

# Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2023



# Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2023

Praha 2024

  
Český  
hydrometeorologický  
ústav

## **Celková redakce ročenky:**

H. Škáchová, L. Vlasáková

### **I. ÚVOD**

B. Kotlík (SZÚ), H. Škáchová, L. Vlasáková

### **II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ**

P. Machálek, B. Počtová Vodičková

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

L. Crhová, H. Škáchová

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

A. Holubová Šmejkalová, J. Horálek, I. Hůnová, P. Kurfürst, P. Machálek, B. Počtová Vodičková, R. Seibert, J. Schovánková, M. Schreiberová, J. Sládeček, H. Škáchová, V. Volná, 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**

T. Pikousová, F. Šopko, O. Vlček

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

M. Schreiberová, L. Vlasáková

### **VIII. EVROPSKÝ KONTEXT**

M. Filipenská, G. Gaálová, J. Horálek, H. Škáchová

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

Hůnová I., P. Kurfürst, H. Škáchová

### **X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ**

G. Gaálová, B. Kočí, J. Slámová

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

J. Horálek, M. Schreiberová

### **Příloha II Podíl území a obyvatelstva ČR vystaveného koncentraci vyšší než jsou doporučené hodnoty WHO**

M. Schreiberová, L. Vlasáková

### **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, J. Slámová, R. Srněnský, E. Svobodová, O. Vlček

© ČHMÚ 2024

ISBN 978-80-7653-071-3

# Obsah

PODĚKOVÁNÍ .....	5
SOUHRN .....	6
I. ÚVOD .....	11
I.1 Politický a legislativní rámec ochrany čistoty ovzduší .....	12
I.2 Cíle publikace .....	16
II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ .....	21
III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY .....	27
IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČR .....	33
IV.1 Suspendované částice .....	33
IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2023 .....	33
IV.1.2 Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	43
IV.1.3 Emise PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> .....	45
IV.2 Benzo[a]pyren .....	47
IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2023 .....	47
IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu .....	51
IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu .....	53
IV.3 Oxidy dusíku .....	54
IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2023 .....	54
IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku .....	56
IV.3.3 Emise oxidů dusíku .....	59
IV.4 Přízemní ozon .....	60
IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2023 .....	60
IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu .....	65
IV.4.3 Vznik přízemního ozonu .....	67
IV.5 Benzen .....	68
IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2023 .....	68
IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu .....	70
IV.5.3 Emise benzenu .....	71
IV.6 Těžké kovy .....	72
IV. 6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2023 .....	72
IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů .....	76
IV.6.3 Emise těžkých kovů .....	79
IV.7 Oxid siřičitý .....	82
IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2023 .....	82
IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého .....	85
IV.7.3 Emise oxidů síry .....	87
IV.8 Oxid uhelnatý .....	88
IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2023 .....	88
IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého .....	88
IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého .....	89

<b>IV.9 Látky bez imisního limitu .....</b>	<b>90</b>
IV.9.1 Těkavé organické látky.....	90
IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic .....	93
IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku .....	97
<b>V. KVALITA OVZDUŠÍ V REGIONECH ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>99</b>
<b>V.1 Charakteristika regionů.....</b>	<b>99</b>
<b>V.2 Meteorologické a rozptylové podmínky v regionech České republiky.....</b>	<b>107</b>
<b>V.3 Index kvality ovzduší v regionech České republiky .....</b>	<b>109</b>
<b>V.4 Regionální rozdíly kvality ovzduší v České republice .....</b>	<b>111</b>
V.4.1 Podíl území a obyvatelstva regionů vystavených nadlimitním koncentracím .....	111
V.4.2 Koncentrace PM <sub>10</sub> a PM <sub>2,5</sub> , NO <sub>2</sub> a O <sub>3</sub> vážené populací .....	114
<b>VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM .....</b>	<b>117</b>
<b>VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ .....</b>	<b>122</b>
<b>VII.1 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany lidského zdraví .....</b>	<b>122</b>
<b>VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace.....</b>	<b>126</b>
<b>VIII. EVROPSKÝ KONTEXT .....</b>	<b>129</b>
<b>IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY .....</b>	<b>135</b>
<b>X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ .....</b>	<b>146</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>151</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>158</b>
<b>PŘÍLOHA I Podrobná specifikace prezentovaných imisních map .....</b>	<b>160</b>
<b>PŘÍLOHA II Podíl území a obyvatelstva ČR vystaveného koncentraci vyšší než jsou doporučené hodnoty WHO.....</b>	<b>165</b>

# PODĚKOVÁNÍ

Vážená čtenářko, vážený čtenáři,

odborní pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu pro vás připravili, stejně jako v minulých letech, ročenku „Znečištění ovzduší na území České republiky“, která předkládá ucelený pohled na kvalitu ovzduší v České republice v roce 2023 a zasazuje ji i do celoevropského rámce. Hodnocení kvality ovzduší je provedeno s ohledem na platnou legislativu primárně v celorepublikovém měřítku, nicméně důležitou roli hraje i regionální hodnocení, při kterém je velmi důležitá znalost místních poměrů, kterou přinášejí kolegové z poboček.

Ročenka vychází v elektronické podobě, tak aby byla kdykoliv a odkudkoliv dostupná všem uživatelům. Kromě kompletní publikace byla připravena i její interaktivní verze, která obsahuje zásadní informace v uživatelsky příjemné podobě. Tým odborníků ze všech hlavních oborů sdružených v ČHMÚ dále připravil stručnou publikaci, která souhrnně představuje to nejdůležitější a nejzajímavější, co se v minulém roce v ovzduší a vodě událo.

ČHMÚ provozuje ze zákona Státní síť imisního monitoringu (SSIM). Měřicí technika používaná ve SSIM splňuje potřebné parametry požadované platnou legislativou na kvalitu měření. Údaje o kvalitě ovzduší jsou získávány jednak v automatickém režimu, kdy jsou data bezprostředně dostupná pro uživatele na internetu nebo v režimu odběru vzorků s následnou analýzou v laboratorních kvalitě ovzduší. Všechna naměřená data jsou po verifikaci ukládána v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO). Doplňkovým zdrojem údajů 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 příhranič-

ních oblastí Slovenska, Německa, Polska a Rakouska, které nám pomáhají zpřesnit mapové výstupy v příhraničních oblastech a mohou být využity pro porovnání kvality ovzduší na území ČR s okolními státy.

Kromě údajů o kvalitě ovzduší ČHMÚ zpracovává i údaje o zdrojích znečišťování ovzduší a emisích, které jsou ukládány v emisní části databáze ISKO. Tyto údaje jsou ohlašovány prostřednictvím Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP), jehož činnost zabezpečuje Česká informační agentura životního prostředí (CENIA). Na zpracování emisní inventury se dále podílí Český statistický úřad, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. a Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i. Další podklady dodává 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 2023 přehledně zpracovává informace nejen o imisní zátěži na území České republiky, ale posuzuje i trendy vývoje a vzájemné souvislosti mezi úrovní kvality ovzduší, meteorologickými podmínkami a dalšími faktory, které imisní zátěž ovlivňují.

Děkuji všem kolegyním a kolegům, kteří se na přípravě ročenky podíleli. Poděkování patří ale i těm, kteří zajišťovali měření, zpracování dat, prováděli potřebné modelové výpočty nebo jinak přispěli k výsledné podobě ročenky. 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 informačním zdrojem a pomocníkem při Vaší práci. Rádi uvítáme Vaše podněty a doporučení ke zlepšení poskytovaných služeb.

Praha, září 2024

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

# SOUHRN

**Rok 2023 byl z hlediska kvality ovzduší vyhovující. Prodloužil tak období od roku 2020, kdy lze konstatovat, že koncentrace látek znečišťujících ovzduší byly výrazně nižší než v předchozím období.**

**Koncentrace všech látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou přízemního ozonu, za hodnocené období 2013–2023 statisticky významně klesají (Tab. 1). Hodnocené koncentrace některých látek (suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ , oxid dusičitý ( $NO_2$ ), oxid siřičitý ( $SO_2$ ), oxid uhelnatý (CO), benzo[a]pyren, benzen a olovo) dosáhly v roce 2023 nejnižších hodnot za hodnocené období 2013–2023 (Obr. 2). Poprvé za celou historii měření nebyl na měřicích stanicích překročen žádný z imisních limitů pro suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ . Navíc v roce 2023 nebyly překročeny, podobně jako v minulých letech, ani imisní limity pro  $NO_2$ ,  $SO_2$  a CO.**

Nicméně koncentrace některých znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví stále překračují zákonem stanovené imisní limity v některých částech České republiky (ČR). V roce 2023 se jednalo zejména o karcinogenní benzo[a]pyren (0,9 % území ČR). K překročení imisního limitu přízemního  $O_3$  došlo ve tříletém období 2021–2023 na pouhých 0,1 % území ČR. V případě suspendovaných částice frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  překročila zákonem stanovené imisní limity modelovaná 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  a modelovaná roční průměrná koncentrace  $PM_{2,5}$  (Tab. 1, Obr. 1) na 0,003 % a na 0,01 % území ČR.

Úroveň znečištění ovzduší v daném roce závisí na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. V porovnání s normálem 1991–2020 **byl rok 2023 na území ČR teplotně silně nadnormální a srážkově normální a panovaly zlepšené rozptylové podmínky.**

**Vyhodnocení předběžných údajů za rok 2023 ukazuje meziroční pokles všech emisí znečišťujících látek, jejichž produkce tak byla nejnižší v celém hodnoceném období 2013–2023.**

**K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR, vyjma přízemního ozonu ( $O_3$ ), v roce 2023 přispěly zejména výrazně nižší koncentrace látek znečišťujících ovzduší během zimního období (leden–březen, říjen–prosinec), kdy z hlediska kvality ovzduší převažovaly příznivé meteorologické a rozptylové podmínky. Ve všech zimních měsících byla zaznamenána vyšší teplota v porovnání s normálem, vyšší úhrn srážek (s výjimkou nepatrného rozdílu v lednu a únoru) a standardní až výrazně lepší rozptylové podmínky. Pokles koncentrací byl výrazný zejména v lednu a v listopadu, kdy došlo – pro listopad atypicky – k výskytu pouze dobrých rozptylových podmínek; navíc byl v listopadu**

úhrn srážek silně nadnormální. Na zlepšování kvality ovzduší se dlouhodobě podílejí průběžně realizovaná opatření pro zlepšení kvality ovzduší (např. výměna kotlů v domácnostech, opatření na významných zdrojích nebo obnova vozového parku). Na výrazném meziročním poklesu koncentrací látek znečišťujících ovzduší v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek se kromě příznivých meteorologických podmínek a výše zmíněných opatření pravděpodobně projevilo i efekt odstavení výroby ve velké části hutního komplexu v Ostravě Kuncicích v závěru roku. Vliv omezení provozu ve společnosti Liberty Ostrava a. s. na konci roku 2023 na kvalitu ovzduší však nelze zatím z důvodu krátkého období blíže komentovat.

**Koncentrace přízemního ozonu jsou silně závislé na meteorologických podmínkách zejména teplého období roku (duben–září) a nevykazují od roku 2013 výrazný trend jako ostatní znečišťující látky.** Koncentrace v roce 2023 (maximální denní 8hodinové a 26. maximální denní 8hodinové průměrné koncentrace) byly v rámci jedenáctiletého období 2013–2023 čtvrté, resp. šesté nejnižší. Průměrné měsíční koncentrace  $O_3$  se od dubna do srpna roku 2023 pohybovaly mírně pod hodnotou měsíčního desetiletého průměru 2013–2022. V září byly koncentrace nadprůměrné, a to v souladu s meteorologickými podmínkami charakterizujícími toto září – mimořádně teplým a velmi suchým měsícem.

**Oblasti s překročením imisních limitů bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2023 představovaly 0,9 % území ČR, kde žije přibližně 5,9 % 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 2023 překročení 24hodinového imisního limitu pro suspendované částice  $PM_{10}$  a ročního imisního limitu  $PM_{2,5}$ . Nadlimitní oblasti zaujímaly největší plochu v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek a v zóně Moravskoslezsko. I přes zlepšení situace je stále v aglomeraci O/K/F-M nadlimitním koncentracím vystavena většina obyvatel a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR. **Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2023 vymezeno 1 % území ČR, kde žije přibližně 6 % obyvatel.**

Tab. 1 Kvalita ovzduší v České republice v roce 2023 – klíčová sdělení



Znečišťující látka	Obyvatelstvo vystavené nadlimitní koncentraci	Území s nadlimitní koncentrací	Trend koncentrací za období 2013–2023
PM <sub>10</sub>	0,003 %	0,003 %	↓
PM <sub>2,5</sub>	0,01 %	0,01 %	↓
benzo[a]pyren	5,9 %	0,9 %	↓
NO <sub>2</sub>	0 %	0 %	↓
O <sub>3</sub>	0,1 %	0,1 %	↕
benzen	0 %	0 %	↓
As	0 %	0 %	↓
Cd	0 %	0 %	↓
Ni	0 %	0 %	↓
Pb	0 %	0 %	↓
SO <sub>2</sub>	0 %	0 %	↓
CO	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; CO – max. denní 8hod. koncentrace  
Časové trendy koncentrací byly analyzovány s využitím neparametrického Mann-Kendalova testu s hladinou významnosti p < 0,05 (Mann 1945; Kendall 1955).

V případě PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> se jedná se o zvýšené modelované koncentrace, z velké části lokalizované do průmyslového areálu Tříneckých železáren, a. s. Zdejší nadlimitní koncentrace je výsledkem výpočtů z modelu CAMx a odhadnutých fugitivních emisí z výroby železa a oceli.

## Kvalita ovzduší v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Denní imisní limit **suspendovaných částic PM<sub>10</sub>** byl překročen na 0,003 % území ČR s cca 0,003 % obyvatel. Rok 2023 prodloužil spojitou řadu let **bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM<sub>10</sub>** počínající rokem 2019. Zároveň jde o jediné roky za celou historii měření PM<sub>10</sub> od 90. let minulého století, kdy roční imisní limit nebyl překročen. Roční imisní limit **suspendovaných částic PM<sub>2,5</sub>** byl překročen na 0,01 % území ČR s cca 0,01 % obyvatel (více kap. IV.1).

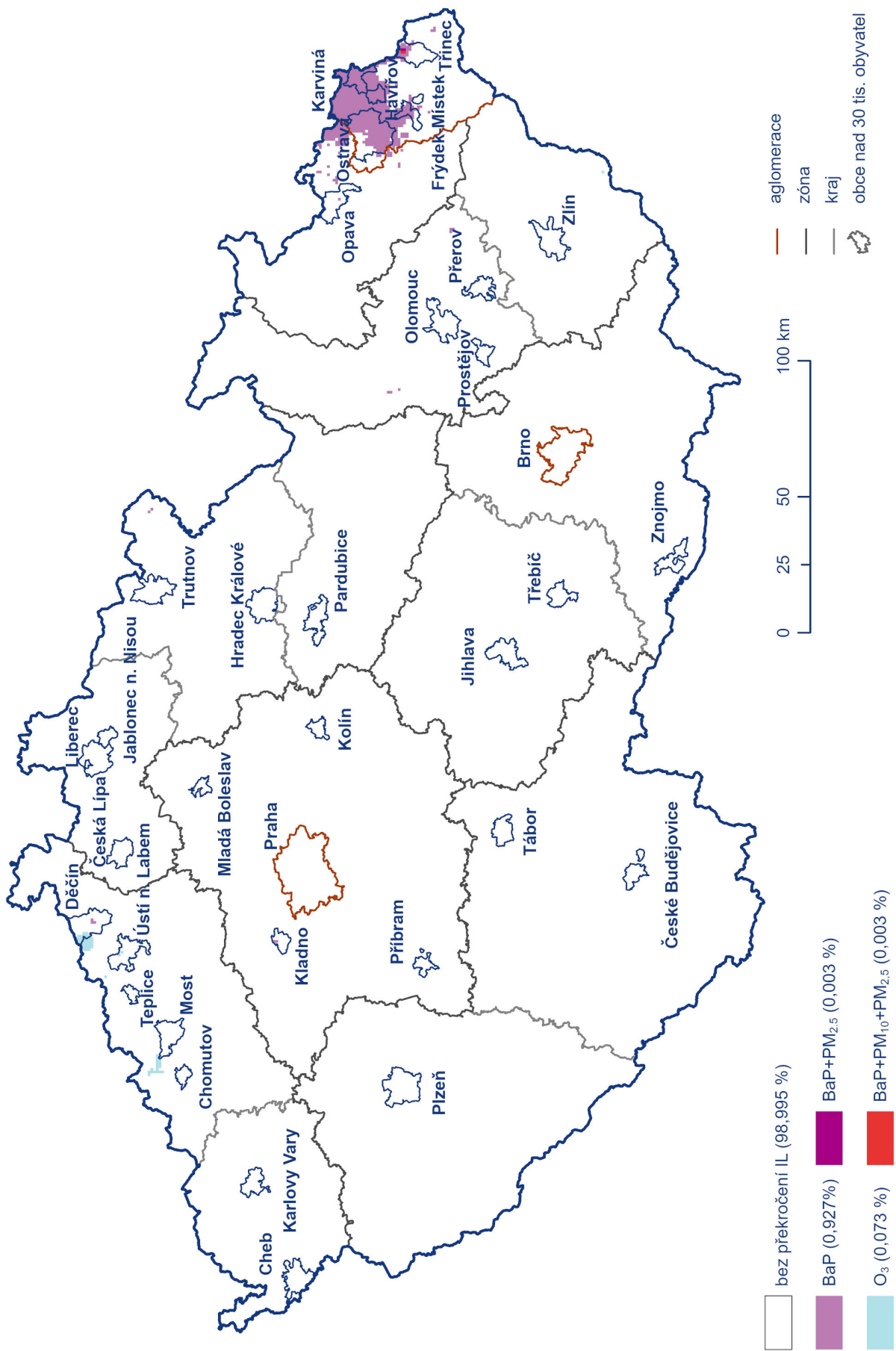
Roční imisní limit **benzo[a]pyrenu** byl překročen na 0,9 % plo-

chy ČR s cca 5,9 % obyvatel. Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu je zatížen největšími 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<sup>1</sup> (více kap. IV.2).

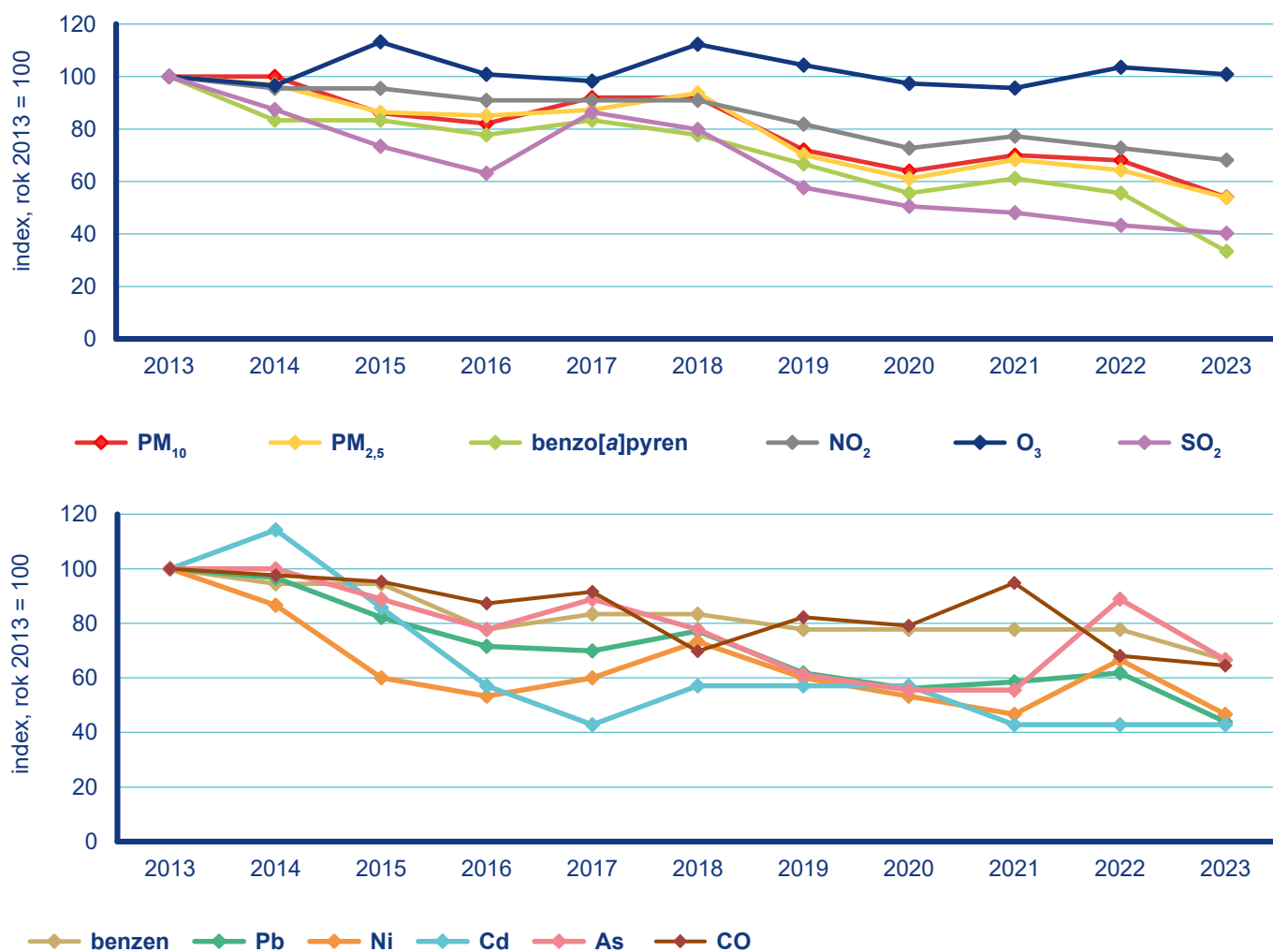
Imisní limit **přízemního ozonu** byl překročen na 0,1 % území ČR s cca 0,1 % obyvatel (průměr za období 2021–2023). V rámci hodnoceného tříletého období 2021–2023 se na počtu překročení imisního limitu nejvíce podílel rok 2022, a to 45 % ze součtu všech překročení na všech stanicích. Nejmenší podíl měl rok 2021 s 21 %, zatímco v roce 2023 byl podíl 34 % (více kap. IV.4).

1 Projekt TITSMZP704 Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů financováním 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).





Obr. 1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2023



**Obr. 2 Vývoj imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek, 2013–2023**

Pozn.: V grafech je znázorněn vývoj následujících imisních charakteristik

(vyjádřeno jako relativní změna průměrné koncentrace pro všechny stanice oproti roku 2013): 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; CO – max. denní 8hod

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci **oxidu dusičitého** nebyl překročen na žádné stanici. Rok 2023 prodloužil spojitou řadu let bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého počínající rokem 2020. Zároveň jde o jediné roky za celou historii měření oxidu dusičitého od 90. let minulého století, kdy roční imisní limit nebyl překročen. Vyšší koncentrace oxidu dusičitého 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 oxidu dusičitého nebyl v roce 2023 překročen (více kap. IV.3).

Imisní limity **ostatních látek** znečišťujících ovzduší (benzenu, těžkých kovů (arsen, kadmium, nikl a olovo), oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého) nebyly v roce 2023, podobně jako v minulých letech, překročeny. Nadlimitní koncentrace kadmia byla naměřena naposledy v roce 2015 na Tanvaldsku, nadlimitní koncentrace arsenu byla naměřena naposledy v roce 2013 na Kladensku a nadlimitní koncentrace benzenu v roce 2018 na Ostravsku.

## Smogový varovný a regulační systém

V roce 2023 byla z důvodu překročení prahových hodnot přízemního ozonu vyhlášena jediná smogová situace, a to pro území Ústeckého kraje ve dnech 12.–13. 9. Její celková délka činila 16 h. Dále byly 7. 12. vyhlášeny celkem tři smogové situace z důvodu překročení prahových hodnot suspendovaných částic PM<sub>10</sub>, a to pro Třinecko a zónu Moravskoslezsko (v těchto oblastech trvala smogová situace do 8. 12.) a pro území aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek bez Třinecka (kde smogová situace trvala do 9. 12.). Jejich souhrnná délka činila 105 h. Podmínky pro vyhlášení smogové situace pro oxid dusičitý, oxid siřičitý, případně varování/regulace pro přízemní ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a suspendované částice PM<sub>10</sub> nebyly splněny.

## Kvalita ovzduší v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit přízemního ozonu pro ochranu vegetace (expoziční index AOT40) byl překročen na 7 stanicích z celkového počtu 39 venkovských a předměstských stanic určených pro hodnocení vlivu kvality ovzduší na vegetaci. Imisní limity oxidu siřičitého a oxidů dusíku pro ochranu ekosystémů a vegetace nebyly překročeny na žádné venkovské lokalitě, kde se hodnotí úroveň ročních koncentrací  $\text{NO}_x$  vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace.

## Regionální rozdíly kvality ovzduší

V rámci ČR existují značné regionální rozdíly v kvalitě ovzduší, které lze charakterizovat populací váženou koncentrací znečišťující látky<sup>2</sup>. V roce 2023 po čtvrté v řadě **průměrné roční koncentrace suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  vážených populací v regionech nepřekročily nikde imisní limit**. Nejvyšší průměrné koncentraci jsou vystaveni lidé v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, dále v krajích Moravskoslezský bez aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, Olomoucký a v Brně. Nejnižší populací vážené koncentrace pro suspendované částice  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  byly odhadnuty pro kraje Karlovarský, Jihočeský a Plzeňský.

Úrovně průměrných **populací vážených koncentrací oxidu dusičitého** v jednotlivých oblastech nepřekračují imisní limit. Nejvyšším koncentracím oxidu dusičitého jsou v souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu vystaveni lidé v aglomeracích Brno a Praha. Nejnižší průměrné populací vážené koncentrace pro oxid dusičitý v regionech byly v roce 2023 odhadnuty pro kraje Vysočina a Jihočeský.

V roce 2023 nebyly **průměrné populací vážené koncentrace přízemního ozonu** vyšší než je hodnota imisního limitu zaznamenány v žádném regionu. Nejvyšším populací váženým koncentracím přízemního ozonu na úrovni hodnoty imisního limitu byly v roce 2023 vystaveny obyvatelé v Ústeckém kraji a v Praze a v Brně. V případě  $\text{O}_3$  nejsou rozdíly mezi jednotlivými regiony tak zřetelné jako u ostatních znečišťujících látek.

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 nebo měření koncentrací benzo[*a*]pyrenu na různých stanicích dotovaných z rozpočtu Moravskoslezského kraje<sup>3</sup>.

## Emise znečišťujících látek

Vyhodnocení emisí za rok 2023 (předběžná data) ukazuje meziroční pokles u všech emisí. Pokles emisí bylo možné stejně jako v roce 2022 očekávat v návaznosti na příznivější podmínky topného období, které se promítají do modelového výpočtu emisí z vytápění domácností. K ještě většímu procentnímu snížení došlo u průmyslových zdrojů, mj. v souvislosti s poklesem produkce u energeticky a emisně náročných komodit. Podle předběžných údajů se výroba železa, oceli ale také cementu snížila meziročně o cca 20 %. Snížení početních stavů prasat a drůbeže i nižší spotřeba minerálních hnojiv jsou příčinou poklesu emisí  $\text{NH}_3$ . V roce 2023 došlo k nejnižší produkci všech sledovaných emisí v hodnoceném období 2013–2023.

Sektor Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření se i nadále významně podílí na znečišťování ovzduší, konkrétně na emisích primárních částic  $\text{PM}_{2,5}$  (83,1 %),  $\text{PM}_{10}$  (67,3 %), oxidu uhelnatého (71,5 %), TZL (59,6 %), NMVOC (55,2 %), kadmia (51,7 %), arsenu (33,4 %), a benzo[*a*]pyrenu (97,1 %). Sektor Veřejná energetika a výroba tepla je převažujícím zdrojem emisí oxidů síry (40,2 %), oxidů dusíku (20,2 %), rtuti (49,7 %) a niklu (33,4 %). Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů např. v zemědělství a lesnictví se v součtu podílejí nejvýznamněji na emisích oxidů dusíku (41,7 %). Tyto údaje jsou prezentovány za poslední dokončený rok, tj. 2022.

## Atmosférická depozice

V roce 2023 činila **celková depozice síry** 27 402 t, což je oproti roku 2022 (26 800 t) nárůst o 2 %. Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Krušných a Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a Jeseníků, Ostravska a Moravskoslezských Beskyd.

**Celková depozice dusíku** na plochu ČR dosáhla v roce 2023 hodnoty 41 472 t. Ve srovnání s rokem 2022 (39 375 t) se jedná o nárůst o 5 %. Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Jizerských a Orlických hor, Krkonoš a Jeseníků.

**Celková depozice vodíkových iontů** na plochu ČR byla v roce 2023 rovna hodnotě 2 072 t. Oproti roku 2022 (2 125 t) se jedná o pokles o 3 %. Vyšších hodnot je dosahováno v Krušných horách a na Ostravsku.

**Suchá depozice kadmia** byla v roce 2023 (0,9 t) stejná jako v roce 2022 a 2021. Suchá depozice olova byla v roce 2023 (12 t) o 33 % nižší než v roce 2022. **Z důvodu poruchy přístroje nejsou k dispozici údaje o mokré depozici těžkých kovů na stanicích ČHMÚ. Množství dat ze stanic ostatních dodavatelů není dostatečné pro tvorbu depozičních map, proto nelze hodnotit mokrou a celkovou depozici těžkých kovů.**

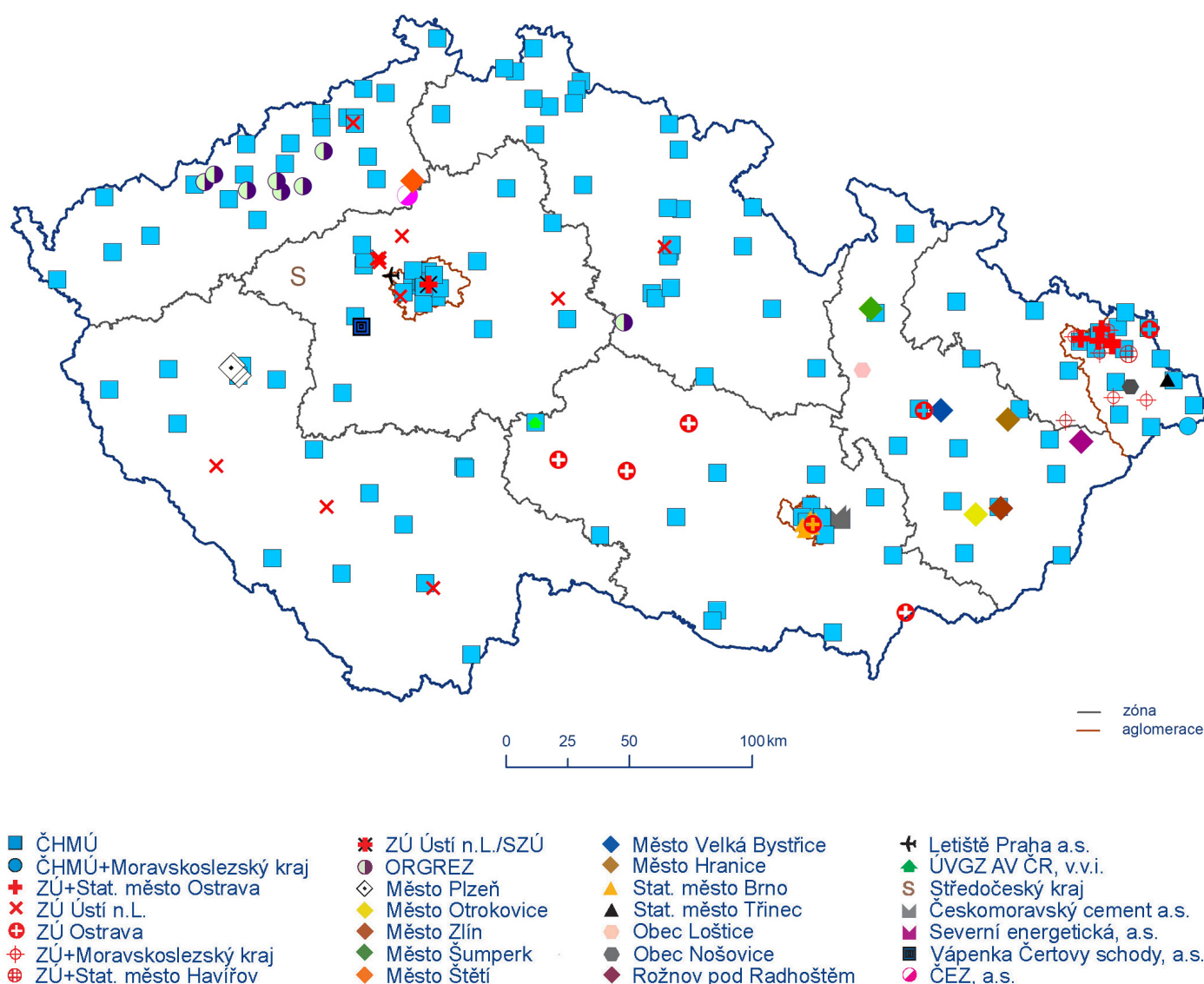
2 Koncentrace vážené populací lze zjednodušeně charakterizovat jako průměrnou hodnotu koncentrace znečišťující látky, které je během určitého období (např. za kalendářní rok) vystaven obyvatel žijící v dané oblasti (např. region, město) s ohledem na hustotu zalidnění v jednotlivých částech této oblasti.

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

# 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 Významné staniční síť sledování kvality venkovního ovzduší, 2023

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 emisních zdrojů v dané lokalitě, ale také na přenosu škodlivin z jiných oblastí. Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována pomocí sítě měřicích stanic, které monitorují imisní koncentrace znečišťujících látek venkovního ovzduší v přízemní vrstvě atmosféry (Obr. I.1). Na základě pověření Ministerstva životního prostředí (MŽP) provozuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) Státní síť imisního monitoringu (SSIM), Informační systém kvality ovzduší ČR (ISKO) rutinně zpracovává naměřené imisní hodnoty ve formě tabelárních a grafických přehledů.

## I.1 Politický a legislativní rámec ochrany kvality ovzduší

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

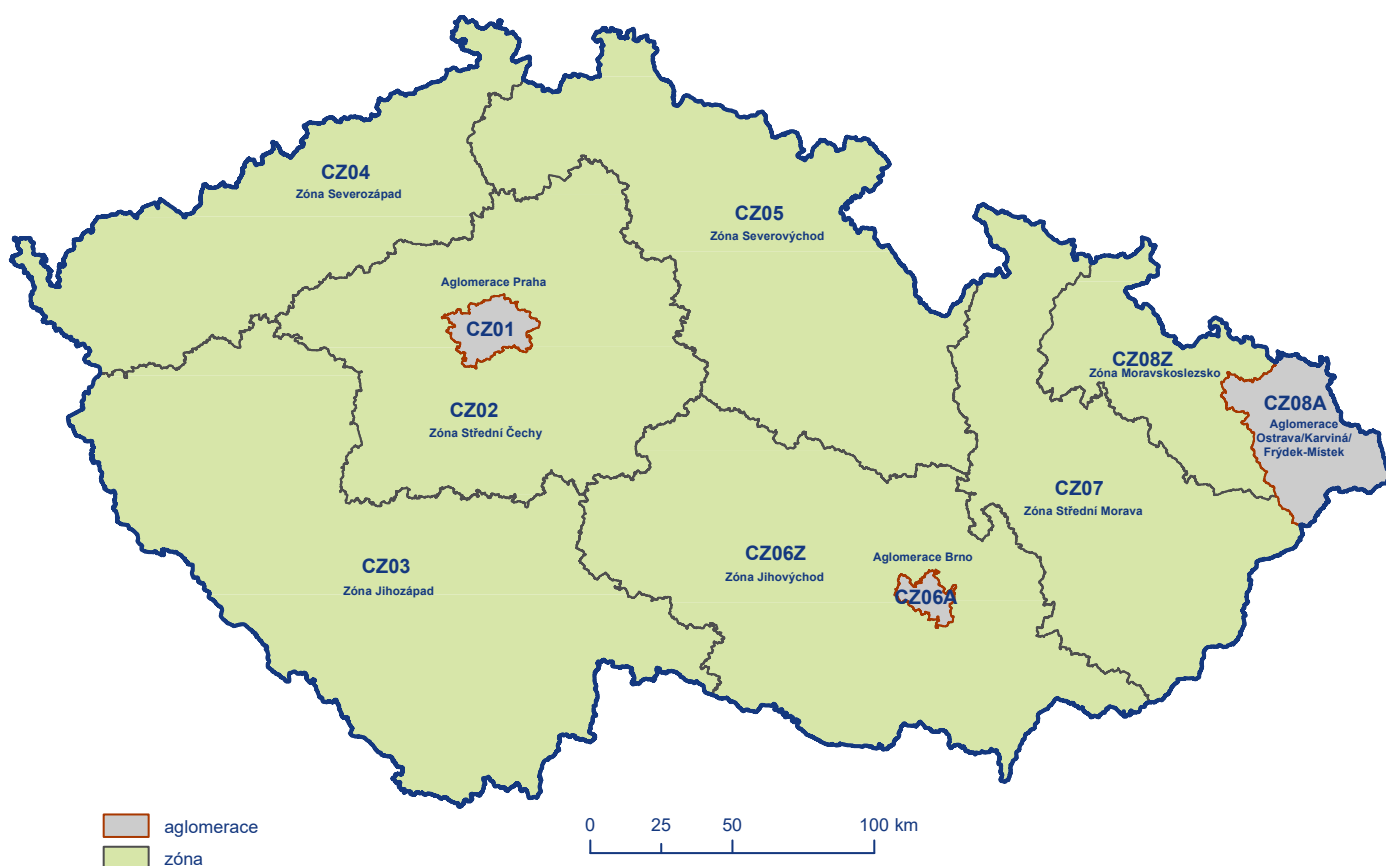
Z evropské legislativy vychází i národní legislativa, upravující hodnocení kvality ovzduší v ČR. Základní právní normou v ČR je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění (dále „zákon o ochraně ovzduší“), který mimo jiné vymezuje zóny a aglomerace, na jejichž úrovni se hodnotí kvalita 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 aglo-

merace 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.

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 (PZKO). 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 představující dobrou praxi při řízení kvality ovzduší na všech úrovních a ve všech součástech veřejné správy. PZKO společně s Národním programem snižování emisí ČR představují základní strategické dokumenty zlepšování kvality ovzduší (MŽP 2023).

Vláda ČR na svém zasedání 20. prosince 2023 schválila aktualizaci Národního programu snižování emisí České republiky (NPSE). Tento strategický dokument připravuje Ministerstvo životního prostředí 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 NPSE jsou navrhována opatření ke snížení emisí sledovaných znečišťujících látek. Opatření podle jejich povahy jsou rozdělena do tří skupin na opatření prioritní, podpůrná a průřezová. Rovněž jsou definovány způsoby a odhadnuty přínosy opatření ke snížení emisí pod úroveň emisních stropů, stanovených požadavky Směrnice 2016/2284/EU (viz kap. II.).



**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**

## Koncepce imisních limitů

Znečišťující látky, které jsou sledovány a hodnoceny vzhledem k prokazatelně škodlivým účinkům na zdraví populace nebo na vegetaci a ekosystémy, mají stanoveny imisní limity, což jsou úrovně koncentrací, které by podle platné legislativy neměly být překračovány. Při hodnocení kvality ovzduší jsou především porovnávány zjištěné úrovně koncentrací s příslušnými imisními limity (Tab. I.1 a I.2), případně s přípustnými četnostmi jejich překročení. 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 bezprahové 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 negativního vlivu na lidské zdraví (WHO 2021).

**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	
<b>SO<sub>2</sub></b>	1 hodina	—	—	<b>350</b> max. 24× za rok
	24 hodin	<b>50</b> max. 3× za rok	<b>75</b> max. 3× za rok	<b>125</b> max. 3× za rok
<b>NO<sub>2</sub></b>	1 hodina	<b>100</b> max. 18× za rok	<b>140</b> max. 18× za rok	<b>200</b> max. 18× za rok
	kalendářní rok	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>40</b>
<b>CO</b>	maximální denní 8h klouzavý průměr	<b>5 000</b>	<b>7 000</b>	<b>10 000</b>
<b>benzen</b>	kalendářní rok	<b>2</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>
<b>PM<sub>10</sub></b>	24 hodin	<b>25</b> max. 35× za rok	<b>35</b> max. 35× za rok	<b>50</b> max. 35× za rok
	kalendářní rok	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>40</b>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	kalendářní rok	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>20<sup>a)</sup></b>
<b>Pb</b>	kalendářní rok	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>	<b>0,5</b>
<b>As</b>	kalendářní rok	<b>0,0024</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,006</b>
<b>Cd</b>	kalendářní rok	<b>0,002</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>
<b>Ni</b>	kalendářní rok	<b>0,010</b>	<b>0,014</b>	<b>0,020</b>
<b>benzo[a]pyren</b>	kalendářní rok	<b>0,0004</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,001</b>
<b>O<sub>3</sub></b>	maximální denní 8h klouzavý průměr	—	—	<b>120<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).

**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	
<b>SO<sub>2</sub></b>	rok a zimní období (1. 10. – 31. 3.)	8	12	20
<b>NO<sub>x</sub></b>	kalendářní rok	19,5	24	30
<b>O<sub>3</sub></b>	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <sup>a)</sup>	—	—	<b>[<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}</math>]</b>
				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).

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 µg·m <sup>-3</sup>	15 µg·m <sup>-3</sup>
	24 hodin <sup>c)</sup>	50 µg·m <sup>-3</sup>	45 µg·m <sup>-3</sup>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	kalendářní rok	10 µg·m <sup>-3</sup>	5 µg·m <sup>-3</sup>
	24 hodin <sup>c)</sup>	25 µg·m <sup>-3</sup>	15 µg·m <sup>-3</sup>
<b>benzo[a]pyren<sup>a)</sup></b>	není stanovena		
<b>NO<sub>2</sub></b>	kalendářní rok	40 µg·m <sup>-3</sup>	10 µg·m <sup>-3</sup>
	24 hodin <sup>c)</sup>		25 µg·m <sup>-3</sup>
<b>O<sub>3</sub></b>	1 hodina	200 µg·m <sup>-3</sup>	200 µg·m <sup>-3</sup>
	maximální denní 8h klouzavý průměr <sup>c)</sup>	100 µg·m <sup>-3</sup>	100 µg·m <sup>-3</sup>
	hlavní sezona <sup>d)</sup>		60 µg·m <sup>-3</sup>
<b>benzen<sup>a)</sup></b>	není stanovena		
<b>Pb</b>	kalendářní rok	0,5 µg·m <sup>-3</sup>	
<b>Cd<sup>a, b)</sup></b>	není stanovena		
<b>As<sup>a)</sup></b>	není stanovena		
<b>Ni<sup>a)</sup></b>	není stanovena		
<b>SO<sub>2</sub></b>	24 hodin <sup>c)</sup>	20 µg·m <sup>-3</sup>	40 µg·m <sup>-3</sup>
	10 minut	500 µg·m <sup>-3</sup>	500 µg·m <sup>-3</sup>
<b>CO</b>	15 minut	100 000 µg·m <sup>-3</sup>	100 000 µg·m <sup>-3</sup>
	1 hodina	30 000 µg·m <sup>-3</sup>	35 000 µg·m <sup>-3</sup>
	8 hodin	10 000 µg·m <sup>-3</sup>	10 000 µg·m <sup>-3</sup>
	24 hodin <sup>c)</sup>		4 000 µg·m <sup>-3</sup>

a) Jedná se o karcinogenní látky pro lidský organismus. Nelze proto stanovit bezpečnou úroveň látky. Doporučená hodnota WHO není stanovena. Více informací o rizicích vzniku rakoviny viz WHO (2000). WHO u bezprahové působících látek stanovuje pouze hodnotu jednotkového rizika (UCR). Hodnota UCR pro celoživotní riziko při expozici 1 µg·m<sup>-3</sup>: 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 µg·m<sup>-3</sup>.

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>.

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

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



V prosinci 2019 se Evropská komise v Zelené dohodě pro Evropu (EC 2019) zavázala zlepšit kvalitu ovzduší a sladit normy EU pro kvalitu ovzduší s doporučeními Světové zdravotnické organizace (WHO 2021). Na základě této dohody probíhá revize směrnice o kvalitě ovzduší. Návrh revidované směrnice spojuje stávající směrnice kvality vnějšího ovzduší 2008/50/ES a 2004/107/ES. Cílem této revize je od roku 2030 progresivně zpřísnovat imisní limity v souladu s vědeckými poznatky a nejnovějšími doporučeními WHO, ale také pravidelně revidovat tyto hodnoty v souladu s aktuálními vědeckými důkazy a k roku 2050 dosáhnout nulového znečištění ovzduší, které již nebude škodlivé pro lidské zdraví a ekosystémy dle vize Akčního plánu EU: „Vstřícné nulovému znečištění ovzduší, vod a půdy“ (EC, 2021). Dále tento návrh Revize směrnice upravuje právní rámec pro monitoring kvality ovzduší (mj. zavádí povinnost monitorovat ultrajemné částice, černý uhlík a amoniak), upravuje strategické postupy zlepšování kvality ovzduší, přináší nová pravidla ohledně sankcí a zajišťuje veřejnosti možnost přezkoumat implementaci vybraných povinností revidované směrnice na národní úrovni a možnost kompenzace škody na zdraví způsobené úmyslným nebo nedbalým porušením vnitrostátních předpisů provádějící ustanovení revidované směrnice, požaduje lepší informovanost veřejnosti o kvalitě ovzduší a podporuje místní úřady při dosahování čistějšího ovzduší posílením monitorování, modelování a plánů kvality ovzduší (EC 2022; EP 2024).

## I.2 Cíle publikace

Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2023“, společně s publikovanou datovou ročenkou „Souhrnný tabelární přehled“ (ČHMÚ 2024a) a s metodickým materiálem „Systém sběru, zpracování a hodnocení dat“ (ČHMÚ 2024b) 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 depozici.

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](mailto:info.chmi.cz). Publikace je základním informačním dokumentem o kvalitě ovzduší v ČR, jejímž cílem je na základě dostupných dat a informací vyhodnotit stav ovzduší v širších souvislostech.

Ročenka prezentuje hodnocení kvality ovzduší v roce 2023 podle požadavků české legislativy v oblasti ochrany kvality 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).

