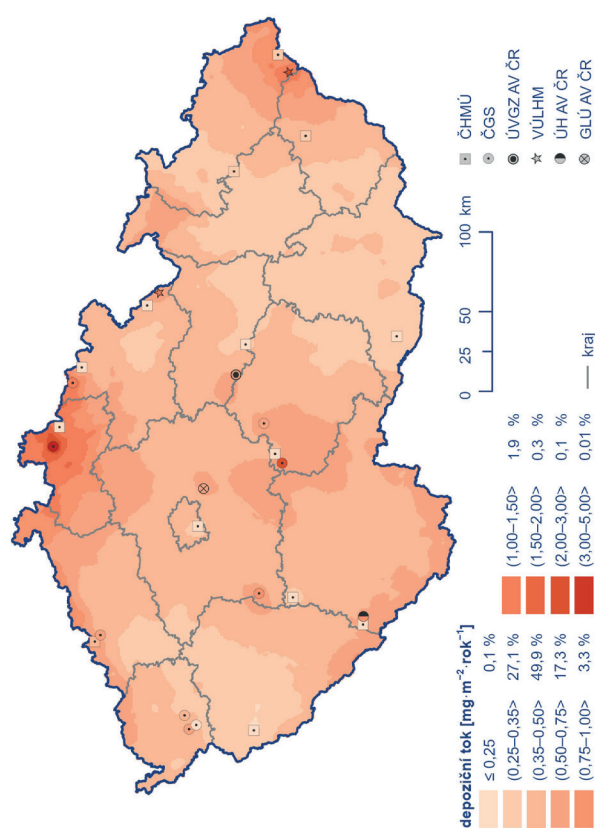
Obr. IX.15 Pole suché roční depozice kadmia, 2021



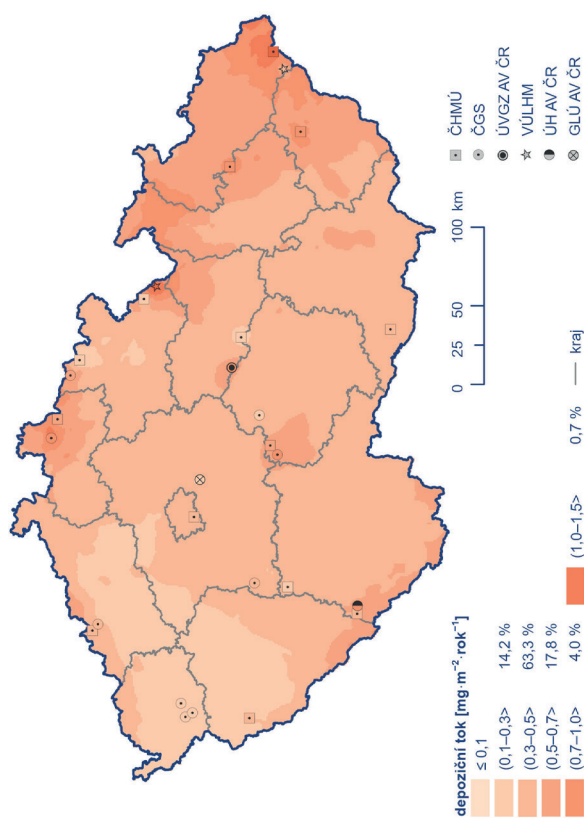
Obr. IX.14 Pole mokré roční depozice kadmenných iontů, 2021



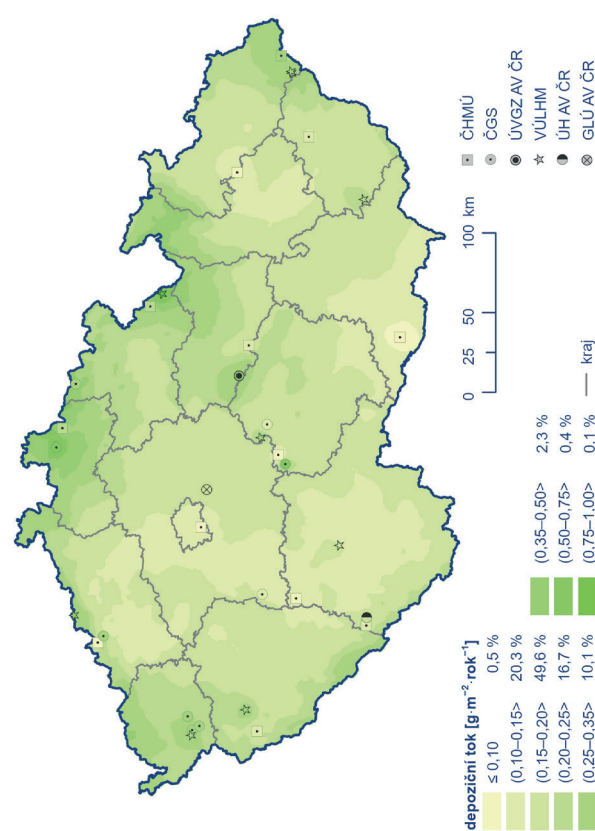
Obr. IX.17 Pole suché roční depozice olova, 2021



Obr. IX.19 Pole mokré roční depozice nikelnatých iontů, 2021



Obr. IX.16 Pole mokré roční depozice olovnatých iontů, 2021



Obr. IX.18 Pole mokré roční depozice chloridových iontů, 2021

## Vývoj depozice

Od roku 2002 lze pozorovat pokles celkové roční depozice síry (Obr. IX.20). V letech 2002–2006 byla hodnota celkové depozice vyšší než 65 000 t s výjimkou roku 2003 (51 510 t), který byl výrazně srážkově podnormální (516 mm, tj. 77 % dlouhodobého normálu). Od roku 2015 se celková depozice pohybuje pod 40 000 t na plochu ČR, přičemž lze pozorovat setrvalé až mírně klesající hodnoty, a to v souladu s úrovní koncentrace SO<sub>2</sub> v přízemní vrstvě atmosféry. V roce 2021 byla dosažena nejnižší hodnota celkové roční depozice síry od roku 2002. Porovnáme-li mokrou a suchou složku depozice, převládala do roku 2009 mokrá složka, opět s výjimkou roku 2003. Od roku 2010 mírně převažuje suchá složka. Výjimkou jsou roky 2011 a 2021, kdy je poměr vyrovnaný.

Roční depozice síry na zalesněný povrch ČR (26 428 km<sup>2</sup>) vykazuje od roku 2002, stejně jako podkorunová depozice síry, pokles s výraznějšími výkyvy (Tab. IX.3). Celková depozice na zalesněný povrch ČR dosáhla v roce 2021 druhé nejnižší hodnoty od roku 2002, přičemž nižší depozice byla pouze v roce 2016. Podkorunová depozice síry pak v roce 2021 dosáhla nejnižší hodnoty od roku 2002. Do roku 2016 jsou hodnoty podkorunové depozice vyšší než hodnoty celkové depozice, s výjimkou roku 2014, od roku 2017 je pak vyšší celková depozice. Dlouhodobě jsou vyšší hodnoty podkorunové depozice

pozorovány zejména v některých horských oblastech, což lze přičítat příspěvku depozice z mlhy, nízké oblačnosti a námraz (horizontální depozice). Celková depozice síry je počítána jako součet vertikální mokré a suché depozice z SO<sub>2</sub>, horizontální mokrá depozice není vzhledem k neurčitostem do celkové depozice zahrnuta.

Celková roční depozice dusíku se v letech 2002–2013 pohybovala v rozmezí 40 000–50 000 t (Obr. IX.21). Od roku 2012 lze pozorovat její mírný pokles s občasnými výkyvy v roce 2017 a 2021. Hodnota celkové roční depozice dusíku byla v roce 2021 třetí nejnižší od roku 2002, přičemž nižší hodnoty byly zaznamenány v letech 2019 a 2020, což koresponduje s koncentracemi NO<sub>x</sub>. Do roku 2010 převažovala mokrá složka oxidovaných forem dusíku. Od roku 2011 převažuje mírně suchá složka, s výjimkou let 2013 a 2016, které mají obě složky vyrovnané. Od roku 2017 pak opět převažuje mokrá složka depozice, nicméně jen velmi mírně.