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 primárních částic v ČR jsou domácnosti, polní práce a mobilní zdroje (silniční doprava a nesilniční vozidla). 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 v atmosféře odstraněny procesem difuze, transformují se do částic Aitkenova módu. Částice aitkenova módu (20–100 nm) vznikají během spalovacích procesů (Finlayson-Pitts a Pitts 1999). Akumulační mód dosahuje velikostí 100 nm–2,5 <math>\mu\text{m}</math>, je tvořen transformovanými částicemi předchozích dvou módů (Seinfeld a Pandis 2006).</p> <p>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 přichozího slunečního záření) a nepřímý (jako kondenzační jádra v oblacích ovlivňují odraz záření od oblaků) vliv na radiační bilanci Země. Atmosférické aerosoly odrážejí a/nebo absorbují sluneční záření a tak přispívají k ochlazení či oteplování klimatického systému Země (IPCC, 2013).</p> <p>Částice mají vliv na zvířata jako na lidi; ovlivňují rostlinný růst a ekosystémové procesy; mohou poškodit a pošpinit budovy (EEA 2013).</p>

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

Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<p><b>Benzo[a]pyren</b> Benzo[a]pyren, který se v ovzduší vyskytuje převážně navázan 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 imunopresivně. 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 jsou mobilní zdroje (silniční doprava a nesilniční vozidla, veřejná energetika a výroba tepla, použití anorganických dusíkatých hnojiv a domácnosti).</p>	<p>Z hlediska vlivu na lidské zdraví lze za nejvýznamnější formu považovat NO<sub>2</sub> (WHO 2005). NO<sub>2</sub> postihuje především dýchací systém. Hlavním efektem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO<sub>2</sub> je nárůst reaktivity dýchacích cest a z toho vyplývající nárůst obtíží astmatiků (Samet et al. 2000). Expozice NO<sub>2</sub> snižuje plicní funkce a zvyšuje u dětí riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci (EEA 2013, Peel et al. 2005). Působení NO<sub>2</sub> je spojováno také se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti (Stieb et al. 2003, Samoli et al. 2003), ale je obtížné oddělit účinky dalších, současně působících látek, zejména aerosolu (WHO 2005), uhlovodíků, ozonu a dalších (Brauer et al. 2002).</p>	<p>NO<sub>x</sub> přispívají k acidifikaci a eutrofizaci půd a vod. Vysoké koncentrace NO<sub>x</sub> mohou poškodit rostliny. NO<sub>x</sub> jsou prekurzory přízemního ozonu a částic (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>
<p><b>Přízemní ozon</b> Ozon (O<sub>3</sub>) je sekundární znečišťující látka bez vlastního emisního zdroje, vzniká jako součást fotochemického smogu. Vzniká za účinku slunečního záření soustavou reakcí zejména mezi NO<sub>x</sub>, VOC a kyslíkem (EEA 2013). Ozon může být transportován na velké vzdálenosti, kumulovat se a dosáhnout vysokých koncentrací daleko od míst svého vzniku (Brookes et al. 2013).</p>	<p>Hlavní účinek ozonu na lidský organismus je dráždivý. Dráždí oční spojivky, nosní sliznice a průdušky. Krátkodobé studie ukazují, že koncentrace O<sub>3</sub> mohou mít nepříznivé účinky na funkci plic vedoucí k jejich zánětu a respiračním problémům (EEA 2013). Ve vyšších koncentracích dojde drážděním dýchacích cest k jejich zúžení a ztíženému dýchání. Zvýšeně citlivé vůči ozonu jsou osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatem. Vyšší koncentrace ozonu jsou spojovány se zvýšením denní úmrtnosti (WHO 2005).</p>	<p>Poškozuje vegetaci, ovlivňuje rostlinný růst a zapříčiňuje ztrátu výnosů zemědělských plodin, jeho působením může dojít k poškození lesních ekosystémů a snížení biodiverzity (EEA 2013).</p>
<p><b>Benzen</b> Benzen je v ovzduší přítomen zejména v důsledku antropogenní činnosti. 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> Kadmium 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> Arsen 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 olova a skla.</p>	<p>Vysoké koncentrace způsobují postižení nervového systému (SZÚ 2015a). Kritickým účinkem dlouhodobého vdechování arsenu je rakovina plic (EC 2001b; WHO 2000).</p>	<p>Schopnost bioakumulace; snížení růstu a výnosů rostlin rostoucích na půdách s obsahem arsenu (EEA 2013).</p>
<p><b>Nikl</b> Nikl se vyskytuje v částicích v několika chemických sloučeninách, které se liší svou toxicitou pro lidské zdraví i ekosystémy. Mezi hlavní zdroje v ČR veřejná energetika a výroba tepla a spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví a domácnosti.</p>	<p>Může ovlivnit dýchací soustavu a obranyschopnost člověka (WHO 2000; EEA 2013). Sloučeniny niklu jsou klasifikovány jako prokázaný lidský karcinogen, kovový nikl a jeho slitiny jako možný karcinogen (IARC 2020).</p>	<p>Nikl může znečišťovat půdy a vodu.</p>
<p><b>Oxid siřičitý</b> Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) je emitován do ovzduší při spalování paliv s obsahem síry. Mezi hlavní zdroje SO<sub>2</sub> v ČR patří veřejná energetika a výroba tepla a vytápění domácností.</p>	<p>Má dráždivé účinky na oči a dýchací soustavu. Vysoké koncentrace SO<sub>2</sub> mohou způsobit respirační potíže. Zánět dýchacích cest způsobuje kašel, vylučování hlenu, zhoršení astmatu a chronické bronchitidy a zvyšuje náchylnost k infekcím dýchacích cest. Lidé trpící astmatem a chronickým onemocněním plic jsou k působení SO<sub>2</sub> zvláště citliví (EC 1997; WHO 2014).</p>	<p>SO<sub>2</sub> přispívá k acidifikaci prostředí. SO<sub>2</sub> přispívá i ke vzniku sekundárních suspendovaných částic, u kterých je prokázán negativní dopad na lidské zdraví (EEA 2013).</p>
<p><b>Oxid uhelnatý</b> Oxid uhelnatý (CO) je plyn, který vzniká v důsledku nedokonalého spalování fosilních paliv. V ČR je největším zdrojem emisí CO vytápění domácností, silniční doprava, spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel) a výroba železa a oceli.</p>	<p>Váže se na krevní barvivo (hemoglobin) lépe než kyslík, a dochází tak ke snížení kapacity krve pro přenos kyslíku. Prvními subjektivními příznaky otravy jsou bolesti hlavy, poté zhoršení koordinace a snížení pozornosti. Nejvíce citliví k působení CO jsou opět lidé s kardiovaskulárním onemocněním (EEA 2013). Toxické účinky CO se projeví nejvíce v orgánech a tkáních s vysokou spotřebou kyslíku, jako je mozek, srdce a kosterní svalstvo. Nebezpečný je také pro vyvíjející se plod (WHO 2000).</p>	<p>CO může přispívat ke vzniku přízemního ozonu (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>
<p><b>Volatilní organické látky</b> Volatilní organické látky (VOC) jsou definovány jako organické látky (s výjimkou metanu), které se mohou za normálních atmosférických podmínek teploty a tlaku vypařovat (při teplotě 20 °C má tlak par 0,01 kPa a více) (Zákon o ovzduší č. 201/2012 Sb.; Thurston 2008). Ovlivňují oxidační vlastnosti atmosféry, jsou prekurzory přízemního ozonu a sekundárních organických aerosolů (Hoerger et al. 2015). VOC jsou tvořeny velkým množstvím látek, v roce 2021 jich bylo dle US EPA evidováno 97 (David, Niculescu, 2021). Vzhledem k jejich vysokému počtu jejich setrvání v atmosféře kolísá od hodin (reaktivní sloučeniny VOC) až po měsíce (málo reaktivní VOC). Z atmosféry jsou odstraňovány zejména reakcemi s radikály (hydroxylové, halogenové), nitráty, přízemním ozonem a fotolytickými reakcemi. Tyto procesy jsou závislé nejen na druhu VOC, ale i na lokalitě, ročnímu období a denní době. Přírodním zdrojem VOC jsou rostliny, antropogenní aktivity produkující VOC jsou zejména používání motorových vozidel a rozpouštědel (Reimann et al. 2018).</p>	<p>Expozice parám VOC může působit několik zdravotních komplikací, od podráždění očí, bolesti hlavy, po respirační potíže. Některé VOC mohou být karcinogenní. Negativní účinky na zdraví člověka se projevují intenzivněji zejména ve vnitřních prostorách (EPA 2023, Zhou et al. 2023).</p>	<p>VOC ovlivňují životní prostředí prostřednictvím svého zapojení do reakcí podporující vznik přízemního ozonu (Zhou et al. 2023).</p>

Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<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 těkavé 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 (<math>PM_{2,5}</math>). Z hodnocení zdravotních dopadů <math>PM_{2,5}</math> na lidské zdraví vyplynulo, že variabilitu epidemiologických výsledků nelze vysvětlit pouze proměnlivostí koncentrací <math>PM_{2,5}</math> v prostoru. Příčinou mohou být právě více toxikologicky aktivní složky <math>PM_{2,5}</math> (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 (<math>PM_{2,5}</math>). 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 (ČHMÚ 2024b). Výsledné emisní inventury jsou prezentovány v podobě emisních bilancí v sektorovém a územním členění (ČHMÚ 2024c). Doprovodné dokumenty popisující metodiky zpracování emisních inventur jsou prezentovány na internetových stránkách (ČHMÚ 2024d). Při zpracování emisních inventur jsou průběžně implementovány aktualizované metodické postupy a rovněž každoroční doporučení týmu kontrolujícího metodiky emisních inventur u členských států EU. Zpráva sestavená v roce 2024 představuje výsledky inventarizace emisí pro období 1990–2022 (ČHMÚ 2024e).

### Emisní inventura v ČR

Zdroje znečišťování ovzduší jsou z hlediska způsobu sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně (ČHMÚ 2024b). 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.

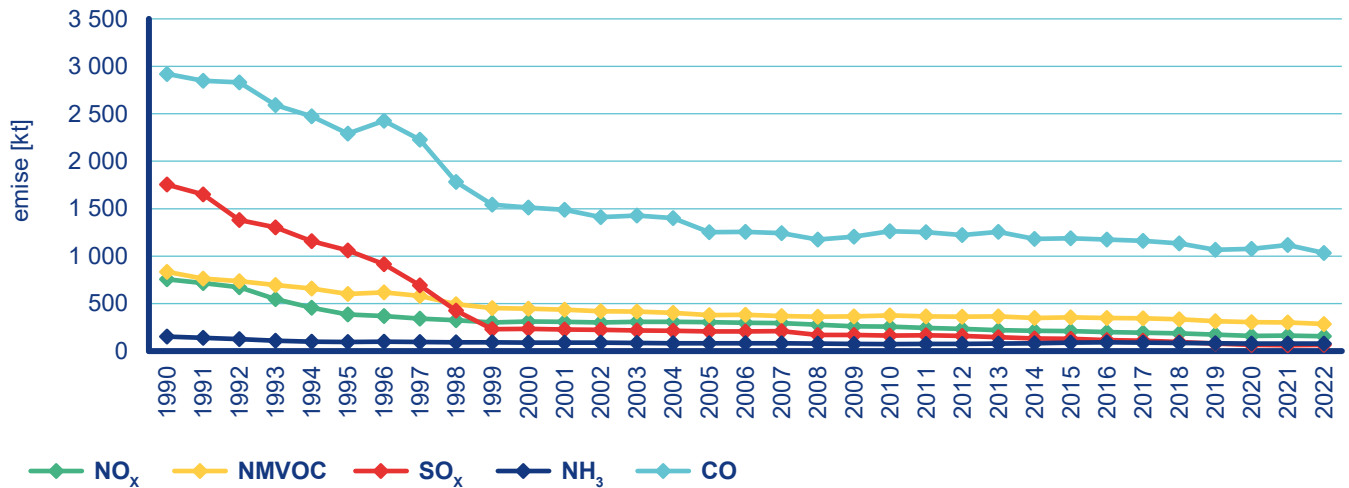
Hromadně jsou sledovány také údaje o mobilních zdrojích (REZZO 4), které zahrnují emise ze silniční (včetně emisí NMVOC z odparů benzínu z palivového systému vozidel a emisí z otěrů brzd, pneumatik a silnic), železniční, vodní a letecké dopravy a z provozu nesilničních strojů a mechanismů (zemědělské,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

emisní inventury nejsou emise z resuspenze ze silniční dopravy, tj. zvíření prachu při provozu vozidel, zahrnované pouze pro modelové hodnocení úrovně znečištění.

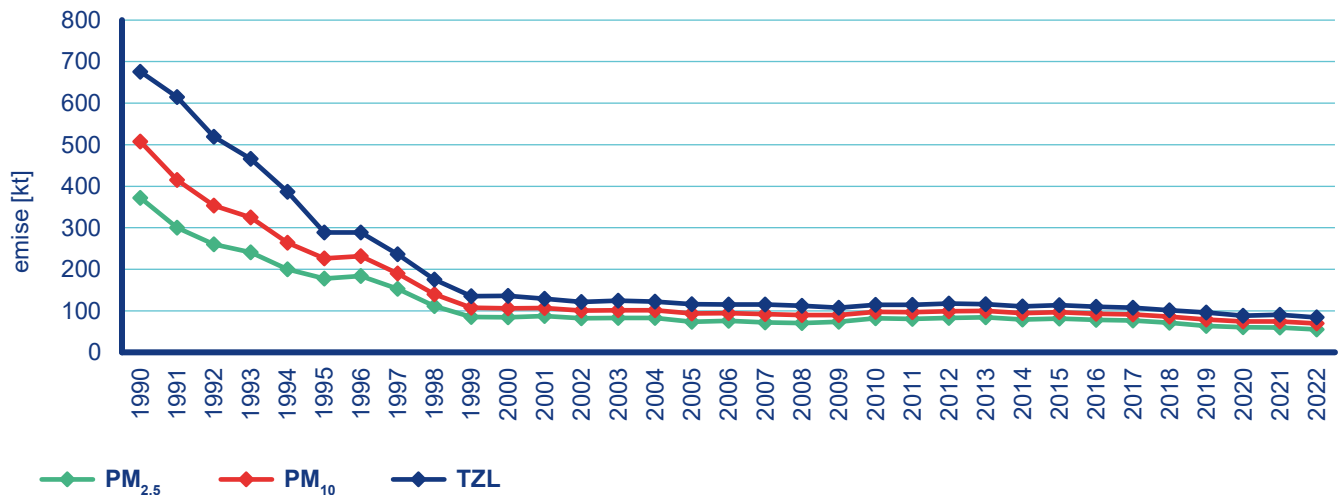
### Vývoj emisí

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 1990–2022 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 ze stacionárních zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 výrazně poklesly vlivem zavedení systému řízení kvality ovzduší, který aplikuje na různých úrovních řadu nástrojů (normativní, ekonomické, informační atd.). Dopady těchto nástrojů se nejvíce projevíly koncem devadesátých let minulého století, tj. v období, kdy vstoupily v obecnou platnost emisní limity zavedené tehdy novou legislativou. Výrazné snížení produkce emisí z nejdůležitějších 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 trvalý pokles emisí u energetických a průmyslových zdrojů přetrvávají i v současnosti na mnoha místech ČR problémy s dodržováním požadavků na kvalitu ovzduší. Vedle lokálního ovlivnění mobilními zdroji (REZZO 4) se na kvalitě ovzduší celoplošně projevuje téměř u všech znečišťujících látek vliv spotřeby pevných paliv v domácnostech (REZZO 3). Přestože dochází k trvalé obměně vozového parku a částečně také kotlů v domácnostech, nebyla zatím k regulaci těchto zdrojů uplatněna celoplošně účinná opatření, následkem čehož tyto zdroje i nadále ovlivňují kvalitu ovzduší především v menších sídlech. 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.

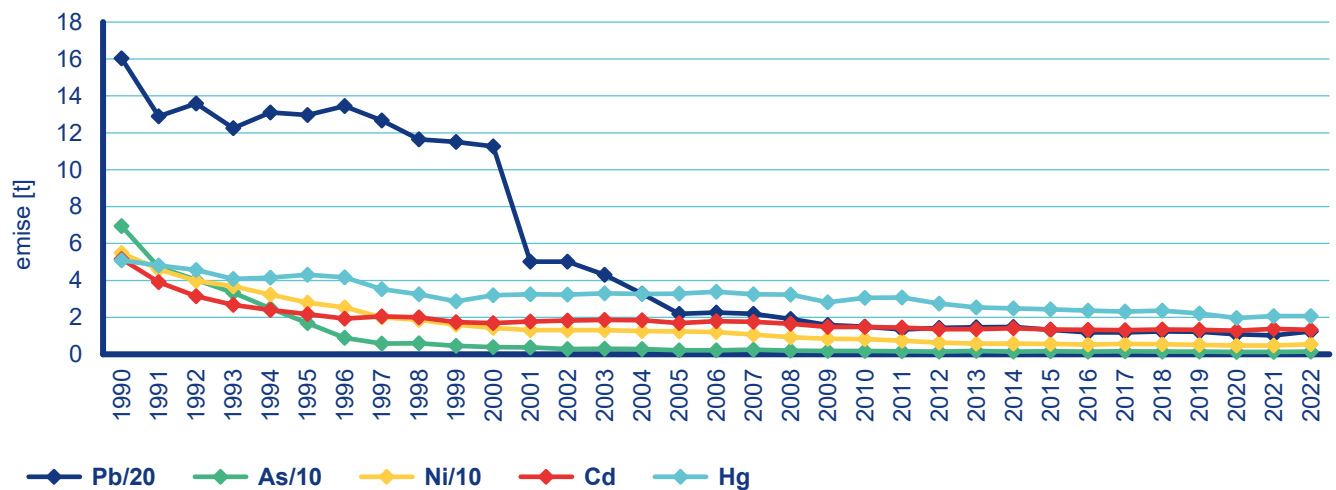
## II. Znečišťování ovzduší



Obr. II.1 Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2022



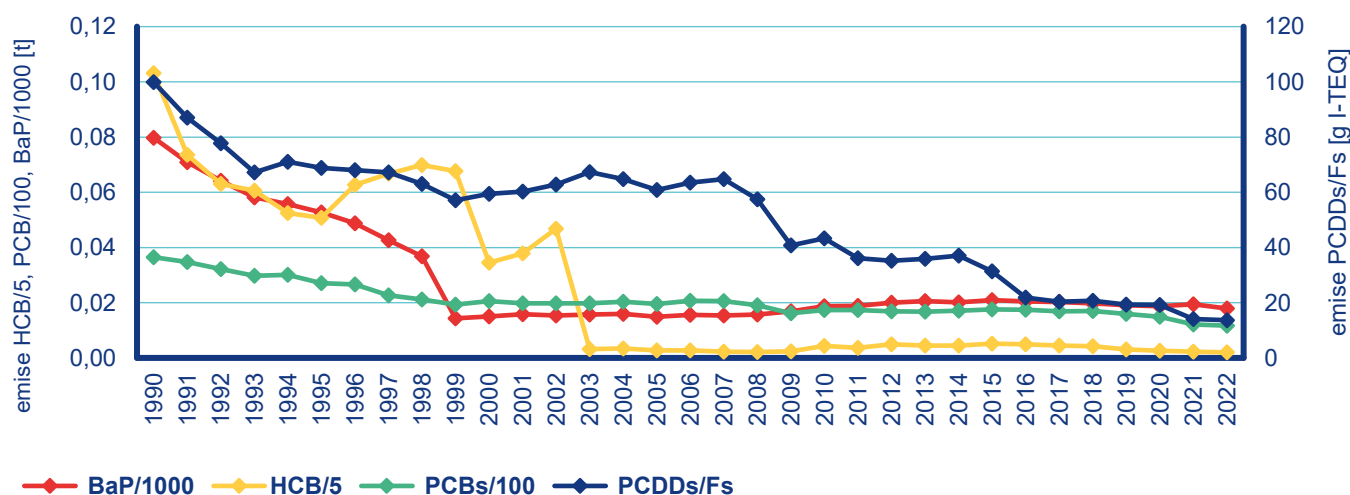
Obr. II.2 Vývoj celkových emisí částic, 1990–2022



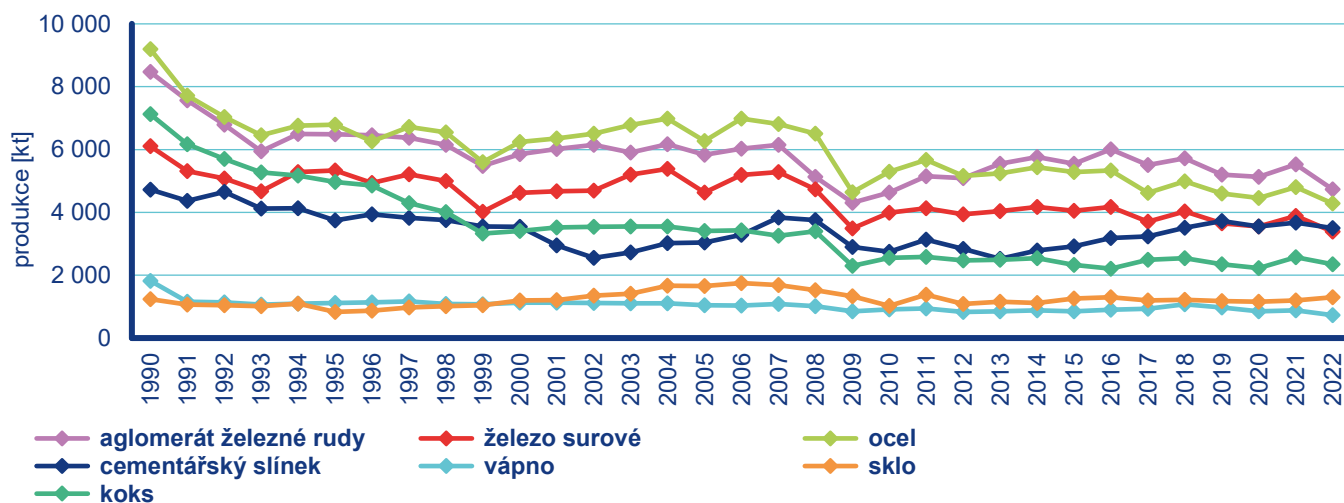
Obr. II.3 Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2022

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). Příznivý

trend v dalších letech nepokračoval, a to zejména z důvodu rostoucích cen zemního plynu a elektřiny. Po roce 2009 začala výrazněji stoupat především spotřeba palivového dřeva (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 přirozené obnovy vozového parku a zavádění přísnějších emisních norem pro nová vozidla uváděná na trh. Ukončení prodeje olovnatého benzínu v roce 2001 způsobilo výrazné snížení emisí Pb do ovzduší (Obr. II.3). Nárůst intenzity dopravy související i s hospodářským růstem v předminulém desetiletí se projevil výrazným zvyšováním spotřeby pohonných hmot (Obr. II.8).

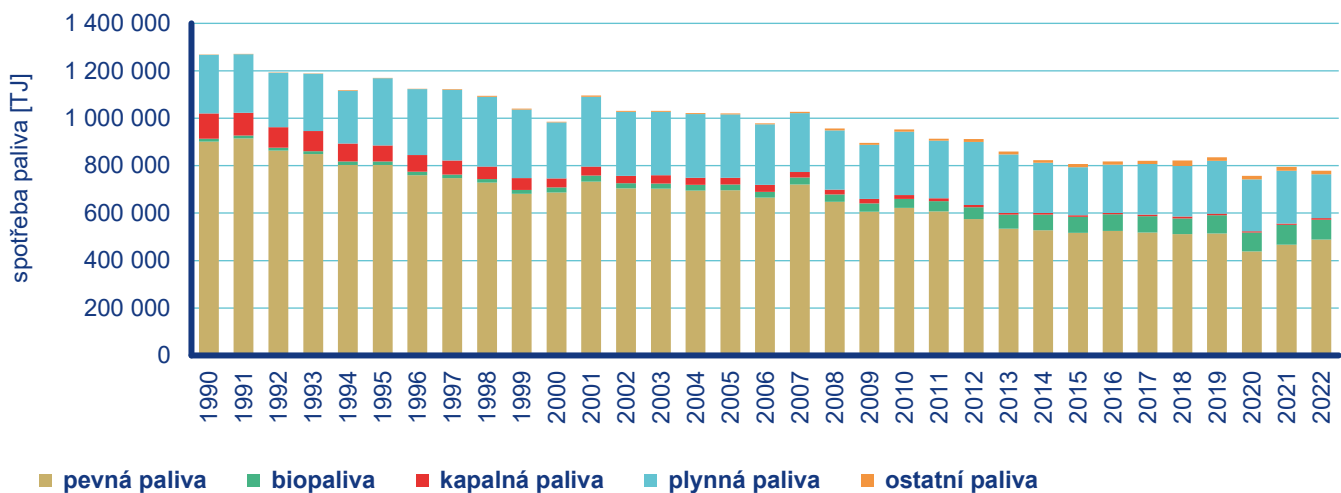


Obr. II.4 Vývoj celkových emisí POP, 1990–2022

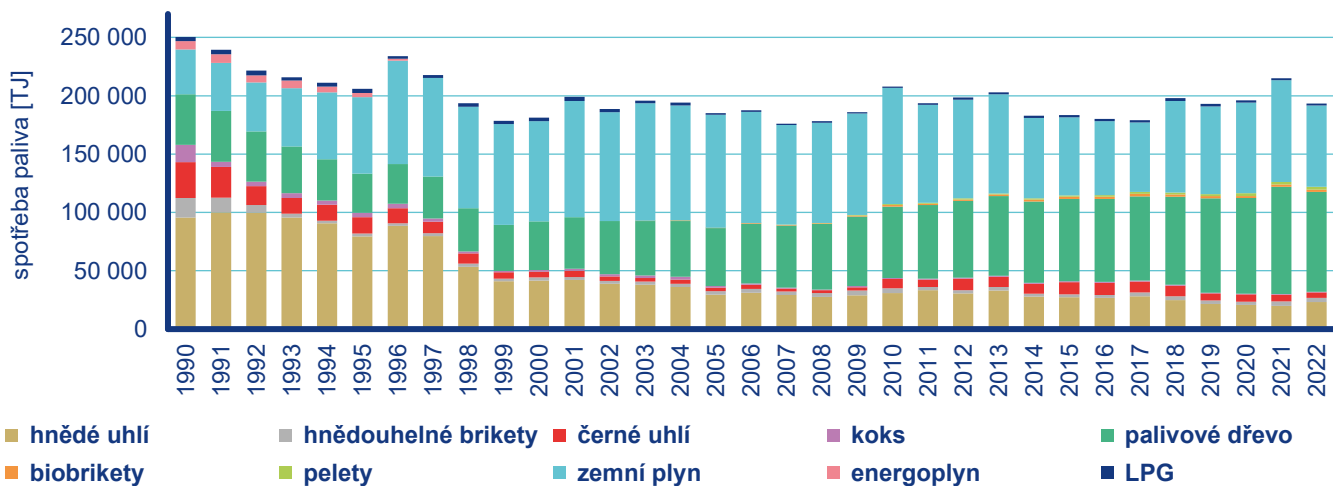


Obr. II.5 Produkce základních průmyslových výrobků, 1990–2022

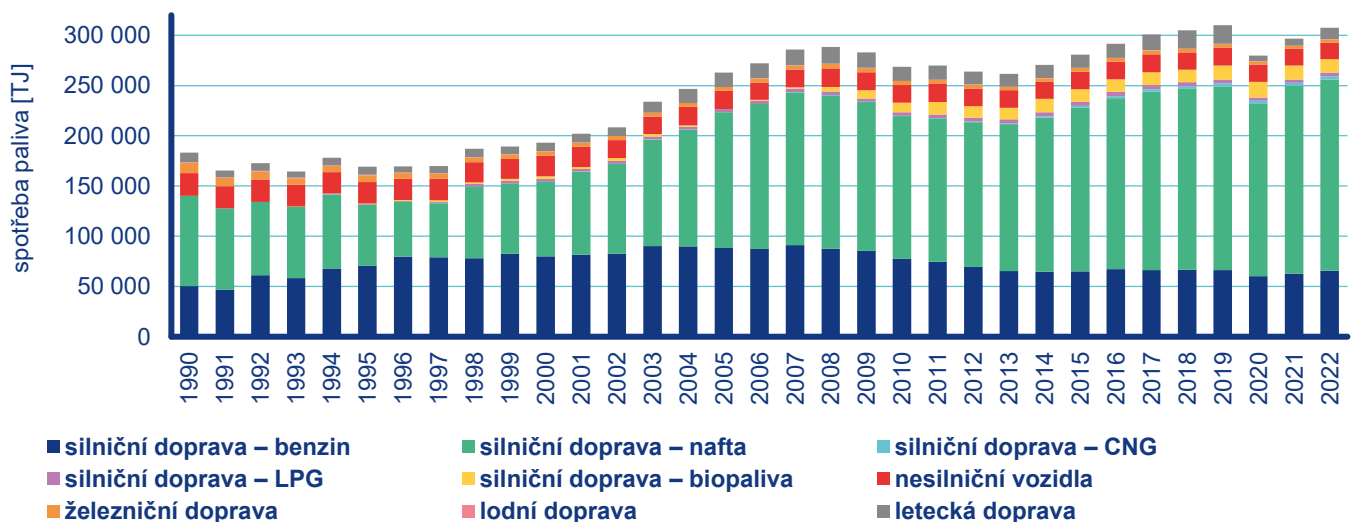




Obr. II.6 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 1 a REZZO 2, 1990–2022



Obr. II.7 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 3 (domácnosti), 1990–2022



Obr. II.8 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2022

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 dvoufázovým zavedením minimálních hodnot emisních parametrů pro spalovací zdroje na pevná paliva se 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 minimálně 3. emisní třídu, čímž by mělo dojít k odstavení starých typů kotlů a k jejich náhradě modernějšími zařízeními s nižšími emisemi nebo bezemisními zdroji, především tepelnými čerpadly. Výměny kotlů probíhají postupně a společně se snižováním energetické náročnosti budov jsou podporovány dotační politikou na celorepublikové i krajské úrovni. Po mírném poklesu a následné stagnaci začala i přes zavádění úspornějších vozidel opět narůstat spotřeba pohonných hmot, především motorové nafty. Do vývoje emisí z průmyslu a dopravy zasáhla v období let 2020 až 2021 omezení a opatření zavedená v souvislosti s šířením nového typu koronaviru SARS-COV-2.

V průběhu roku 2023 byl dokončen přepočítání celé časové řady emisí z vytápění domácností, prezentovaný v předchozí ročence. Nejvýznamněji se nově zpracovaná metodika promítla u emisí TZL a částic PM a dále u emisí NMVOC i CO (ČHMÚ 2024f). V emisní inventuře jsou tak zohledněny mj. informace o každoroční proměně struktury kotlů založené na prodejních statistikách sledovaných MPO a další metodické změny, jako je např. zohlednění faktu, že spalovací zdroje pro vytápění nejsou po většinu času

provozovány na jmenovitý výkon. Vyhodnocení informací z kontrol technického stavu a provozu kotlů na pevná paliva, přístupných pro ČHMÚ na portálu ISPOP, bylo využito pro stanovení podílu instalací akumulčních nádob u kotlů s ručním příkládáním paliva. Pro aktualizaci sady používaných emisních faktorů kotlů a topidel byly využity částečné výsledky, dosažené v rámci projektu SS02030031 ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (financován se státní podporou TA ČR v rámci programu Prostředí pro život).

Vyhodnocení emisí za rok 2023 (předběžná data) ukazuje meziroční pokles u všech emisí. Pokles emisí bylo možné stejně jako v roce 2022 očekávat v návaznosti na příznivější podmínky topného období, které se promítají do modelového výpočtu emisí z vytápění domácností. K ještě většímu procentnímu snížení došlo u průmyslových zdrojů, mj. v souvislosti s poklesem produkce u energeticky a emisně náročných komodit. Podle předběžných údajů se výroba železa, oceli ale také cementu snížila meziročně o cca 20 %. Snížení početních stavů prasat a drůbeže i nižší spotřeba minerálních hnojiv jsou příčinou poklesu emisí NH<sub>3</sub>. V roce 2023 došlo k nejnižší produkci všech sledovaných emisí v hodnoceném období 2013–2023. K největšímu poklesu celkových emisí došlo meziročně u SO<sub>x</sub> o cca 16 %, dále pak u emisí TZL (o cca 14 %), CO (o cca 13 %) a NMVOC (o cca 10 %). O necelých 5 % se snížily také emise NH<sub>3</sub>. Podrobnější vyhodnocení podílu jednotlivých kategorií zdrojů na celkových emisích a vývoje emisí znečišťujících látek především pro vyjmenované zdroje lze nalézt v kapitole IV.

Tab. II.1 Porovnání emisí hlavních znečišťujících látek, 2022–2023 (předběžné údaje)

Kategorie zdrojů	TZL		SO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>		CO		NMVOC		NH <sub>3</sub>	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
	kt-rok <sup>-1</sup>											
<b>Rok</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
REZZO 1-2	5,6	4,7	47,0	37,8	60,0	50,5	197,0	161,5	20,2	19,1	0,6	0,4
REZZO 3	72,0	61,6	17,5	16,1	31,0	29,5	749,6	650,4	251,9	223,3	76,6	73,3
<b>CELKEM stac. zdroje</b>	<b>77,6</b>	<b>66,3</b>	<b>64,5</b>	<b>53,9</b>	<b>91,0</b>	<b>80,0</b>	<b>946,6</b>	<b>811,9</b>	<b>272,1</b>	<b>242,4</b>	<b>77,2</b>	<b>73,7</b>
REZZO 4	6,3	6,3	0,2	0,2	65,2	63,0	87,9	86,7	13,8	13,8	0,8	0,8
<b>CELKEM</b>	<b>83,9</b>	<b>72,6</b>	<b>64,7</b>	<b>54,1</b>	<b>156,2</b>	<b>143,0</b>	<b>1034,5</b>	<b>898,6</b>	<b>285,9</b>	<b>256,2</b>	<b>78,0</b>	<b>74,5</b>

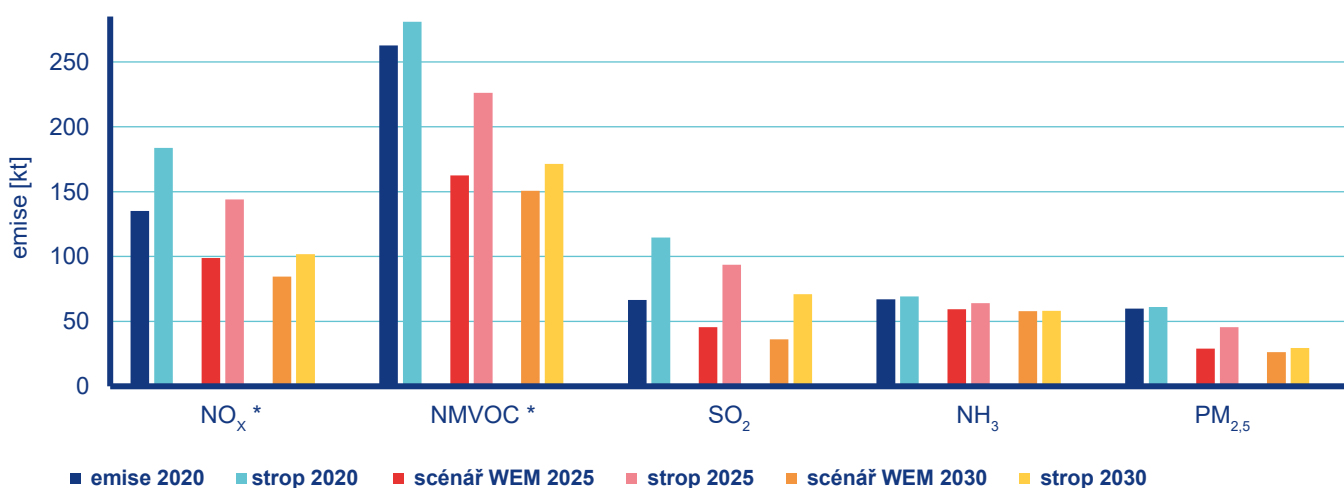
## Projekce emisí

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

Pro účely aktualizace Národního programu snižování emisí (MŽP 2019) byla zpracována emisní projekce pro období 2020–2030, 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 březnu 2023. Projekce pro emise  $\text{NO}_x$ , NMVOC,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  a části-

ce  $\text{PM}_{2,5}$  vychází především z odborného vyhodnocení budoucích emisí a aktivitních dat pro významné kategorie zdrojů, jako jsou například energetika, doprava, zemědělství, používání rozpouštědel nebo nakládání s odpady. Veškerá plánovaná opatření jsou obsažena v již platné legislativě a z toho důvodu jsou všechna zahrnuta ve scénáři WEM (Obr. II.9).

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



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

Poznámka: Emise  $\text{NO}_x$  a NMVOC z NFR kategorií 3B a 3D se nezahrnují.

## III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY

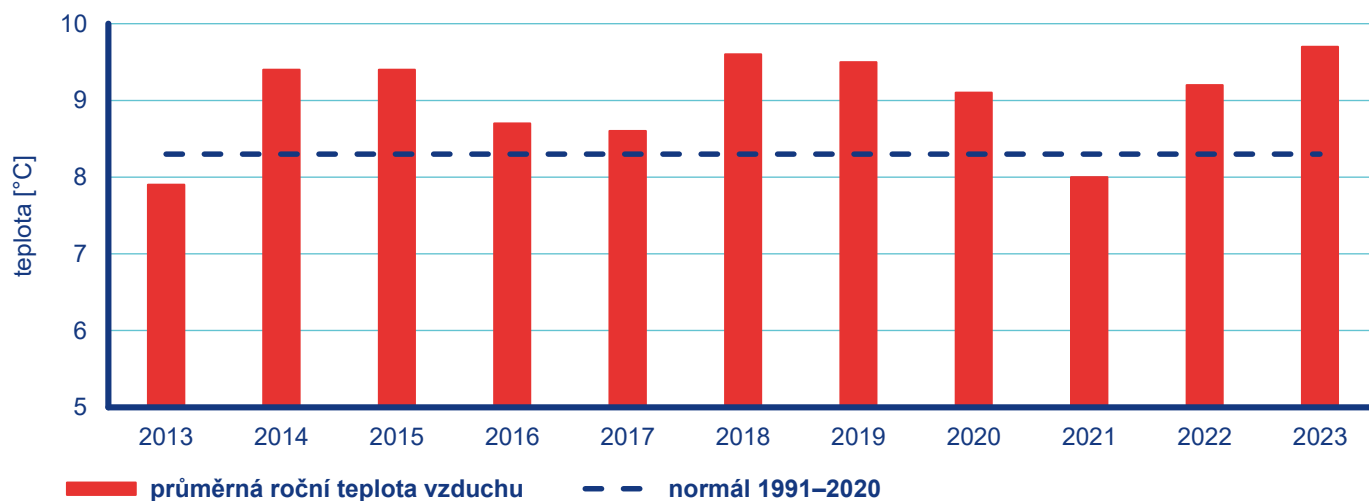
Míru znečištění ovzduší ovlivňuje množství emisí z antropogenních a přírodních zdrojů, ale meteorologické podmínky. A to zejména teplota vzduchu, rychlost větru a vertikální stabilita atmosféry určují rozptylové podmínky, srážky pak napomáhají procesu samočištění atmosféry. Rozptylové podmínky lze číselně vyjádřit pomocí ventilačního indexu<sup>1</sup>, který je definován jako součin výšky směšovací vrstvy<sup>2</sup> a průměrné rychlosti větru v ní (Ferguson 2001, Škáchová 2020). Závislost antropogenních emisí z vytápění na teplotě vzduchu vyjadřují denostupně, jejichž výpočet je upraven vyhláškou č. 194/2007 Sb. Podrobnější specifikace vlivu meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší je uvedena v ČHMÚ (2024b).

### Meteorologické podmínky v roce 2023

Rok 2023 byl na území ČR teplotně silně nadnormální, průměrná roční teplota vzduchu 9,7 °C byla o 1,4 °C vyšší než normál 1991–2020 (Obr. III.1). Jde tak o vůbec nejteplejší rok zaznamenaný v řadě od roku 1961. Doposud nejteplejším rokem na našem území byl rok 2018 s průměrnou roční teplotou 9,6 °C, následovaly roky 2019 (9,5 °C), 2014 a 2015 (9,4 °C). V roce 2023

byla u všech měsíců, kromě dubna a května, odchylka průměrné měsíční teploty vzduchu na území ČR od normálu 1991–2020 kladná. Výrazně teplé byly měsíce leden (odchylka +3,4 °C), září (odchylka +3,5 °C), říjen (odchylka +2,9 °C) a prosinec (odchylka +2,5 °C). Září bylo hodnoceno jako mimořádně nadnormální a bylo nejteplejším doposud zaznamenaným zářím na území ČR. Leden a říjen byly hodnoceny jako silně nadnormální, prosinec a také červenec (odchylka +1,3 °C) pak jako teplotně nadnormální. Velmi chladný byl naopak duben, s průměrnou teplotou 6,4 °C (odchylka -2,1 °C) byl hodnocen jako teplotně silně podnormální (Obr. III.2).

Srážkově byl rok 2023 na území ČR normální, průměrný roční úhrn srážek 732 mm představuje 107 % normálu 1991–2020 (Obr. III.3). V průběhu roku se střídaly na srážky bohaté a chudé měsíce. Srážkově silně nadnormální byly měsíce duben s úhrnem 68 mm (174 % normálu), srpen s úhrnem 135 mm (173 % normálu), listopad s úhrnem 90 mm (200 % normálu) a prosinec a úhrnem 92 mm (200 % normálu). Naopak velmi suché bylo září, kdy na území ČR spadlo v průměru pouze 18 mm srážek (30 % normálu). Srážkově podnormální byly dále měsíce květen a červen, kdy spadlo 61 a 56 % srážkového normálu (Obr. III.4).

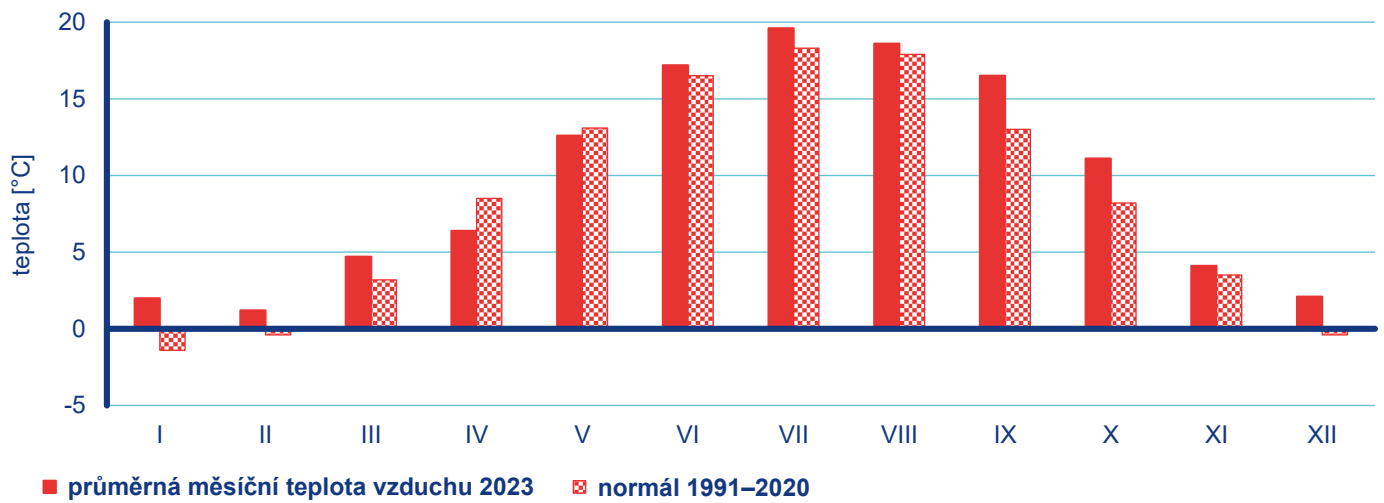


Obr. III.1 Průměrná roční teplota vzduchu, 2013–2023

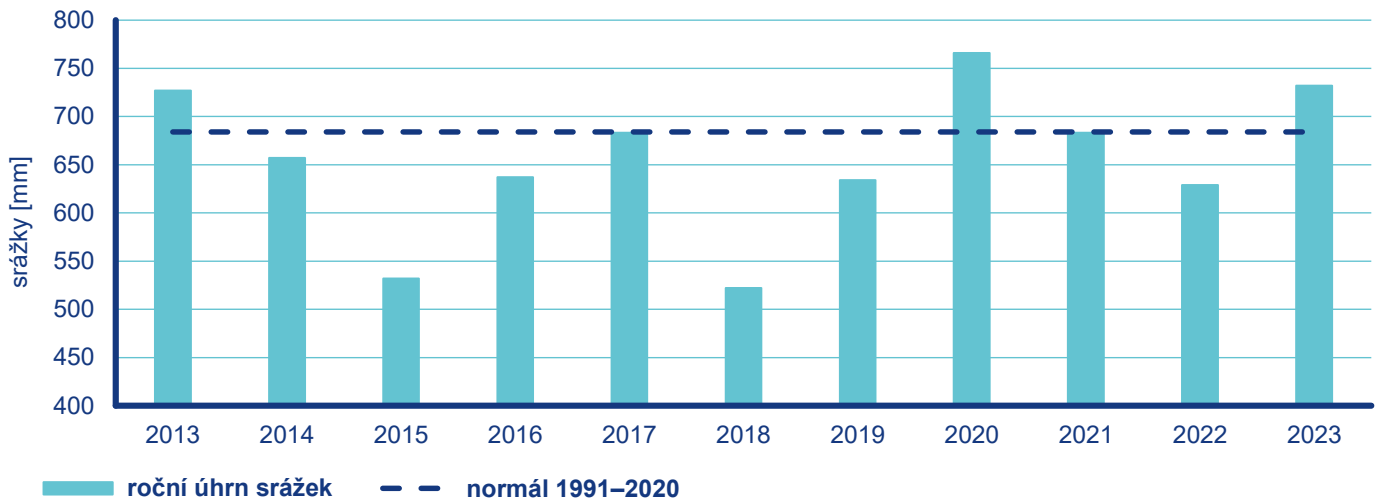
1 [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes\\_zpravy/mesprehledy.html#ventindex](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/mesprehledy.html#ventindex)

2 Směšovací vrstvou rozumíme vrstvu atmosféry mezi zemským povrchem a spodní hranicí nejnižší zádržné teplotní vrstvy (ČMeS, 2023).

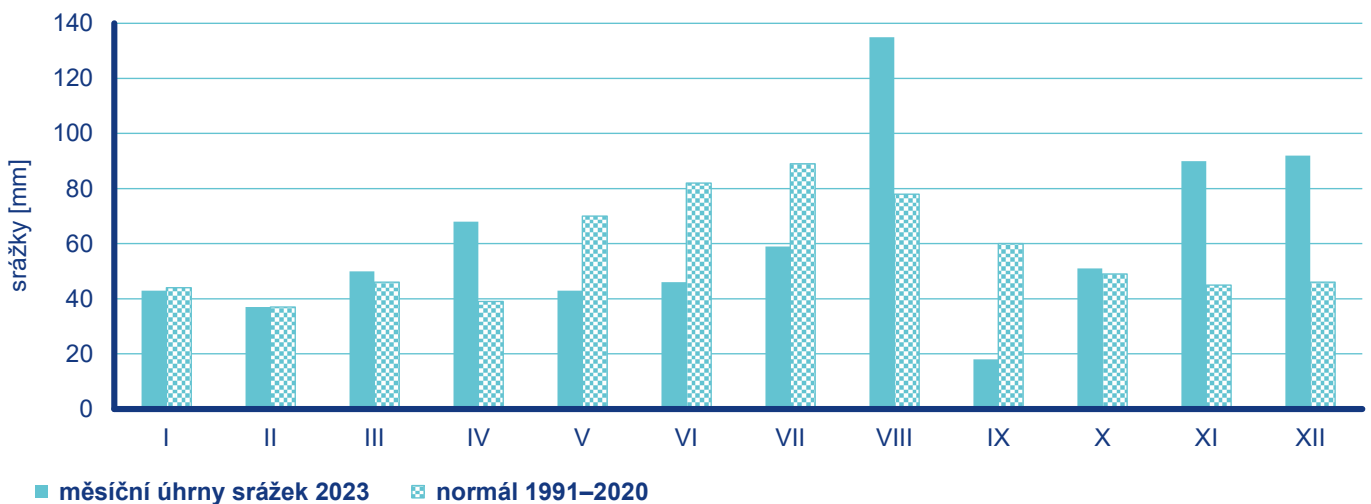
### III. Meteorologické a rozptylové podmínky



Obr. III.2 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2023 v porovnání s normálem 1991–2020



Obr. III.3 Roční úhrn srážek, 2013–2023

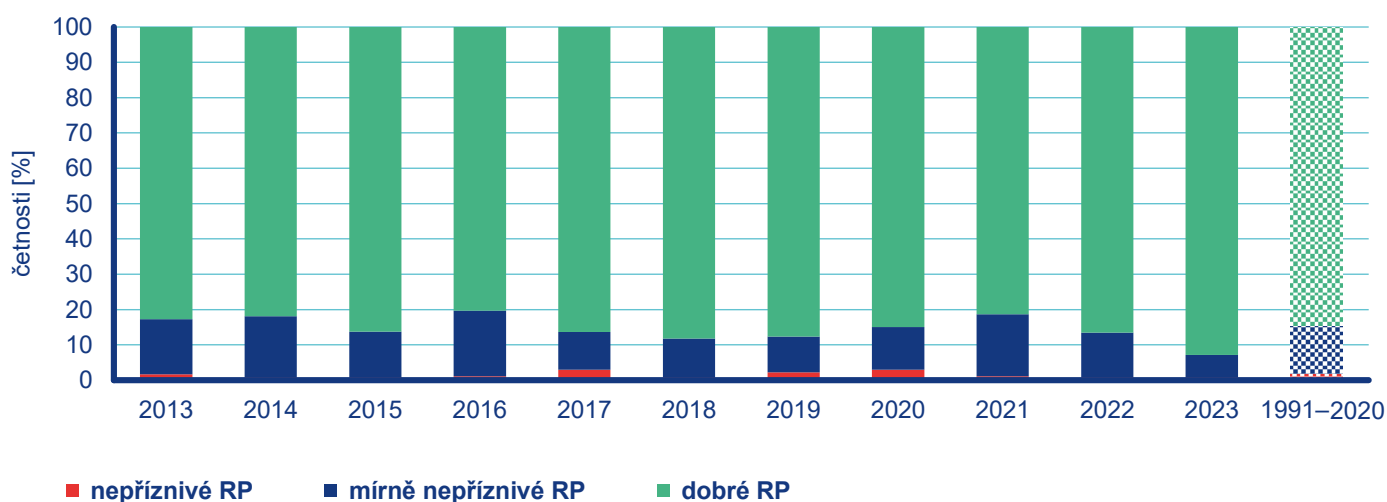


Obr. III.4 Měsíční úhrny srážek v roce 2023 v porovnání s normálem 1991–2020

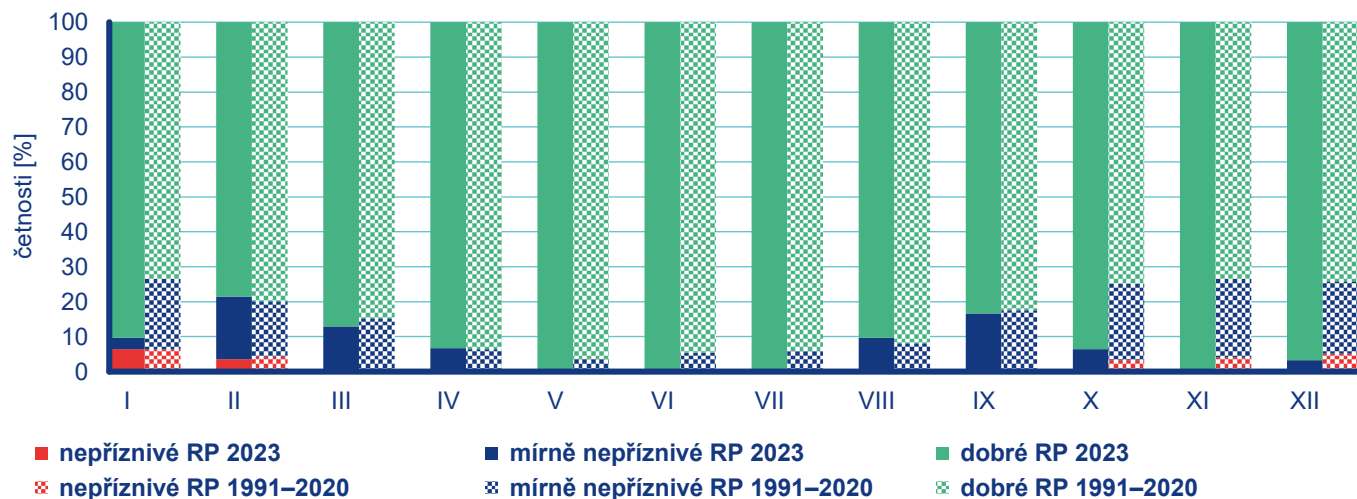
## Rozptylové podmínky v roce 2023

V porovnání s dlouhodobým průměrem 1991–2020 panovaly v roce 2023 zlepšené rozptylové podmínky (RP; Obr. III.5). Dobré rozptylové podmínky, vyjádřené pomocí ventilačního indexu pro celou ČR, byly v roce 2023 zaznamenány ve 339 dnech (93 %). V porovnání s dlouhodobým průměrem se jedná o zlepšení o 8 %.

Mírně nepříznivé RP se v roce 2023 vyskytly ve 23 dnech (6 %), nepříznivé RP pak ve dvou dnech (1 %). Pouze dobré RP se vyskytly v květnu, červnu, červenci a listopadu, nejméně dobrých RP bylo zaznamenáno v únoru (79 %). Nepříznivé RP byly zaznamenány pouze v lednu (7 %) a únoru (4 %). V porovnání s dlouhodobým průměrem 1991–2020 jsou květen, červen, říjen, listopad a prosinec hodnoceny jako měsíce s výrazně lepšími RP, leden jako měsíc se zlepšenými RP a červenec jako měsíc se zlepšenými RP na hranici s výrazně lepšími. Únor, březen, duben, srpen a září jsou pak měsíce se standardními RP (Obr. III.6).



Obr. III.5 Četnosti výskytu rozptylových podmínek, 2013–2023

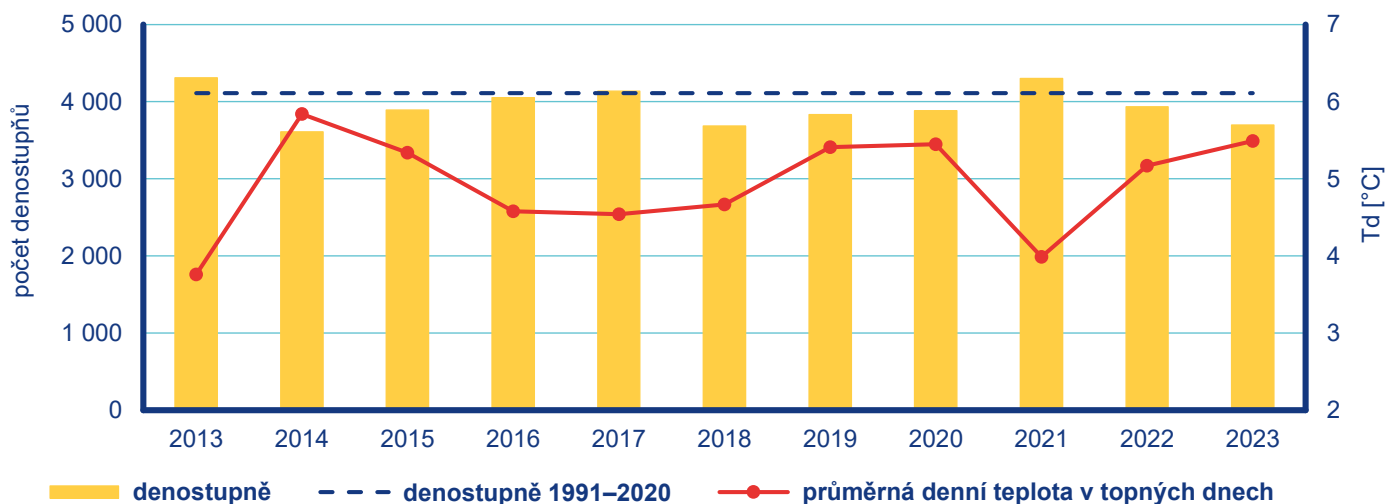


Obr. III.6 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v roce 2023 v porovnání s průměrem 1991–2020

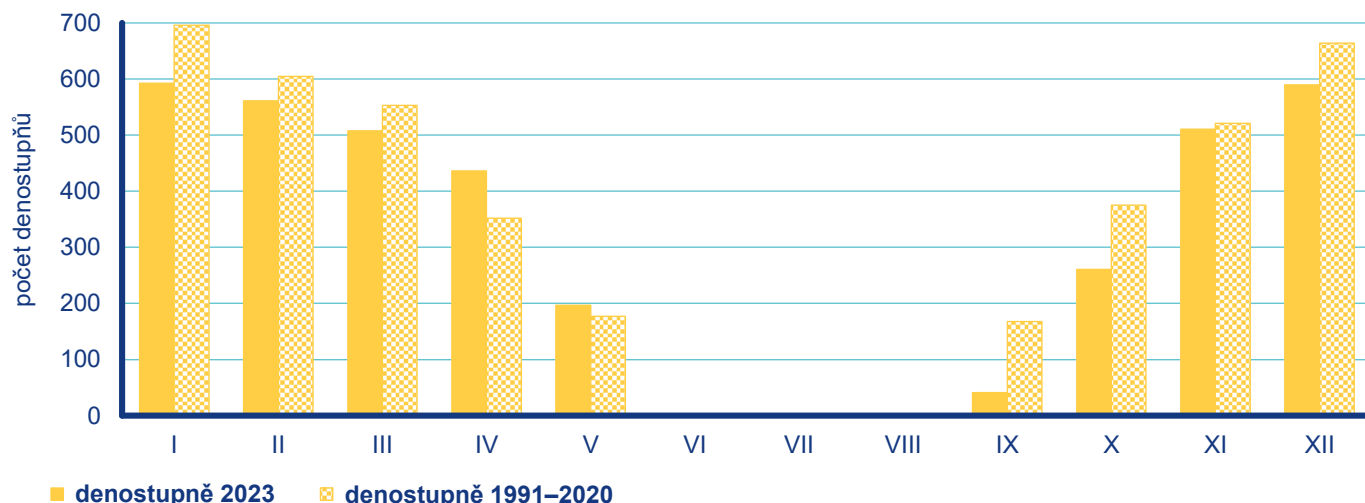
### Denostupně v roce 2023

V roce 2023 byl na území ČR počet denostupňů 3 696, což je o 415 méně než dlouhodobý průměr 1991–2020. V porovnání s obdobím 2013–2023 se jedná o třetí nejnižší počet denostupňů, přičemž průměrná denní teplota vzduchu v topných dnech (5,5 °C) byla v tomto období druhá nejvyšší (Obr. III.7). Nejnižší počet denostupňů (3 611) za období 2013–2023 byl zaznamenán v roce 2014, kdy byla současně naměřena nejvyšší průměrná teplota v topných dnech (5,8 °C). Naopak nejvyšší počet denostupňů (4 310) i nejnižší teplota (3,8 °C) byly zaznamenány v roce 2013.

Počty denostupňů se během celého roku, s výjimkou dubna a května, pohybovaly nad hodnotou dlouhodobého průměru 1991–2020 (Obr. III.8). Největší pokles počtu denostupňů oproti dlouhodobému průměru byl zaznamenán v září, které je klimaticky hodnoceno jako teplotně mimořádně nadnormální. Tím došlo k oddálení nástupu topné sezóny a ke snížení odhadovaných emisí z vytápění domácností. Největší nárůst počtu denostupňů byl zaznamenán v dubnu, který je hodnocen jako teplotně silně podnormální.



Obr. III.7 Počty denostupňů a průměrná denní teplota v topných dnech, 2013–2023



Obr. III.8 Počty denostupňů v topné sezoně 2023 (leden–květen, září–prosinec) 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 směrnici, 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. Pro hodnocení kvality ovzduší lze 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, jsou při shromažďování údajů a při výpočtech statistických parametrů 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 znečišťujících látek ovzduší, nicméně pokrývá celou ČR. V roce 2023 byla do databáze ISKO dodána naměřená data celkem z 200 stanic. Pátevní síť monitorovacích stanic je Státní síť imisního monitoringu (SSIM), kterou provozuje ČHMÚ. Její součástí jsou jak stanice s automatizovaným, tak i s manuálním měřicím programem, ze kterých jsou odebrané vzorky analyzovány v laboratořích ČHMÚ. V některých případech je na jedné lokalitě znečištění ovzduší sledováno současně automatickými i manuálními

metodami. SSIM je doplněna 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.

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 (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 jsou stanoveny v příloze č. 4 vyhlášky 330/2012 Sb. V místech, kde úroveň znečištění dosahuje nebo přesahuje horní mez, se posuzování úrovně znečištění provádí měřením v souladu s cíli kvality údajů podle části I přílohy č. 1 k této vyhlášce.

Pro hodnocení kvality ovzduší a pro tvorbu plošných map od roku 2022 jsou dispozici výstupy ze Sčítání lidu, domů a bytů 2021 (ČSÚ 2023). Více podrobností o úpravě výpočtu prostorového rozložení emisí lze nalézt v Příloze I nebo v ČHMÚ (2024b).

Dalším výstupem jsou diagramové mapy, které přehledně znázorňují vývoj imisních charakteristik v letech 2013–2023. Dále grafy vývoje imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek ukazují vývoj úrovně znečištění ovzduší za posledních 11 let, porovnání situace v aktuálně hodnoceném roce s průměrem za předešlé desetileté období a vývoj úrovně znečištění během aktuálního roku. Pro lepší orientaci v grafech je zavedena jednotná barevná škála, kde jednotlivé barvy prezentují určitý typ stanice (Tab. IV.2).

**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)



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

	<b>Zjednodušená klasifikace stanic</b>	<b>Klasifikace EoI</b>
	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

Jedná se o zjednodušenou klasifikaci, která vychází z oficiální klasifikace EoI, včetně podkategorií (více v ČHMÚ 2024b). V datové ročence „Souhrnný tabelární přehled“ (ČHMÚ 2024a) jsou uvedeny přehledy naměřených koncentrací znečišťujících látek ve venkovním ovzduší v ČR na jednotlivých měřicích stanicích za rok 2023. Hodnoty jsou seřazeny sestupně a šedým

podkladem je zvýrazněno překročení imisního limitu. Grafy vývoje emisí znečišťujících látek na území ČR ukazují vývoj úrovně znečišťování ovzduší v členění na sektory za posledních 10 let, přičemž údaje za aktuální hodnocený rok nejsou v době vydání publikace k dispozici.

## 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. Stále zde dochází k překračování imisních limitů  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  pro ochranu lidského zdraví.

### IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2023

#### Suspendované částice $PM_{10}$

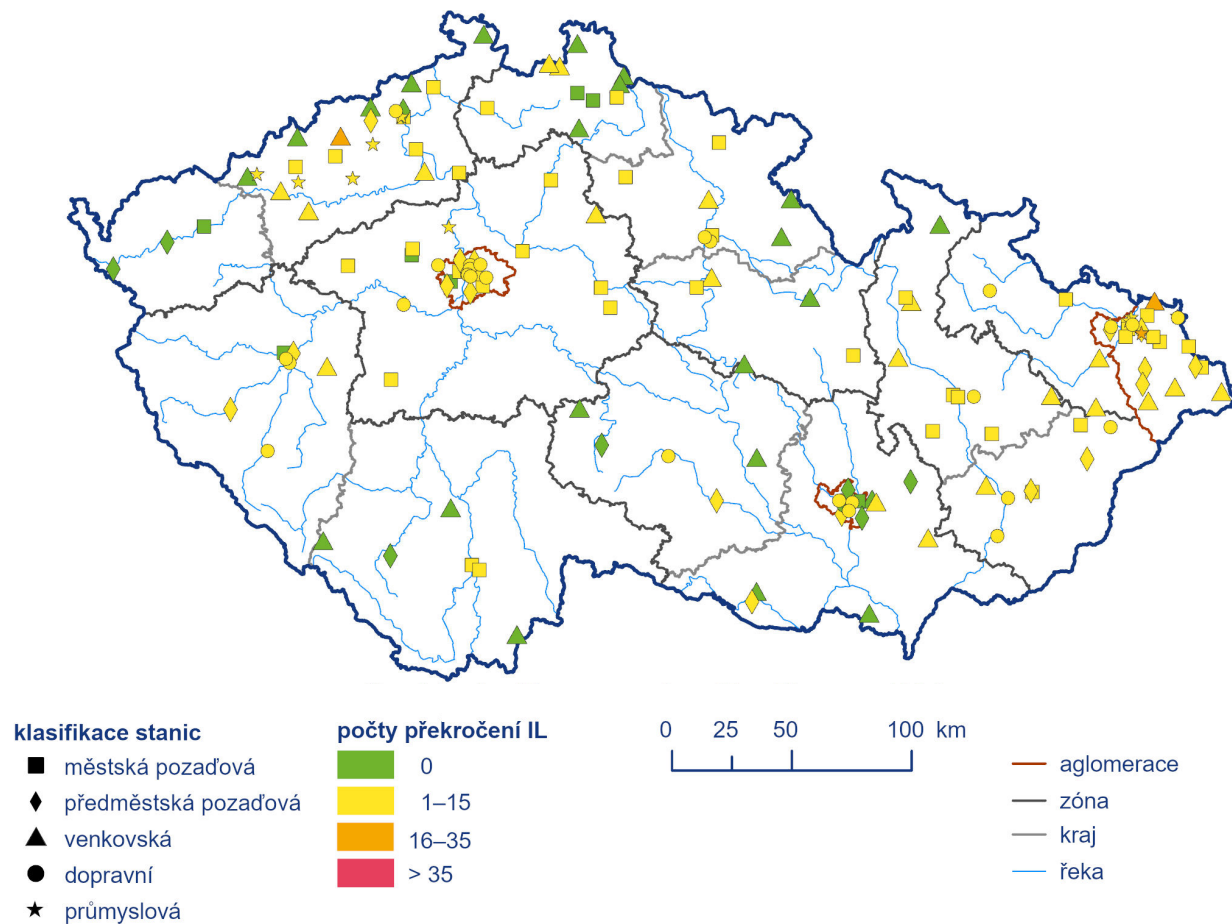
K překročení 24hodinového imisního limitu  $PM_{10}$  ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , povolený počet překročení 35× za kalendářní rok) v roce 2023 nedošlo<sup>1</sup> na žádné ze 158 stanic s dostatečným počtem dat pro hodnocení (Obr. IV.1.1, Obr. IV.1.2 a Obr. IV.1.7). Jedná se tak o první rok za celou historii měření  $PM_{10}$  od 90. let minulého století, kdy 24hodinový imisní limit nebyl překročen. V posledních letech docházelo k překročení imisního limitu zejména na území aglomerace O/K/F-M. V roce 2023 byl nejvyšší počet překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu  $PM_{10}$  zaznamenán na venkovské stanici Lom v Ústeckém kraji (18×) a na stanicích na území aglomerace O/K/F-M, a to na venkovské stanici Věřňovice-Dolní Lutyně (17×), na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ (16×), Karviná (14×)<sup>2</sup> a Ostrava-Přívoz (13×). Dále byl vyšší počet překročení hodnoty 24hodinového imisního limitu  $PM_{10}$  zaznamenán na dopravních stanicích v aglomeracích O/K/F-M (Ostrava-Českobratrská hot spot – 13×, Karviná ZÚ – 12×) a Brno (Brno-Svatoplukova 12×) a na městské pozadové stanic v aglomeraci Praha (Praha 10-Šrobárova – 14×). K podobnému počtu překročení došlo i na městských pozadových stanicích Havířov (12×) a Český Těšín (12×).

Stanice v aglomeraci O/K/F-M jsou dlouhodobě ovlivněny dálkovým transportem znečištění z Polska. Ve vzdálenostech jednotek kilometrů od státní hranice může polský podíl na znečištění dosahovat až poloviny celkové naměřené koncentrace  $PM_{10}$ . Na většině aglomerace O/K/F-M ale výrazně převažuje znečištění z tuzemských zdrojů. Stanice Ostrava-Radvanice ZÚ je navíc ovlivněna průmyslovými emisemi a stanice Ostrava-Českobratrská (hot spot) emisemi z dopravy. Na stanici Věřňovice-Dolní Lutyně 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-Dolní Lutyně pro český venkov je proto omezená a výsledky měření z této stanice nejsou zahrnuty v dalších charakteristikách (roční chod měsíčních koncentrací a vývoj koncentrací). Podobně nejsou do dalších charakteristik zahrnuty ani výsledky měření ze stanice Lom v Ústeckém kraji. I tato stanice patří také mezi specifické, protože zde se kromě vlivu emisí z důlní činnosti projevuje i vliv lokálního vytápění z blízkých rodinných domků.

K překračování imisního limitu docházelo nejčastěji v únoru, březnu a prosinci, kdy došlo k více než 90 % všech překročení hodnoty imisního limitu v součtu pro všechny stanice. V únoru, březnu a prosinci byla hodnota imisního limitu překročena alespoň jednou na nejvyšším počtu stanic, konkrétně na 98 stanicích v únoru, 75 stanicích v březnu a 82 stanicích v prosinci, z celkového počtu 158 stanic. Ve čtvrtek 7. 12. 2023 byly na území ČR vyhlášeny tři smogové situace (více viz kap. VI.).

Modelovaná 36. nejvyšší 24hod. průměrné koncentrace  $PM_{10}$  byla v roce 2023 překročena na 0,003 % území ČR<sup>3</sup> s cca 0,003 % obyvatel (Obr. IV.1.3). Za posledních pět let (0,02 % v roce 2022, 0,1 % v roce 2021, 0,001 % území v roce 2020 a 0,3 % v roce 2019) došlo v roce 2023 k překročení imisního limitu na druhé nejmenší ploše. Velká část území ČR (více než 99,5 %) byla v roce 2023 vystavena koncentraci do  $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tedy koncentraci pod horní mezí pro posuzování stanovené vyhláškou č. 330/2012 Sb<sup>4</sup>. Nejvíce zatíženou souvislou oblastí byla, stejně jako v předešlých letech, aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.4 a IV.1.5).

- 1 Na průmyslové stanici Brno-Výstaviště byl naměřen počet překročení hodnoty imisního limitu pro 24hod. koncentraci vyšší (64×) než je povolený počet (35×). Nicméně stanice nemá pro rok 2023 dostatečný počet dat pro hodnocení a navíc lze konstatovat, že měření, které bylo ponecháno jako experimentální, se ukázalo být nereprezentativní. Je silně ovlivněno blízkou stavbou a navíc koncentrace jsou navyšovány i znečištěním z dopravy. Měření již bylo ukončeno k 15. 1. 2024. Stanice Brno-Výstaviště není zahrnuta do celorepublikové statistiky a hodnocení stanic měřících koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$ .
- 2 Měření na stanici Karviná bylo v letech 2021–2023 ovlivněno okolními stavebními pracemi, stanice byla proto klasifikována jako průmyslová. Od roku 2024, po ukončení stavební činnosti, je stanice opět klasifikována jako městská pozadová.
- 3 Jedná se o zvýšené koncentrace, z velké části lokalizované do průmyslového areálu Třineckých železáren, a. s. Zdejší nadlimitní koncentrace je výsledkem výpočtů z modelu CAMx a odhadnutých fugitivních emisí z výroby železa a oceli.
- 4 Horní a dolní meze pro posuzování úrovně znečištění a povolený počet překročení jsou stanoveny v příloze č. 4 k této vyhlášce. Více podrobností viz úvod do kap. IV.



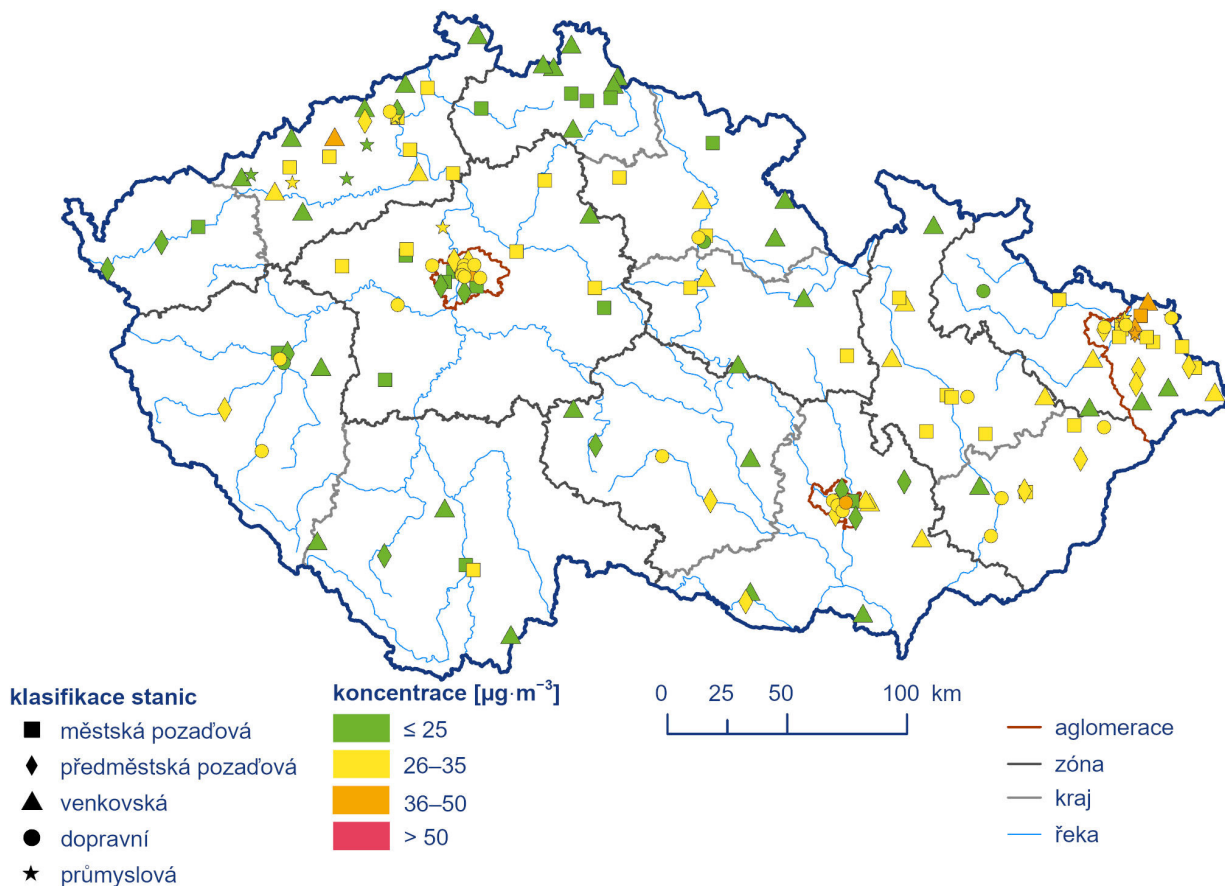
**Obr. IV.1.1 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro 24hod. průměrnou koncentraci  $PM_{10}$  na stanicích imisního monitoringu, 2023**

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné ze 163 stanic s dostatečným počtem dat pro hodnocení (Obr. IV.1.6, IV.1.7). Rok 2023 prodloužil spojitou řadu let bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci  $PM_{10}$  počínající rokem 2019. Zároveň jde o jediné roky za celou historii měření  $PM_{10}$  od 90. let minulého století, kdy roční imisní limit nebyl překročen. Nejvyšší roční průměrné koncentrace byly naměřeny na dopravní stanici Brno-Svatoplukova ( $23,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $23,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a na venkovské stanici Lom ( $22,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Relativně vyšší roční průměrná koncentrace byla dále zaznamenána na stanicích v aglomeraci O/K/F-M (předměstská pozadová stanice Ostrava-Radvanice OZO, venkovská stanice Věřňovice-Dolní Lutyně a průmyslová stanice Ostrava-Prívov) a v aglomeraci Praha (dopravní stanice Praha 10-Průmyslová a Praha 7-Holešovice a městská stanice Praha 10-Šrobárova; více viz ČHMÚ 2024a).

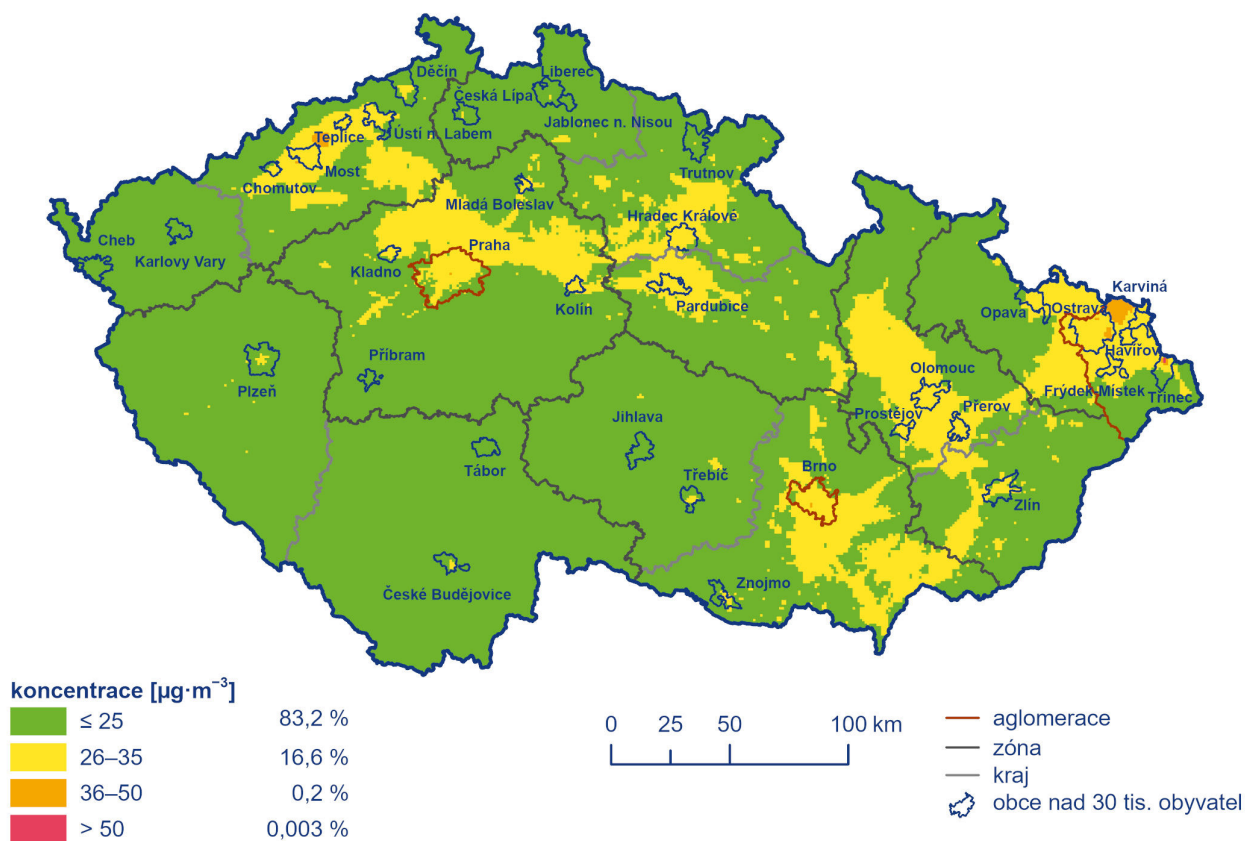
Stejně jako v letech 2019–2022 nebylo v prostorovém rozlišení  $1 \times 1$  km vymezeno žádné území ČR s nadlimitní roční průměrnou koncentrací  $PM_{10}$  (Obr. IV.1.8). Nicméně i v letech předešlých došlo k překročení roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  jen na malé

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).

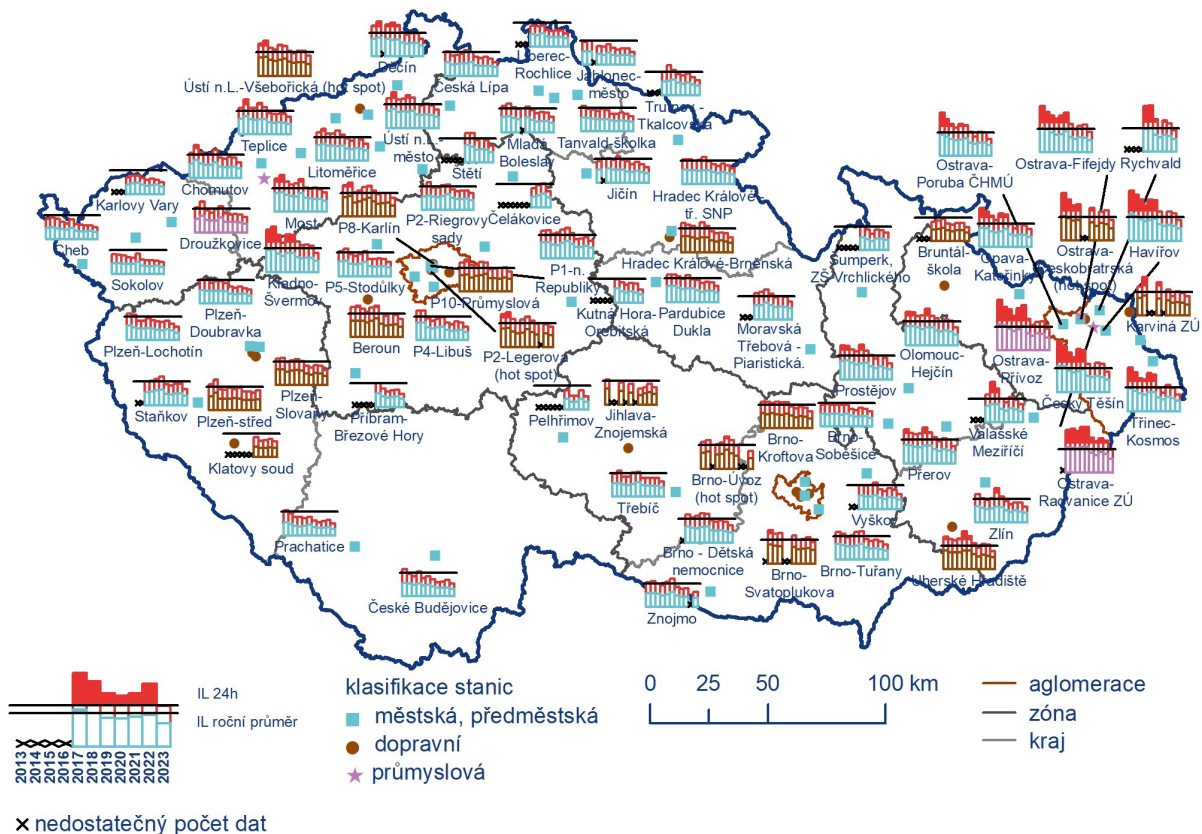
Koncentrace  $PM_{10}$  vykazují zřetelný roční chod s nejvyššími hodnotami v chladných měsících roku. Vyšší koncentrace  $PM_{10}$  v ovzduší během chladného období roku souvisejí jak s vyššími hodnotami emisí částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i s častějším výskytem zhoršených rozptylových podmínek v této části roku. Nicméně v posledních letech se rozdíl mezi průměrnými měsíčními koncentracemi v zimním (leden–březen, říjen–prosinec) a letním období (duben–září) zmenšují a výjimkou nejsou významné propady průměrných měsíčních koncentrací v zimních měsících, což odpovídá i situaci v roce 2023. Na začátku i na konci roku 2023 (leden, březen a listopad) byly naměřeny nízké koncentrace  $PM_{10}$ . Nejnižší koncentrace  $PM_{10}$  byly v roce 2023 naměřeny atypicky v listopadu, kdy byly zaznamenány pouze dobré rozptylové podmínky a silně nadnormální srážky (viz kap. III.). Nejvyšší koncentrace byly zaznamenány v únoru (Obr. IV.1.10).



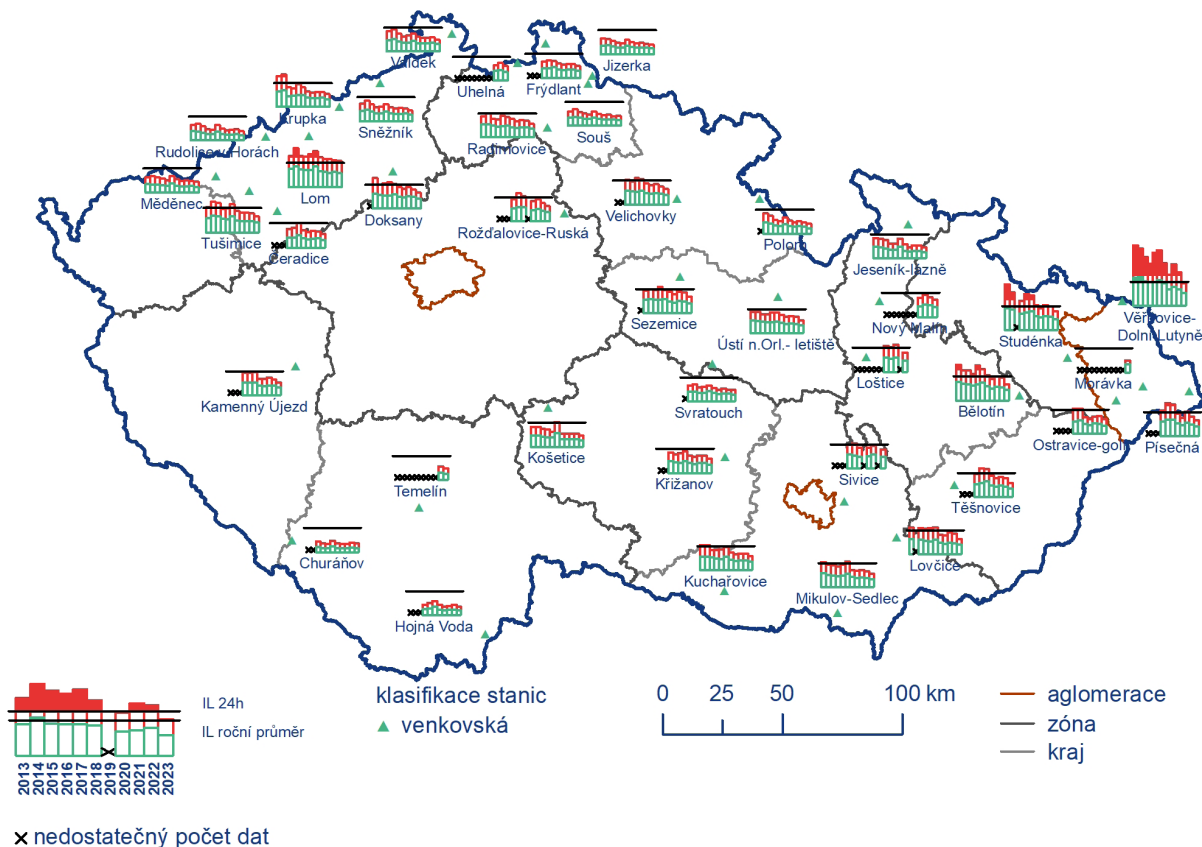
Obr. IV.1.2 36. nejvyšší 24hod. průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



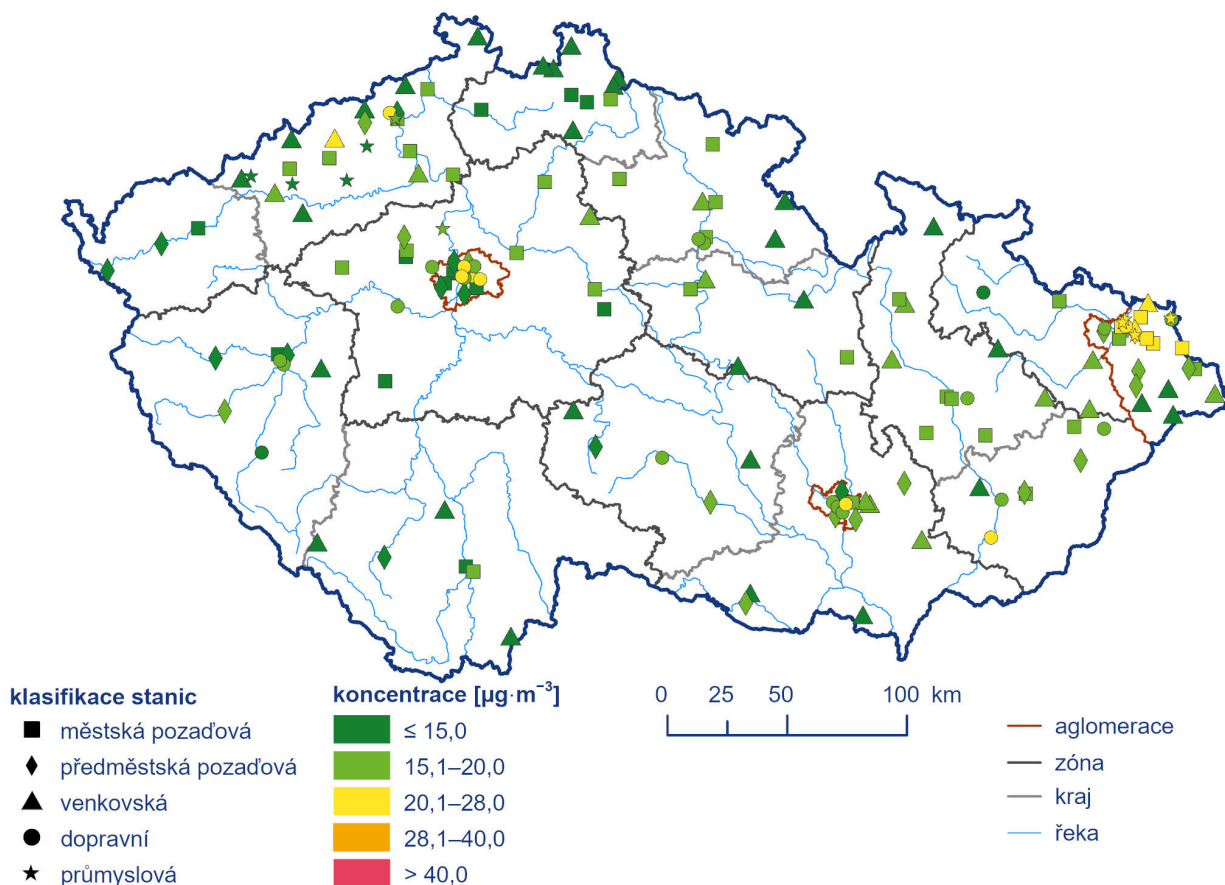
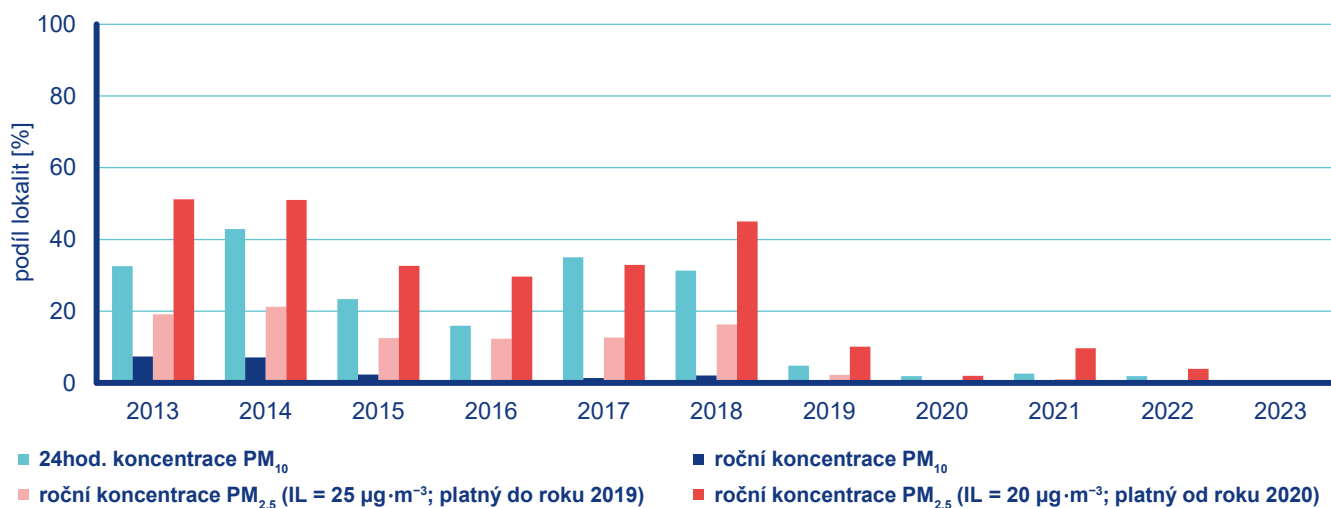
Obr. IV.1.3 Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2023



Obr. IV.1.4 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích s klasifikací UB, SUB, I a T, 2013–2023

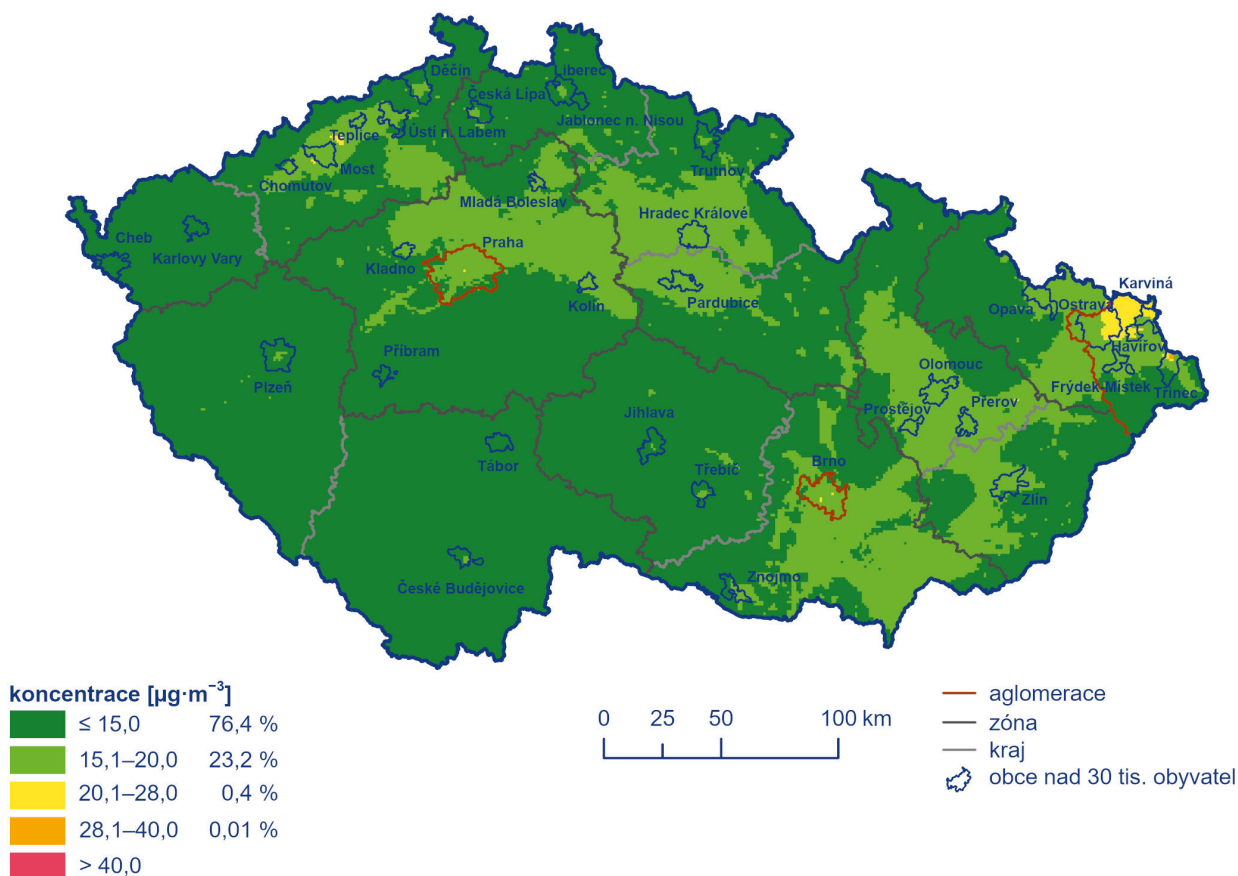


Obr. IV.1.5 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  na vybraných stanicích s klasifikací R, 2013–2023