S vývojem depozice dusíku a síry (Hůnová et al. 2014) je možné sledovat vývoj vzájemného poměru těchto prvků v atmosférických srážkách související s vývojem emisí jednotlivých sloučenin. Na vybraných stanicích ČHMÚ (wet-only) lze od roku 2002 pozorovat mírný, i když nikoliv monotónní nárůst poměru dusičnanů a síranů (Hůnová et al. 2017). V letech 2002 a 2003 převažovaly v atmosférických srážkách sírany. Do roku 2011 byl poměr celkem vyrovnaný, s výjimkou roku 2009 a od roku

**Tab. IX.3 Odhad celkové roční depozice síry na zalesněný povrch České republiky (26 428 km<sup>2</sup>) v tunách, 2001–2021**

	Depozice [t]	
	celková (sumární)	podkorunová
<b>2001</b>	27 894	36 899
<b>2002</b>	25 984	31 011
<b>2003</b>	21 306	26 818
<b>2004</b>	23 247	32 835
<b>2005</b>	22 855	26 461
<b>2006</b>	21 975	25 660
<b>2007</b>	17 445	29 279
<b>2008</b>	15 528	30 197
<b>2009</b>	16 590	26 193
<b>2010</b>	17 621	27 944
<b>2011</b>	15 118	18 691
<b>2012</b>	15 311	19 079
<b>2013</b>	16 530	19 723
<b>2014</b>	16 810	12 836
<b>2015</b>	13 294	16 044
<b>2016</b>	12 625	19 724
<b>2017</b>	14 621	12 608
<b>2018</b>	14 870	14 002
<b>2019</b>	13 133	10 707
<b>2020</b>	13 057	7 492
<b>2021</b>	12 757	7 174

2012 pak zřetelně převažují dusičnany. V roce 2021 byla dosažena druhá nejvyšší hodnota poměru (1,46) od roku 2002, přičemž nejvyšší hodnoty (1,58) bylo dosaženo v roce 2017 (Obr. IX.22).

Celková depozice vodíkových iontů se do roku 2012 pohybuje mezi 2 500 a 5 000 t. Od roku 2013 je pak patrný klesající vývoj depozice, přičemž v roce 2021 byla po roce 2020 zaznamenána druhá nejnižší hodnota. U depozice vodíkových iontů výrazně dominuje suchá složka, přičemž podíl mokré složky od roku 2007 stále klesá (Obr. IX.23).

Celková depozice kademnatých iontů do roku 2013 pohybuje v rozmezí 6–12 t, s výjimkou roku 2011. Od roku 2014 je znatelný pokles depozice, od roku 2019 pak opětovný vzestup. V roce 2021 bylo dosaženo páté nejnižší hodnoty celkové depozice, přičemž nejnižší hodnota byla zaznamenána v roce 2018. U depozice kademnatých iontů převažuje mokrá složka, a to v poměru cca 70:10. Jedinou výjimkou je rok 2018, kdy měly obě složky rovnoměrné zastoupení (Obr. IX.24).

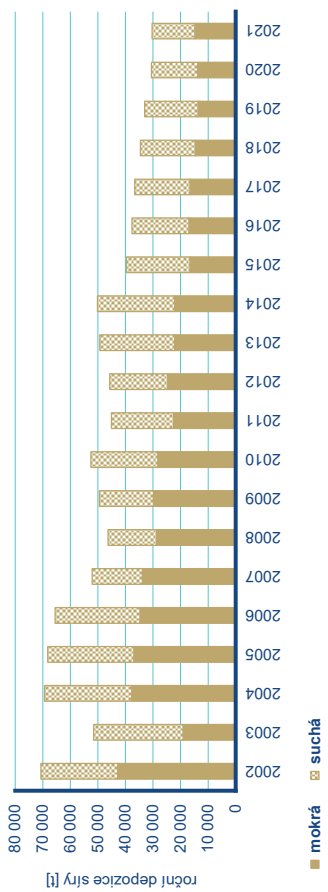
Celková depozice olovnatých iontů se do roku 2006 pohybuje v rozmezí 150–200 t. Od roku 2007 je patrný mírný pokles depozice s výkyvy v letech 2012 a 2015. V roce 2021 byla dosažena třetí nejnižší roční hodnota od roku 2002, nižší hodnoty byly pouze v letech 2019 a 2020. Stejně jako u depozice kademnatých iontů, i zde převažuje mokrá složka v poměru cca 70:10. Výjimku tvoří rok 2012, kdy je zastoupení obou složek srovnatelné (Obr. IX.25).

## Vývoj mokré depozice na vybraných stanicích ČHMÚ

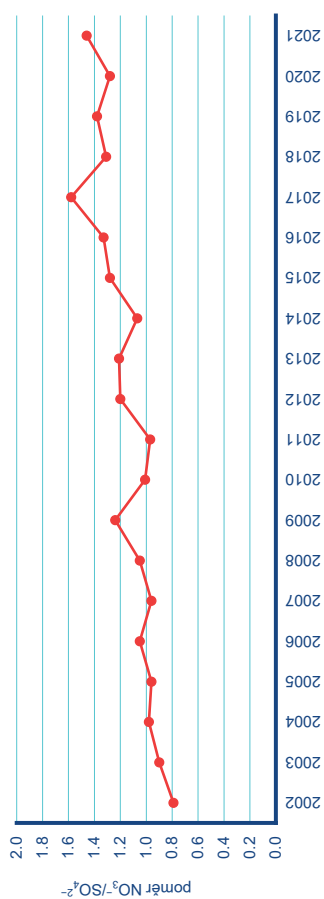
Pro hodnocení mokré depozice bylo vybráno pět stanic ČHMÚ, s odběrem typu „wet-only“. Jedná se o stanice Praha-Libuš, Svratouch, Košetice, Souš a Přimda. Mokrá depozice je značně ovlivněna meteorologickými a klimatickými podmínkami a emisními zdroji, proto jsou hodnoty depozice meziročně velmi proměnlivé. Při hodnocení výše zmíněných stanic lze říci, že nejvyšší hodnoty mokré depozice jsou dosahovány na stanici Souš, naopak nejnižší na stanici Košetice.

Od roku 2002 je pozorován pokles mokré depozice síranových iontů ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) s výkyvy v závislosti na meteorologických podmínkách. V porovnání s rokem 2020 vykazují v roce 2021 stanice Souš a Svratouch výraznější vzestup, naopak Košetice a Přimda pokles. Depozice na stanici Praha-Libuš zůstává stejná (Obr. IX.26). Stejně jako u depozice  $\text{SO}_4^{2-}$ , je u depozice dusičnanových iontů ( $\text{NO}_3^-$ ) pozorován pokles s výraznými výkyvy. V porovnání s rokem 2020 vykazují v roce 2021 vzestup stanice Souš, Přimda a Praha-Libuš, naopak pokles stanice Košetice. Depozice na stanici Svratouch zůstává stejná (Obr. IX.27). Vývoj depozice amonných iontů ( $\text{NH}_4^+$ ) v letech 2002–2021 je značně proměnlivý v závislosti na meteorologických podmínkách a množství emisních zdrojů. V porovnání s rokem 2020 zůstává v roce 2021 depozice na stanici Souš na stejné hodnotě, na ostatních stanicích pak mírně klesá s výjimkou stanice Košetice, kde je pokles výrazný (Obr. IX.28). Vývoj depozice vodíkových iontů je značně proměnlivý, nicméně lze vysledovat klesající tendenci, zejména na stanici Souš. V porovnání s rokem 2020 vykazují v roce 2021 vzestup stanice Souš a Přimda, zatímco na stanicích Praha-Libuš, Svratouch a Košetice hodnoty klesly (Obr. IX.29).

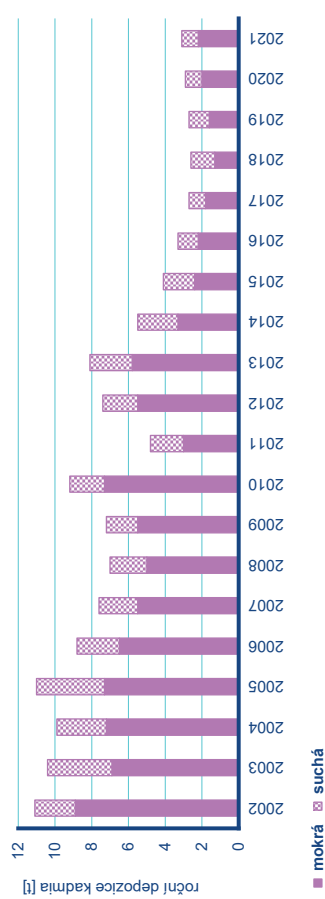
Hodnoty depozice kademnatých iontů do roku 2013 klesají, od roku 2014 pak stagnují na hodnotách pod  $0,2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ . Vyšší depozice kadmia na stanici Souš odpovídají dlouhodobě vysoké imisní zátěži této oblasti. V porovnání s rokem 2020 jsou v roce 2021 hodnoty depozice srovnatelné, s výjimkou stanice Přimda, kde dochází k mírnému navýšení a stanice Souš, kde došlo naopak k poklesu (Obr. IX.30). Hodnoty depozice olovnatých iontů vykazují v roce 2006 výrazný nárůst mokré depozice na všech stanicích, v případě Souše a Svratouchu až k hodnotě  $7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ . Od roku 2014 pak hodnoty depozice stagnují pod  $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}$ . V porovnání s rokem 2020 jsou v roce 2021 hodnoty depozice srovnatelné na stanicích Praha-Libuš a Souš, nižší na stanici Svratouch a naopak vyšší na stanicích Košetice a Přimda (Obr. IX.31).



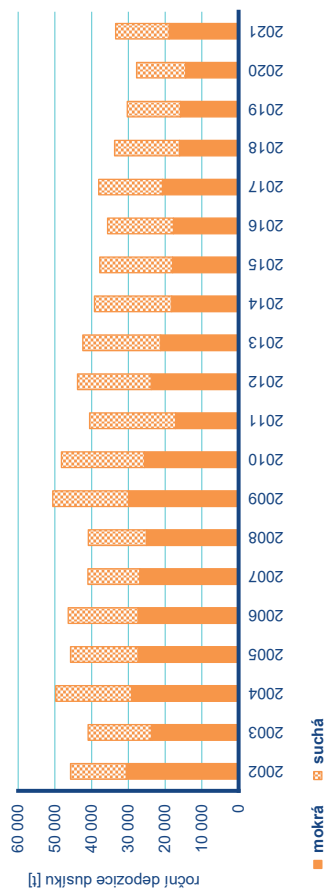
Obr. IX.20 Roční depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ,  $S_{SO_2}$ ) na plochu České republiky, 2002 – 2021



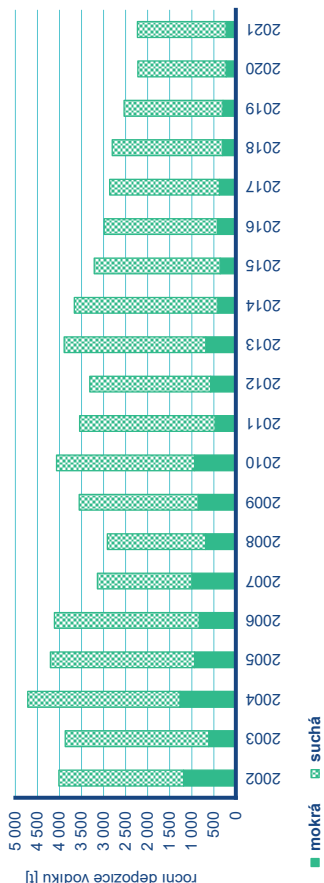
Obr. IX.22 Poměr koncentrací dusičnanů a síranů v atmosférických srážkách (vyjádřených jako  $meq \cdot l^{-1}$ ) na lokalitách ČHMÚ, 2002 – 2021



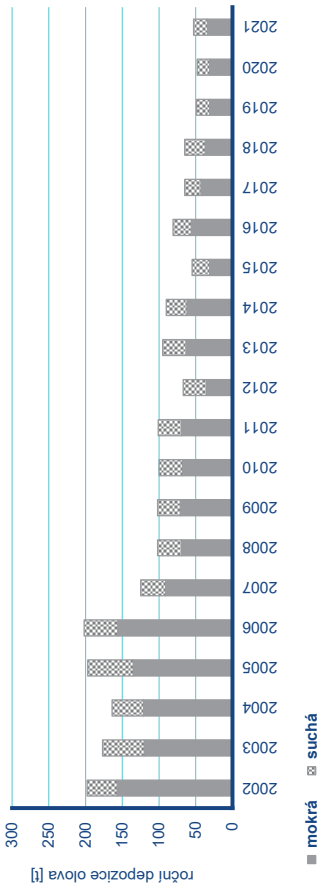
Obr. IX.24 Roční depozice  $Cd^{2+}$  na plochu České republiky, 2002 – 2021



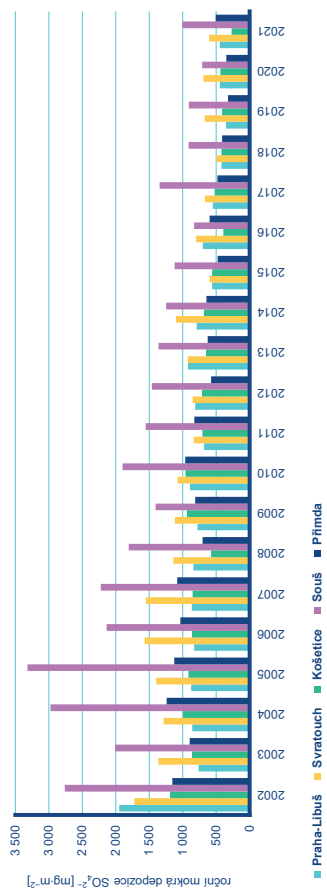
Obr. IX.21 Roční depozice oxidovaných forem dusíku ( $N_{NO_3^-}$ ,  $N_{NO_3}$ ,  $N_{NO_x}$ ) na plochu České republiky, 2002 – 2021



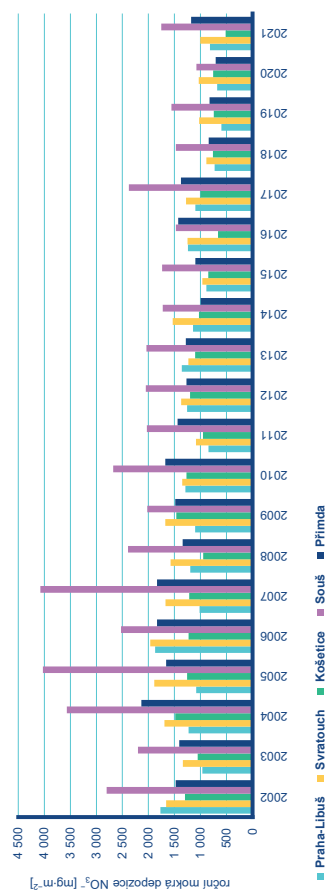
Obr. IX.23 Roční depozice  $H^+$  na plochu České republiky, 2002 – 2021



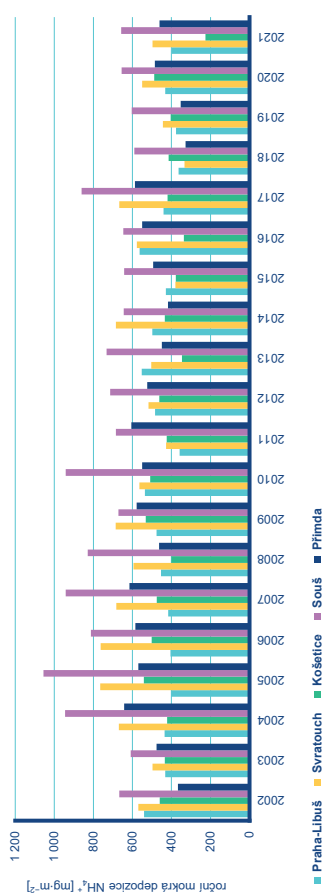
Obr. IX.25 Roční depozice  $Pb^{2+}$  na plochu České republiky, 2002 – 2021