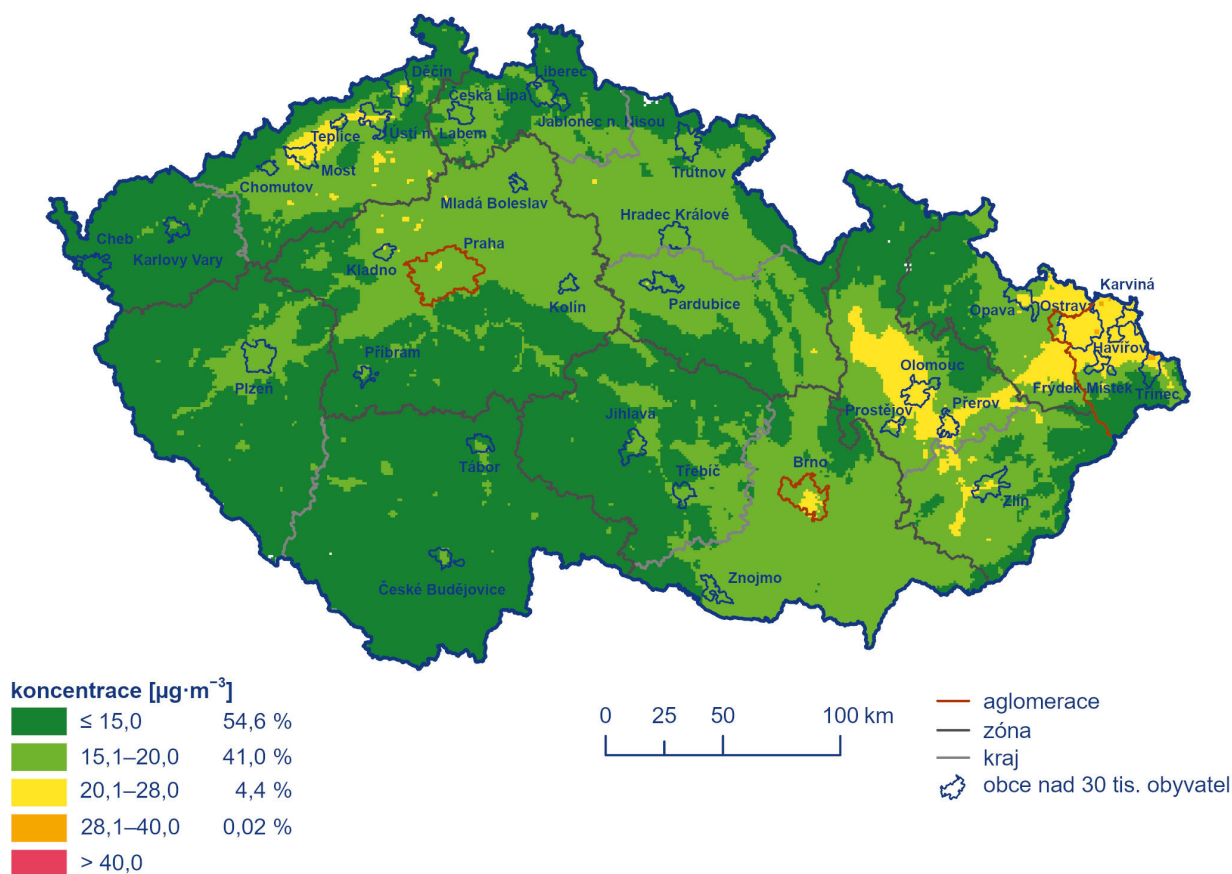
Obr. IV.1.6 Roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023Obr. IV.1.7 Podíl stanic, kde došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24hod. koncentraci  $\text{PM}_{10}$  a průměrnou roční koncentraci  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$ , 2013–2023

Průměrné měsíční koncentrace  $\text{PM}_{10}$  v roce 2023 byly v porovnání s desetiletým průměrem (2013–2022) nižší ve všech měsících roku. Pokles koncentrací  $\text{PM}_{10}$  na stanicích byl výrazný, jak bylo již zmíněno, nejvíce v listopadu (pokles o  $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 58 %), dále v lednu (pokles o  $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 59 %) a březnu (pokles o  $11 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 40 %) v porovnání s desetiletým průměrem 2013–2022. Zanedbatelný není ani pokles ve zbývajících zimních měsících v porovnání s desetiletým průměrem (2013–2022), a to

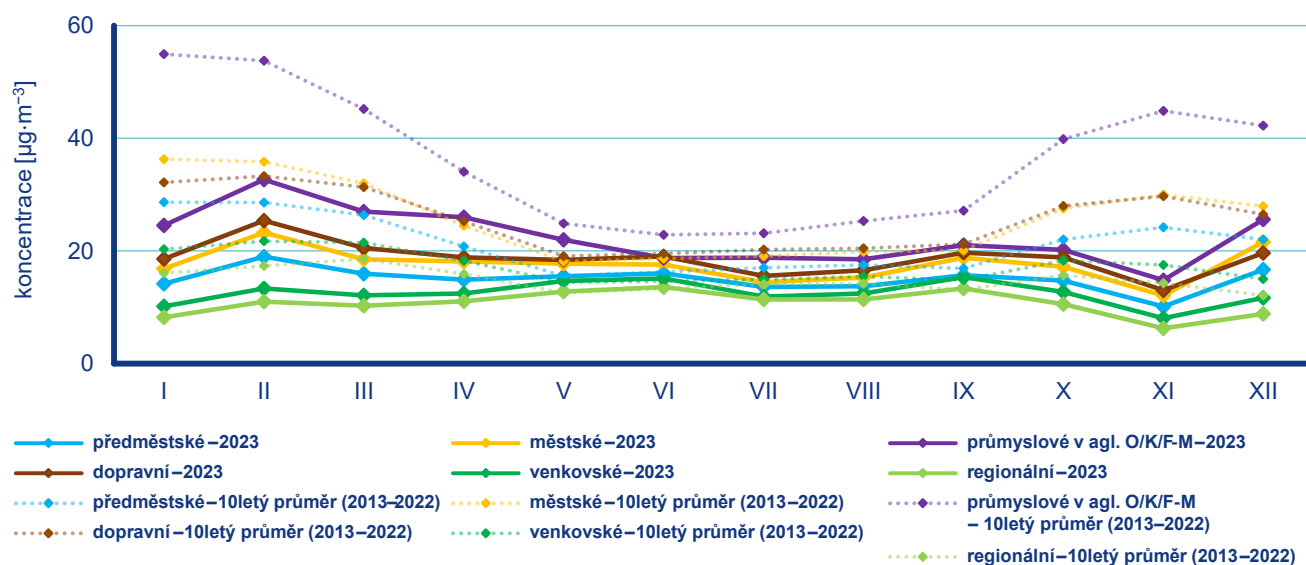
v únoru o 33 %, v říjnu o 36 % a v prosinci o 25 %. Příčinou poklesu koncentrací v zimním období jsou vyšší teploty v porovnání s normálem 1991–2020, normální až silně nadnormální srážky a standardní až výrazně zlepšené rozptylové podmínky. V důsledku vyšších teplot lze předpokládat nižší spotřebu paliv spojenou s nižšími emisemi znečišťujících látek do venkovního ovzduší, navíc podmínky pro samočištění atmosféry a rozptyl znečišťujících látek byly v zimním období roku 2023 příznivé.



**Obr. IV.1.8 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$ , 2023**



**Obr. IV.1.9 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{PM}_{10}$ , 2019–2023**



Obr. IV.1.10 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $PM_{10}$  (průměry pro daný typ stanice), 2023

Relativně nízké koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  lze přisoudit i pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů, postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích). Toto lze usuzovat na základě výsledků pro měsíce únor a březen, kdy teploty a srážky byly normální a rozptylové podmínky standardní, přesto byly průměrné únorové a březnové koncentrace výrazně nižší v porovnání s desetiletým průměrem 2013–2022.

Pro letní období roku (duben–září) jsou typické koncentrace na nižší úrovni, kdy dochází k útlumu sezónních zdrojů. Koncentrace jsou ovlivněny zejména výskytem sucha, které vede k prašnosti a následnému navýšení koncentrací částic v ovzduší. V letním období roku 2023 byly z hlediska srážek podnormální měsíce květen a červen a silně podnormální měsíc září.

## Suspendované částice $PM_{2,5}$

Z hlediska lidského zdraví jsou, ve srovnání s  $PM_{10}$ , problematictějšími suspendované částice jemné frakce  $PM_{2,5}$ . V české legislativě (zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění) je pro koncentrace suspendovaných částic  $PM_{2,5}$  definován pouze roční imisní limit.

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci  $PM_{2,5}$  ( $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné z 97 stanic s dostatečným počtem dat pro hodnocení. Stalo se tak poprvé za dosavadní historii měření  $PM_{2,5}$  od roku 2005. V posledních letech dochá-

zelo k překročení imisního limitu zejména na území aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.1.11). Nejvyšší průměrné roční koncentrace  $PM_{2,5}$  byly v roce 2023 měřeny na stanicích v aglomeraci O/K/F-M, a to na průmyslových stanicích Ostrava-Radvanice ZÚ ( $17,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Ostrava-Přívov ( $16,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a městské stanici Rychvald ( $16,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). 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 2023 nedošlo k překročení na žádné stanici měřící koncentrace  $PM_{2,5}$  (Obr. IV.1.7).

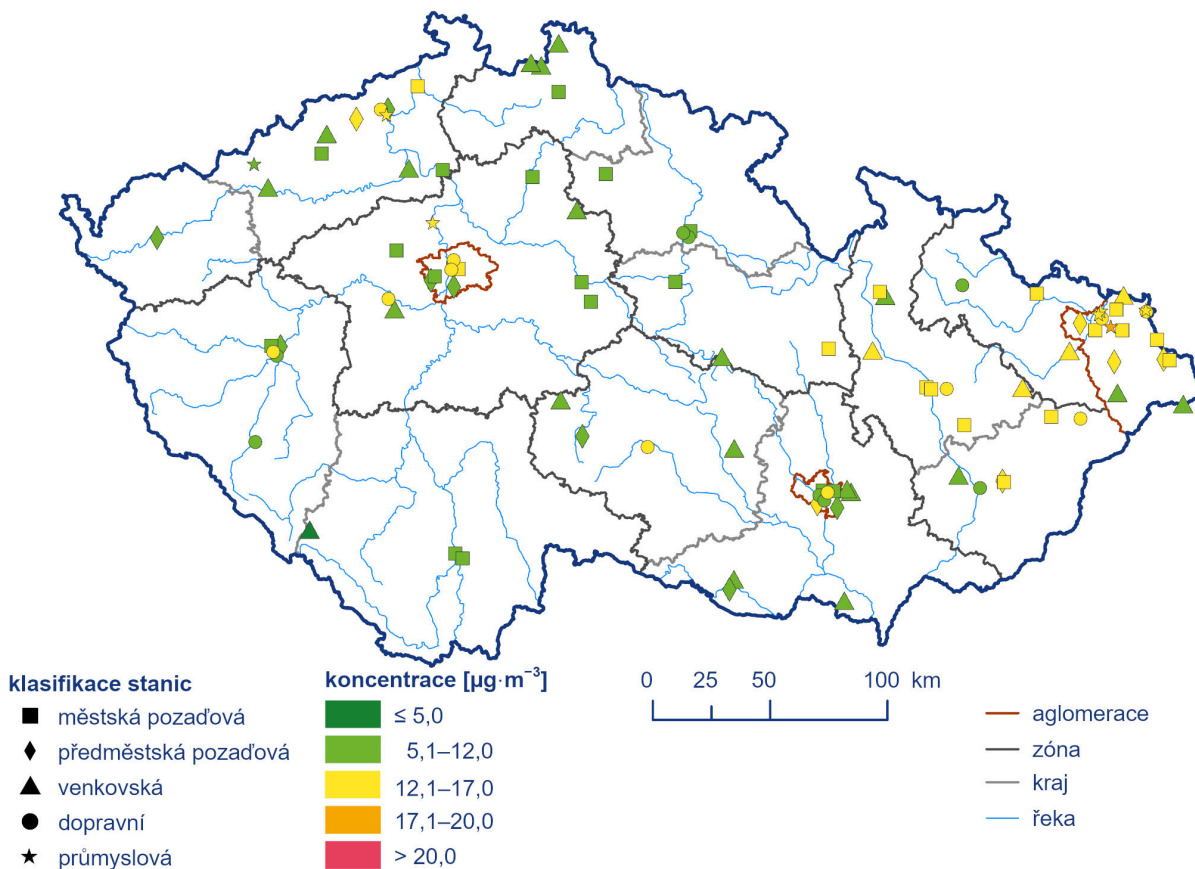
Modelovaná průměrná roční koncentrace  $PM_{2,5}$  byla v roce 2023 překročena na 0,01 % území<sup>5</sup> s cca 0,01 % obyvatel (Obr. IV.1.12). V roce 2022 se jednalo o 0,03 %, v roce 2021 o 0,3 %, v roce 2020 o 0,04 % a v roce 2019 o 0,04 % území ČR.

Nejvyšší roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  byly v hodnoceném období 2013–2023 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).

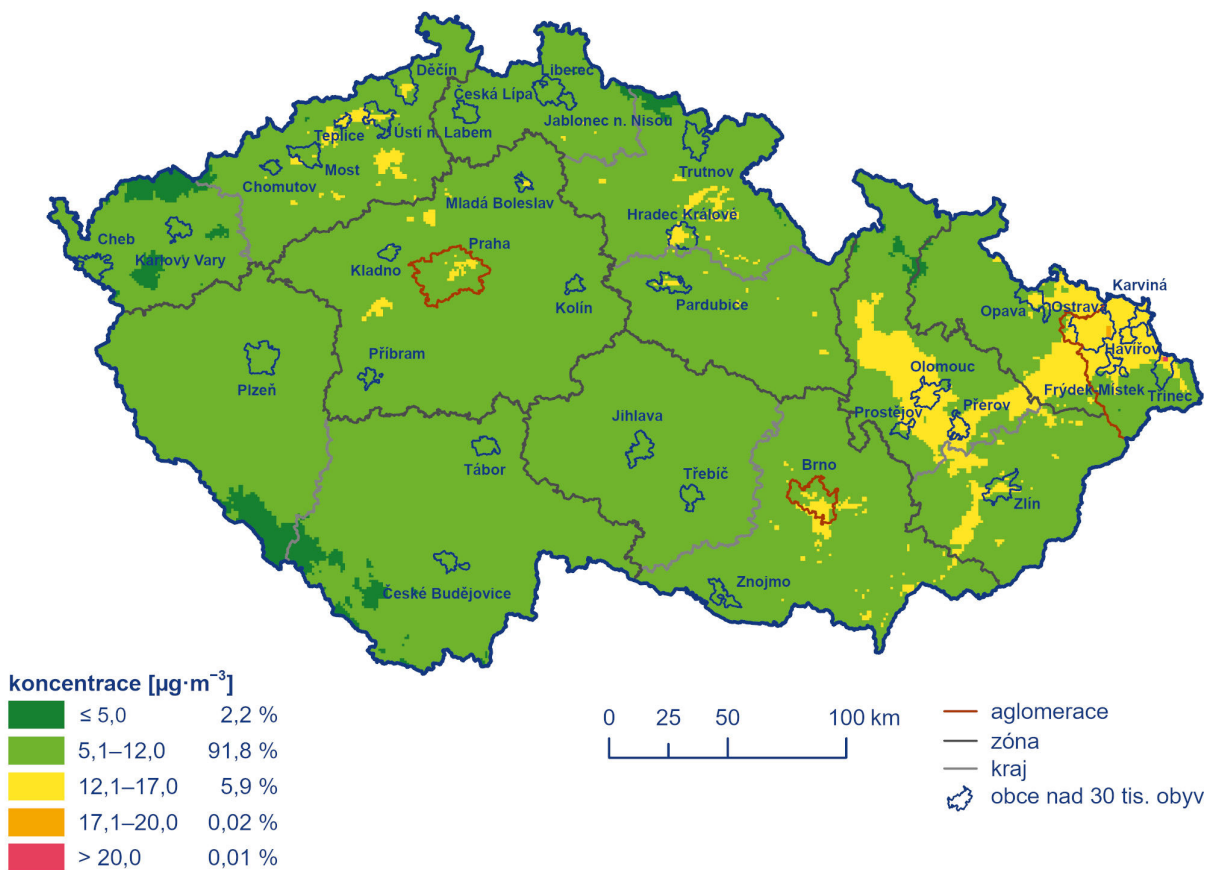
Koncentrace  $PM_{2,5}$  vykazují roční chod velice podobný chodu suspendovaných částic  $PM_{10}$  (Obr. IV.1.15). Nejnížší průměrná měsíční koncentrace byla zaznamenána v listopadu, nejvyšší v únoru. Průměrné měsíční koncentrace  $PM_{2,5}$  v roce 2023 byly v porovnání s desetiletým průměrem (2013–2022), nižší ve všech měsících roku. Relativní pokles koncentrací  $PM_{2,5}$  na stanicích byl výrazný zejména v lednu, březnu a listopadu (propad o  $14 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ,  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $13 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  tj. o 52 %, 42 % a 62 %).

5 Jedná se o zvýšené koncentrace, z velké části lokalizované do průmyslového areálu Třineckých železáren, a. s. Zdejší nadlimitní koncentrace je výsledkem výpočtů z modelu CAMx a odhadnutých fugitivních emisí z výroby oceli.





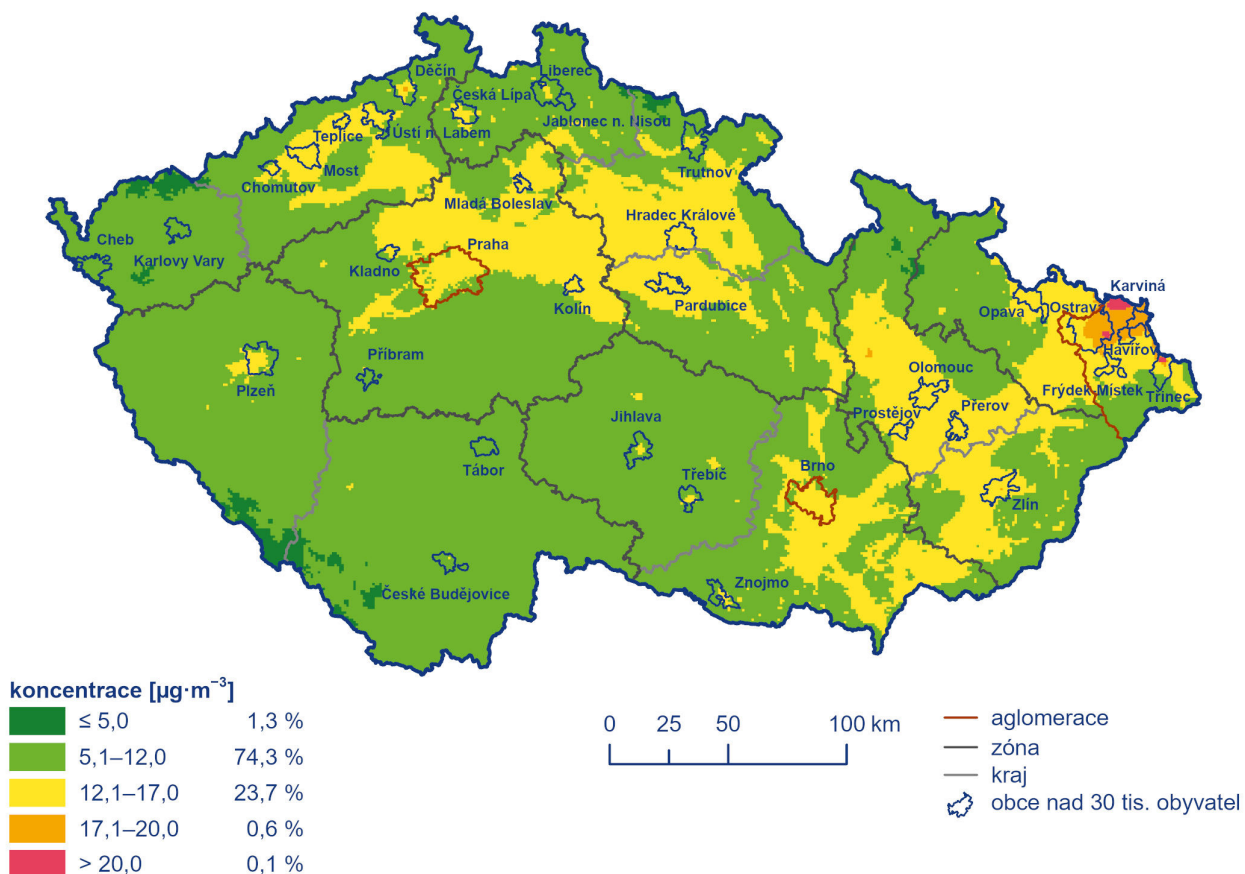
Obr. IV.1.11 Roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



Obr. IV.1.12 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{2,5}$ , 2023



Obr. IV.1.13 Roční průměrné koncentrace  $PM_{2.5}$  na vybraných stanicích, 2013–2023



Obr. IV.1.14 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $PM_{2.5}$ , 2019–2023

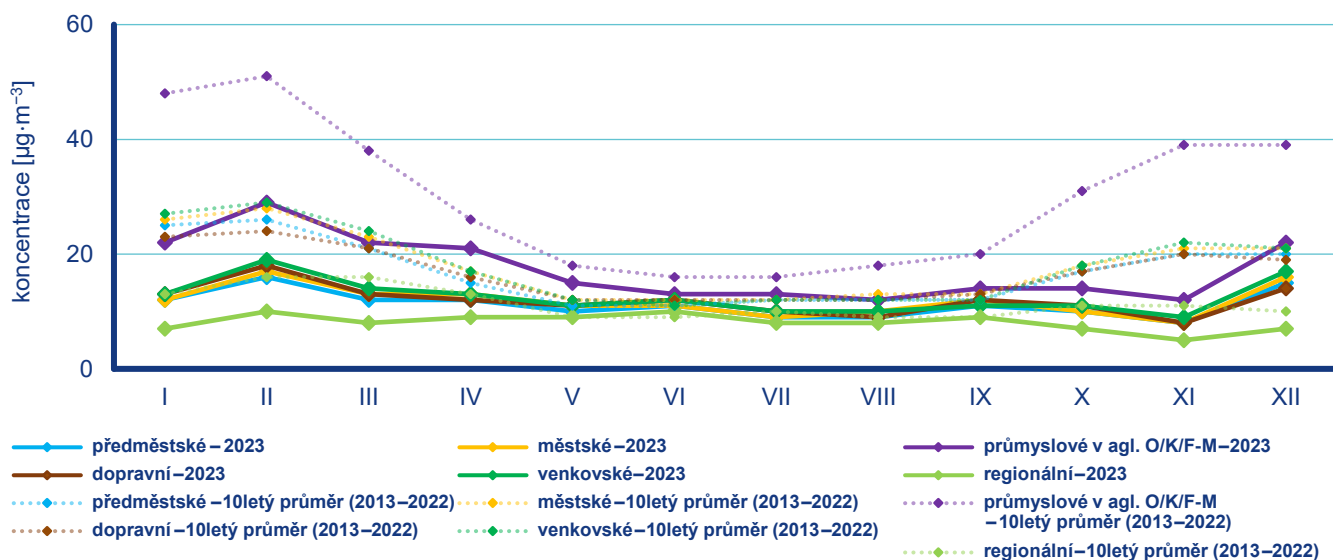
## Poměr suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ a $PM_{10}$

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 2023 se tento poměr pohyboval v průměru z 78 stanic v ČR, kde se současně měří  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  a stanice mají dostatečný počet měření pro toto hodnocení, v rozmezí 0,41 (v červenci na venkovské stanici Uhelná) až 0,97 (v prosinci na dopravní stanici Karviná ZÚ). V Praze a Brně, kde je roční chod ovlivněn vysokým podílem dopravních lokalit, byl tento poměr v rozmezí 0,58 (srpen) až 0,78 (prosinec) a 0,56 (říjen) až 0,80 (leden). V Moravskoslezském kraji byl tento poměr v rozmezí 0,64 (říjen) až 0,86 (leden) a v Ústeckém kraji 0,59 (červenec) až 0,79 (prosinec). Při porovnání poměru frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  podle klasifikace stanic je na venkovských stanicích poměr v rozmezí 0,57 (červenec/srpen) až 0,83 (prosinec), na městských pozadových 0,63 (srpen) až 0,85 (prosinec), na předměstských pozadových 0,61 (říjen)

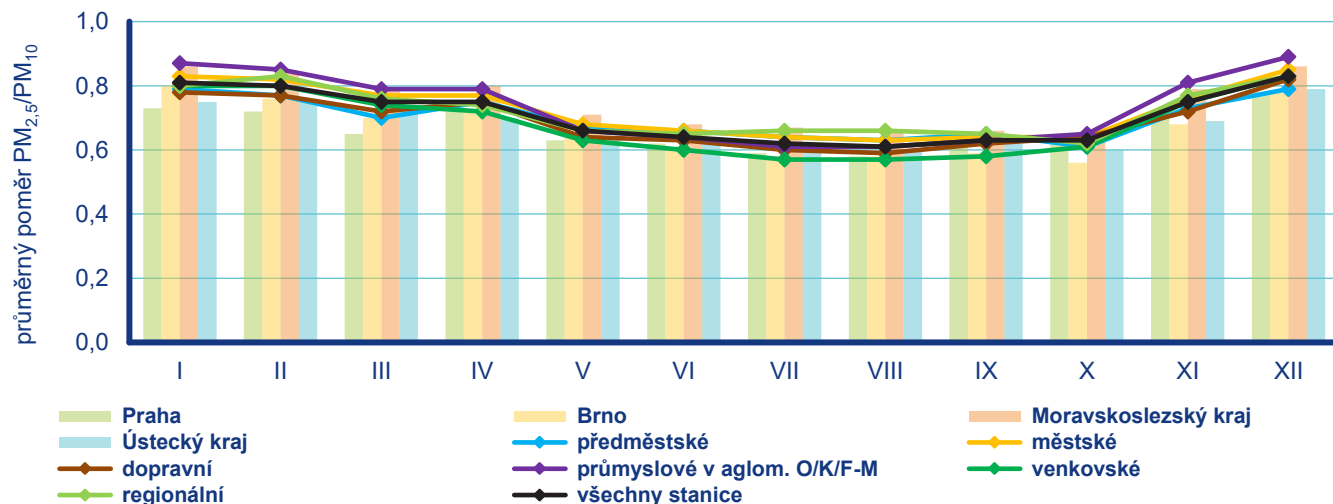
až 0,79 (prosinec), na dopravních lokalitách je poměr v rozmezí 0,59 (srpen) až 0,82 (prosinec) a na průmyslových v aglomeraci O/K/F-M 0,63 (srpen) až 0,85 (prosinec).

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. Vy-tápění 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 2023 zjištěn, bez ohledu na charakter lokality, v prosinci. 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 nárůstem množství větších biogenních částic, např. pylu (Gehrig, Buchmann 2003).

Při spalování paliv v dopravě se emitované částice nalézají především ve frakci  $PM_{2,5}$ , a poměr by měl tudíž být u dopravních



Obr. IV.1.15 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $PM_{2,5}$  (průměry pro daný typ stanice), 2023



Obr. IV.1.16 Průměrné měsíční poměry koncentrací  $PM_{2,5}/PM_{10}$ , 2023

lokalit vysoký. To, že tomu tak vždy není, zdůrazňuje význam větších částic vířených z povrchu vozovky, a také emisí z otěrů pneumatik, brzdového obložení a 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). Vyšší poměr frakcí  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  než v dopravních lokalitách je proto v důsledku emisí ze spalovacích procesů často 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. 2013–2023.

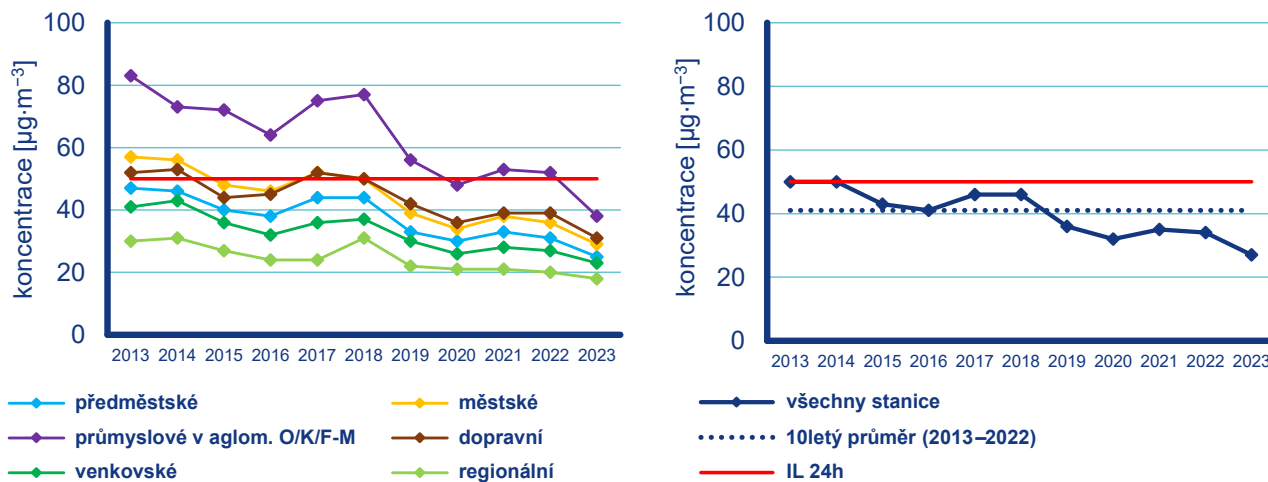
36. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2012–2022 pohybovala v rozmezí od cca 27 do  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.17). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2023, maximální v roce 2013. 36. nejvyšší 24hodinové koncentrace  $PM_{10}$  v letech 2013–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 a 2023 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018/2019 a 2022/2023. Poslední čtyři roky (v rámci hodnoceného období) se koncentrace částic pohybují na nejnižší úrovni. Historicky nejnižší koncentrace roku 2020 byly překonány v roce 2023 a lze tedy konstatovat, že za hodnocené období 2013–2023 byly v roce 2023 dosaženy nejnižší koncentrace. V roce 2023 také dosáhly koncentrace v průměru pro všechny typy stanic podlimitních hodnot. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $41 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za období 2013–2022) poklesla 36. nejvyšší 24hodinová koncentrace  $PM_{10}$  v roce 2023 ( $27 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 34 %.

Roční průměrné koncentrace  $PM_{10}$  (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2013–2023 pohybovaly v rozmezí od cca 16,1 do  $27,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.18). Minimální koncentrace byly za hodnocené období

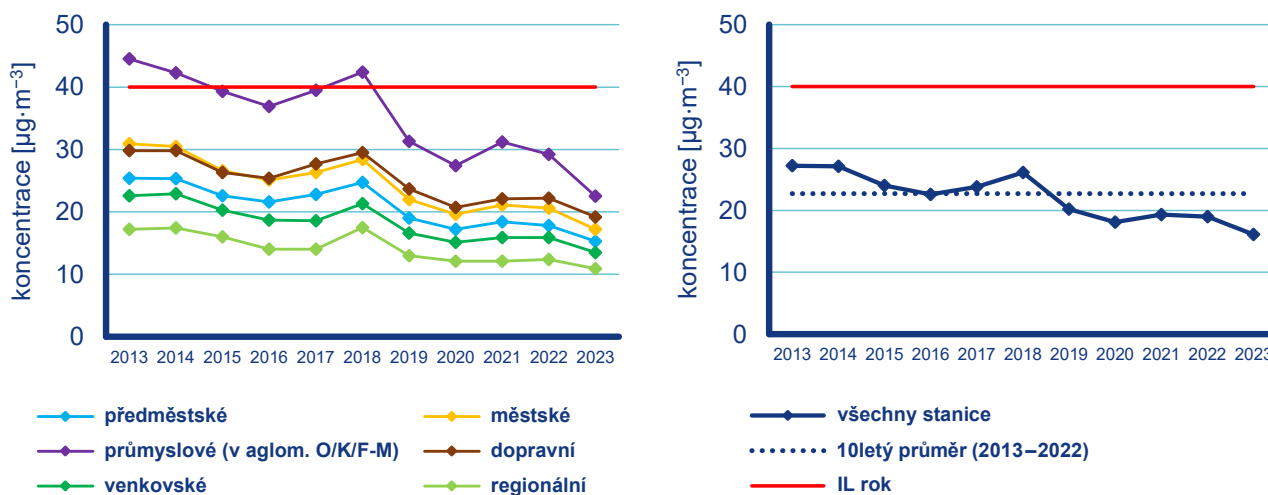
zaznamenány v roce 2023, maximální v roce 2013. Vývoj ročních průměrných koncentrací je obdobný jako vývoj 36. nejvyšších 24hodinových koncentrací  $PM_{10}$ . Koncentrace v roce 2023 byly nejnižší za hodnocené období 2013–2023. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $22,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za období 2013–2022) poklesla roční průměrná koncentrace  $PM_{10}$  v roce 2023 ( $16,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 29 %.

Roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  (v průměru ze všech stanic, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2013–2023 pohybovala v rozmezí od 11,9 do  $22,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.1.19). Minimální koncentrace byly za hodnocené období zaznamenány v roce 2023, maximální v roce 2013. Roční průměrné koncentrace  $PM_{2,5}$  v letech 2013–2016 pozvolně klesaly, v letech 2017 a 2018 byl pozorován nárůst a v letech 2019 až 2023 opět postupný pokles, přičemž výraznější pokles byl zaznamenán zejména mezi lety 2018/2019 a 2022/2023. Lze tedy konstatovat, že za hodnocené období 2013–2023 byly v roce 2023 dosaženy nejnižší koncentrace. Oproti desetiletému průměru koncentrací ze všech stanic ( $18,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) poklesla roční průměrná koncentrace  $PM_{2,5}$  v roce 2023 ( $11,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) o 34 %.

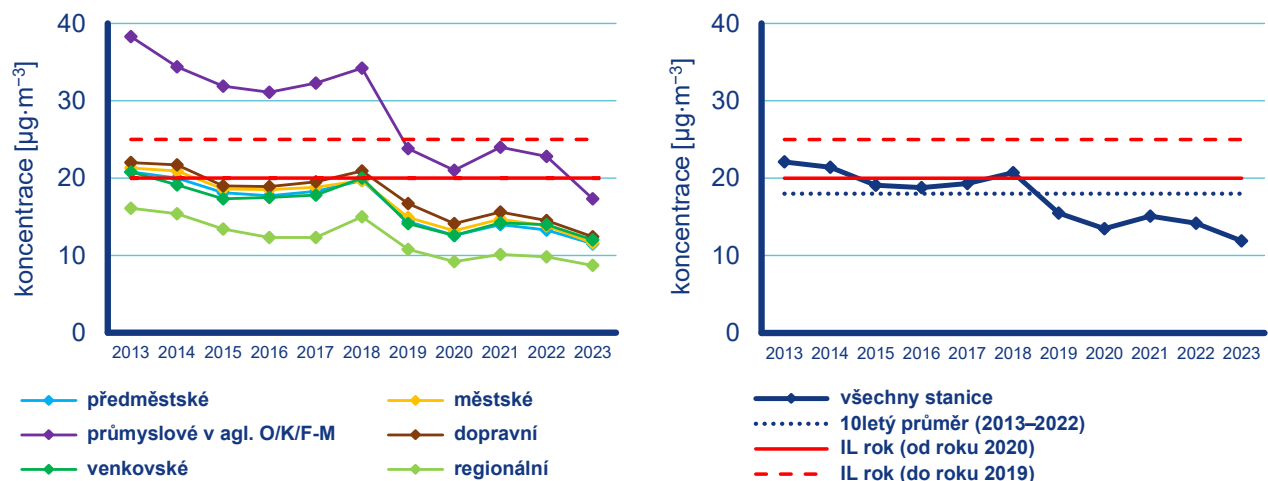
Pokles koncentrací suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  lze přisoudit pokračujícímu poklesu emisí díky již realizovaným opatřením pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů, postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích). Na poklesu  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v roce 2023 se významně i podílely příznivé meteorologické a rozptylové podmínky v zimním období. Ve všech zimních měsících byla zaznamenána vyšší teplota v porovnání s normálem, vyšší úhrn srážek (s výjimkou nepatrného rozdílu v lednu a únoru) a standardní až výrazně lepší rozptylové podmínky. Výrazný byl zejména pokles koncentrací v lednu, březnu a nejvýraznější v listopadu, kdy došlo – pro listopad atypicky – k výskytu pouze dobrých rozptylových podmínek; navíc byl v listopadu úhrn srážek silně nadnormální. Na výrazném meziročním poklesu průměrných koncentrací  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v aglomeraci O/K/F-M se kromě příznivých meteorologických podmínek a výše zmíněných opatření pravděpodobně projevil i efekt odstavení výroby ve velké části hutního komplexu v Ostravě Kunčicích v závěru roku. Vliv omezení provozu ve společnosti Liberty Ostrava a. s. na konci roku 2023 na kvalitu ovzduší však nelze zatím z důvodu krátkého období blíže komentovat.



Obr. IV.1.17 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



Obr. IV.1.18 Roční průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



Obr. IV.1.19 Roční průměrné koncentrace PM<sub>2,5</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023

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

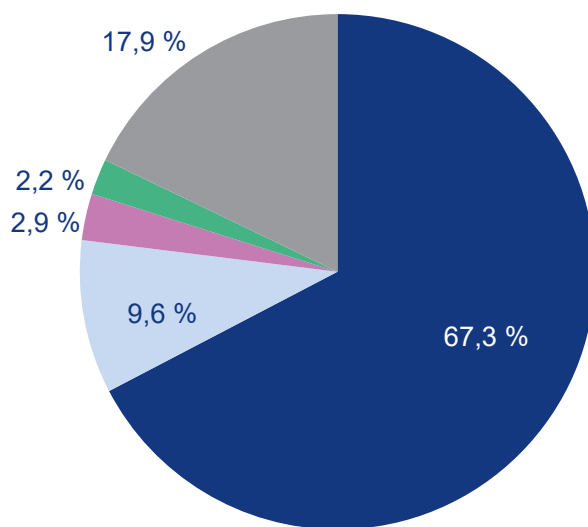
Při spalování paliv a při dalších průmyslových činnostech vznikají aerosoly, které mohou být pevné, kapalné nebo směsné. Souhrnně se tyto aerosoly v české legislativě označují jako tuhé znečišťující látky (TZL), v zahraniční literatuře pak jako Total Suspended Particulates (TSP). Emise TZL mají různé 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).

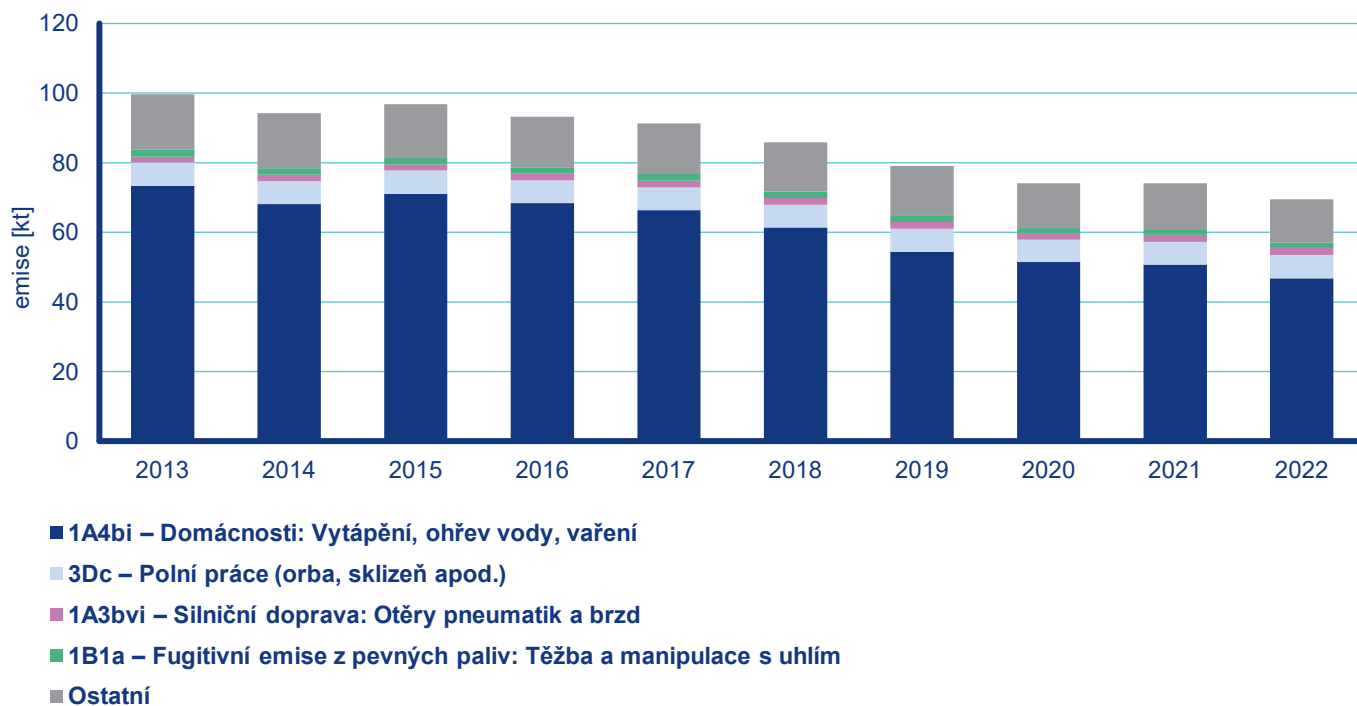
Ve srovnání s emisemi jiných znečišťujících látek jsou emise částic vnášeny do ovzduší z velkého počtu významnějších skupin zdrojů. Kromě zdrojů, ze kterých jsou tyto látky vypouštěny řízeně komíny nebo výduchy (průmyslové výroby, vytápění domácností, výfukové emise z dopravy), pochází významné množství emisí TZL ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prašných materiálů, manipulace s prašnými materiály, apod.). Jejich zdrojem jsou také emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňu-

je rovněž resuspenze částic (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta.

Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2022 (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  $PM_{10}$  67,3 % a  $PM_{2,5}$  83,1 %. Jak je uvedeno v kapitole II, z výsledků šetření o spotřebách paliv v domácnostech ENERGO 2021 (ČSÚ 2022) byla sestavena nová emisní inventura pro sektor 1A4bi (ČHMÚ 2023g).



Obr. IV.1.20 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{10}$ , 2022



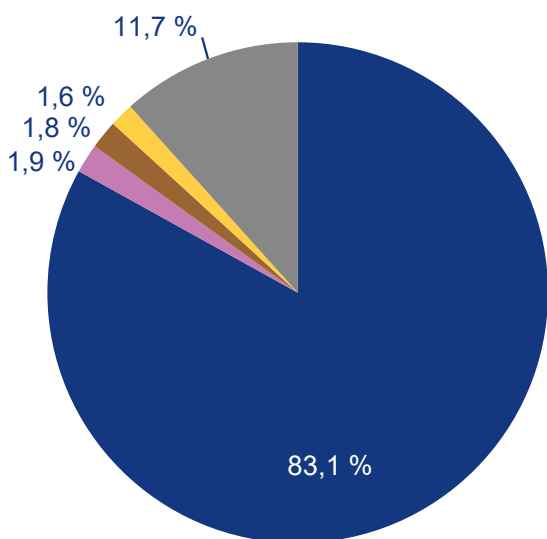
Obr. IV.1.21 Celkové emise  $PM_{10}$ , 2013–2022

Celkové odhadované množství emisí částic ze spotřeby paliv v domácnostech pokleslo v období let 2013–2022 o cca 33 % a to se promítá také do změny v procentním zastoupení sektorů. 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 9,6 % 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

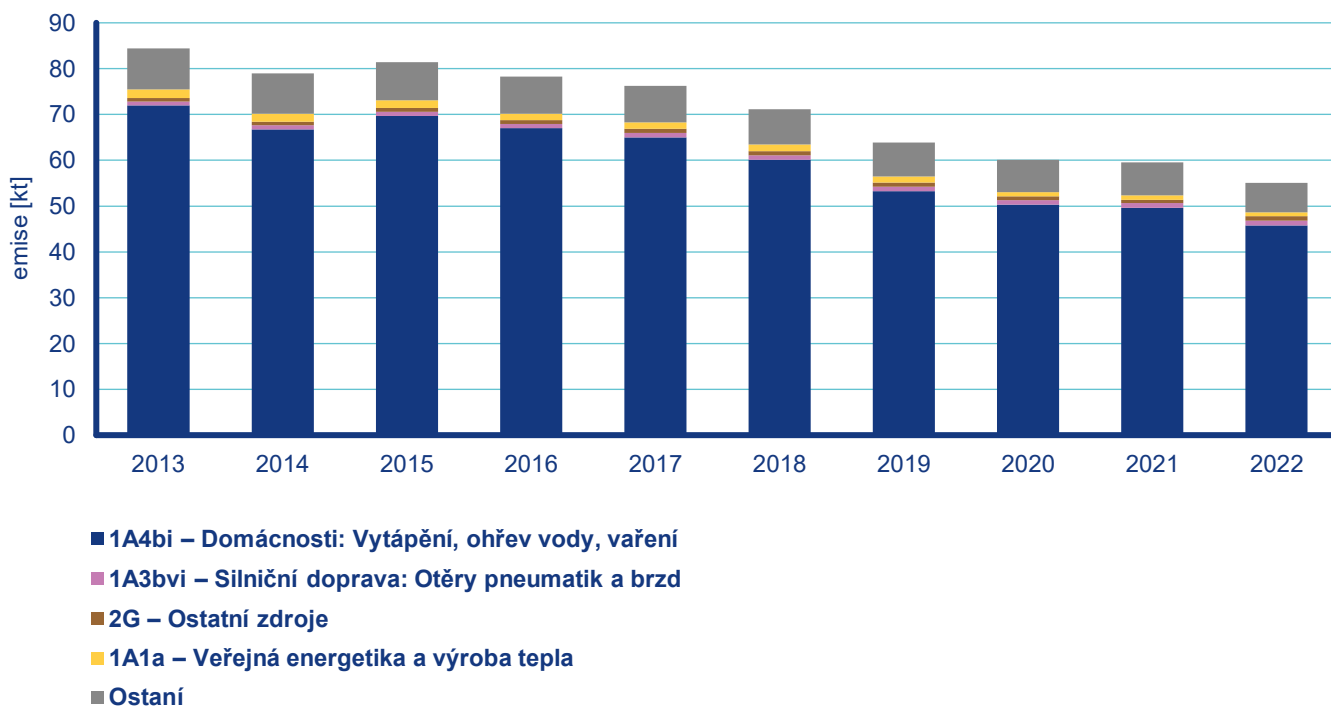
(ČHMÚ 2022d) se na emisích  $PM_{10}$  v roce 2022 podílely 7,0 % a na emisích  $PM_{2,5}$  6,1 %.