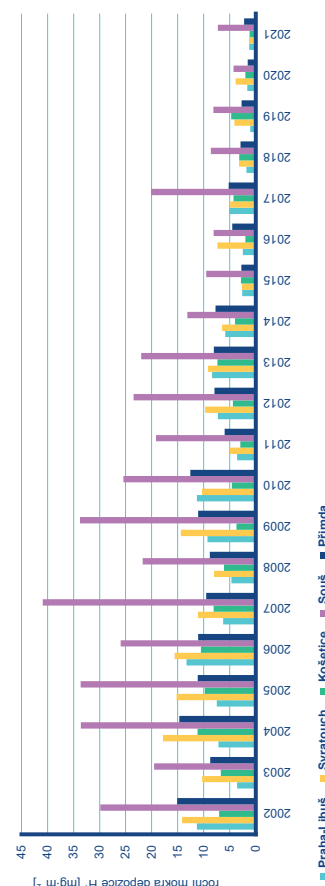
Obr. IX.26 Roční mokrá depozice  $\text{SO}_4^{2-}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



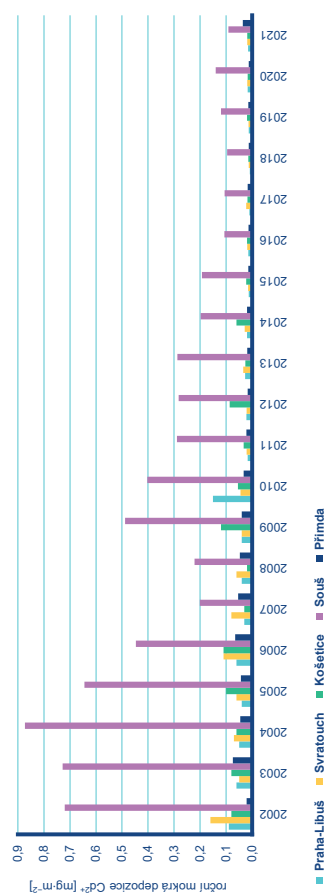
Obr. IX.27 Roční mokrá depozice  $\text{NO}_3^-$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



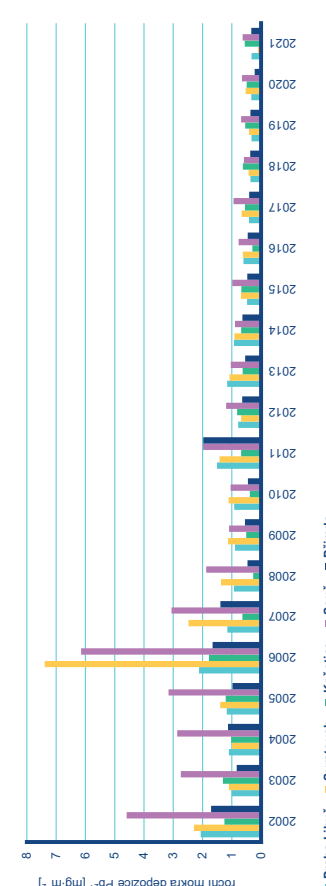
Obr. IX.28 Roční mokrá depozice  $\text{NH}_4^+$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



Obr. IX.29 Roční mokrá depozice  $\text{H}^+$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



Obr. IX.30 Roční mokrá depozice  $\text{Cd}^{2+}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



Obr. IX.31 Roční mokrá depozice  $\text{Pb}^{2+}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2002–2021



# X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

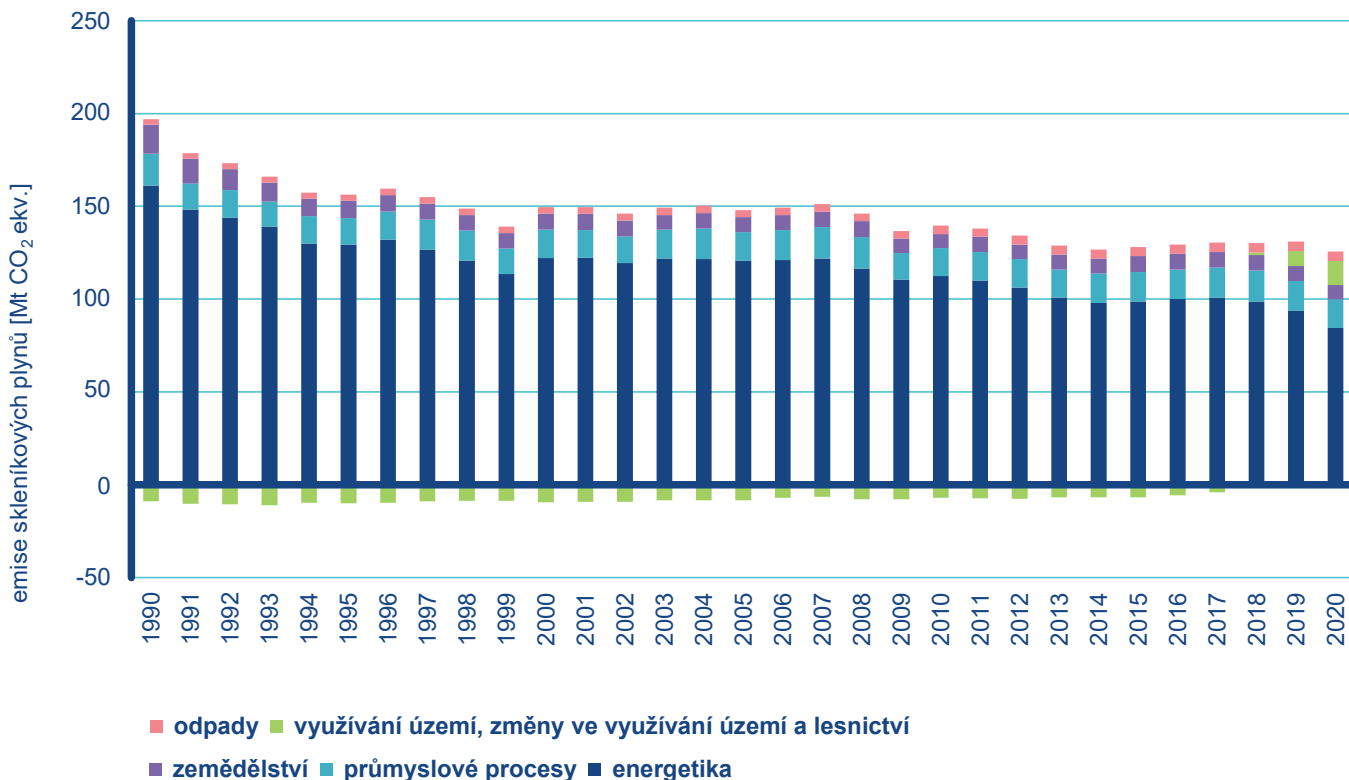
Skleníkové plyny se vyskytují v atmosféře Země a přispívají k tzv. skleníkovému efektu. Jsou produkovány nejen přirozenými procesy v přírodě, ale i činnostmi člověka. Sledováním těchto tzv. antropogenních emisí skleníkových plynů se zabývá inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů. Více o metodice zpracování a povinnostech vykazování lze nalézt v ČHMÚ (2022d).

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 190 mil. tun v roce 1990 na 126 mil. tun v roce 2020 (Tab. X.1). Samotné emise (bez LULUCF) poklesly z hodnoty 199 mil. tun na 113 mil. tun, vůči referenčnímu roku 1990 došlo k poklesu o 43 %. Tímto ČR splnila závazek druhého kontrolního období Kyotského protokolu; a to do roku

2020 snížit emise o 20 % vůči základnímu 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 2020 81 %, 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 2020 činil 4 % (ČHMÚ 2022c).

Systém emisního obchodování je důležitou součástí zdrojů dat při přípravě podkladových údajů pro inventarizaci emisí skleníkových plynů (ČHMÚ 2022c). Emise vykazované v EU ETS v roce 2020 dosáhly 54,6 Mt CO<sub>2</sub>, což činí 59 % z celkových emisí CO<sub>2</sub> ČR (Tab. X.2).