Spotřebu pevných paliv v domácnostech, která se významnou měrou podílí na vývoji emisí, lze v období 2014–2022 charakterizovat rostoucím trendem, souvisejícím pravděpodobně se socio-ekonomickou situací. Jak ale ukazují výstupy šetření ENERGO 2021 (ČSÚ 2022), došlo od posledního šetření v roce 2015 k dalšímu zlepšení poměrů používaných kotlů ve prospěch modernějších a úspornějších typů s nižšími emisemi. Příznivému vývoji celkových emisí  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  také napomáhá aplikace nejlepších dostupných technik pro snižování emisí TZL a plyných prekurzorů sekundárních částic v energetice a průmyslu, obnova vozového parku a snížení zemědělské produkce. Celkové emise  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  mají proto téměř v celém období 2013–2022 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.1.22 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $PM_{2,5}$ , 2022



Obr. IV.1.23 Celkové emise  $PM_{2,5}$ , 2013–2022

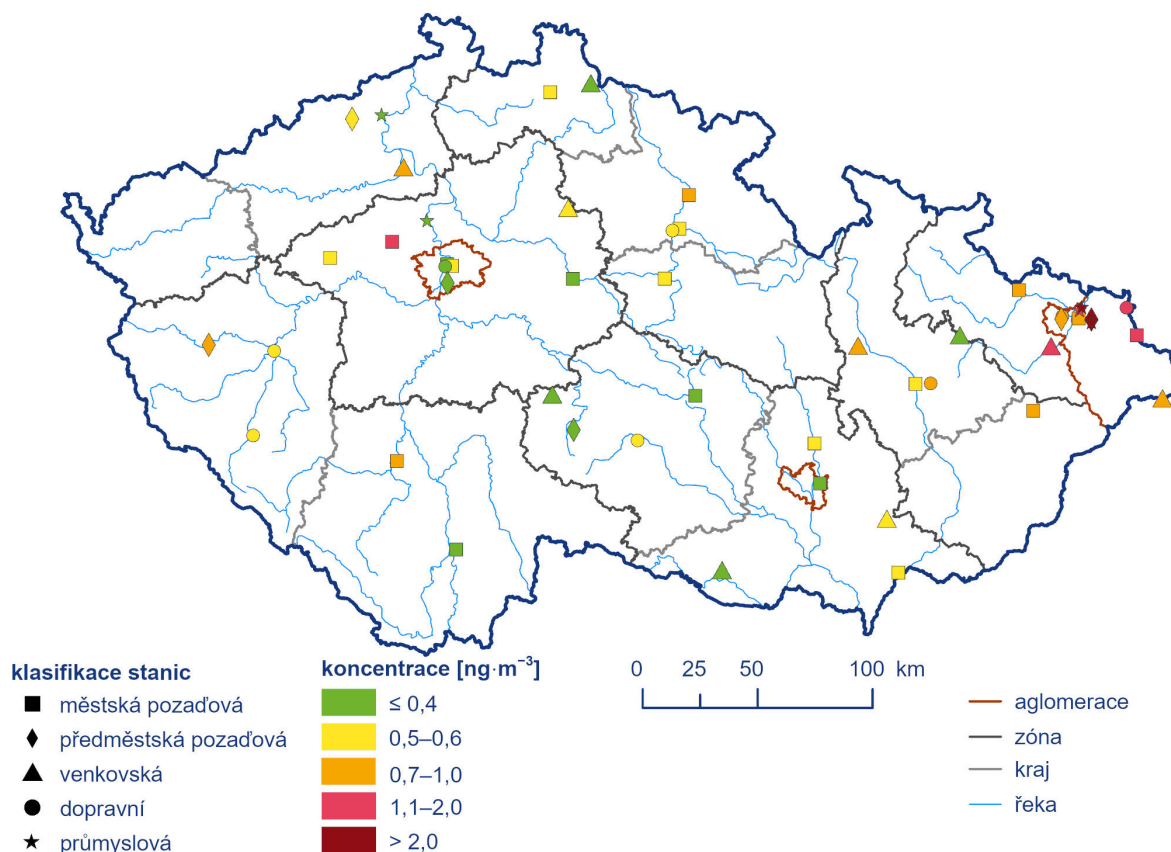
## IV.2 Benzo[a]pyren

### IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2023

Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem patří k hlavním problémům kvality ovzduší v ČR. V roce 2023 došlo k výraznému poklesu počtu stanic, na kterých byly zaznamenány hodnoty benzo[a]pyrenu překračující roční imisní limit ( $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Nadlimitní koncentrace benzo[a]pyrenu byly naměřeny na cca 16 % stanic, tj. na 8 z celkového počtu 49 stanic s dostatečným počtem měření pro hodnocení (Obr. IV.2.1). Naproti tomu, v předchozím roce 2022, překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit na cca 37 % stanic, což odpovídalo 19 stanicím z celkového počtu 52. Při porovnání překročení imisního limitu ze stejného souboru stanic je meziroční pokles méně výrazný. Z 35 stanic, které měřily v obou letech, byl imisní limit v roce 2023 překročen na 8 stanicích (29 %), zatímco v předchozím roce na 13 stanicích (37 %). Plocha s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu se v roce 2023 opět zmenšila a byla vymezena na 0,9 % plochy území ČR (v roce 2022 na 1,7 %), kde žije přibližně 5,9 % obyvatel ČR (v roce 2022 cca 12 %) (Obr. IV.2.2). Nejzátíženějšími 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

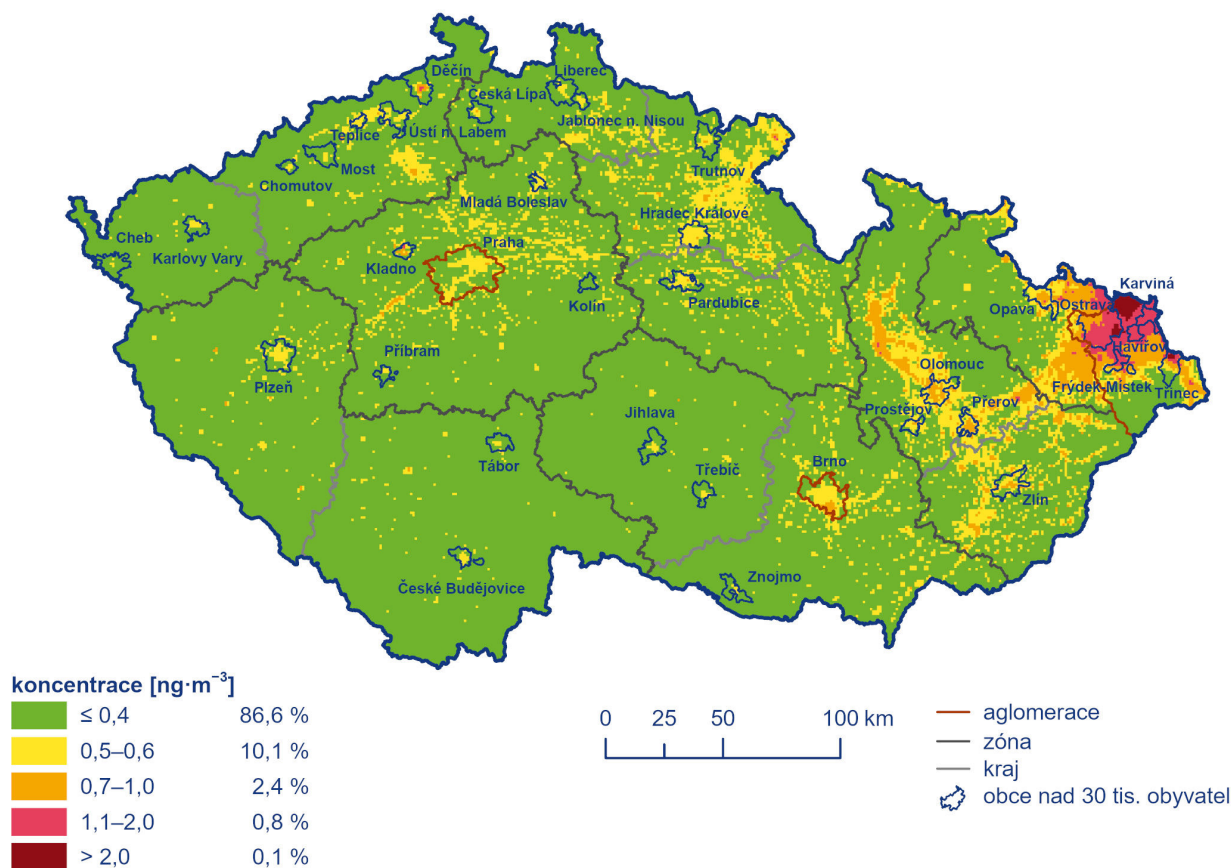
limitu benzo[a]pyrenu ve spojitosti s lokálním vytápěním dochází i v řadě měst a obcí mimo zmíněné nejzátíženější kraje.

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) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska. Nachází se zde významný emisní zdroj benzo[a]pyrenu – areál hutního podniku Liberty Ostrava a. s., který kvůli finančním potížím začal na konci září 2023 postupně omezovat svou výrobu s úplným zastavením provozu ke konci roku 2023. Stejně jako v minulých letech, i v roce 2023 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu ( $5,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) zaznamenána na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ, kde tak byl roční imisní limit benzo[a]pyrenu překročen pětinasobně. Z výsledků provedené identifikace zdrojů znečišťování ovzduší s vyhodnocením příčin znečištění ovzduší ve východní části Ostravy v projektu ARAMIS (TA ČR „Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší“) vyplývá, že na této stanici s omezenou reprezentativností řádově stovky metrů od stanice (odpovídající klasifikaci a účelu stanice) pochází znečištění benzo[a]pyrenem 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). Nadlimitní hodnoty benzo[a]pyrenu byly naměřeny na sedmi stanicích v aglomeraci O/K/F-M a na stanici Kladno-Švermov ve Středočeském kraji. Vysoké koncentrace benzo[a]pyrenu na

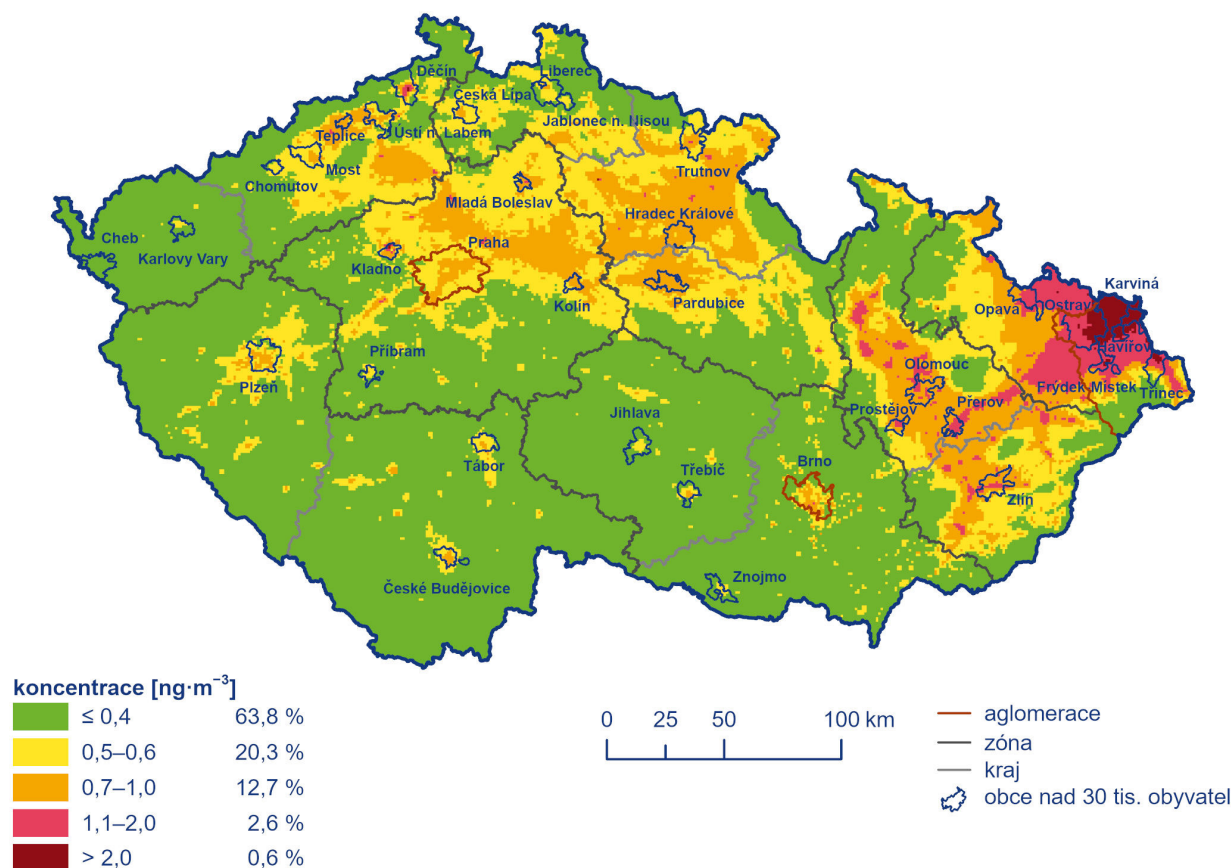


Obr. IV.2.1 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023

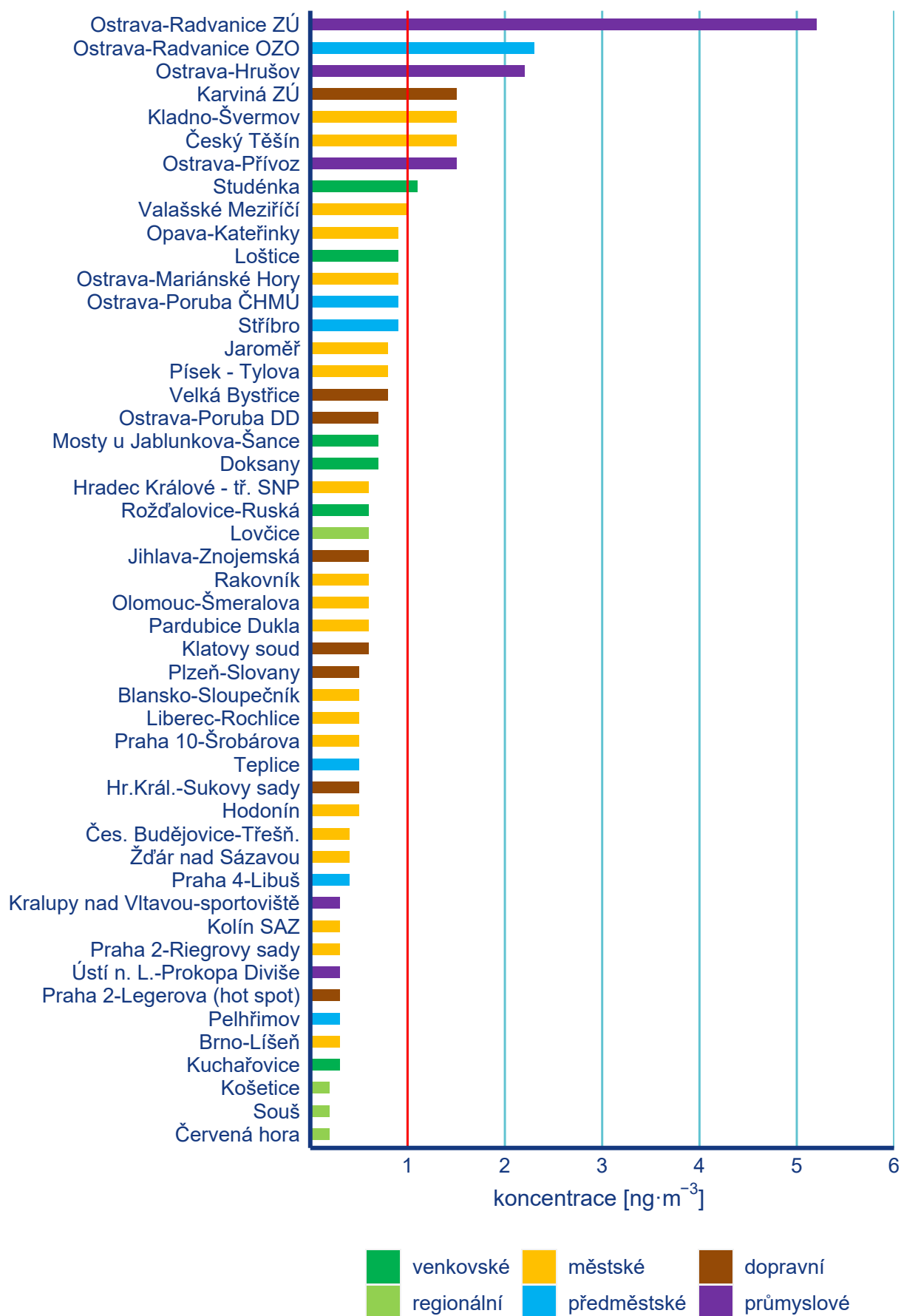




**Obr. IV.2.2 Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2023**



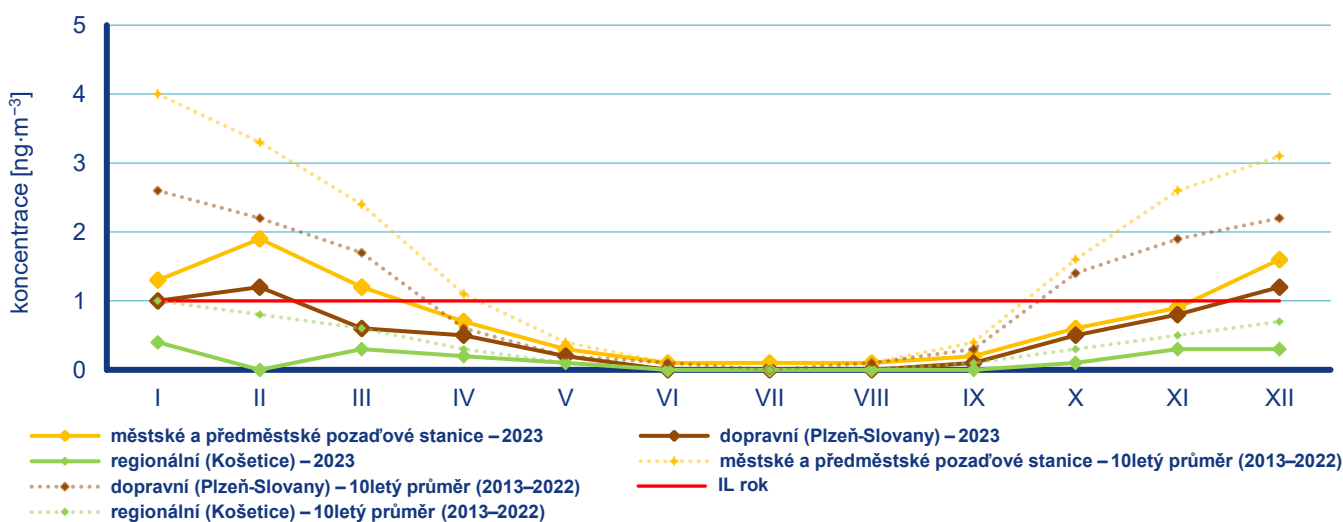
**Obr. IV.2.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu, 2019–2023**



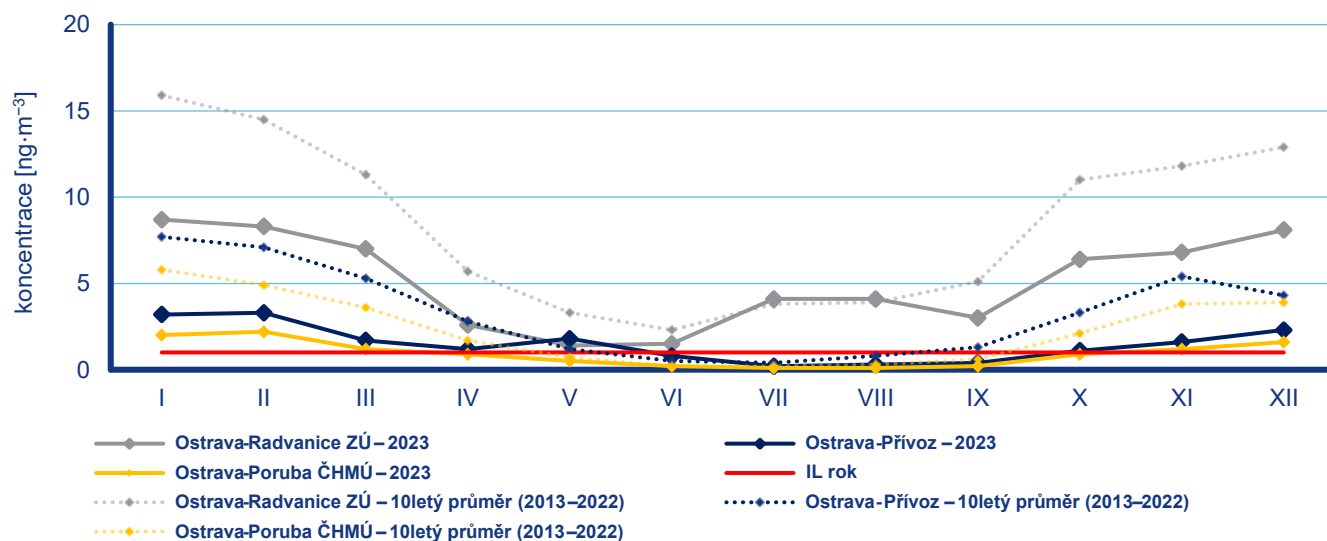
Obr. IV.2.4 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na měřicích stanicích, 2023

kladenské stanici souvisí s hustou zástavbou rodinných domů vytápěných pevnými palivy a se zhoršenými podmínkami provětrávání vzhledem k umístění v údolí Týneckého potoka. Poprvé za dobu sledování (tj. od roku 2005) klesly koncentrace benzo[a]pyrenu na některých městských pozadových stanicích v aglomeraci O/K/F-M pod imisní limit (Ostrava-Poruba ČHMÚ a Ostrava-Mariánské Hory) a na dopravní stanici Ostrava-Poruba DD, přesto ale stále patří ke stanicím s nejvyššími koncentracemi benzo[a]pyrenu v ČR. Vyšší hodnoty lze očekávat i v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy, kde se benzo[a]pyren rutinně neměří. Příkladem mohou být lokality Stříbro a Jaroměř s ročními průměrnými koncentracemi benzo[a]pyrenu 0,9 a 0,8 ng·m<sup>-3</sup>. Zmíněné obce byly proměřeny během putovního měření ČHMÚ, které je zacíleno na znečištění ovzduší pocházejícího převáž-

ně z lokálního vytápění. Nízké roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu byly zjištěny opětovně v aglomeracích Brno a Praha, dále v Jihočeském kraji a v kraji Vysočina. Podlimitní hodnoty koncentrací benzo[a]pyrenu jsou zaznamenávány i v centrech velkých měst (Praha, Brno, Plzeň) mimo zástavbu rodinných domů, tedy v místech s vysokým podílem dálkového centrálního vytápění. Nejnížší průměrná roční koncentrace benzo[a]pyrenu byla naměřena na regionálních venkovských stanicích Červená hora, Souš a Košetice (0,2 ng·m<sup>-3</sup>). 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), 2023 a v průměru let 2013–2022



**Obr. IV.2.6** Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na stanicích Ostrava-Radvanice, Ostrava-Přívoz a Ostrava-Poruba ČHMÚ, 2023 a v průměru let 2013–2022

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. Na hodnotu roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, která má stanovený imisní limit, mají zásadní vliv úrovně koncentrací v měsících během chladného období roku, jelikož v letních měsících jsou koncentrace benzo[a]pyrenu minimální – vyjma průmyslových oblastí v aglomeraci O/K/F-M (Obr. IV.2.6). 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 2023 byly nejvyšší měsíční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na městských a předměstských lokalitách zaznamenány v únoru a v prosinci (Obr. IV.2.5). Všechny měsíční průměrné koncentrace byly nižší než desetiletý průměr (2013–2022). Výrazně nižší koncentrace benzo[a]pyrenu oproti desetiletému průměru (2013–2022) na městských a předměstských pozadových stanicích (téměř o  $1,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 67 % respektive o  $0,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 65 %) byly zjištěny v lednu a v listopadu. Kvalita ovzduší se dlouhodobě zlepšuje díky opatřením jako je např. výměna kotlů v domácnostech. Výraznější změny koncentrací benzo[a]pyrenu jsou však také ovlivněny působením meteorologických podmínek. K nízkým koncentracím v lednu přispěly nadnormální teploty spojené s nižší potřebou vytápění domácností a tím menší produkcí emisí z lokálních topenišť. V listopadu byly nezvykle dobré rozptylové podmínky během celého měsíce a navíc často přšelo (silně nadnormální úhrn srážek, 200 % normálu). 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-Přívov 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 (zejména výše zmíněný areál hutního podniku Liberty Ostrava a. s.). Pro porovnání je v grafu také uvedena městská pozadová stanice Ostrava-Poruba ČHMÚ. Na stanici Ostrava-Přívov byly měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu oproti dlouhodobému průměru ve všech měsících, vyjma května a června, nižší. Při porovnání s městskou pozadovou stanicí Ostrava-Poruba ČHMÚ jsou hodnoty na stanici Ostrava-Přívov nepatrně vyšší, nicméně roční chod je na obou stanicích obdobný. Hodnoty měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ jsou několikanásobně vyšší než na stanicích Ostrava-Přívov i Ostrava-Poruba ČHMÚ a mají mírně odlišný průběh. Oproti jiným stanicím jsou na této lokalitě zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[a]pyrenu nejen v zimním, ale v letním období. Denní koncentrace nad  $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$  se zde vyskytují v průběhu celého roku, včetně letních měsíců,

což dokládá celoroční vliv emisí z průmyslu v této lokalitě. V porovnání s dlouhodobým průměrem 2013–2022 koncentrace benzo[a]pyrenu na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ byly výrazně nižší v lednu (o  $7,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 45 % nižší) a v únoru ( $6,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 42 % nižší). Hodnoty desetiletých průměrů (2013–2023) pro měsíční průměrné koncentrace byly mírně překročeny v letních měsících (červenec a srpen). Zároveň se jednalo o poměrně vysoké hodnoty pro toto období ( $3,8$  a  $3,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Vliv omezení provozu areálu hutního podniku Liberty Ostrava a. s. na konci roku 2023 na kvalitu ovzduší nelze zatím z důvodu krátkého období blíže komentovat.

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 během několika let. Větší nejistotou je zatíženo proto 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.

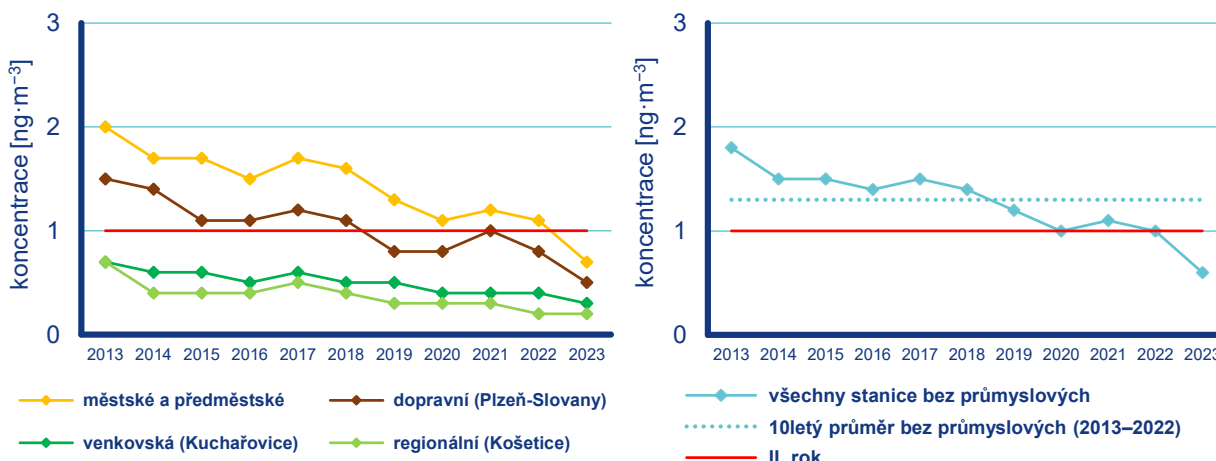
## IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu

Vývoj průměrných ročních koncentrací benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic a v průměru pro všechny stanice vyjma průmyslových je hodnocen za období posledních 11 let, tj. 2013–2023 (Obr. IV.2.7). Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v hodnoceném období vykazují klesající trend. Roční průměrná koncentrace benzo[a]pyrenu v průměru pro všechny stanice v roce 2023 svým výrazným poklesem překonala rekordně nízké koncentrace v roce 2022, a byla tedy nejnižší za celou dobu měření, tj. od počátku druhého tisíciletí. Roční průměrná koncentrace benzo[a]pyrenu poklesla oproti roku 2022 o cca 36 % (o  $0,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti desetiletému průměru (2013–2022) byla roční koncentrace benzo[a]pyrenu nižší o 53 % (o  $0,7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Navíc se roční průměrná koncentrace pro stanice, které měřily ve všech letech hodnoceného období, dostala pod úroveň ročního imisního limitu. K výraznému poklesu roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v ovzduší v roce 2023 v porovnání s předchozím rokem a s desetiletým průměrem 2013–2023 přispěla realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší na všech typech zdrojů, zejména ovšem obnova kotlů v domácnostech a přechod domácností na vytápění alternativními způsoby (Novák V., Plachá H. (eds.) 2023). Zákaz provozu kotlů na tuhá paliva emisní třídy 1 nebo 2 (tzv. neekologických kotlů) s platností od 1. září 2024 a energetická krize uspořádání nových alternativních zdrojů tepla v domácnostech. Data MPO (MPO 2023) ukazují, že rozvoj obnovitelných zdrojů energie

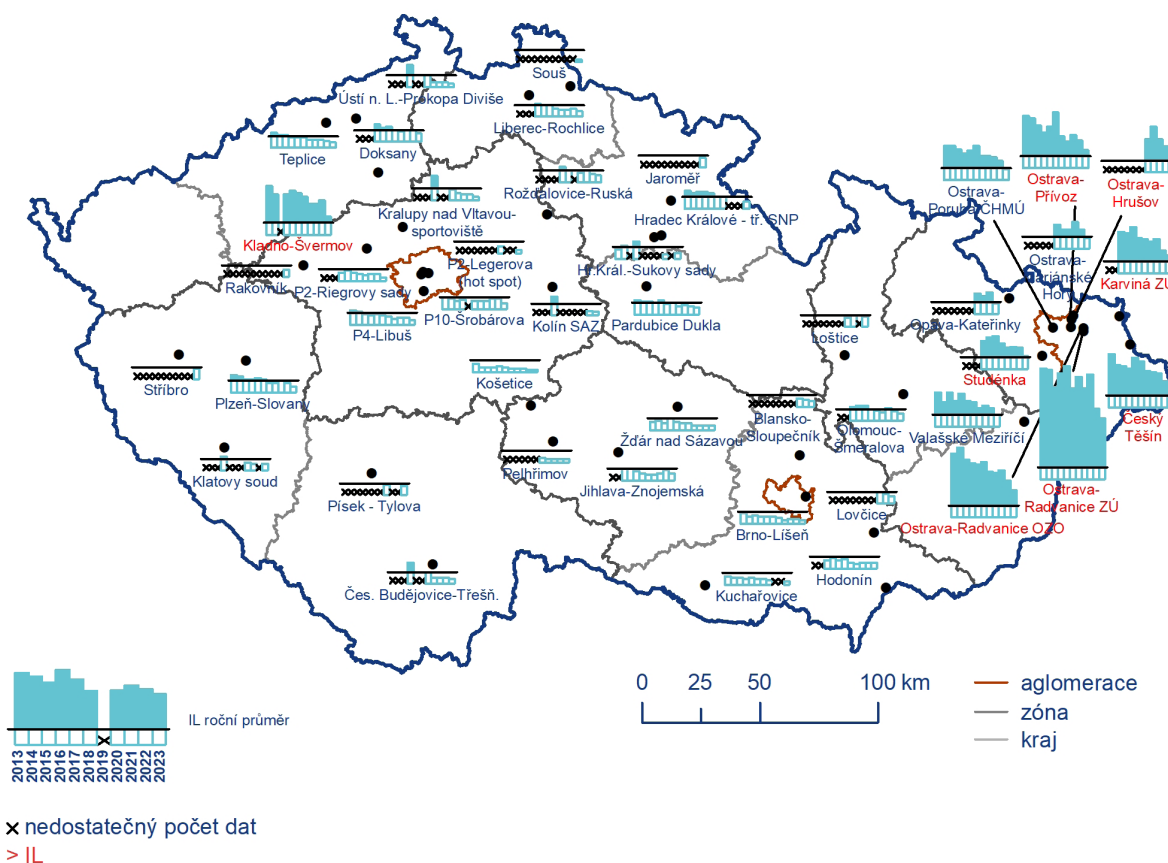
v ČR výrazně zrychlil. Zatímco na začátku roku 2022 bylo v ČR do sítě zapojeno okolo 50 tisíc fotovoltaických elektráren, v polovině roku 2023 jich bylo už přes 130 tisíc. Zároveň bylo v letech 2022 a 2023 prodáno rekordních 115 tisíc tepelných čerpadel. K nižšímu znečištění ovzduší napomohl i výskyt atypických meteorologických podmínek (nadprůměrné teploty a srážky a dobré rozptylové podmínky) v zimních měsících, zejména v lednu a v listopadu. Teplejší zimy spolu s postupným zateplováním domů snižují potřebu vytápění a dochází tak také ke snižování

znečišťování ovzduší z lokálních topenišť. V ostravském regionu se navíc pravděpodobně projevil jak efekt postupného odstavení jednotlivých prvovýrob společnosti Liberty Ostrava a. s. v druhé polovině roku, tak pokles znečištění z dálkového transportu z Polska, kde stejně jako v ČR probíhají opatření na zlepšení kvality ovzduší.

Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu na stanicích během hodnoceného období kolísají a v oblastech největšího imisní-

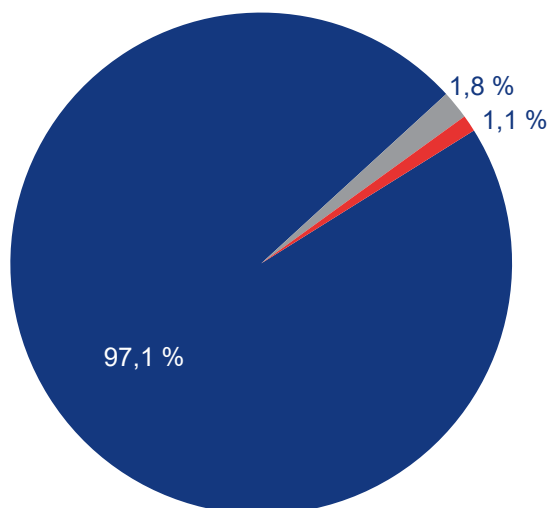


Obr. IV.2.7 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



Obr. IV.2.8 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na vybraných stanicích, 2013–2023

ho zatížení (aglomerace O/K/F-M a Kladensko) dochází k jejich poklesu (Obr. IV.2.8). V meziročním srovnání 2022/2023 koncentrace benzo[a]pyrenu klesly na všech stanicích, které měly data pro oba porovnávané roky. Nejvyšší meziroční pokles koncentrací benzo[a]pyrenu zaznamenaly stanice Kladno-Švermov (o  $1,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 48 %) a stanice Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Přívoz a Opava-Kateřinky (o  $0,9 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. 14 %, 37 % a 48 %).

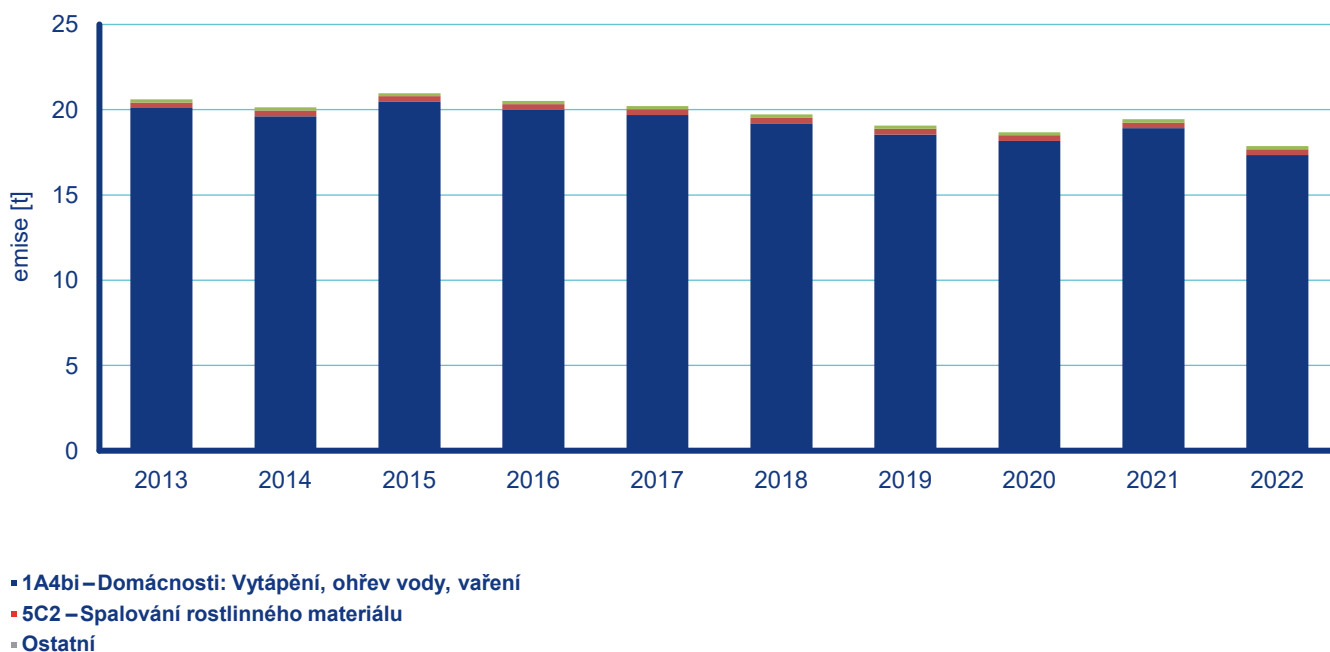


Obr. IV.2.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu, 2022

### 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 nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Jednoznačně nejvýznamnější skupinou zdrojů je proto spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích (sektor 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření Obr. IV.2.9), které se podle modelového výpočtu podílí 97,1 % na celkové produkci benzo[a]pyrenu v roce 2022 (ČHMÚ 2024f). Dalším významnějším zdrojem je spalování rostlinného materiálu (NFR 5C2), které se podílí v roce 2022 na celkových emisích 1,8 %. 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 2013–2022 (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 a přechod na neemisní zdroje, zejména tepelná čerpadla.

Vzhledem k dominantnímu podílu sektoru 1A4bi jsou emise benzo[a]pyrenu rozloženy na území obydlené zástavby celé ČR. 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.



Obr. IV.2.10 Vývoj celkových emisí benzo[a]pyrenu, 2013–2022

## IV.3 Oxidy dusíku

### IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2023

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 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

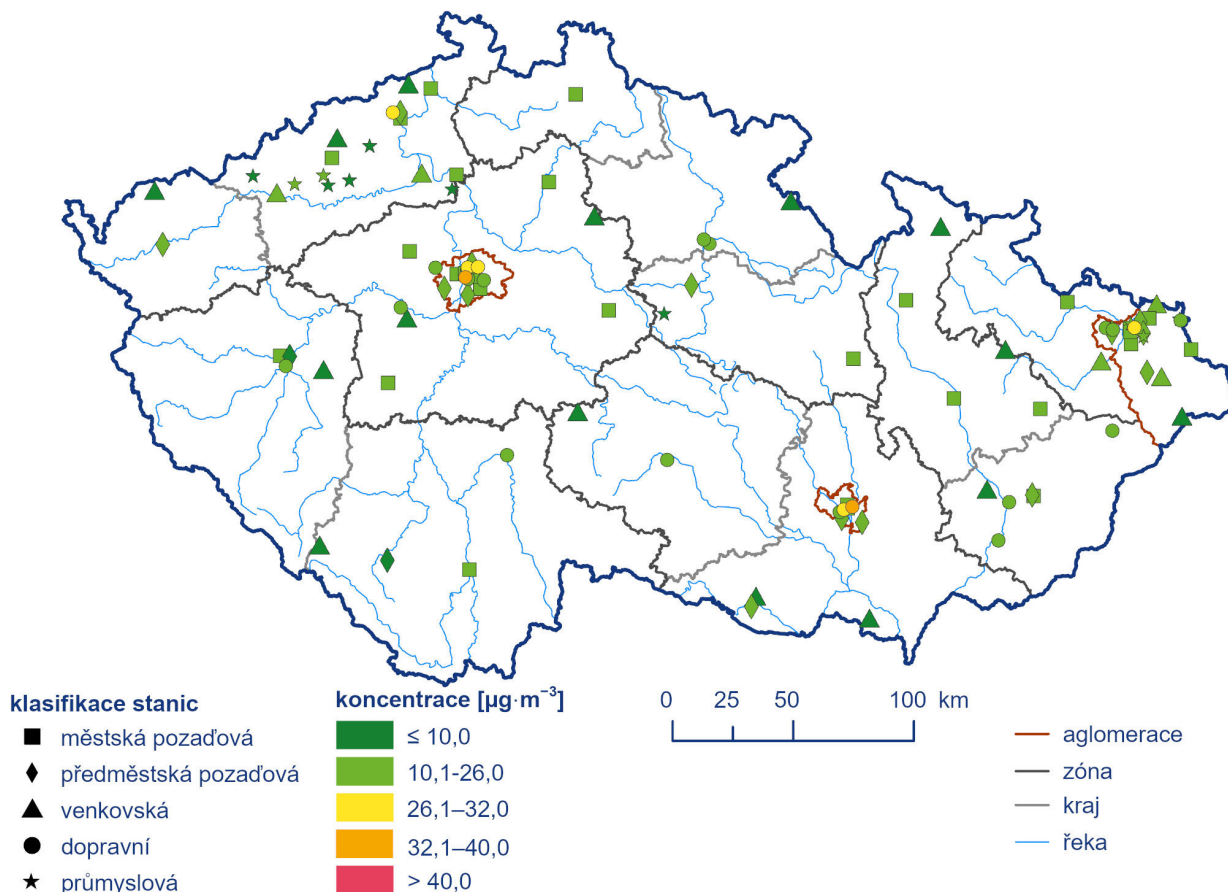
V roce 2023 roční imisní limit ( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pro oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ) nebyl opět překročen na žádné stanici ČR (Obr. IV.3.1). K překročení ročního imisního limitu  $\text{NO}_2$  došlo naposledy v roce 2019. Nejvyšší roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $37,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla tradičně zaznamenána na stanici Praha 2-Legerova (dopravní hot spot). Na této stanici jsou dlouhodobě měřeny nejvyšší hodnoty koncentrací  $\text{NO}_2$  v ČR v souvislosti s vysokou intenzitou dopravy v bezprostřední blízkosti stanice a jejím umístěním v uličním

kaňonu, kde je výrazně snížena možnost provětrávání. Vysoké hodnoty roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  byly zaznamenány na dopravních stanicích velkoměst v Praze a v Brně (Obr. IV.3.1). Naopak nejnižší koncentrace  $\text{NO}_2$  jsou na regionálních pozadových stanicích (Churáňov, Košetice, Přebuz), tedy v oblastech daleko od emisních zdrojů.

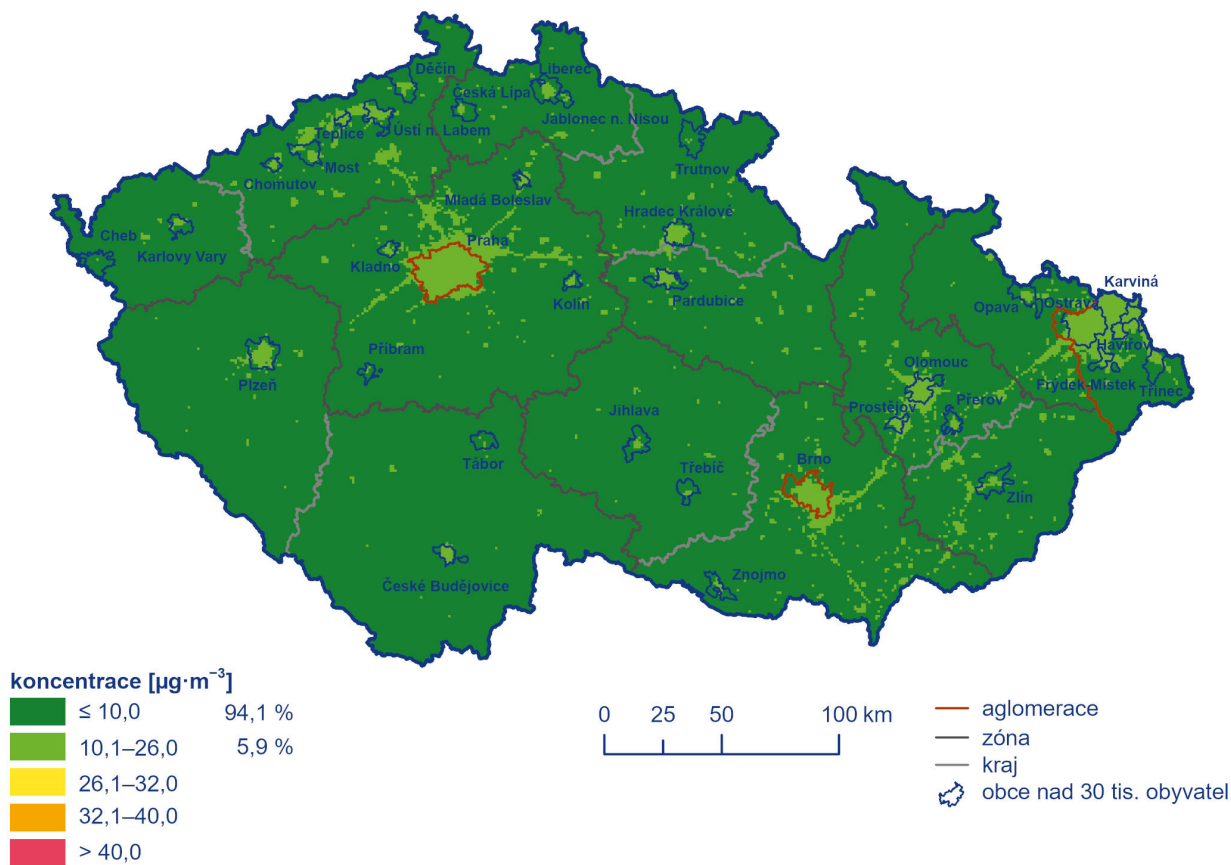
Imisní limit hodinové koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) s maximálním povoleným počtem 18 překročení za rok nebyl v roce 2023 překročen na žádné stanici. Nedošlo ani k překročení samotné hodnoty hodinového imisního limitu  $\text{NO}_2$ .

Modelovaná roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  nepřekročila  $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. hodnotu dolní meze pro posuzování, na celém území ČR (Obr. IV.3.2). Nicméně je důležité zmínit, že mapy koncentrací  $\text{NO}_2$  jsou připravovány v rozlišení  $1 \times 1 \text{ km}$ , 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).

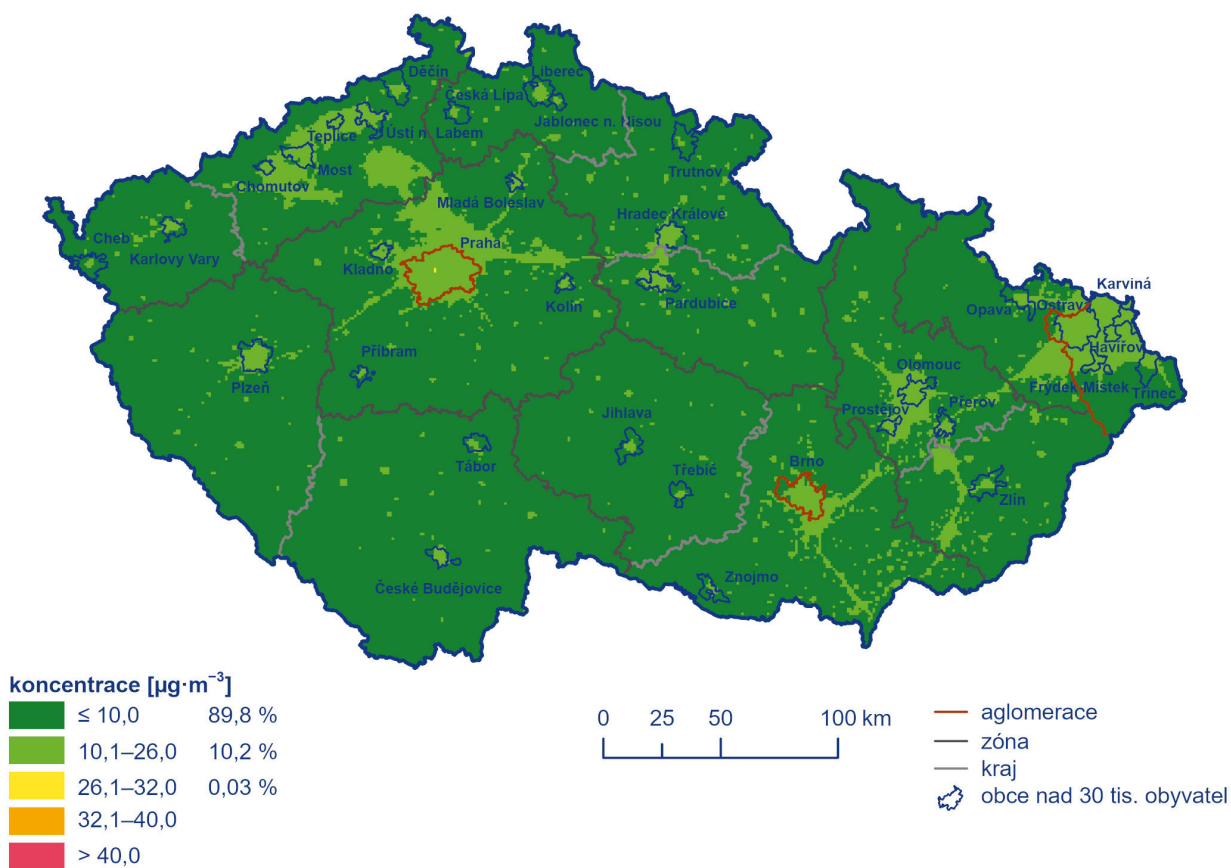
Roční chod měsíčních průměrných koncentrací znečišťujících látek souvisí s různou intenzitou emisních zdrojů a s vlivem meteorologických podmínek v průběhu roku. Jelikož je hlavním zdrojem  $\text{NO}_2$



Obr. IV.3.1 Roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



Obr. IV.3.2 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$ , 2023



Obr. IV.3.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$ , 2019–2023



doprava, která není sezonním emisním zdrojem, je vývoj koncentrací během roku ovlivněn působením meteorologických a rozptylových podmínek. Nejvyšší koncentrace  $\text{NO}_2$  se objevují v chladnějším období roku (Obr. IV.3.4), kdy se častěji vyskytují špatné rozptylové podmínky a kdy jsou vzhledem k nízkým teplotám navíc koncentrace  $\text{NO}_2$  ovlivněny navýšením emisí z vytápění a ze studených startů automobilů. 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  $\text{NO}_2$ . Nejvyšší měsíční koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2023 byly naměřeny v únoru a v prosinci. Naopak nejnižší průměrné měsíční koncentrace  $\text{NO}_2$  byly zaznamenány v červnu a v červenci. V roce 2023 byly všechny průměrné měsíční koncentrace  $\text{NO}_2$  nižší v porovnání s desetiletým průměrem 2013–2022. Výrazně nižší průměrné měsíční koncentrace oproti desetiletému průměru byly v lednu a v listopadu. Rozdíl lednové a listopadové měsíční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  v průměru pro všechny typy stanic oproti desetiletému průměru (2013–2022) byl značný, a to o  $8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (33 %) respektive o  $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (31 %) nižší. Z pohledu typů stanic byly poklesy průměrných koncentrací  $\text{NO}_2$  nejvýraznější na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M a na dopravních stanicích.

### Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

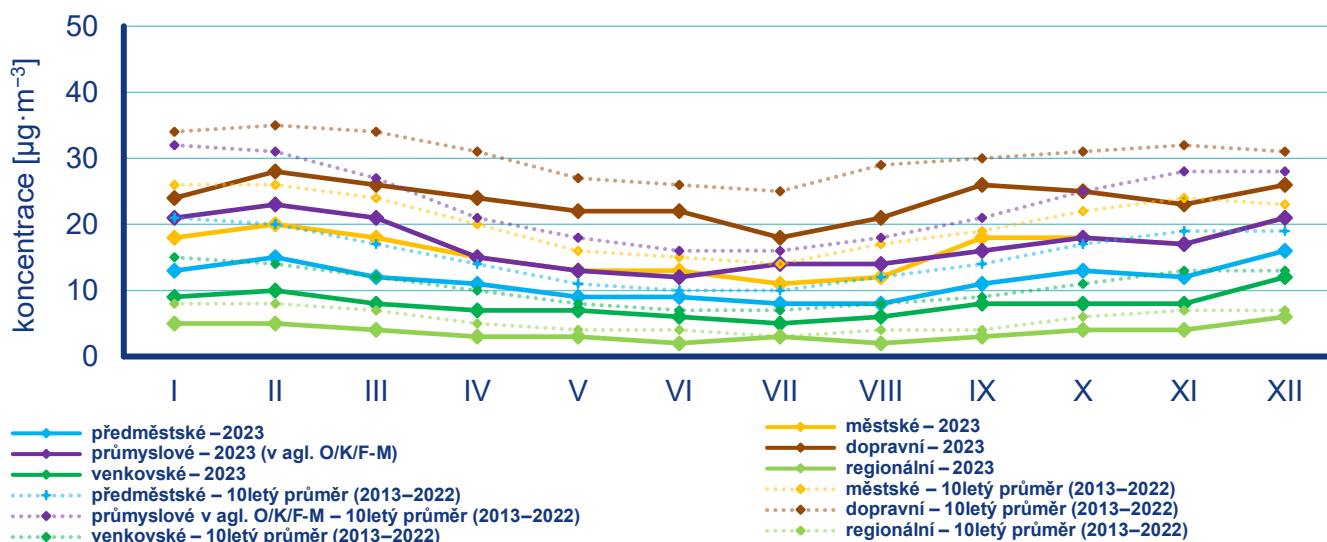
Dle platné české legislativy se hodnotí úroveň ročních koncentrací  $\text{NO}_x$  vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace pouze na venkovských stanicích. Imisní limit pro ochranu ekosystémů a vegetace pro roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_x$  ( $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné z 20 venkovských stanic s dostatečným množstvím dat pro hodnocení. Mapa koncentrací ročních průměrných koncentrací  $\text{NO}_x$  (Obr. IV.3.5) byla připravena pomocí kombinace dat ze všech typů stanic mě-

řících  $\text{NO}_x$  a rozptylového modelu a přináší informace o plošném rozložení úrovní koncentrací  $\text{NO}_x$  v ČR, nikoliv o překročení imisního limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace. V české legislativě nejsou vymezené oblasti, ve kterých se má sledovat úroveň koncentrací znečišťujících látek vzhledem k limitům pro vegetaci a ekosystémy, proto jsou v ročence hodnoceny úrovně naměřených koncentrací plošně alespoň na území národních parků a chráněných krajinných oblastí (kap. VII.2).

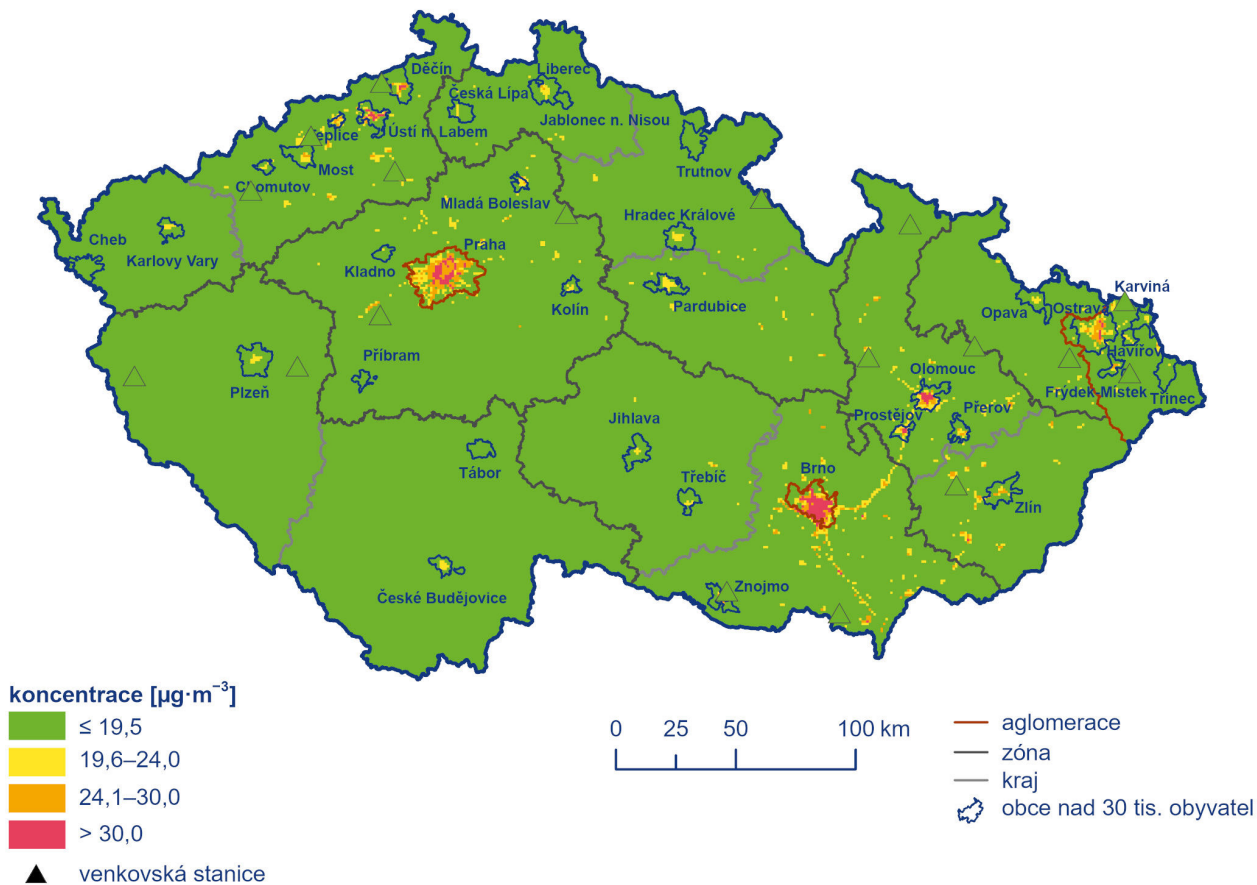
### IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku

Vývoj koncentrací  $\text{NO}_2$  a  $\text{NO}_x$  na stanicích je hodnocen za posledních 11 let, tj. 2013–2023 (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 2013–2023 byly zaznamenány nejvyšší roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2013. V období 2013 až 2018 je možné pozorovat jejich pozvolný pokles či stagnaci. Během let 2019 a 2020 koncentrace průměrné  $\text{NO}_2$  výrazně poklesly a dosáhly do té doby nejnižší hodnoty. V roce 2021 koncentrace  $\text{NO}_2$  nepatrně stouply. Nicméně v roce 2022 se dostala roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  opět na nízkou hodnotu z roku 2020. V obou těchto letech byly shodně zaznamenány neobvykle nízké měsíční koncentrace v únoru i v lednu v souvislosti s výskytem atypických meteorologických podmínek (nadprůměrné teploty a silný vítr). V roce 2023 došlo k dalšímu poklesu koncentrací  $\text{NO}_2$  a bylo dosaženo nejnižší hodnoty roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  za celou dobu sledování (tj. od počátku od 90. let 20. století). Nejvýraznější pokles koncentrací  $\text{NO}_2$  oproti předchozímu roku 2022 nastal na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M (cca o  $2,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. o 13 %). Oproti desetiletému průměru koncentrací (2013–2022) ze všech typů stanic ( $18,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla roční průměrná koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2023 ( $14,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )



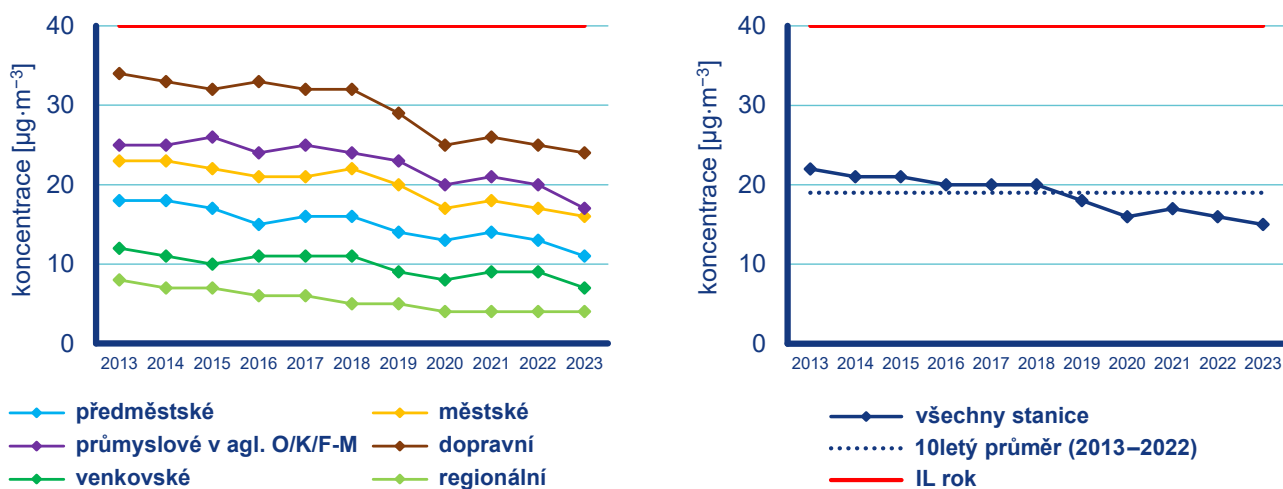
Obr. IV.3.4 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací  $\text{NO}_2$  (průměry pro daný typ stanice), 2023



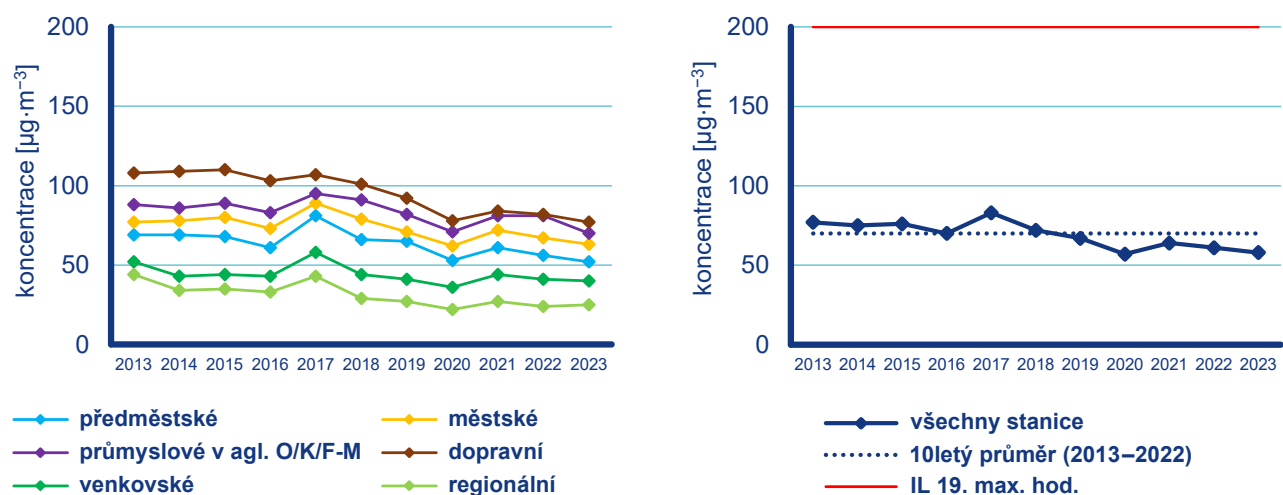
Obr. IV.3.5 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_x$ , 2023



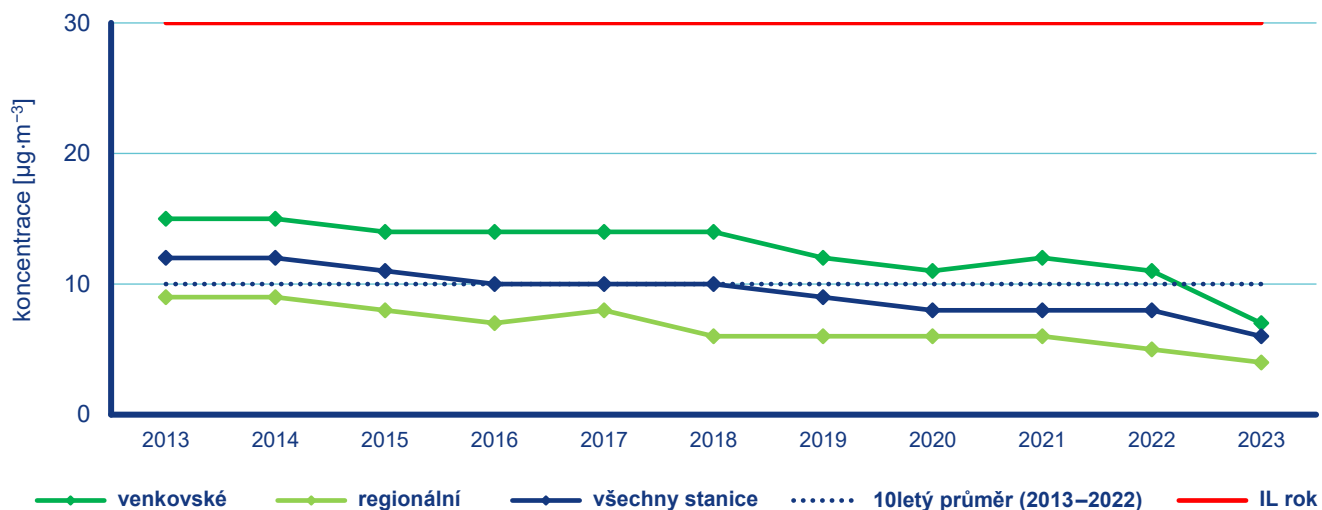
Obr. IV.3.6 19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  na vybraných stanicích, 2013–2023



Obr. IV.3.7 Roční průměrné koncentrace NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



Obr. IV.3.8 19. nejvyšší hodinové NO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



Obr. IV.3.9 Roční průměrné koncentrace NO<sub>x</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023

nižší téměř o 23 %. Na nižších ročních koncentracích  $\text{NO}_2$  oproti desetiletému průměru se vyjma již zmíněného příznivého vlivu meteorologických podmínek podílí i snižování emisí v souvislosti s realizováním opatření pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů v domácnostech, opatření na významných zdrojích a obnova vozového parku).

### IV.3.3 Emise oxidů dusíku

Oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) se tvoří při spalování paliv v závislosti na teplotě spalování, obsahu dusíku v palivu a přebytku spalovací-

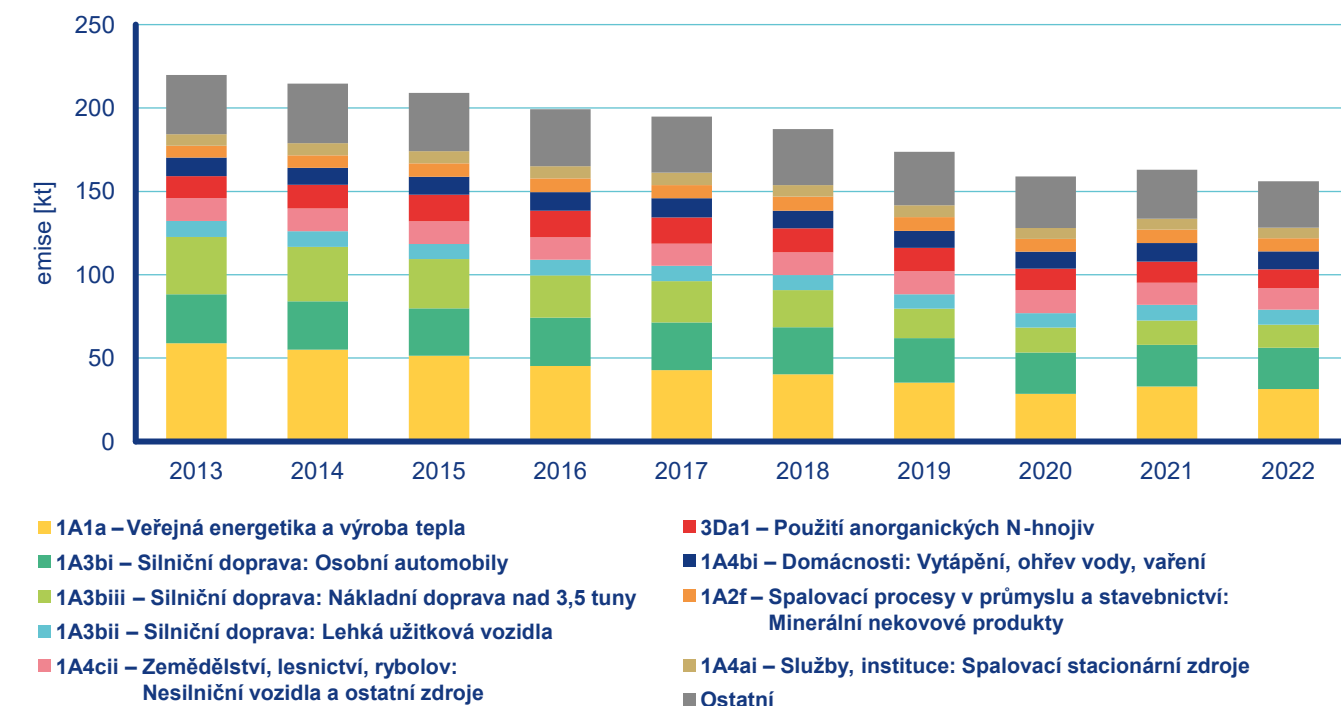
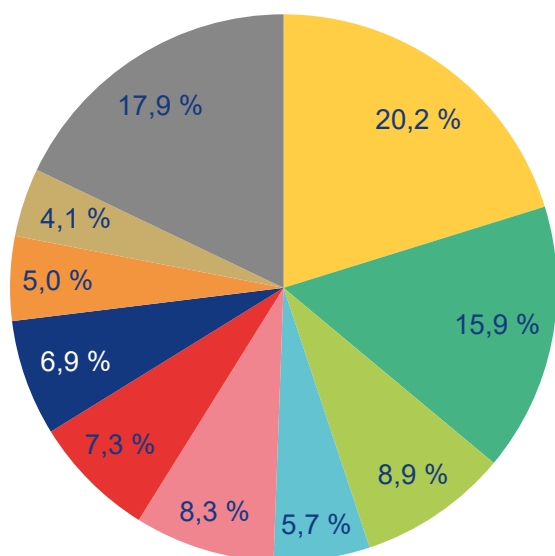
ho vzduchu a vznikají i při některých chemicko-technologických procesech (výroba kyseliny dusičné, amoniaku, hnojiv apod.). Zatímco při spalování paliv v kotlích se podíl  $\text{NO}_2$  v emisích  $\text{NO}_x$  pohybuje obvykle do 5 %, u některých chemicko-technologických procesů může podíl  $\text{NO}_2$  představovat až 100 % emisí  $\text{NO}_x$  (Neužil 2012). Emise  $\text{NO}_x$  s vyšším podílem  $\text{NO}_2$  (10–55 %) produkují diesellové motory (Carslaw et al. 2011).

Největší množství emisí  $\text{NO}_x$  pochází z mobilních zdrojů (ČHMÚ 2023d). Mobilní zdroje se v roce 2022 na celkových emisích  $\text{NO}_x$  podílely 38,8 %, jmenovitě: Sektor 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily se podílel 15,9 %, sektor 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje se podílel 8,3 %, 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t a 1A3bii – Silniční doprava: Lehká užitková vozidla a se na celorepublikových emisích  $\text{NO}_x$  v roce 2022 podílely 8,9 % a 5,7 %.

Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 20,2 % emisí  $\text{NO}_x$ , ze sektoru 3Da1 – Použití anorganických N-hnojiv 7,3 % a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 6,9 % (Obr. IV.3.10). Klesající trend emisí  $\text{NO}_x$  v období let 2013–2022 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku a se zavedením emisních stropů a přísnějších emisních limitů pro emise  $\text{NO}_x$  ze zdrojů v sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla (Obr. IV.3.11).

Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emisích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí  $\text{NO}_x$  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.3.10 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{NO}_x$ , 2022



Obr. IV.3.11 Celkové emise  $\text{NO}_x$ , 2013–2022

## IV.4 Přízemní ozon

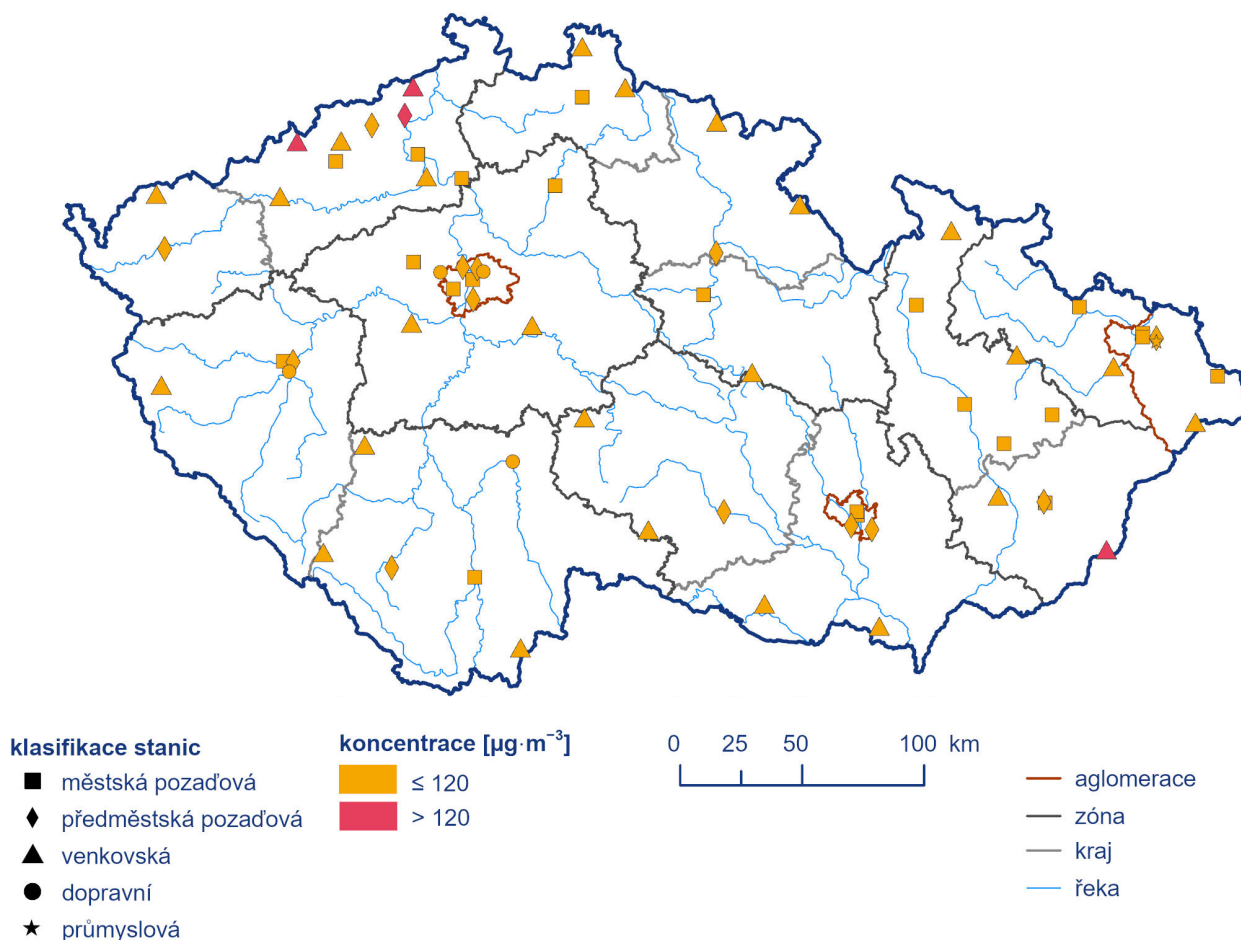
### IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2023

#### Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Imisní limit přízemního ozonu ( $O_3$ ) byl za tříleté období 2021–2023<sup>1</sup> překročen pouze na 4 ze 68 stanic (6 %), na kterých byly koncentrace přízemního  $O_3$  měřeny (Obr. IV.4.1 a IV.4.2). Jednalo se o tři regionální stanice (Sněžník, Štítná n. Vláří a Rudolice v Horách) a o jednu předměstskou pozadovou stanici Ústí n.L.-Kočkov. Tyto stanice jsou situované ve vyšších nadmořských výškách a/nebo

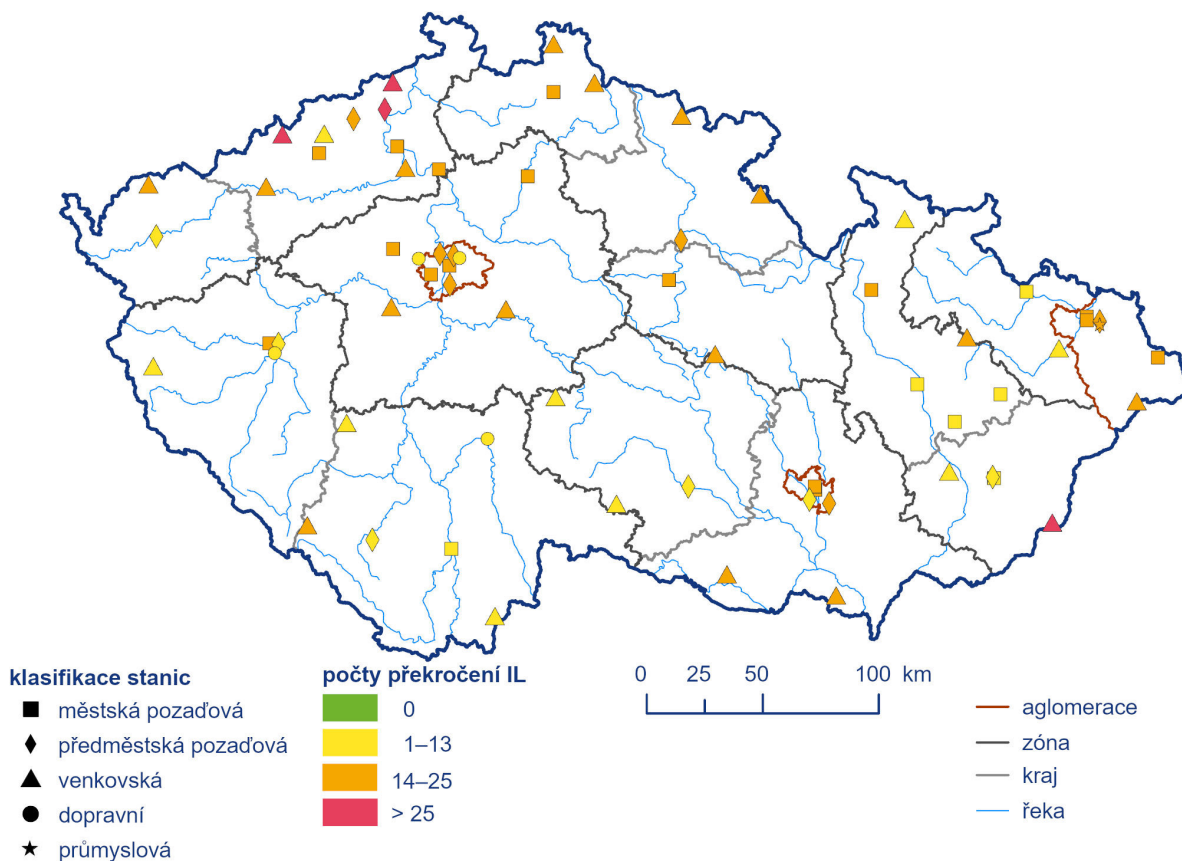
v Ústeckém kraji, kde jsou zvýšené koncentrace ozonu typické. Za předchozí tříleté období 2020–2022 byl imisní limit přízemního  $O_3$  překročen pouze na 3 ze 68 stanic (4 %), za období 2019–2021 na 4 z 66 (6 %), za období 2018–2020 na 34 z 67 stanic (51 %) a za období 2017–2019 na 36 z 64 stanic (56 %).

K překročení imisního limitu přízemního  $O_3$  došlo ve tříletém období 2021–2023 na pouhých 0,1 % území ČR s 0,1 % obyvatel (Obr. IV.4.3), tedy na podobně velkém území jako v předchozích dvou tříletých období (tj. 0,2 % území ČR v období 2020–2022 a 2019–2021). Naopak v předcházejících období 2018–2020, resp. 2017–2019 bylo překročeno na 62 %, resp. 71 % území, což bylo dáno výskytem relativně vysokých koncentrací přízemního  $O_3$  v letech 2017–2019. V rámci hodnoceného tříletého období 2021–2023 se na počtu překročení imisního limitu nejvíce podílel rok 2022 (Obr. IV.4.4), a to 45 % ze součtu všech překročení na všech stanicích. Nejmenší podíl měl rok 2021 s 21 %, zatímco v roce 2023 byl podíl 34 %.

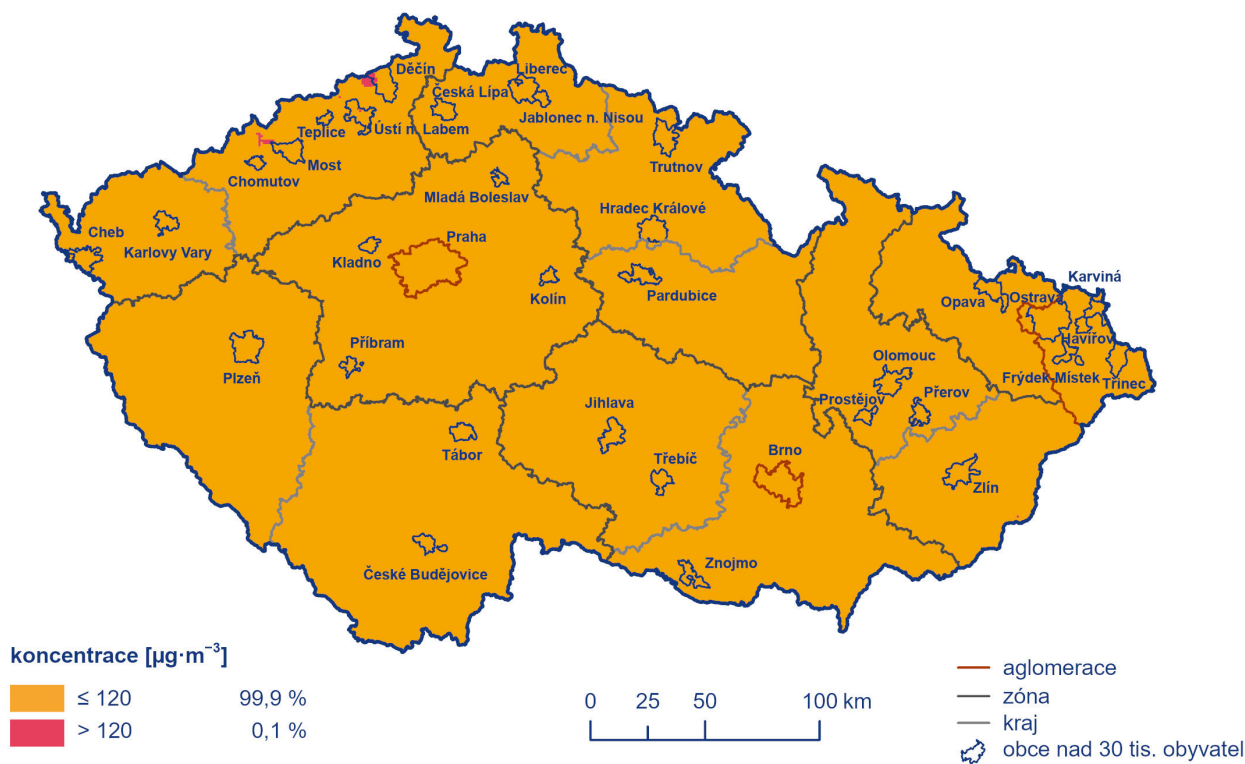


**Obr. IV.4.1 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního  $O_3$  v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2021–2023**

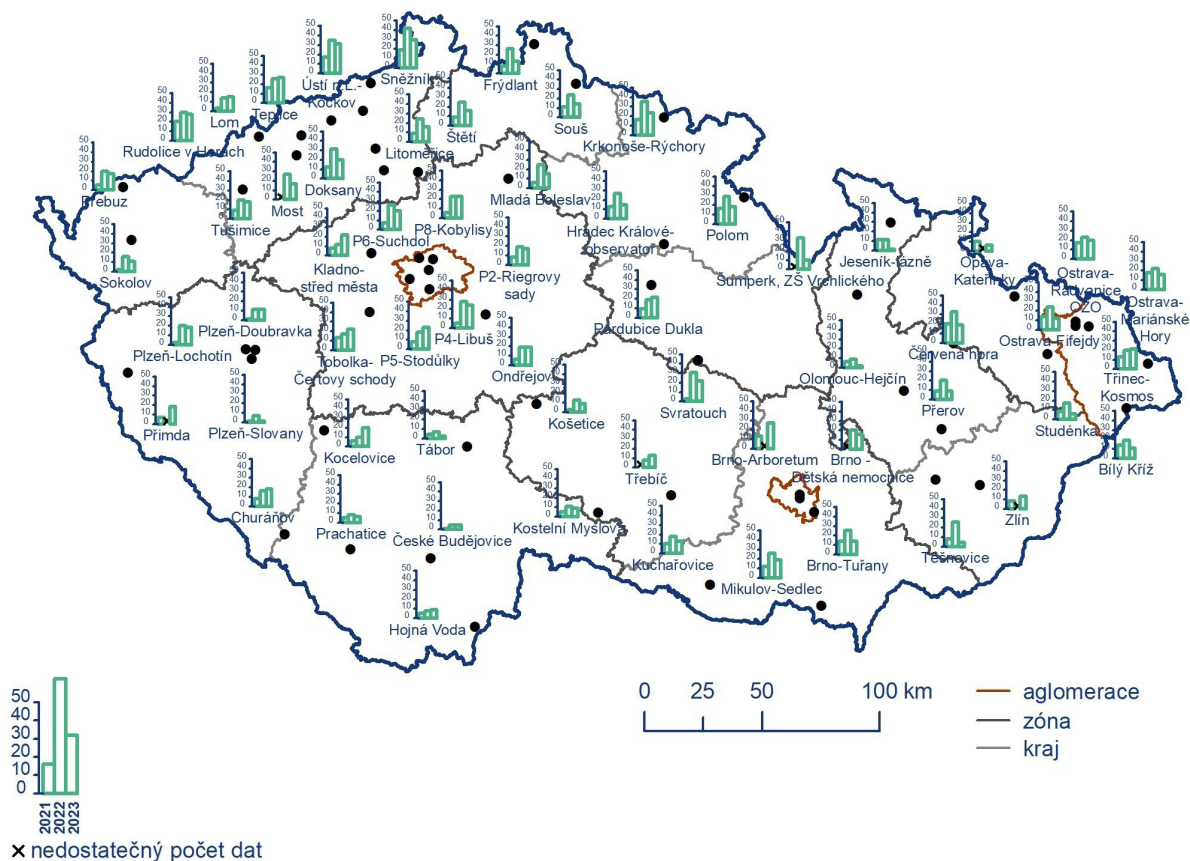
1 Imisní limit je překročen, jestliže byl maximální denní 8hodinový klouzavý průměr  $O_3$  vyšší než  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  alespoň 26× v průměru za 3 roky.



**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, 2021–2023**



**Obr. IV.4.3 Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrace přízemního O<sub>3</sub> v průměru za 3 roky, 2021–2023**



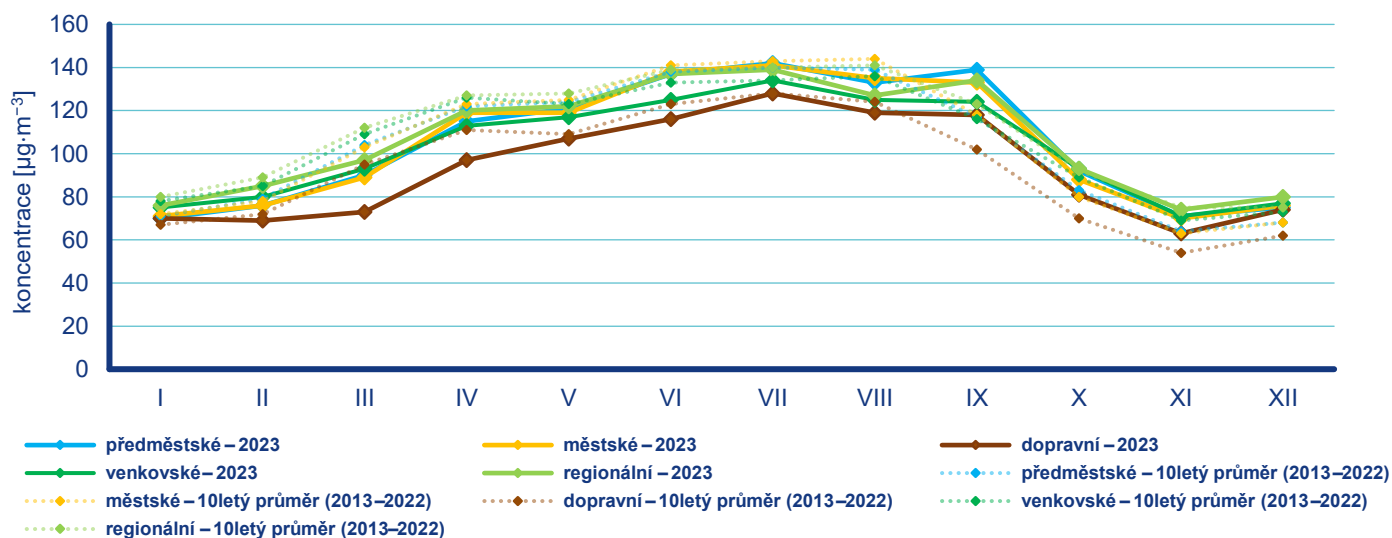
**Obr. IV.4.4 Počet překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního  $O_3$  za rok na vybraných stanicích, 2021–2023**

Roční chod průměrných měsíčních koncentrací přízemního  $O_3$  (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc, průměr pro jednotlivé typy stanic) je obecně charakterizován nárůstem koncentrací v letním období (duben–září) z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek pro vznik  $O_3$  (Obr. IV.4.5).

Průměrné měsíční koncentrace přízemního  $O_3$  se v letním období roku 2023 pohybovaly mírně pod hodnotou měsíčního desetiletého průměru (2013–2022), tzn. že byly o cca 1–5 % nižší, s výjimkou měsíce září, kdy byly zaznamenány nadprůměrné koncentrace. Nejvyšší koncentrace přízemního  $O_3$  byly v roce 2023 naměřeny v červenci, tj. v nejteplejším měsíci roku 2023, který byl charakterizován jako teplotně nadnormální a srážkově jako normální. Nárůst koncentrací od dubna do srpna odpovídá meteorologickým podmínkám v těchto měsících – normálním až nadnormálním teplotám (s výjimkou silně podnormálního dubna) a normálním až silně podnormálním srážkám (s výjimkou silně nadnormálního dubna a srpna). Zvýšení koncentrací přízemního ozonu v září 2023 o 14 % ve srovnání s desetiletým průměrem za období 2013–2022 bylo v souladu s meteorologickými podmínkami charakterizujícími toto září – mimořádně teplým a velmi suchým měsícem (Obr. III.2 a Obr. III.4). V září byla vyhlášena z důvodu vysokých koncentrací přízemního  $O_3$  jedna smogová situace, a to

v Ústeckém kraji, trvající celkem 16 h (více viz kap. VI.).