Obr. X.1 Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v letech 1990–2020

Tab. X.1 Vývoj emisí skleníkových plynů v letech 1990–2020

	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 (CO <sub>2</sub> ekv.)	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)	Mt (CO <sub>2</sub> ekv.)
1990	157	166	23	9	0	190	199
1991	140	151	22	8	0	170	180
1992	137	147	20	7	0	165	175
1993	131	142	20	6	0	157	168
1994	124	134	18	6	0	149	159
1995	123	133	18	7	0	148	158
1996	126	136	18	6	0	151	161
1997	123	132	17	6	1	148	156
1998	118	127	17	6	1	142	150
1999	109	118	16	6	1	132	140
2000	119	128	15	6	1	141	151
2001	119	128	15	7	1	142	151
2002	116	125	15	6	1	138	147
2003	120	129	15	6	1	142	150
2004	121	129	14	6	2	143	151
2005	118	127	15	6	2	141	149
2006	120	128	15	6	2	143	151
2007	123	129	14	6	2	146	152
2008	116	124	14	6	2	139	147
2009	108	116	14	6	3	130	138
2010	111	118	14	5	3	133	141
2011	109	116	14	6	3	132	139
2012	105	112	14	6	3	128	135
2013	101	108	13	6	3	123	130
2014	98	105	13	6	3	121	128
2015	99	106	13	6	4	122	129
2016	102	107	13	6	4	124	130
2017	104	108	13	6	4	127	131
2018	108	107	12	6	4	131	129
2019	110	102	12	6	4	132	124
2020	105	92	12	5	4	126	113

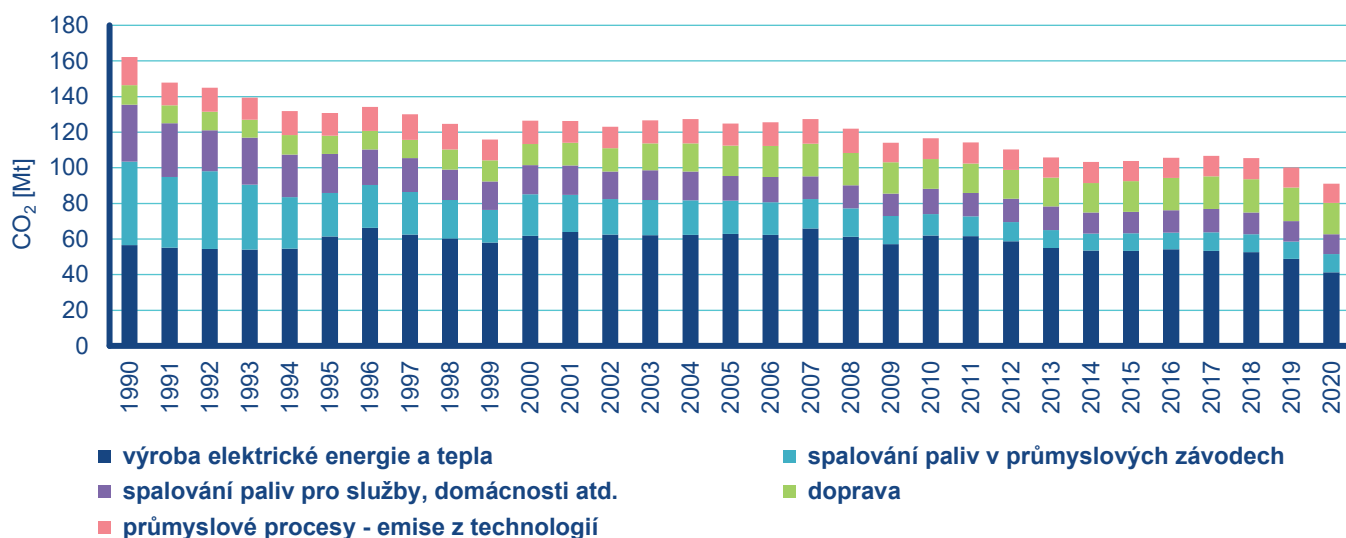
Tab. X.2 Vývoj emisí vykazovaných v systému obchodování s emisemi v letech 2010–2020

	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	118,47	63,53
2011	61,12	0,99	5,92	3,74	0,63	0,44	0,59	73,82	116,15	63,55
2012	56,73	0,95	5,86	3,40	0,65	0,42	0,59	68,94	112,20	61,44
2013	55,06	0,82	5,91	3,12	0,64	0,39	0,50	67,50	107,53	62,77
2014	53,65	0,91	5,90	3,35	0,67	0,39	0,48	66,44	105,05	63,24
2015	53,63	0,93	5,70	3,46	0,72	0,38	0,48	66,37	105,79	62,73
2016	54,20	0,71	6,06	3,70	0,73	0,40	0,46	67,31	107,42	62,67
2017	53,88	1,00	5,45	3,82	0,75	0,41	0,46	66,84	108,47	61,62
2018	53,22	0,92	5,79	4,15	0,74	0,43	0,48	66,80	107,03	62,41
2019	49,28	0,98	5,29	4,14	0,73	0,45	0,52	62,43	101,67	61,40
2020	41,96	0,80	5,36	3,92	0,72	0,41	0,51	54,60	92,40	59,09

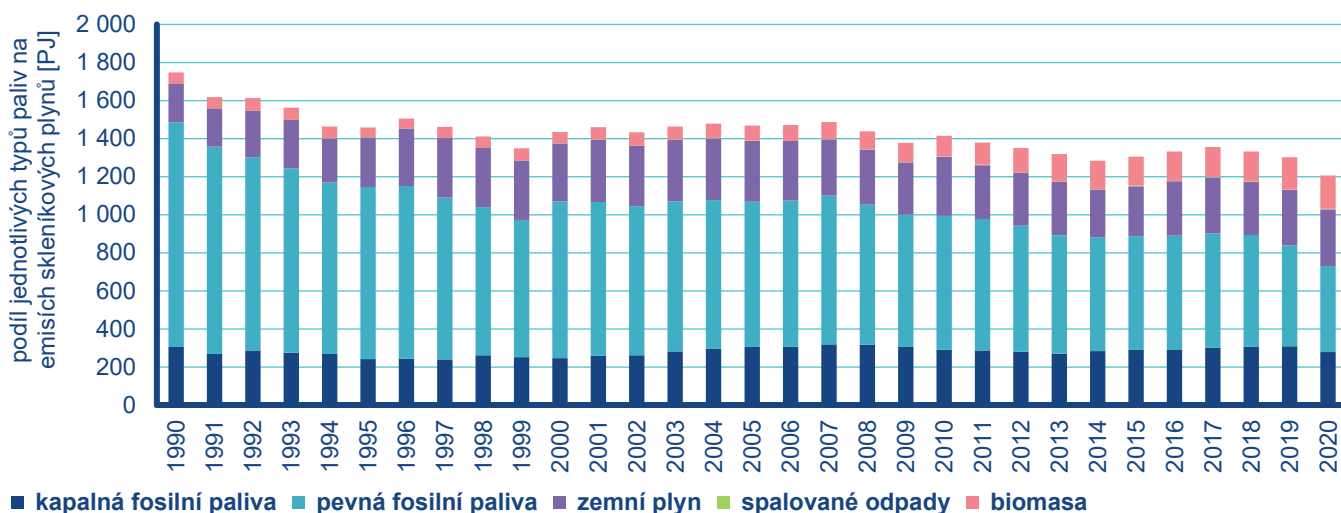
## Oxid uhličitý

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 (pohlčení CO<sub>2</sub>) dochází v sektoru LULUCF. Jak je vidět z Obr. X.1, 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 2022c) (Obr. X.3).

Mezi roky 1990 a 2020 došlo k poklesu emisí CO<sub>2</sub> o 44 % (Obr. X.2). 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 2022c).