Nejnižší hodnoty koncentrací přízemního  $O_3$  jsou měřeny na dopravně zatížených lokalitách (Obr. IV.4.5, IV.4.10–11), kde je přízemní  $O_3$  odbouráván chemickou reakcí s oxidem dusnatým (NO), který je součástí oxidů dusíku ( $NO_x$ ). Lze předpokládat, že koncentrace přízemního  $O_3$  jsou nižší až podlimitní i v dalších dopravně zatíženějších oblastech. Z důvodu absence měření nelze pomocí stávající metodiky tvorby map toto pravděpodobné snížení dokladovat. Hodnoty koncentrací přízemního  $O_3$  na venkovských, předměstských a městských stanicích dosahují podobných úrovní a jsou v porovnání s koncentracemi na dopravních stanicích vyšší. Toto potvrzuje i studie Paoletti et al. (2014), kdy v letech 1990–2010 bylo na stanicích v Evropě a USA pozorováno snížení rozdílů mezi koncentracemi měřeními na lokalitách venkovských a městských. Zároveň na těchto stanicích došlo ke snížení maximálních měřených hodnot. Zmiňovaný pokles koncentrací přízemního  $O_3$  je mimo jiné připisován redukcí emisí jeho prekurzorů, zejména  $NO_x$  ve vyspělých státech. Snížení koncentrací v relativně čistých oblastech je přisuzováno snížení emisí jak  $NO_x$ , tak i volatilních organických látek (VOC) v širším (evropském až globálním) měřítku (Sicard et al. 2013).



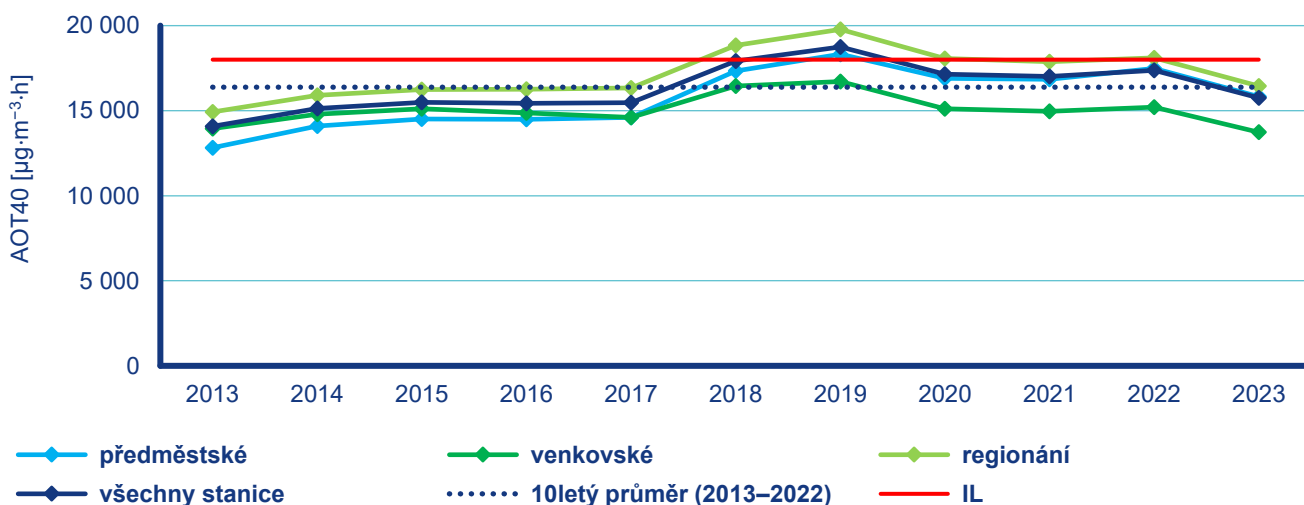
Obr. IV.4.5 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací max. 8hod. klouzavého průměru O<sub>3</sub> (průměry pro daný typ stanice), 2023

### Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Dle platné české legislativy se hodnotí úroveň ročních koncentrací přízemního O<sub>3</sub> vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace pouze na předměstských a venkovských lokalitách. Imisní limit přízemního O<sub>3</sub> pro ochranu vegetace 18 000 µg·m<sup>-3</sup>·h (průměr za pět let, Tab. I.2) byl překročen na 7 z 39 venkovských a předměstských stanic (18 %), pro které byl podle legislativy relevantní výpočet expozičního indexu AOT40<sup>2</sup> (průměr za roky 2019–2023). Nejvyšší hodnoty indexu

AOT40 za hodnocené období 2013–2023 byly zjištěny v letech 2018, 2019 a 2020 (v průměru pro 32 venkovských a předměstských stanic s úplnou časovou řadou 2013–2023). V roce 2023 byly hodnoty indexu AOT40 šesté nejvyšší za období 2013–2023 (Obr. IV.4.6, Obr. IV.4.7). Nadlimitní hodnoty indexu AOT40 byly v roce 2023 zjištěny na stanicích Rudolice v Horách, Sněžník, Krkonoše-Rýchory, Ústí nad Labem-Kočkov, Praha 4-Libuš, Praha 6-Suchdol a Teplice.

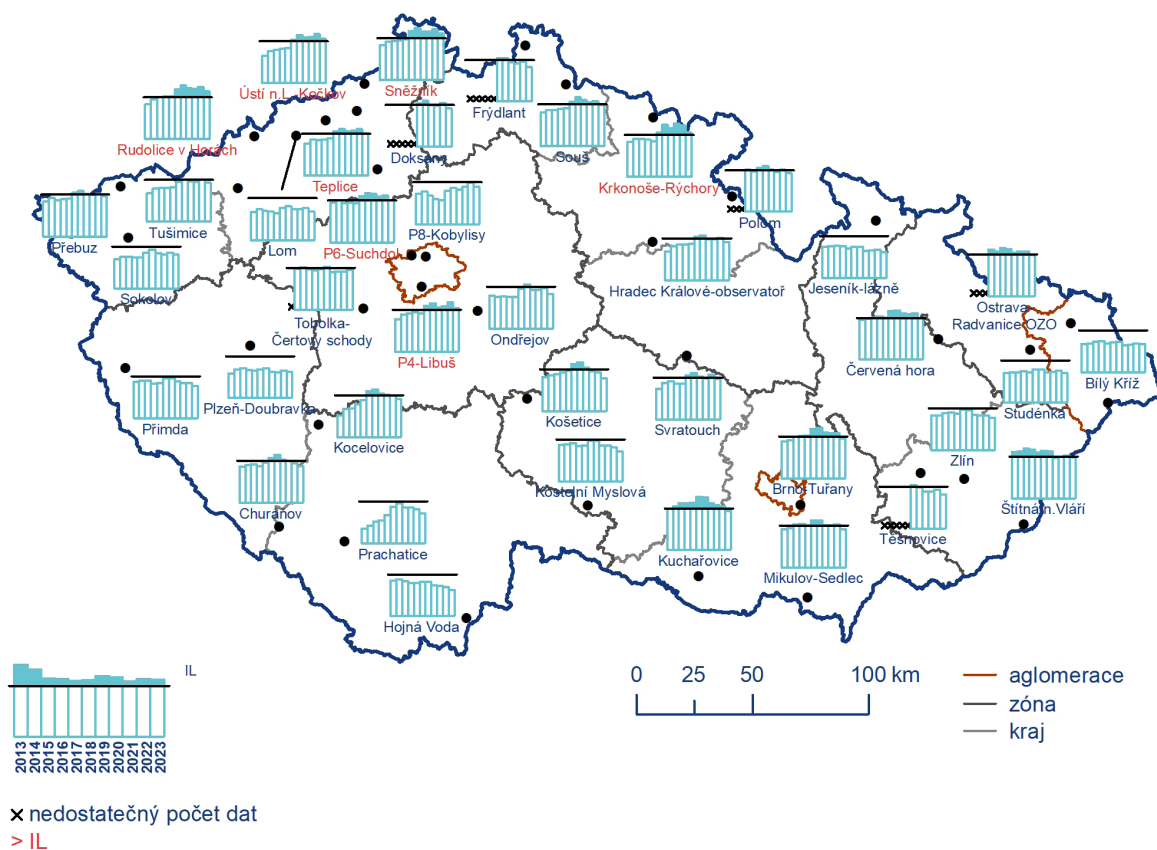
Mapa hodnot expozičního indexu AOT40 (Obr. IV.4.8) byla připravena pomocí kombinace dat ze všech typů stanic a rozptylového modelu a přináší informace o plošném rozložení



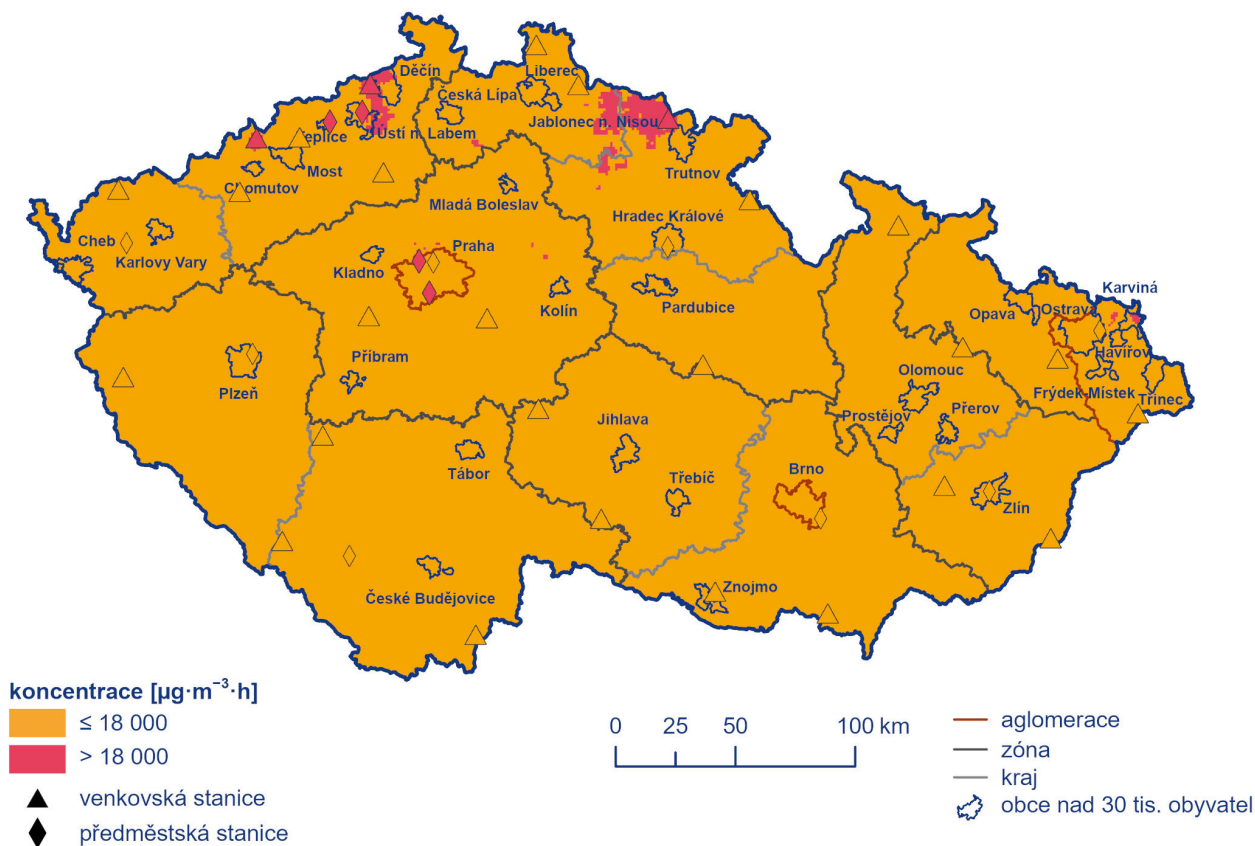
Obr. IV.4.6 Hodnoty expozičního indexu AOT 40, klouzavý 5letý průměr, 2013–2023

2 AOT40 znamená součet rozdílů mezi hodinovou koncentrací větší než 80 µg·m<sup>-3</sup> (= 40 ppb) a hodnotou 80 µg·m<sup>-3</sup> v dané periodě užitím pouze hodinových hodnot změřených každý den mezi 8:00 a 20:00 SEČ.

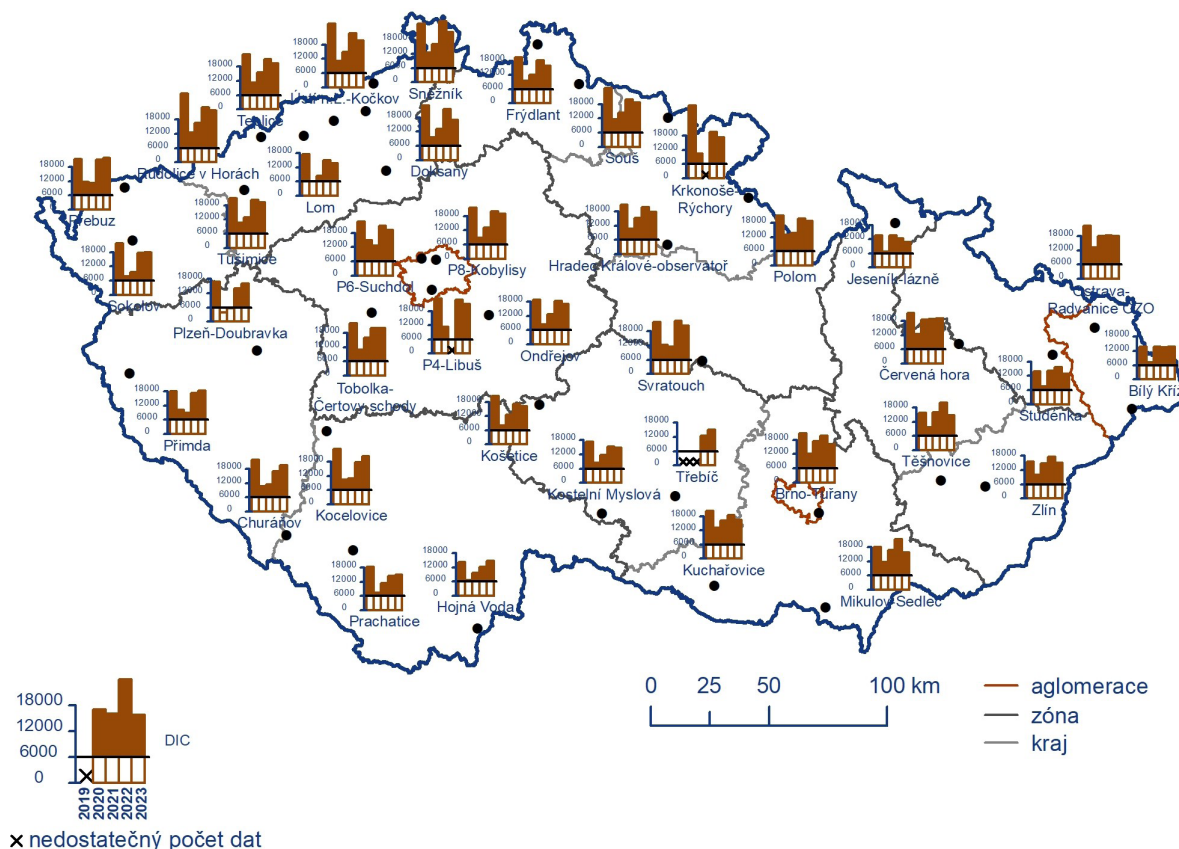




Obr. IV.4.7 Hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích, klouzavý 5letý průměr, 2013–2023



Obr. IV.4.8 Pole hodnot expozičního indexu AOT40, průměr za 5 let, 2019–2023



**Obr. IV.4.9** Roční hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích v porovnání s dlouhodobým imisním cílem (DIC), 2019–2023

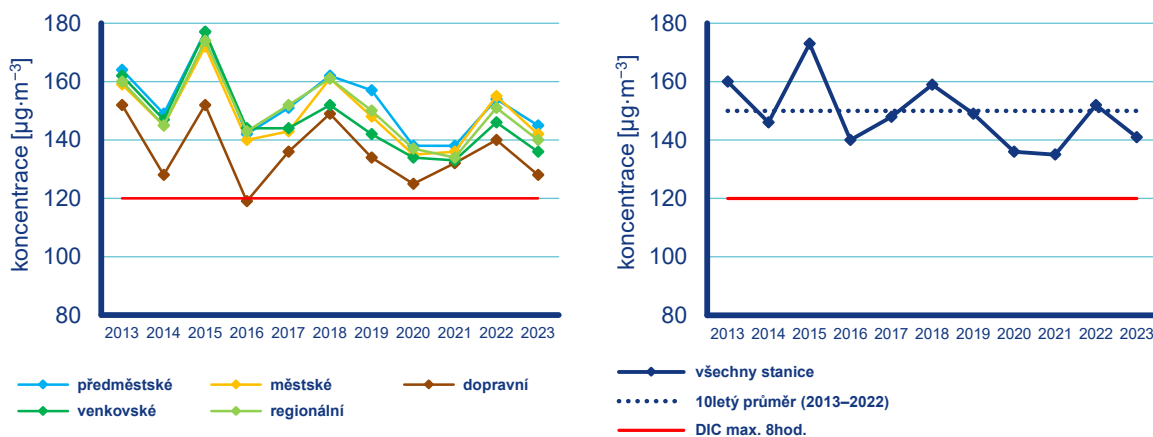
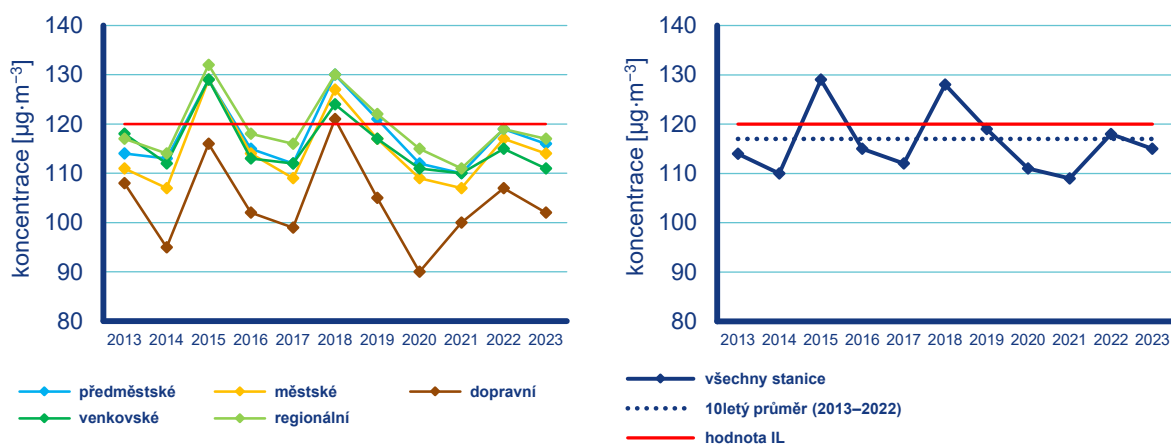
úrovni koncentrací expozičního indexu AOT40 v ČR, nikoliv o překročení imisního limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace. V české legislativě nejsou vymezené oblasti, ve kterých se má sledovat úroveň koncentrací znečišťujících látek vzhledem k limitům pro vegetaci a ekosystémy, proto jsou v ročence hodnoceny úrovně naměřených koncentrací plošně alespoň na území národních parků a chráněných krajinných oblastí (více viz kap. VII.2). Dle plošné mapy hodnot indexu AOT40 došlo v roce 2023 k výskytu zvýšených koncentrací částečně na území Ústeckého, Libereckého kraje a Královéhradeckého a kraje Prahy a v menších územních celcích Středočeského a Moravskoslezského kraje.

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 2023 na cca 2/3 stanic třetí nejvyšší.

## IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu

Vývoj koncentrací přízemního  $\text{O}_3$ , na rozdíl od předchozích 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 (DIC) pro přízemní  $\text{O}_3$  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 2013–2023 pohybovala v rozmezí od 135 do  $173\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 26. maximální 8hod. průměrná koncentrace pak od cca 110 do  $129\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Maximální denní 8hod. a 26. nejvyšší maximální 8hod. průměrné koncentrace přízemního  $\text{O}_3$  nevykazují od roku 2012 výrazný vývoj (Obr. IV.4.10 a Obr. IV.4.11), neboť koncentrace ozonu jsou silně závislé na meteorologických podmínkách zejména teplého období roku (duben–září). Nejvyšší maximální denní 8hod. koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018, v případě 26. nejvyšší maximální denní 8hod. koncentrace v letech 2015, 2018, 2019 a 2022. Všechny tyto roky jsou charakterizovány

Obr. IV.4.10 Koncentrace přízemního O<sub>3</sub> (max. denní 8hod. klouzavý průměr) na jednotlivých typech stanic, 2013–2023Obr. IV.4.11 Koncentrace přízemního O<sub>3</sub> (26. nejvyšší max. denní 8hod. klouzavý průměr), 2013–2023

výskytem meteorologických podmínek vhodných pro vznik O<sub>3</sub> – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací přízemního O<sub>3</sub> zejména na přelomu července a srpna, v roce 2022 byly měřeny vysoké koncentrace v srpnu, ale byly zaznamenány i neobvykle zvýšené koncentrace v březnu. Roky 2015, 2018 a 2019 byly teplotně mimořádně nadnormální, rok 2022 byl teplotně nadnormální, roky 2015 a 2018 i srážkově silně podprůměrné. Koncentrace v roce 2023 (141  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro maximální denní 8hod. a 115  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro 26. maximální denní 8hod. průměrnou koncentraci) byly v rámci jedenáctiletého období 2013–2023 čtvrté resp. šesté nejnižší. Koncentrace pro rok 2023 jsou mírně nižší než desetileté průměry pro období 2013–2022 (150  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro maximální denní 8hod. a 117  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro 26. maximální denní 8hod. průměrnou koncentraci).

Ve srovnávání koncentrací hrají zásadní roli emise prekurzorů a meteorologické podmínky, tj. intenzita a délka slunečního svitu, teplota, rychlost větru a výskyt srážek, resp. relativní vlhkost vzduchu (Blanchard et al. 2010; Ooka et al. 2011). Vztah mezi množstvím emitovaných prekurzorů a koncentracemi přízemního O<sub>3</sub> však není lineární. Tato nelinearita je způsobena komplikovanou atmosférickou chemií vzniku a zániku přízemního O<sub>3</sub>, dálkovým přenosem přízemního O<sub>3</sub> 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 více než 30letá řada imisních koncentrací přízemního O<sub>3</sub>, je možné – navzdory vysoké meziroční variabilitě O<sub>3</sub> – smysluplně hodnotit jeho dlouhodobé trendy (Weatherhead et al. 1998). Detailní analýza časoprostorových trendů dlouhodobého měření 26 stanic různého typu (městské, venkovské, horské) za období 1994–2015 ukázala, že navzdory podstatnému snížení emisí prekurzorů i snížení imisních koncentrací přízemního O<sub>3</sub> na většině stanic představuje přízemní O<sub>3</sub> v ČR stále značný problém. Jasně se prokázalo, že pro žádoucí snížení imisních úrovní přízemního O<sub>3</sub> je kritický poměr NO/NO<sub>2</sub>, a samotný současný významný pokles celkových emisí NO<sub>x</sub> není tedy pro snížení přízemního O<sub>3</sub> postačující (Hůnová, Baumelt 2018). Současně bylo z výsledků měření ČHMÚ zjištěno, že v posledních letech (přibližně od roku 2014) střední koncentrace přízemního O<sub>3</sub> na českých stanicích rostou, což patrně souvisí s probíhající klimatickou změnou (Hůnová et al. 2020).

### IV.4.3 Vznik přízemního ozonu

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

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 přízemního  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$ , zatímco se vzrůstajícími koncentracemi VOC se mění jen málo. Naopak v oblastech s režimem limitovaným VOC dochází k poklesu kon-

centrací přízemního  $O_3$  s rostoucími koncentracemi  $NO_x$  a k nárůstu koncentrací přízemního  $O_3$  s rostoucími koncentracemi VOC. Zvýšení koncentrací přízemního  $O_3$  v důsledku poklesu emisí  $NO_x$ , respektive rostoucího poměru  $NO_2/NO$  (modernizace a denitrifikace velkých emisních zdrojů) bylo pozorováno v severozápadních Čechách (Hůnová, Baumelt 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 isopleth. 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  $O_3$  narůstají s rostoucí intenzitou ultrafialového záření a zvyšující se teplotou vzduchu, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Tyto závislosti byly prokázány i na výsledcích dlouhodobých měření ČHMÚ (Hůnová et al. 2019). Vysoké koncentrace bývají spojeny s déletrvající anticyklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace přízemního  $O_3$  mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického ozonu 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

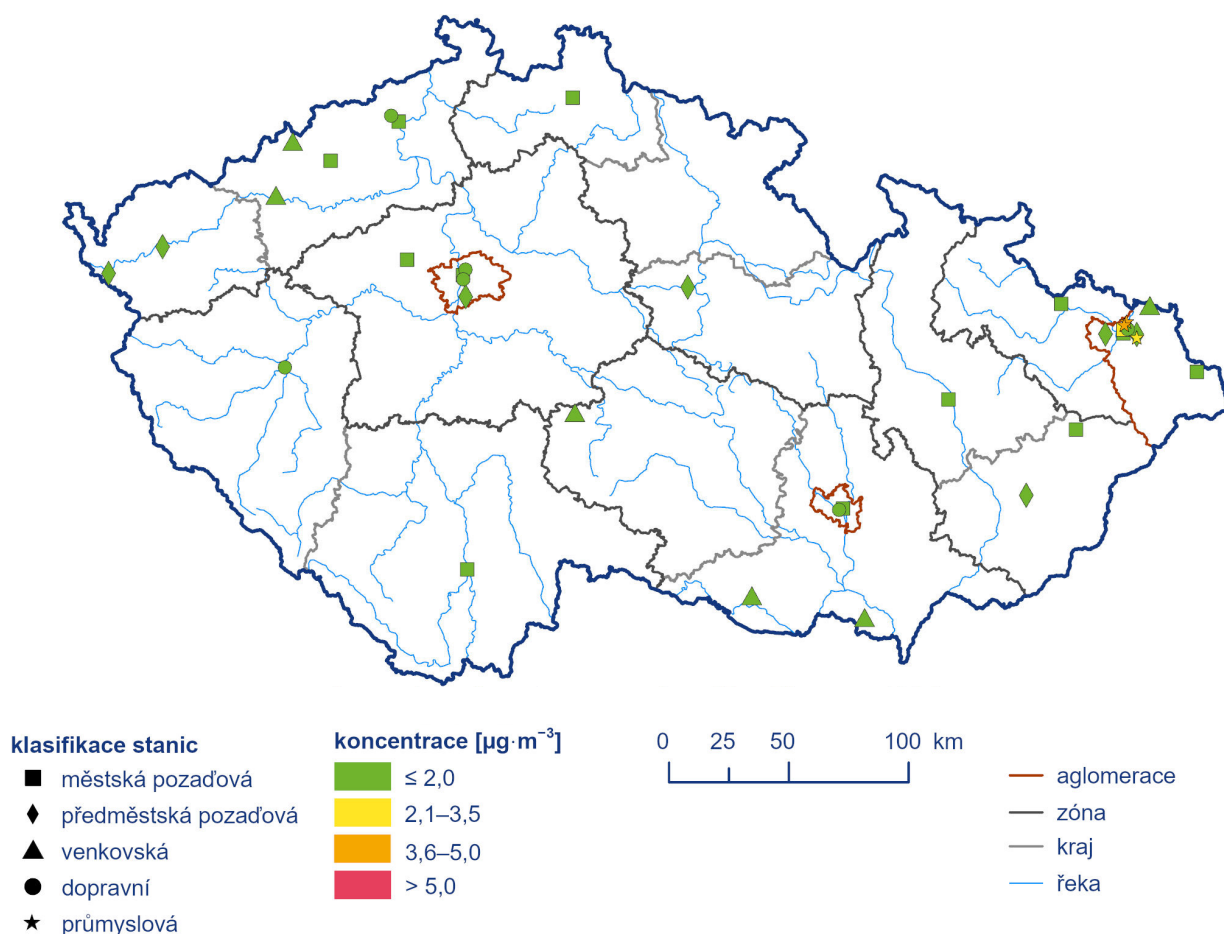
### IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2023

Roční imisní limit benzenu ( $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné z 35 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.5.1). Nejvyšší roční průměr ( $3,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byl, stejně jako v roce 2022, naměřen na průmyslové stanici Ostrava-Přívoz. Oproti roku 2022 ( $4,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 15 %. Nejvyššími koncentracemi benzenu byla celkově zatížena aglomerace O/K/F-M (Obr. IV.5.2).

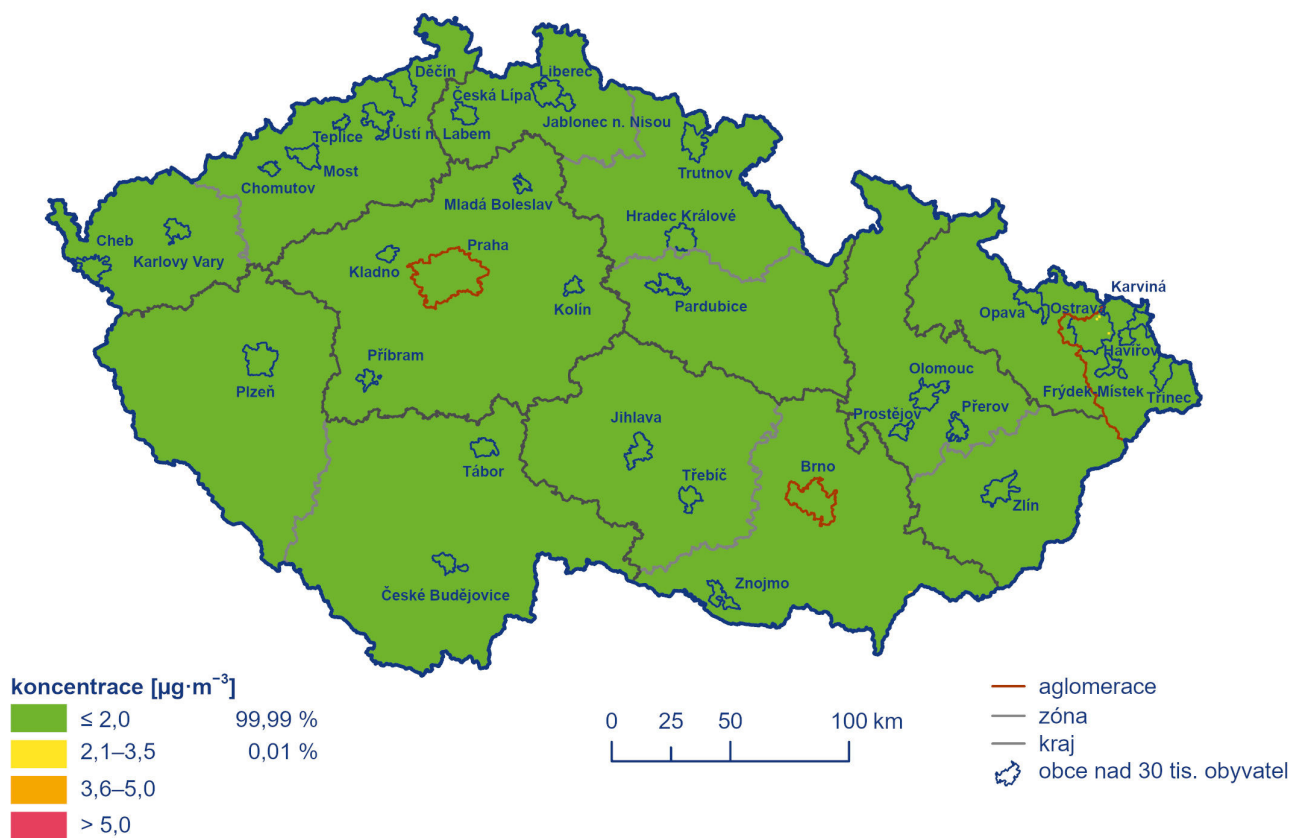
Dlouhodobě jsou koncentrace benzenu na území ČR, s výjimkou aglomerace O/K/F-M, velmi nízké a nedosahují ani poloviny hodnoty imisního limitu (Obr. IV.5.3). Z celkového počtu 35 stanic, které na území ČR měřily koncentrace benzenu v roce 2022 i 2023, se roční průměrné koncentrace v roce 2023 nezvýšily na žádné z těchto stanic. Naopak nižší koncentrace byly naměřeny na 28 stanicích (80 %), stejné hodnoty pak na 7 stanicích (20 %).

### Znečištění benzenem v Ostravě

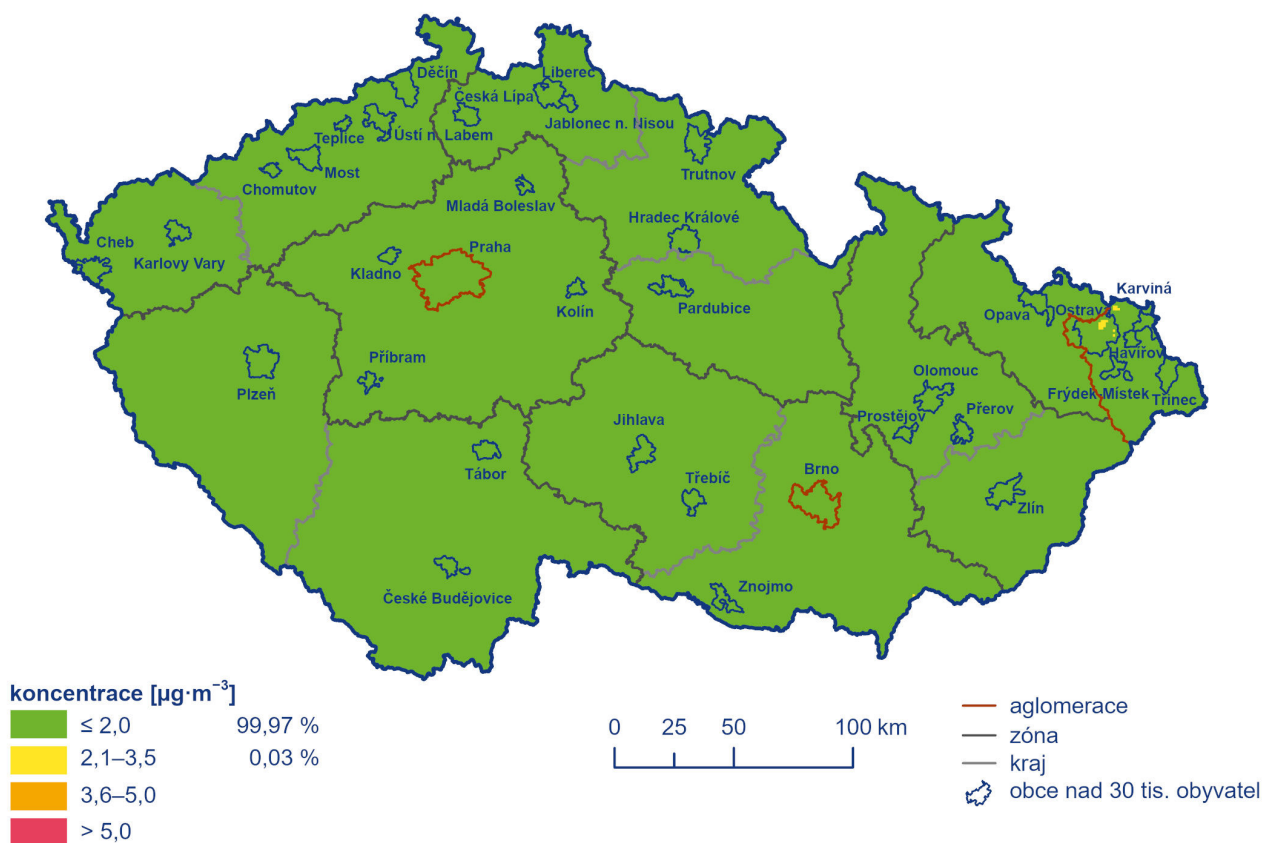
V rámci projektu ARAMIS (TA ČR „Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší“), dílčího cíle 2.1 Zlepšení identifikace zdrojů, byla provedena podrobná měřicí kampaň pro zjištění úrovně koncentrací benzenu ve třech ostravských lokalitách (Ostrava-Přívoz, Laguny Ostramo a Sudeřova ulice). Cílem bylo ověřit aktuální imisní situaci benzenu v hustší síti, než umožňuje rozšířený podrobný monitoring realizovaný ČHMÚ v lokalitě SSIM Ostrava-Přívoz. Důvodem byl výskyt vysokých krátkodobých koncentrací benzenu v roce 2022 na lokalitách v Ostravě, které nebylo možné jednoznačně přiřadit některému známému zdroji a zahájení několika sanačních prací v rámci likvidace starých ekologických zátěží (koksowna Jan Šverma a rafinerie Ostramo). Činnosti proběhly na základě spolupráce s Magistrátem města Ostravy a MŽP v období 1. 3. – 30. 6. 2023.



Obr. IV.5.1 Roční průměrné koncentrace benzenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



Obr. IV.5.2 Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2023



Obr. IV.5.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzenu, 2019–2023

Provedená kampaňová identifikace prokázala imisní problém v Ostravě-Mariánských Horách, v průmyslové lokalitě v blízkosti areálu bývalého dolu a koksovny Jan Šverma, a to v podobě pravděpodobného významného překročení stávajícího imisního limitu. Uvedené imisní anomálie byly v měřeném období spojeny především s emisemi přicházejícími ze směru od prostoru železničního stáčíště benzenu, provozovaného společností BorsodChem MCHZ, s. r. o. Tento vliv byl markantní v městské části Ostrava-Mariánské Hory a nelze vyloučit jeho dosah do části obytné zástavby Hošťálkovic. Provedená identifikace zdrojů také potvrdila přítomnost stabilně se vyskytujícího lokálního ohniska zvýšených koncentrací benzenu v Ostravě-Přívozu, které je dle provedených analýz způsobeno dominantně provozem koksovny Svoboda společnosti OKK Koksovny, a. s. Tento zdroj významně zvyšuje imisní koncentrace benzenu v lokalitě, nikoliv ale nad úroveň současného imisního limitu. Méně intenzivně se na zvýšené koncentraci v Ostravě-Přívozu podílel provoz BorsodChem MCHZ, s. r. o. Vliv jiných zdrojů nebyl v Ostravě-Přívozu identifikován. Ostatní potenciální emisní zdroje, včetně sanací starých ekologických zátěží, se na celkové koncentraci benzenu v zájmovém území podílely málo významně nebo nevýznamně a epizodicky. Vliv sanačních prací byl identifikován pouze v blízkosti měřicího místa v prostoru lagun Ostramo (Seibert et al. 2023).

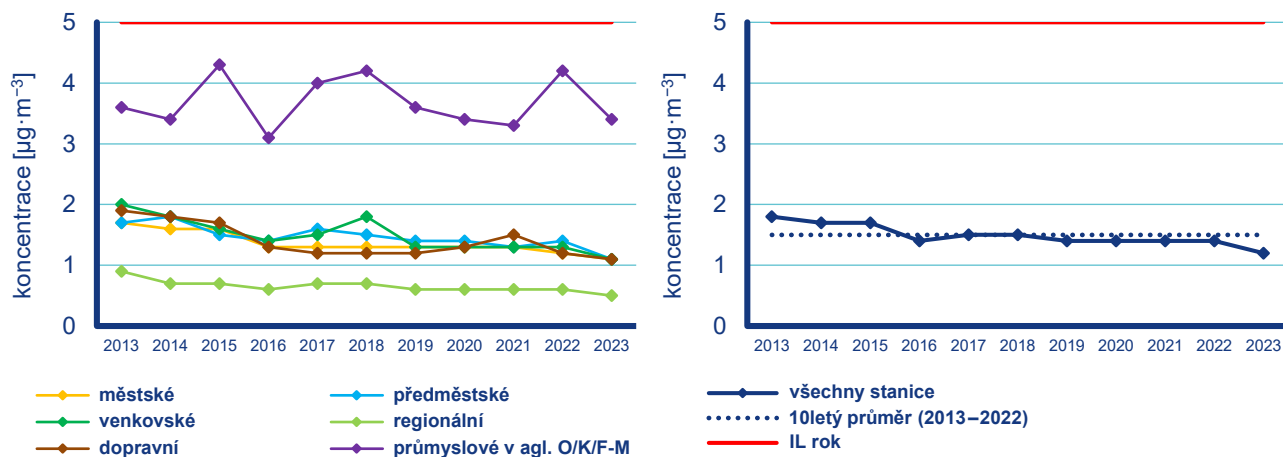
## IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu

Vývoj ročních průměrných koncentrací benzenu zprůměrovaných pro všechny typy stanic lze do roku 2016 označit jako klesající, od roku 2017 pak jako stagnující, přičemž v roce 2023 koncentrace opět klesly. Průměrné koncentrace se od roku 2013 pohybují pod polovinou hodnoty imisního limitu, od roku 2016 pak na hodnotě až pod hodnotou desetiletého průměru 2013–2022. Rok 2023 byl rok s nejnižší roční průměrnou koncentrací benzenu.

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 2013 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.5.4 a Obr. IV.5.5).



Obr. IV.5.4 Roční průměrné koncentrace benzenu na vybraných stanicích, 2013–2023



Obr. IV.5.5 Roční průměrné koncentrace benzenu, 2013–2023

### 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 uhelného 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 vyhodnocení provedeného pro potřeby aktualizace PZKO bylo v roce 2016 do ovzduší vypuštěno 672,6 tun benzenu. Nejvíce se na emisích benzenu podílely zdroje kategorie REZZO 4 (75 %), ze kterých je

benzen do ovzduší vnášen výfukovými plyny i odpařováním z palivových systémů vozidel. Významné množství emisí benzenu vznikalo u zdrojů kategorie REZZO 3 při spalování pevných paliv v domácnostech (13 %), při plošném použití organických rozpouštědel (5 %) nebo při těžbě paliv (3 %). Příspěvek zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 činil 4 % na celkových emisích benzenu, z toho nejvýznamnější podíl připadal zdrojům v sektoru Energetika – spalování paliv (kódy 1.1.–1.4. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 2,2 % a sektoru Použití rozpouštědel (kódy 9.1.–9.24. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 0,7 %. Celkové množství benzenu ohlášeného v souhrnné provozní evidenci za rok 2023 (zdroje REZZO 1) bylo cca 2,4 tun. Celkové množství ohlášeného a dopočteného benzenu zdrojů REZZO 1 a 2 bylo cca 25 tun.



## IV.6 Těžké kovy

### IV. 6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2023

#### Arsen

Roční imisní limit arsenu ( $6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné ze 38 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.1). Nejvyšší roční průměr ( $3,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byl naměřen na předměstské pozadové stanici Praha 5-Řeporyje. Oproti roku 2022 ( $3,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 3 %. V roce 2023 byly roční průměrné koncentrace arsenu v ČR nízké a na většině území (99,9 %) se pohybovaly pod dolní mezí pro posuzování ( $2,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Vyšší koncentrace byly zaznamenány na 0,1 % území ČR, a to zejména v Ústeckém a Libereckém kraji, na Kladensku a v aglomeracích Praha a O/K/F-M. Horní mez pro posuzování ( $3,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyla překročena (Obr. IV.6.2).

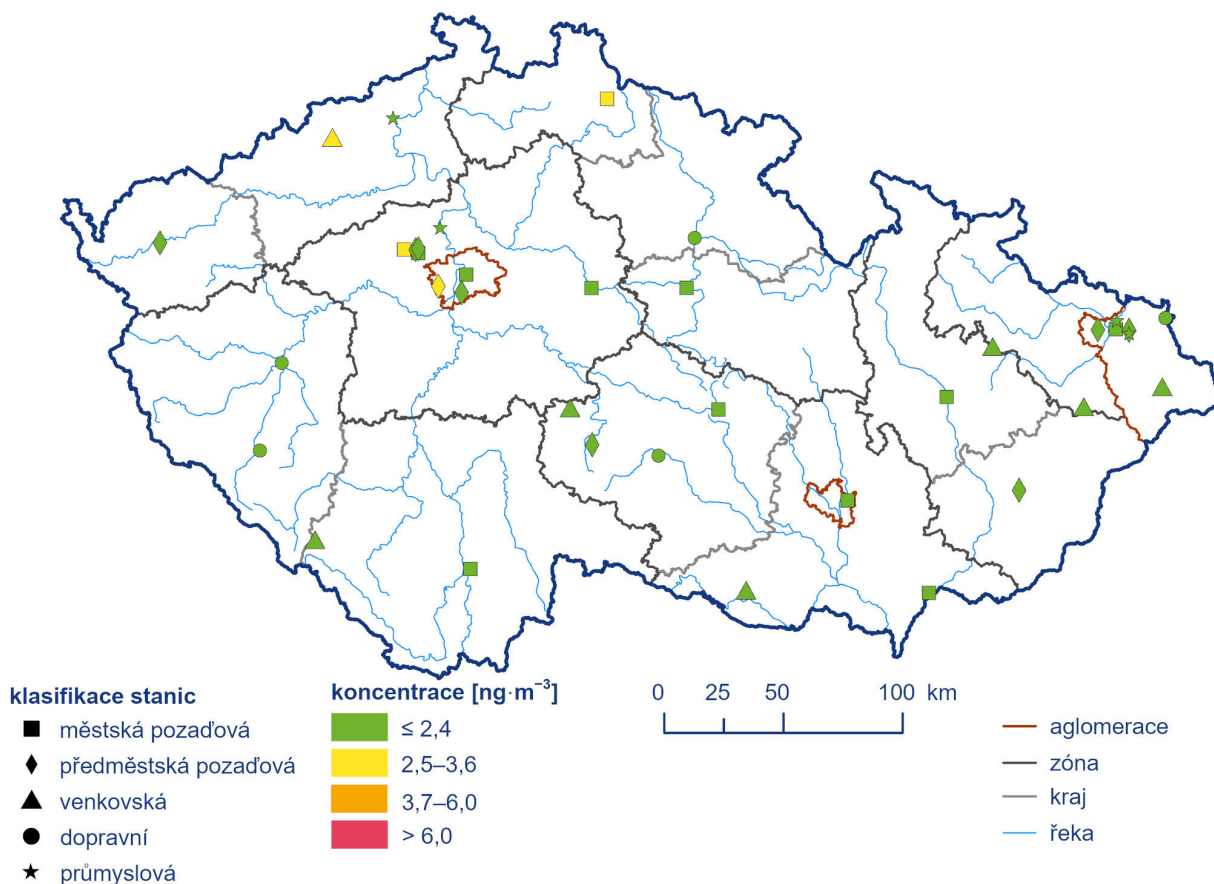
Dlouhodobě jsou koncentrace arsenu na území ČR podlimitní a na většině území se pohybují pod hodnotou dolní meze posuzování (99,93 % území ČR). Výjimkou tvoří zatížené oblasti Kladna, Prahy a Mostecka, kde však v posledních letech není překračo-

vána horní hranice posuzování (Obr. IV.6.3). Z celkového počtu 34 stanic, které měřily koncentrace arsenu v roce 2022 i 2023, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na třech stanicích (9 %), naopak ke snížení na 29 stanicích (85 %). Koncentrace se nezměnila na dvou stanicích (6 %).