Obr. X.2 Podíl jednotlivých sektorů na emisích CO<sub>2</sub> v letech 1990–2020



Obr. X.3 Podíl jednotlivých druhů spalovaných paliv na emisích CO<sub>2</sub> v letech 1990–2020

## 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 2022c).

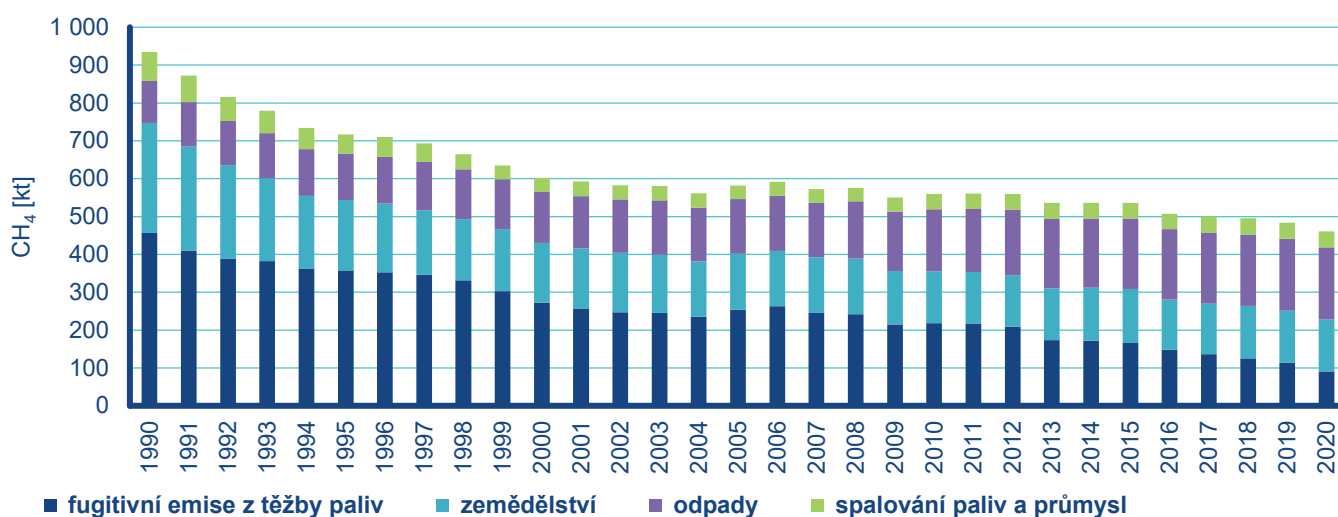
V období 1990–2020 došlo ke snížení emisí  $\text{CH}_4$  o 51 % (Obr. X.4), které bylo způsobeno zejména poklesem těžby uhlí a stavu hospodářských zvířat, v menší míře pak i nižší spotřebou pevných paliv

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

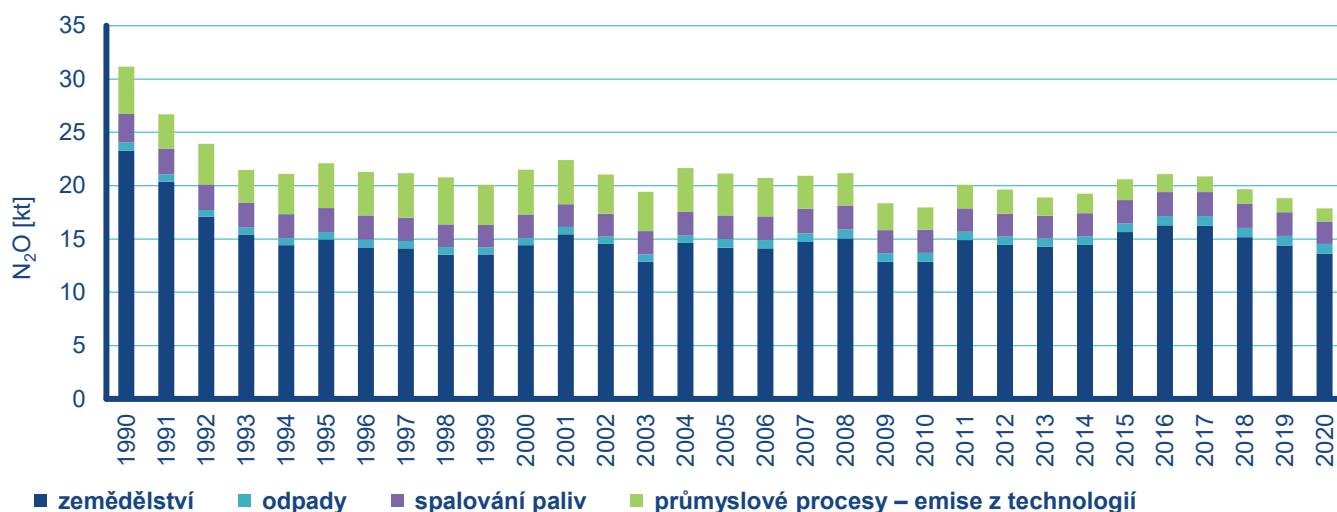
## Oxid dusný

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 2022c).

V období 1990–2020 došlo k poklesu emisí  $\text{N}_2\text{O}$  o 43 % (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 1990–2020

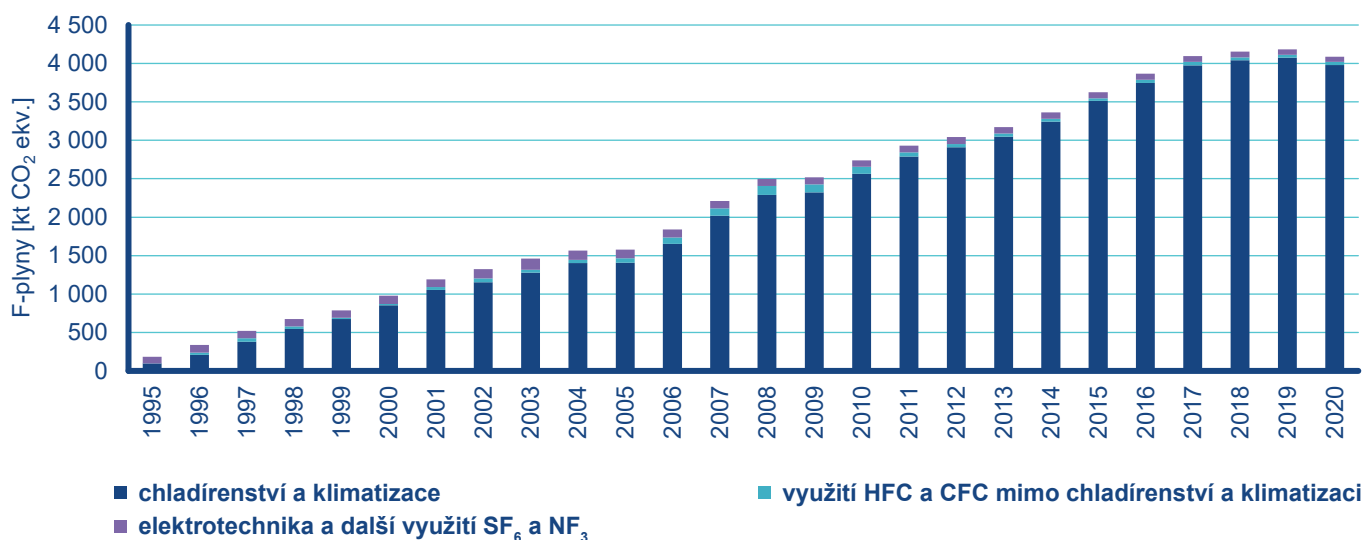


Obr. X.5 Podíl jednotlivých sektorů na emisích  $\text{N}_2\text{O}$  v letech 1990–2020

## Fluorované plyny

Emise fluorovaných plynů vzrostly od roku 1995 ze 184 kt na 4 088 kt CO<sub>2</sub> ekv. v roce 2020 (Obr. X.6). Tím vzrostl i podíl fluorovaných plynů na celkových agregovaných emisích z průmyslových procesů (z 1,3 % v roce 1995 na 26,8 % v roce 2020). Tyto látky nejsou v ČR vyráběny a veškerá jejich spotřeba je kryta dovozem. Jsou využívány především 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 2022c). 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. V posledních letech tedy dochází k nahrazování fluorovaných plynů s vysokým GWP za plyny s nízkým GWP. Díky legislativním opatřením fluorované plyny také již nejsou používány jako meziokenní izolace, nadouvadla nebo jako chladiva do chladírenské techniky určené pro domácnosti. 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 1995–2020

# 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: 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\\_oco/publikace.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/OCO/pdf_oco/publikace.pdf).
- 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).
- CARSLAW, D. C., BEEVERS, S. D., TATE, J. E., WESTMORELAND, E. J., WILLIAMS, M. L., 2011. Recent evidence concerning higher NOX 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.
- COPERNICUS, 2022: Regional air quality forecast for Europe. [cit. 7. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.regional.atmosphere.copernicus.eu/>.
- 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?highlight=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, 2021. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020 [online]. [cit. 9. 8. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/20groc/gr20cz/Obsah_CZ.html).
- ČHMÚ 2022a. Emisní bilance České republiky [online]. [cit. 17. 05. 2022]. 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).
- ČHMÚ 2022b. Zprávy o emisní inventuře [online]. [cit. 24. 04. 2022]. Dostupné z WWW: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodiky\\_EB.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodiky_EB.html).
- ČHMÚ, 2022c. National Inventory report of the Czech Republic, Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-7653-035-5.
- ČHMÚ, 2022d. Systém sběru, zpracování a hodnocení dat [online]. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/technicke-dokumenty.html>.
- ČHMÚ, 2022e. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2020. Souhrnný tabelární přehled [online]. [cit. 8. 8. 2022]. 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 2022f. Česká zpráva o emisní inventuře v roce 2022 [online]. [cit. 21. 03. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/CZ-informativni-zprava-emisni-inventury-2022.pdf>.
- 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, 2021. Air quality in Europe 2021. Web report [online]. [cit. 22. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/air-quality-in-europe-2021>.
- EMEP, 1990. EMEP workshop on measurement of hydrocarbons/VOC. 1990. EMEP/CCC 3/90. Lillestrøm: NILU.
- EMEP/CEIP, 2022. Spatially distributed emission data as used in EMEP models; Emissions for 2019 gridded in 2021 [online]. [cit. 7. 8. 2022]. 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 General 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, 2022. Monthly CO<sub>2</sub> emissions by State [online]. [cit. 7. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <https://ansperformance.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/HE, 2022. European air quality maps for 2020. Eionet Report ETC/HE 2022/12. (V přípravě.)
- FERGUSON, Sue. Smoke dispersion prediction systems. In: Hardy, C., Ottmar, R., Peterson, J., Core, J., Seamon, P., eds., *Smoke Management Guide for Prescribed and Wildland Fire: 2001 Edition*. National Wildfire Coordination Group, 2001, pp. 163–178 [online]. [cit. 8. 4. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.nwcg.gov/sites/default/files/publications/pms420-2.pdf>.
- 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).
- 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>.
- HINDS, W. C., 1999. Aerosol technology: properties, behavior, and measurement of airborne particles. New York: Wiley. ISBN: 9780471194101.
- HLADKÝ, D., SEIBERT, R., VOLNÁ, V., KREJČÍ, B., 2022. Vyhodnocení měření na monitorovacích stanicích Studénka a Věřňovice v roce 2021. Závěrečná zpráva projektu. Projekt Měření znečištění ovzduší vzorkovači pro identifikaci zdrojů znečišťování na dvou lokalitách v Moravskoslezském kraji 2021 [online]. [cit. 22. 8. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td\\_000153.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td_000153.pdf).
- 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., MAZNOVÁ, J., KURFÜRST, P., 2014. Trends in atmospheric deposition fluxes of sulphur and nitrogen in Czech forests. *Environmental Pollution*, Vol. 184, p. 668–675. [online]. [cit. 22. 9. 2021]. Dostupné z WWW: doi: 10.1016/j.envpol.2013.05.013.
- 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].
- KENDALL, M.G., 1955: Rank Correlation Methods. Charles Graffin: London, United Kingdom.
- KOBIZE, 2022. Central Emission Database (CED) for national air quality modelling in Poland for 2019.
- KUENEN, J., DELLAERT, S., VISSCHEDIJK, A., JALKENEN, J.-P., SUPER, I. and DENIER VAN DER GON, H., 2021. Copernicus Atmosphere Monitoring Service regional emissions version 4.2 (CAM5-REG-v4.2) Copernicus Atmosphere Monitoring Service [publisher] ECCAD [distributor] [online]. [cit. 18. 8. 2022]. Dostupné z WWW: [doi:10.24380/ovzb-a387](https://doi.org/10.24380/ovzb-a387).
- 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.
- 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).
- MANN, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*. Vol. **13**, p. 245–259.
- 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.
- 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/000-Strategie\\_ochrany\\_ovzdusi-20190621.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/$FILE/000-Strategie_ochrany_ovzdusi-20190621.pdf).
- MŽP, 2019. Sdělení odboru ochrany ovzduší, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřících lokalit pro vyhlášení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXIX, částka 5, s. 1–8 [online]. [cit. 17. 3. 2020]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik\\_mzp\\_2019/\\$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/000-Aktualizace\\_NPSE\\_2019-final-20200217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_dokumenty/$FILE/000-Aktualizace_NPSE_2019-final-20200217.pdf).
- MŽP, 2020. Aktualizované programy zlepšování kvality ovzduší 2020+ [online]. [cit. 28. 4. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/cz/aktualizace\\_programu\\_zlepsovani\\_kvality\\_ovzdusi\\_2020](https://www.mzp.cz/cz/aktualizace_programu_zlepsovani_kvality_ovzdusi_2020).
- MŽP, 2021. Aktualizované programy zlepšování kvality ovzduší 2020+ [online]. [cit. 28. 4. 2021]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/cz/aktualizace\\_programu\\_zlepsovani\\_kvality\\_ovzdusi\\_2020](https://www.mzp.cz/cz/aktualizace_programu_zlepsovani_kvality_ovzdusi_2020).
- MŽP, 2022. Sdělení odboru ochrany ovzduší MŽP, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřících lokalit pro vyhlášení vzniku nebo ukončení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXXII, částka 3, s. 34–38 [online]. [cit. 17. 5. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik\\_mzp\\_2022/\\$FILE/SOTPR-Vestnik\\_duben\\_2022-20220426.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik_mzp_2022/$FILE/SOTPR-Vestnik_duben_2022-20220426.pdf).
- 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.
- NOVÁK, V., PLACHÁ, H., eds., 2022 [online]. Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech. Finální vyhodnocení měřicích kampaní a dopadu relevantních opatření PZKO na kvalitu ovzduší, návrh úprav. Projekt TITSMZP704 – Celkové hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech [cit. 22. 8. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td\\_000152.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/td_000152.pdf).
- 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. *Procedia 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/peeepipaper.pdf](https://faculty.mercer.edu/butler_aj/documents/peeepipaper.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., COURSAC, 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., ZANOBBETTI, 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.
- SEIBERT, R., VOLNÁ, V., HLADKÝ, D., KREJČÍ, B., 2022. Shrnutí příčin znečištění ovzduší ve východní části Ostravy. Závazný výsledek Dílčího cíle 2.1. Zlepšení identifikace zdrojů znečištění. Projekt SS02030031: ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší [online]. [cit. 22. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <http://www.projekt-aramis.cz/results/result6.pdf>.
- 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>.
- 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/ovzdusi/dokumenty\\_zdravi/rizika\\_CRI\\_2014.pdf](https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/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. [online]. [cit. 24. 3. 2022]. 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. Geneve: 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: SMOLÍK, 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\\_VKAS\\_2010.pdf](http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VKAS_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>.
- 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, 2006. 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).
- WHO, 2021. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO [online]. [cit. 20. 4. 2022]. Dostupné z WWW: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- 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 distribution 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
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
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/HE	Evropské tematické centrum lidské zdraví a životní prostředí
EU	Evropská unie
EU ETS	evropský systém emisního obchodování
GAW	Globální sledování atmosféry (Global Atmosphere Watch)
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	hydrochlorfluorovodíky
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
LRTAP	Konvence o sledování dlouhodobých trendů kvality ovzduší
LULUCF	Využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví
MHMP	Magistrát hlavního města Prahy
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NAOK	Národní atmosférická observatoř Košetice
NFR	Klasifikace pro reporting
NMVOG	nemetanové těkavé 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
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
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 AV ČR	Ústav výzkumu globální změny AV ČR
VI	ventilační index
VOC	těkavé organické látky
VPH	varovná prahová hodnota
VŠB TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
WEM	scénář s platným opatřením
WAM	scénář s dodatečným opatřením
WHO	Světová zdravotnická organizace
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 2022d). 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 2021, 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 2021:

- meteorologie: model ALADIN 2021 v rozlišení 2,3 × 2,3 km
- antropogenní emise pro území ČR za rok 2020, není-li uvedeno jinak: bodové zdroje REZZO 1 a 2 – hlášení za rok 2020 aktualizované podle hlášení za rok 2021 dostupných k 3. 4. 2022; plošné zdroje REZZO 3 – lokální vytápění (podklady 2020, denostupně 2021), zemědělství – chovy (2019 a 2020) a polní práce, hnědouhelné a černouhelné doly (2021), kamenolomy – 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 2021 dle poměru emisí CO<sub>2</sub> pro ČR (EUROCONTROL 2022)), ostatní mezinárodní letiště (2020, aktualizováno na rok 2021 dle poměru emisí CO<sub>2</sub> pro ČR (EUROCONTROL 2022))

- antropogenní emise pro Polsko za rok 2019: Centrální emisní databáze pro modelování kvality ovzduší v Polsku (KOBIZE 2022)
- antropogenní emise mimo ČR a Polsko: základní látky – CAM S-REG-AP v4.2-ry<sup>1</sup> pro rok 2019 (Kuenen et al. 2021); benzo[*a*]pyren, kadmium a olovo (2019) (EMEP/CEIP 2022; tyto emise kadmia a olova byly použity i pro území Polska)
- biogenní emise VOC z rostlin a NO z půdy: model MEGAN v2.1 (Guenther et al. 2012)
- okrajové podmínky – v čase a prostoru proměnné z globálního modelu WACCM (NCAR 2022)

**SYMOS** – Gaussovský model, rozlišení 1 × 1 km (referenční body v zástavbě v síti 250 × 250 m a mimo zástavbu 500 × 500 m zprůměrované do sítě 1 × 1 km; mimo ČR 1 × 1 km), rok 2021 (meteorologie: větrné růžice 2021 z modelu ALADIN v síti 2,3 × 2,3 km a výškách 120, 330, 500 a 700 m podle efektivní výšky zdroje, antropogenní emise: jako u modelu CAMx (mimo emisí z databáze EMEP/CEIP)). V případě PM<sub>2,5</sub> byl model shlazen ve čtverci 3 × 3 km.

**CAMS ensemble forecast<sup>2</sup>** – medián ansámblu Eulerovských modelů, rozlišení 0,1 × 0,1°, rok 2021 (meteorologie: ECWMF 2021, emise: CAMS-REG-AP; podrobnosti viz COPERNICUS (2022))

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

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

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

2 <https://www.regional.atmosphere.copernicus.eu/>

## 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 55 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 87 městských a předměstských pozadových a 27 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 průmyslové), 52 městských a předměstských pozadových a 19 dopravních stanic. Výsledky měření sedmi 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 11 venkovských a 42 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové), které byly doplněny osmi venkovskými a osmi městskými a předměstskými stanicemi, jejichž hodnoty byly odhadnuty pomocí naměřených hodnot v předchozích letech. V případě městské i venkovské mapové vrstvy byla aplikována exponenciální závislost s městskou resp. venkovskou 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 31 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 48 městských a předměstských pozadových a 22 dopravních stanic. Výsledky měření 4 městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro konstrukci mapy  $NO_x$  bylo použito 29 venkovských, 46 městských a předměstských pozadových a 22 dopravních stanic (Tab. 4, Příloha I).

**e. Přízemní ozon:** Pro konstrukci mapy 26. nejvyššího maximálního denního 8hodinového klouzavého průměru bylo použito 24 venkovských, 29 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 dopravních a 2 městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. 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 6 venkovských, 24 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 2 průmyslových a 6 dopravních stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 6, Příloha I).

**g. Těžké kovy:** Pro konstrukci mapy arsenu bylo použito 16 venkovských a 40 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové). Pro konstrukci mapy kadmia bylo použito 56 stanic (bez rozlišení podle typu). 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 29 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 30 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 dopravních a 3 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro mapy ročního resp. zimního průměru bylo použito 38 resp. 35 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 30 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 resp. 2 dopravních a 3 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 8, Příloha I).

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



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)	3,5	13,9	10,7	-5,0	24,2	18,6
a1 (model CAMx)	1,72	0,69	0,88	1,82	0,61	0,73
a2 (nadmořská výška)	-0,0055	-0,0073			-0,0139	
range [km]	45	90	5	47	25	5
nugget	0	4,6	0	0	19,0	0
partial sill	2,9	2,2	4,5	11,6	1,3	13,8
váha IDW		1			1	
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>1,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>	<b>4,2</b>	<b>5,2</b>	<b>3,5</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>14</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)	0,7	-2,4	-2,1
a1 (venkovská mapa $PM_{10}$ )	0,62		
a2 (městská pozadivá mapa $PM_{10}$ )		0,86	
a3 (dopravní mapa $PM_{10}$ )			0,79
a4 (model SYMOS)	0,95		
range [km]	10	100	2
nugget	0	1,1	0
partial sill	1,2	0,2	1,9
váha IDW		1	

Pro sloučení městské a venkovské vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (ČHMÚ 2022d):  $\alpha_1 = 200 \text{ obyv}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\alpha_2 = 1000 \text{ obyv}\cdot\text{km}^{-2}$ . Pro sloučení pozadivé a dopravní vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (ČHMÚ 2022d):  $\tau_1 = 3 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\tau_2 = 8 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (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 pozadivých městských, předměstských a venkovských stanic.

Tab. 3 Parametry mapy benzo[a]pyrenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	města
c (konstanta)	0,1	0,1
b1 (konstanta)	0,2	
b2 (konstanta)		0,2
a1 (exp(b1*městská mapa PM <sub>2,5</sub> ))	0,04	
a2 (exp(b2*městská mapa PM <sub>2,5</sub> ))		0,03
range [km]	30	6
nugget	0	0
partial sill	0,02	0,25
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>&gt; 0,3</b>	<b>0,5</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>&gt; 30</b>	<b>35</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)	8,0	16,7	18,8	8,9	25,7	31,3
a1 (model SYMOS NO <sub>2</sub> )	4,43	1,50				
a2 (model SYMOS NO <sub>2</sub> – REZZO4)			2,75			
a3 (model SYMOS NO <sub>x</sub> )				2,35	0,62	
a3 (model SYMOS NO <sub>x</sub> – REZZO4)						1,93
a4 (nadmořská výška)	-0,01	-0,01		-0,01	-0,03	
váha IDW	1	1	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>1,1</b>	<b>2,4</b>	<b>5,5</b>	<b>2,3</b>	<b>5,2</b>	<b>16,3</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>23</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)	111,7	23,0	16146	8114
a1 (model CAMS)		0,90		0,84
a2 (nadmořská výška)	0,01		1,12	
váha IDW	1	1,1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	<b>2727</b>	<b>2617</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

Tab. 6 Parametry mapy benzenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	-1,2	-1,1
a1 (model CAMx)	6,87	7,15
váha IDW	1	1,6
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>16</b>	<b>22</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)	-0,8		0,1
a1 (venkovská mapa $\text{PM}_{10}$ )	0,109		
a2 (model CAMx)			1,68
range [km]	130	10	16
nugget	0	0	0
partial sill	0,2	0,4	0,1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>38</b>	<b>47</b>	<b>88</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)	0,4	5,6	1,1	2,5	1,2	2,0
a1 (model CAMx)	0,99	0,46	0,89	0,40	0,71	0,43
váha IDW	1,5	1,7	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>4,7</b>	<b>6,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>22</b>



## **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2021**

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav

Sazba a DTP: Petra Tichá

Fotografie na obálce: Martin Mašek

Praha 2022, 1. vydání, 172 stran

ISBN 978-80-7653-038-6