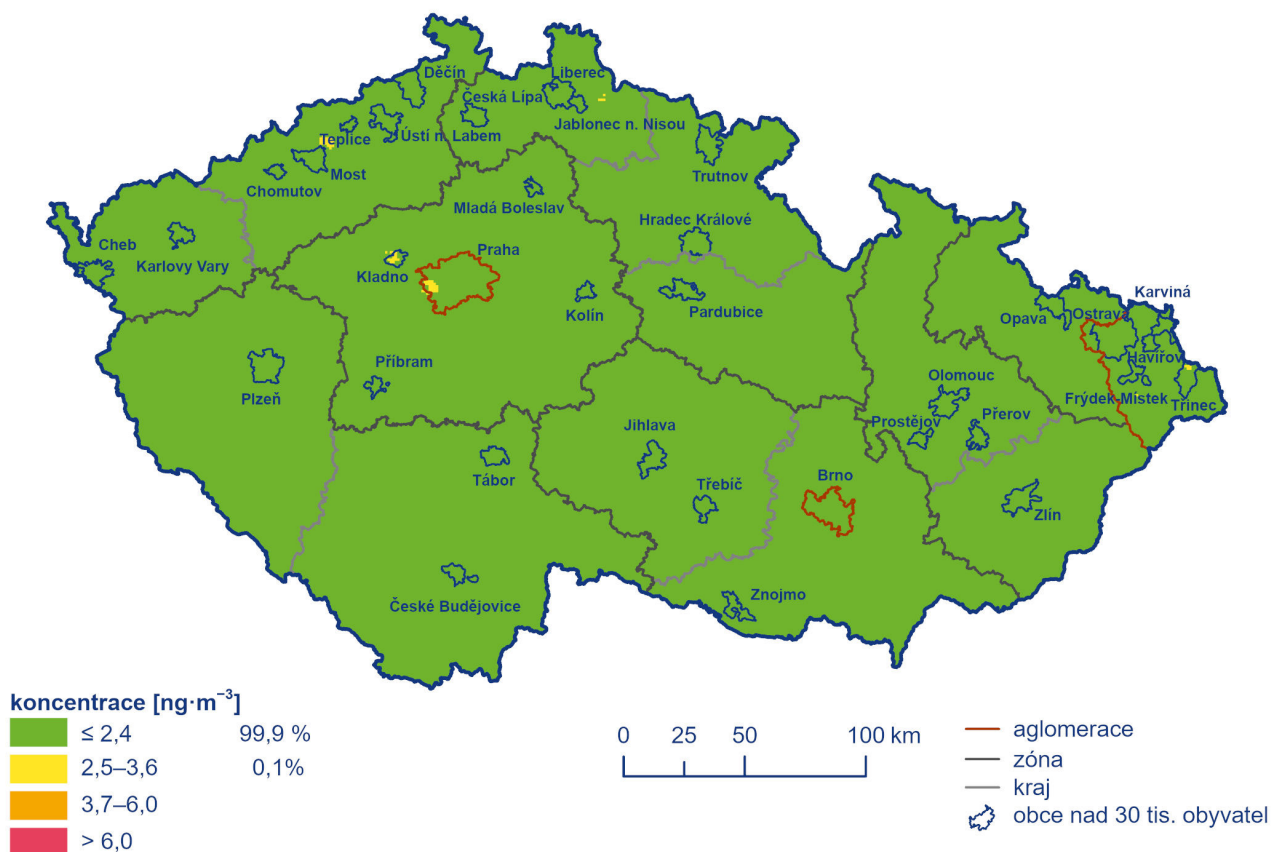
#### Kadmium

Roční imisní limit kadmia ( $5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné ze 38 stanic s platným ročním průměrem (Obr. IV.6.4). Nejvyšší roční průměr byl naměřen na městské pozadové stanici Tanvald-školka ( $3,7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2022 ( $2,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o nárůst o 68 %. V roce 2023 byly roční průměrné koncentrace kadmia v ČR nízké a pohybovaly se pod hodnotou imisního limitu (Obr. IV.6.5).

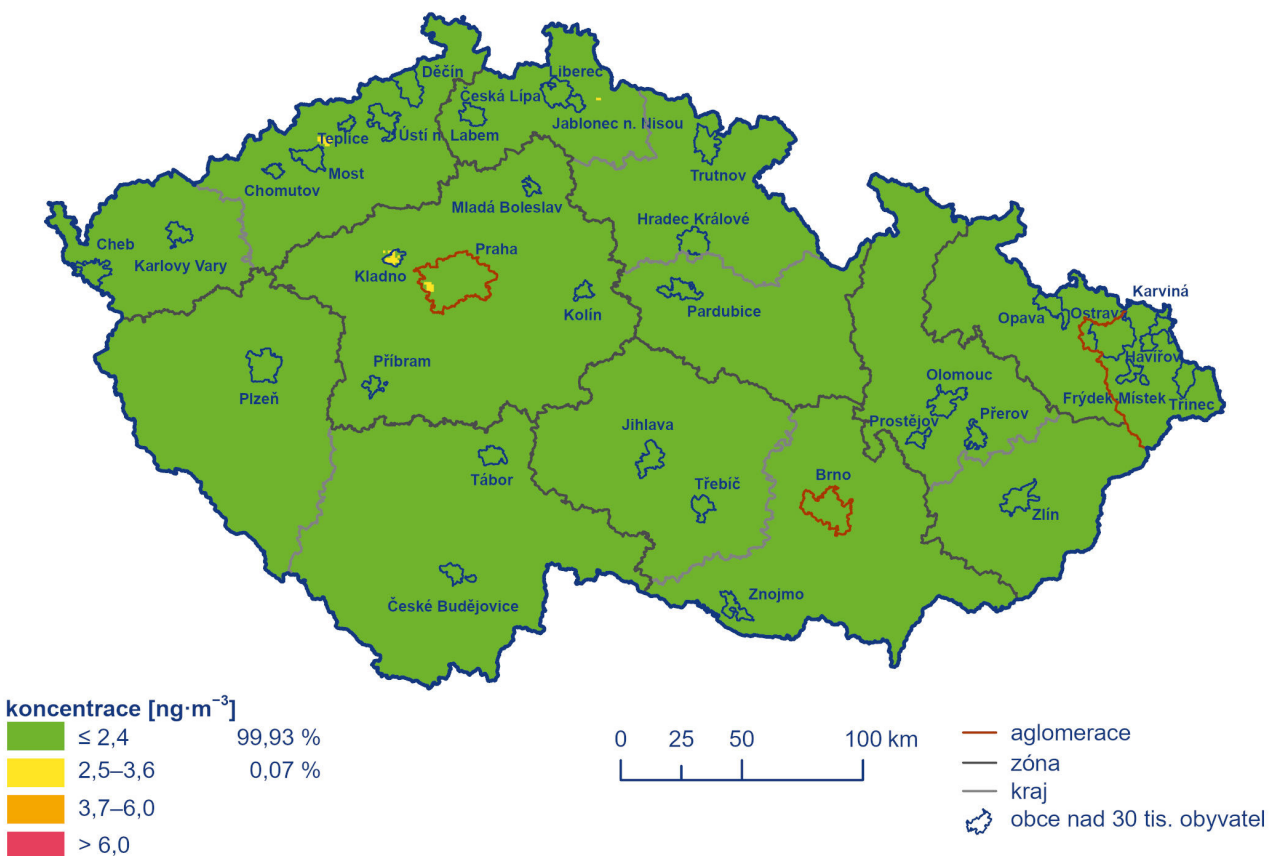
Koncentrace kadmia jsou na území ČR dlouhodobě podlimitní a pohybují se pod dolní mezí pro posuzování ( $2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ; Obr. IV.6.6). Výjimkou je Tanvaldsko (0,023 % území ČR) s vysokým zastoupením sklářského průmyslu a koncentrace se zde pohybují nad hodnotou horní meze pro posuzování. Z celkového počtu 34 stanic, které měřily koncentrace kadmia v roce 2022 i 2023, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na dvou stanicích (6 %) a ke snížení na 10 stanicích (29 %). Koncentrace se nezměnila na 22 stanicích (65 %).



Obr. IV.6.1 Roční průměrné koncentrace arsenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



Obr. IV.6.2 Pole roční průměrné koncentrace arsenu, 2023



Obr. IV.6.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací arsenu, 2019–2023

## Nikl

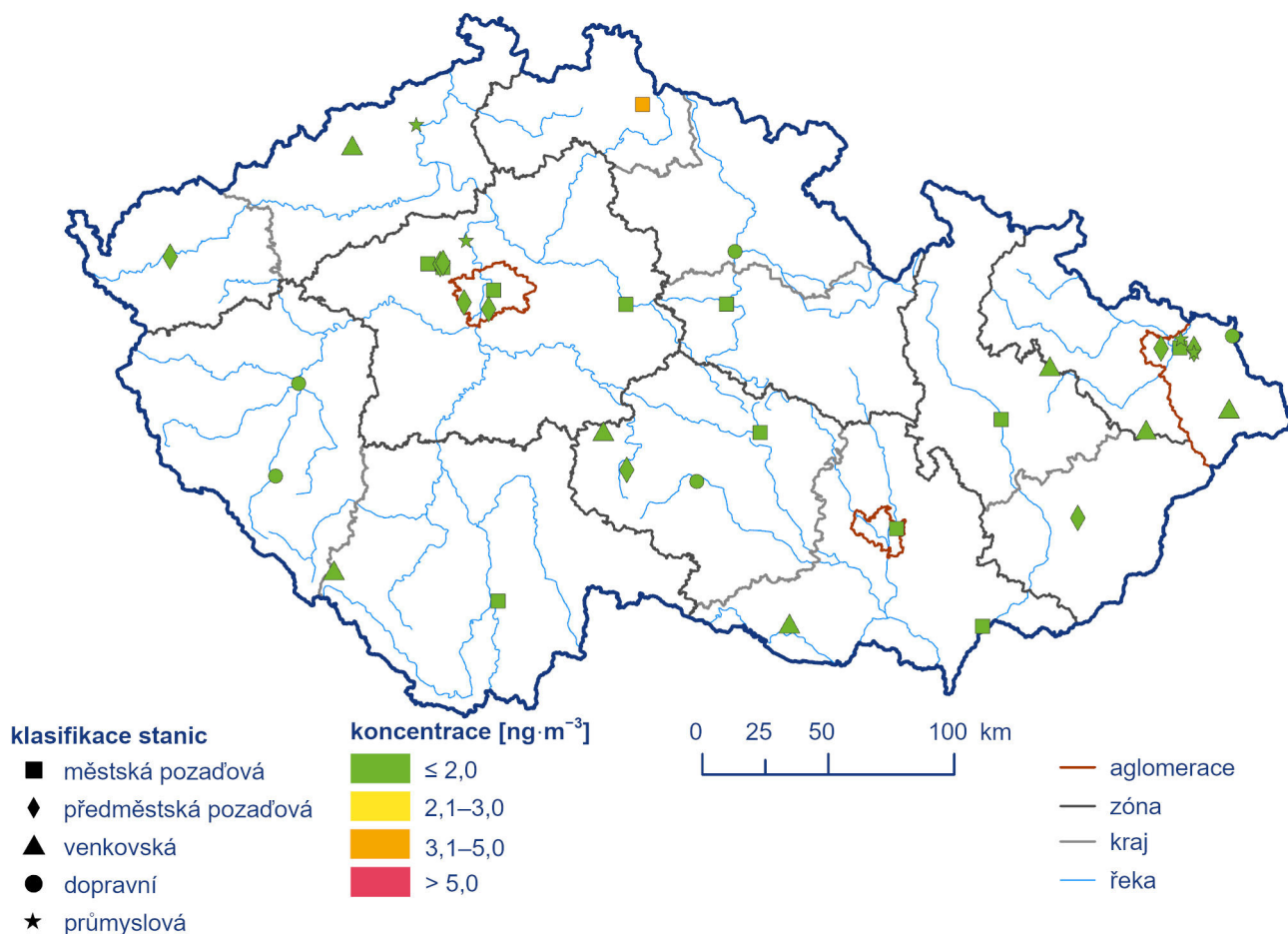
Roční imisní limit niklu ( $20 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné ze 38 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl naměřen na městské pozadové stanici Ostrava-Mariánské Hory ( $2,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2022 ( $4,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná pokles koncentrací o 46 %.

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 34 stanic, které měřily koncentrace niklu v roce 2022 i 2023, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na osmi stanicích (24 %), zatímco ke snížení na 16 stanicích (47 %). Koncentrace se nezměnila na deseti stanicích (29 %).

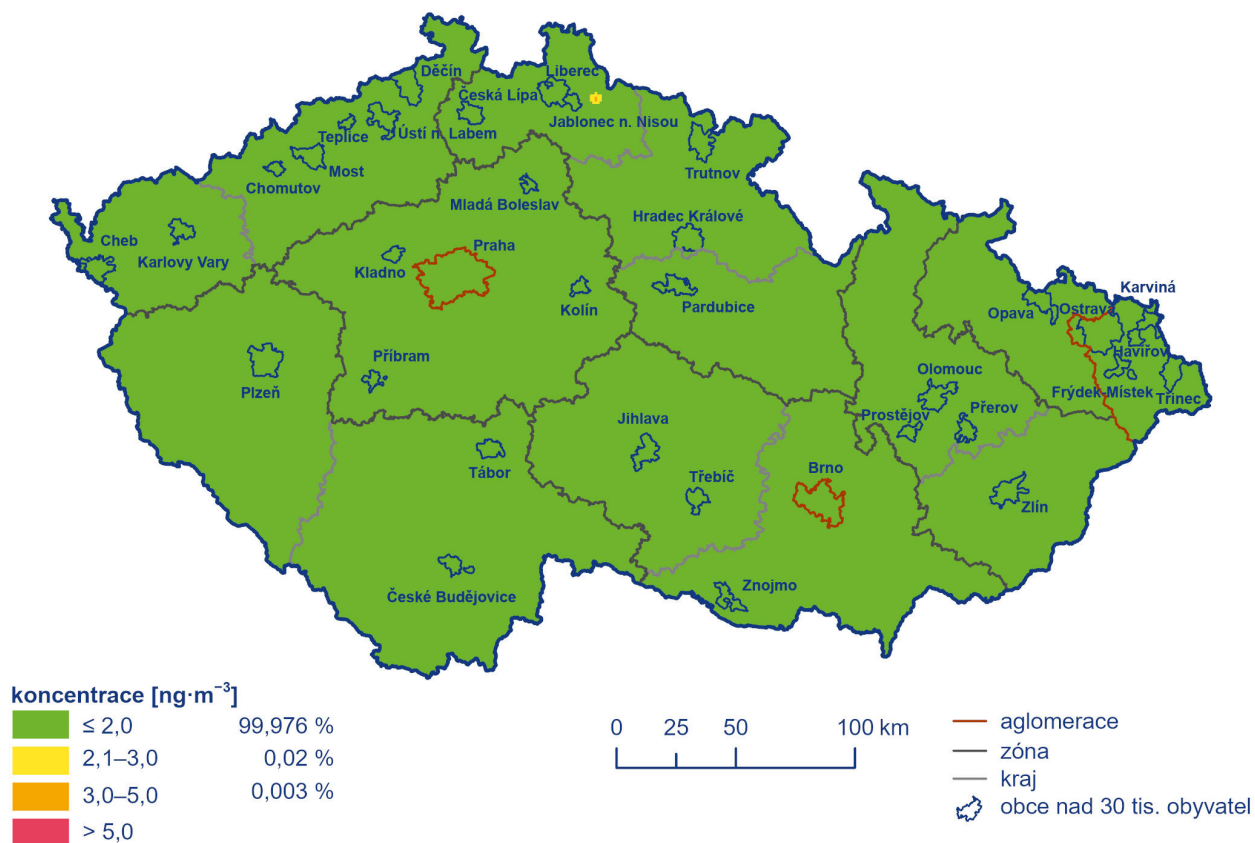
## Olovo

Roční imisní limit olova ( $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebyl v roce 2023 překročen na žádné ze 38 stanic s platným ročním průměrem. Nejvyšší roční průměr byl, stejně jako v loňském roce, naměřen na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $28 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Oproti roku 2022 ( $58 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ) se jedná o pokles o 52 %.

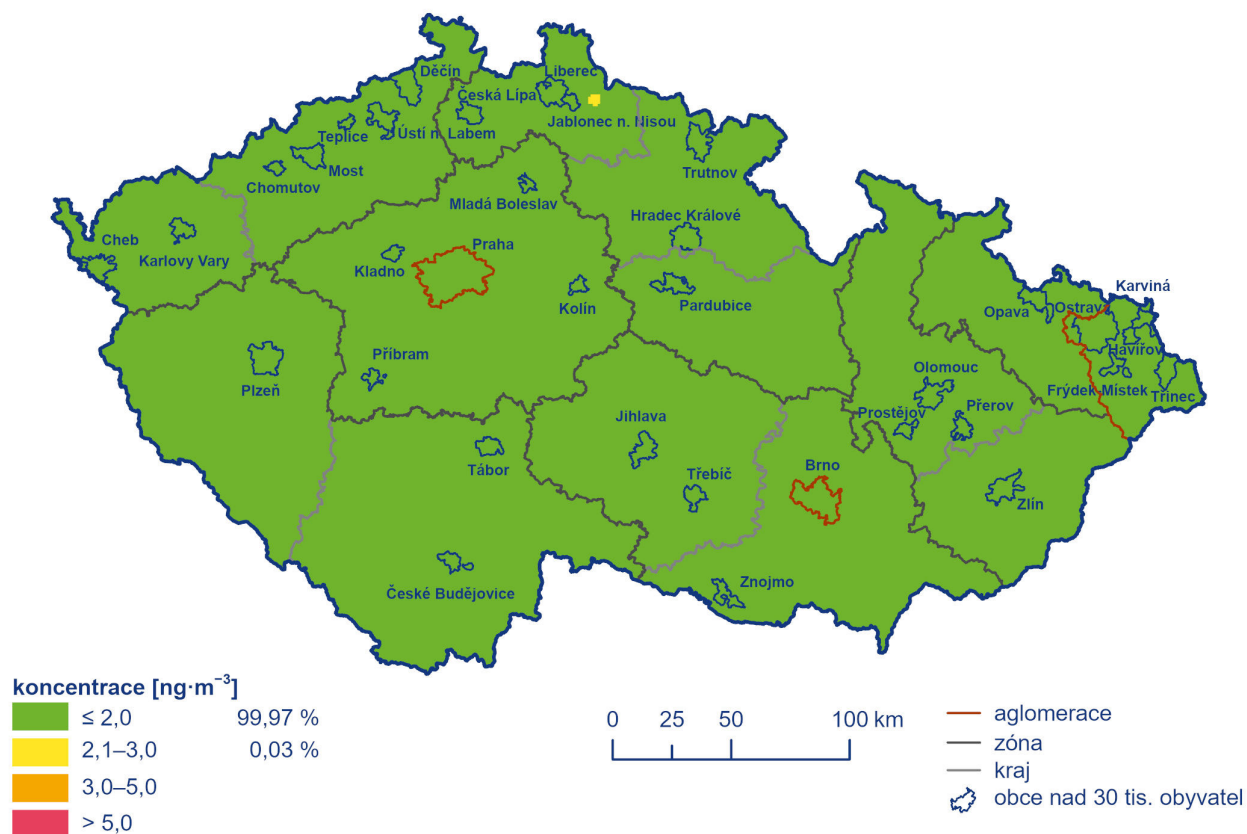
Dlouhodobě jsou koncentrace olova na celém území ČR velmi nízké. Nejvyšší koncentrace jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M, ale ani zde nedosahují ani hodnoty dolní meze pro posuzování ( $250 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Z celkového počtu 34 stanic, které měřily koncentrace olova v roce 2022 i 2023, došlo ke zvýšení roční průměrné koncentrace na čtyřech stanicích (12 %), zatímco ke snížení na 30 stanicích (88 %).



Obr. IV.6.4 Roční průměrné koncentrace kadmia měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023



Obr. IV.6.5 Pole roční průměrné koncentrace kadmia, 2023

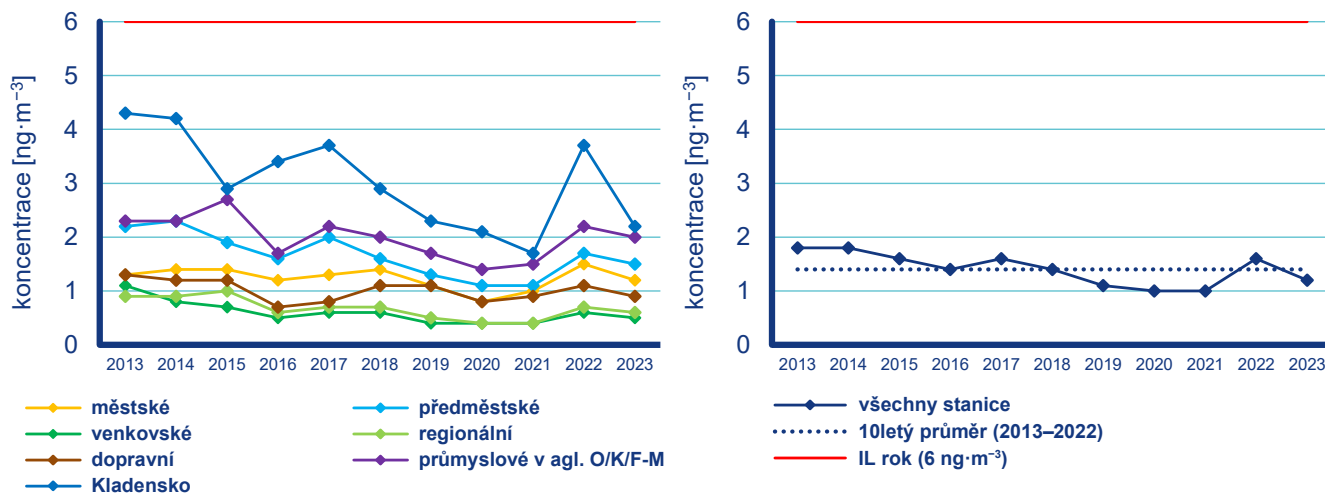


Obr. IV.6.6 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací kadmia, 2019–2023

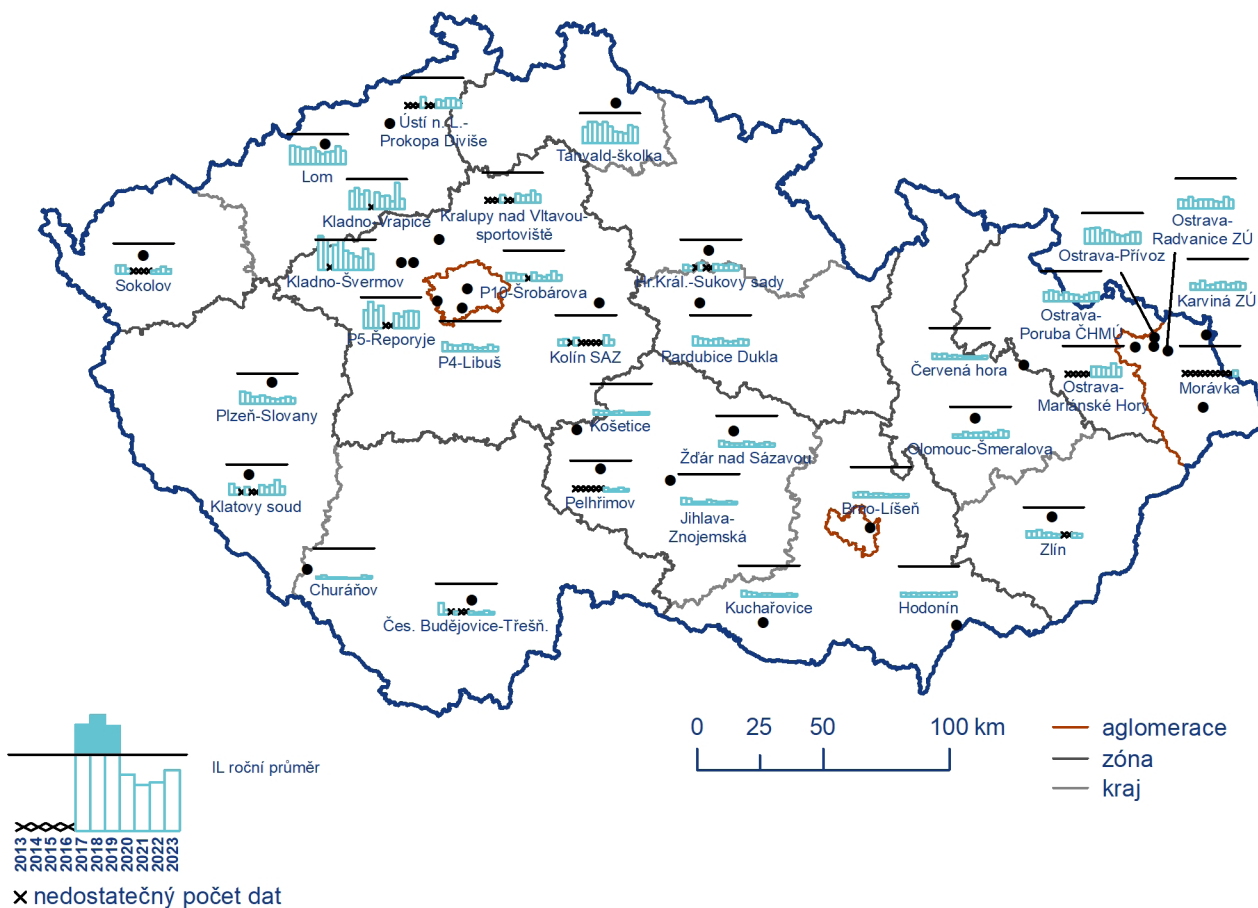
## IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů

Celorepublikový průměr koncentrací arsenu byl v roce 2023 čtvrtý nejnižší od roku 2013, přičemž nižší hodnoty byly zaznamenány v letech 2019–2021 (Obr. IV.6.7). Do roku 2021 vykazuje ce-

lorepublikový průměr koncentrací velmi pozvolný pokles. V roce 2022 byl zaznamenán opětovný nárůst koncentrací na všech typech stanic, v roce 2023 koncentrace opět mírně poklesly. Průměrné roční koncentrace se na všech typech stanic pohybují pod hodnotou imisního limitu, i pod dolní mezí posuzování. Výjimku tvoří oblast Kladensko, která je dlouhodobě nejzatíženější oblastí. Do roku 2014 zde byly zaznamenány vysoké roční koncentrace, blížíci se hodnotě imisního limitu. Od roku 2014 se roční



Obr. IV.6.7 Roční průměrné koncentrace arsenu, 2013–2023

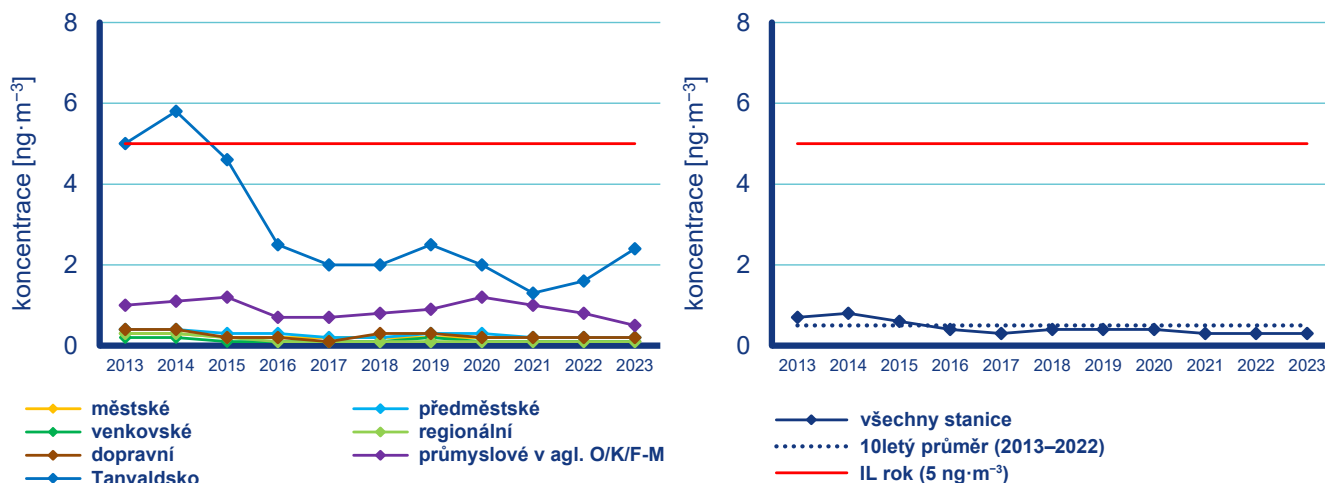


Obr. IV.6.8 Roční průměrné koncentrace arsenu na vybraných stanicích, 2013–2023

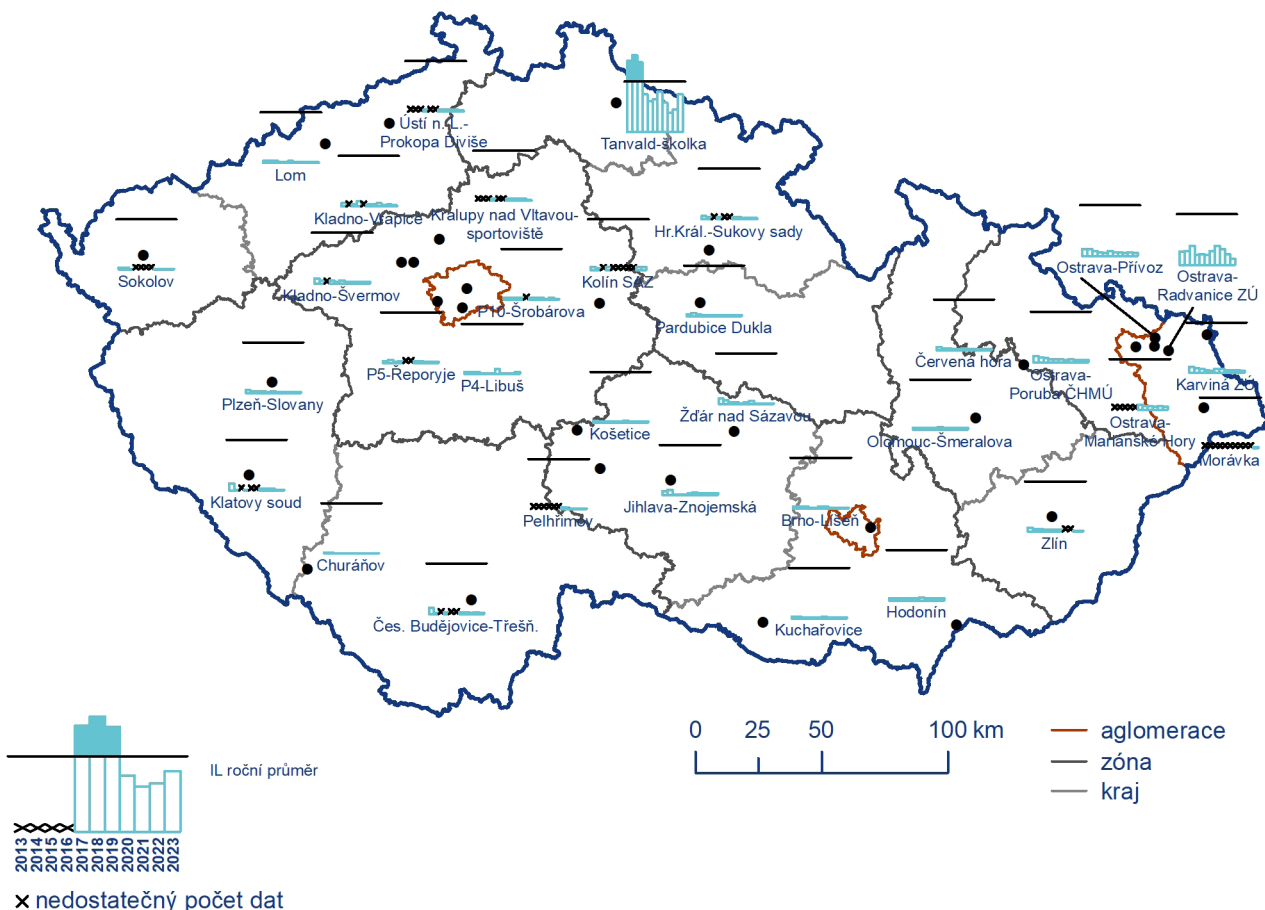
koncentrace pohybují nad hodnotou horní meze posuzování, od roku 2018 pak nepřekračují ani tuto hodnotu, s výjimkou roku 2022 (Obr. IV.6.8). Kladensko je jednou z oblastí, kde probíhalo kampaňové měření koncentrací těžkých kovů v rámci projektu TAČR (č. TITSMZP704). Výsledky ukazují, že zvýšené koncentrace arsenu v tomto regionu jsou způsobeny používáním specifického uhlí pro individuální vytápění domácností. Nárůst průměrných ročních koncentrací nejen na Kladensku je pravděpodobně zapří-

činěn vyšším obsahem arsenu v hnědém uhlí, používanému k vytápění. Problematika je předmětem dalšího zkoumání.

Celorepublikový průměr koncentrací kadmia dosáhl v roce 2023, stejně jako v letech 2017 a 2020–2022, nejnižší hodnoty za hodnocené období 2013–2023 (Obr. IV.6.9). Od roku 2016 se celorepublikový průměr koncentrací pohybuje na a pod hodnotou 10letého průměru 2013–2022. Roční koncentrace na jednotli-



Obr. IV.6.9 Roční průměrné koncentrace kadmia, 2013–2023



Obr. IV.6.10 Roční průměrné koncentrace kadmia na vybraných stanicích, 2013–2023

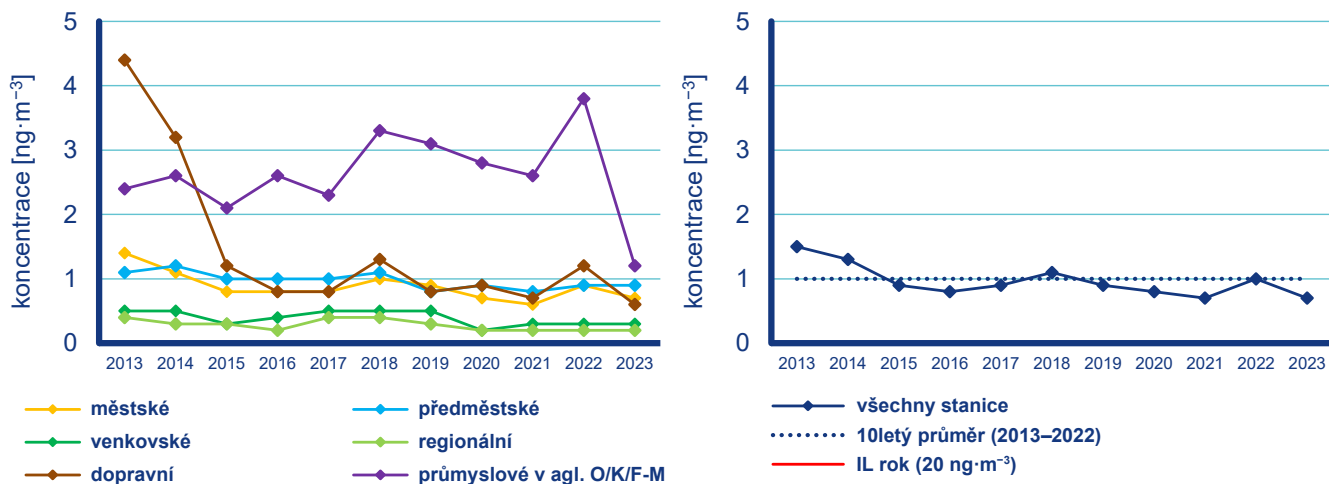
vých typech stanic se pohybují pod hodnotou imisního limitu, i pod hodnotou dolní meze pro posuzování bez výrazného chodu. Výjimku tvoří Tanvaldsko, které je dlouhodobě nejzatíženější oblastí. V letech 2013 až 2015 zde byly zaznamenány vysoké až nadlimitní koncentrace (Obr. IV.6.10). Tanvaldsko je charakteristické vysokým zastoupením sklářského průmyslu (ASKPCR 2014), který je významným zdrojem emisí kadmia z používaných barev a tavidel (Beranová 2013). V letech 2015 a 2016 proběhla ekologizace provozu, což vedlo ke snížení ročních průměrných koncentrací kadmia pod hranici imisního limitu. V roce 2022 a 2023 byl však zaznamenán opětovný nárůst koncentrací. I nadále je tedy potřeba každoroční vyhodnocení měření na stanici Tanvald-školka a sledování výsledků pro posouzení účinnosti jednotlivých opatření.

Celorepublikový průměr koncentrací niklu dosáhl v roce 2023 nejnižší hodnoty (Obr. IV.6.11). Od roku 2015 se celorepublikový průměr koncentrací pohybuje pod 10letým průměrem

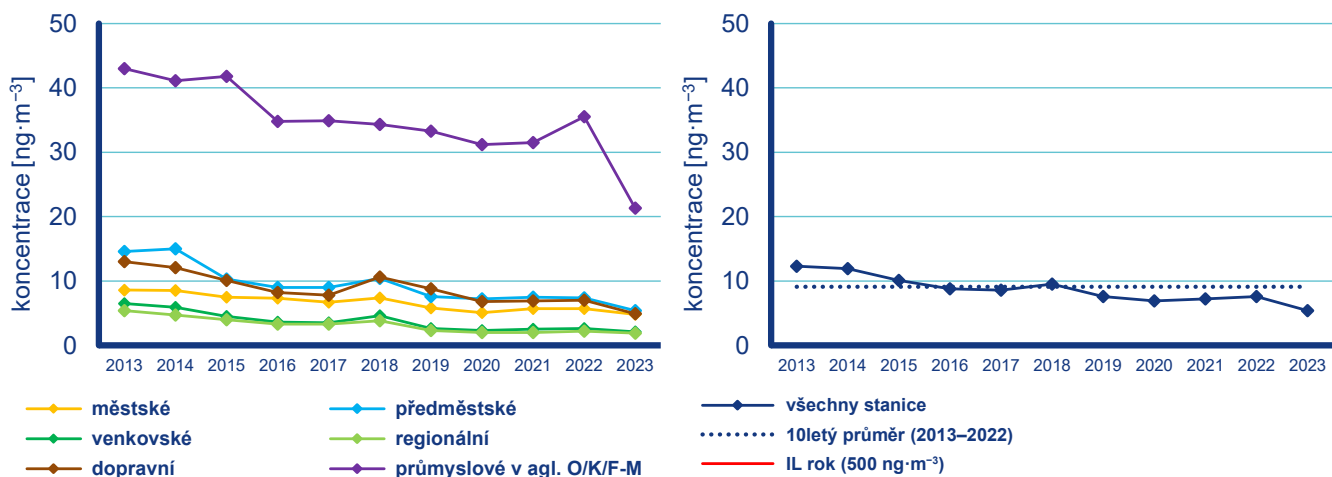
2012–2021, s výjimkou let 2018 a 2022. Na dopravních stanicích došlo v roce 2013 k výraznému nárůstu koncentrací, k méně výraznému pak v letech 2018 a 2022. Příčina jednotlivých nárůstů koncentrací není zatím dostatečně objasněna.

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).

Na průmyslových stanicích byl v roce 2022 zaznamenán mírný nárůst a v roce 2023 pak výrazný pokles koncentrací niklu a olova. Těžké kovy jsou navázány na suspendované částice, u kterých lze pokles koncentrací na průmyslových stanicích v roce 2023 také pozorovat. Tento pokles je zapříčiněn realizovanými opatřeními pro zlepšení kvality ovzduší, příznivými meteorologickými podmínkami a na průmyslové stanici Ostrava-Radvanice ZÚ se pravděpodobně projevil i efekt odstavení výroby ve velké části hutního komplexu v Ostravě Kunčicích v závěru roku (více viz kap. IV.1.2).



Obr. IV.6.11 Roční průměrné koncentrace niklu, 2013–2023



Obr. IV.6.12 Roční průměrné koncentrace olova, 2013–2023

### 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 obtížně odhadnutelné 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 2022 na emisích niklu činil 33 % a na emisích arsenu 23,2 % (Obr. IV.6.17 a IV.6.13). Vliv sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností převažoval u emisí kadmia s podílem 51,9 % (Obr. IV.6.15) a významně se projevoval i u emisí arsenu 33,3 % (Obr. IV.6.13). Podíl sektoru – Výroba železa a oceli (2C1) byl významný v roce 2022 především u emisí olova 12,8 % (Obr. IV.6.19) a také kadmia 8,4 % (Obr. IV.6.15). Významný podíl na celkových emisích olova tvořily emise z odpalování ohňostrojí a pyrotechniky 27,7 % (Obr. IV.6.19), které se řadí do sektoru 2G – Ostatní zdroje. Na emisích kadmia se sektor 2G podílel 9,9 % (Obr. IV.6.15), kde hlavním zdrojem emisí byl tabákový kouř.

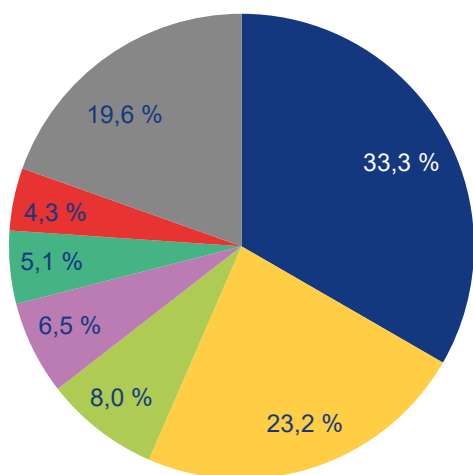
Klesající trend emisí těžkých kovů v období 2013–2022 souvisí s vývojem emisí suspendovaných částic (kap. IV.1.3), na které jsou tyto látky vázány (Obr. IV.6.14, IV.6.16, IV.6.18 a IV.6.20). K poklesu emisí těžkých kovů významně přispěla opatření v sektoru výroby železa a oceli, zejména zlepšení systému odprášení spékacích pásů aglomerace železných rud. Technickými opatřeními se rovněž podařilo snížit emise těžkých kovů při výrobě skla. Nepříznivý trend vývoje emisí v posledních letech souvisí s energetickou krizí a náhradou části spotřeby zemního plynu i biomasou uhlím v sektoru Veřejná energetika a výroba tepla a v sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření. Nárůst emisí olova a niklu odpovídá výrazně vyššímu objemu prodeje zábavní pyrotechniky (sektor 2G). Vyšší emise niklu v chemickém průmyslu souvisí s nárůstem spotřeby kapalných paliv.

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.

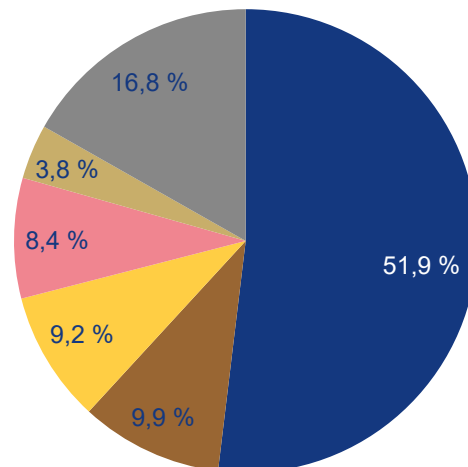
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl
- 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd
- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 2A3 – Výroba skla
- 2C1 – Výroba železa a oceli
- 2C5 – Výroba olova
- 2C6 – Výroba zinku
- 2G – Ostatní zdroje
- 5C2 – Spalování rostlinného materiálu
- Ostatní

Legenda k obrázkům IV.6.13 až IV.6.20

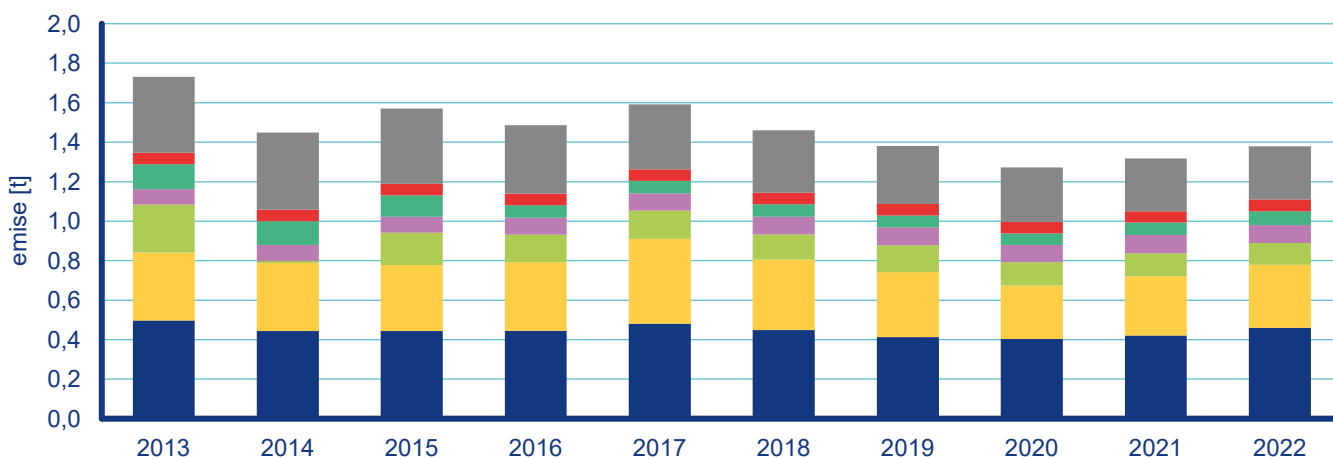




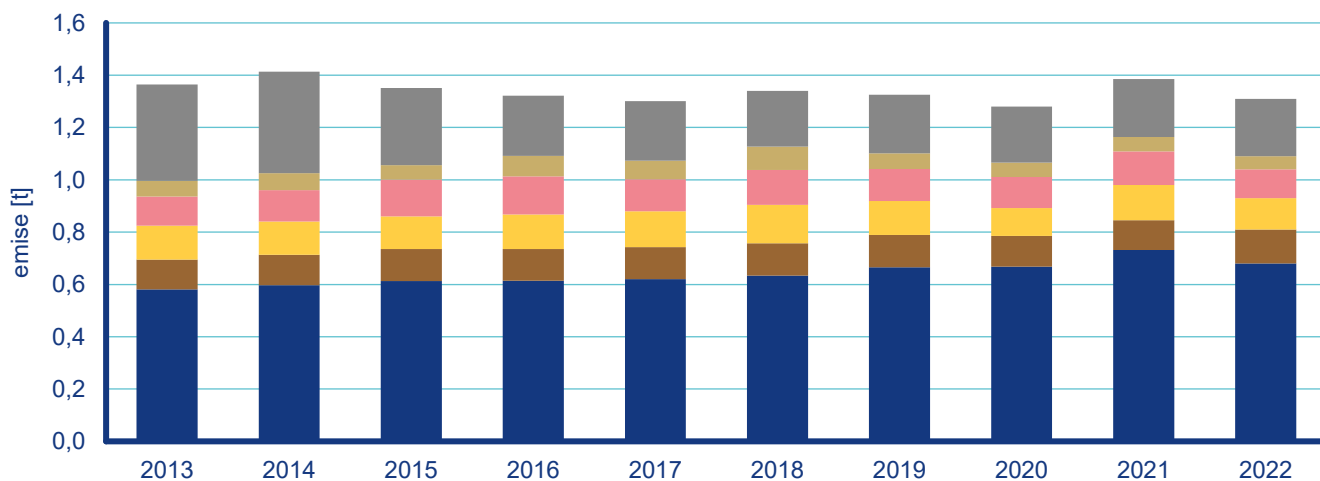
Obr. IV.6.13 Podíl sektorů NFR na celkových emisích arsenu, 2022



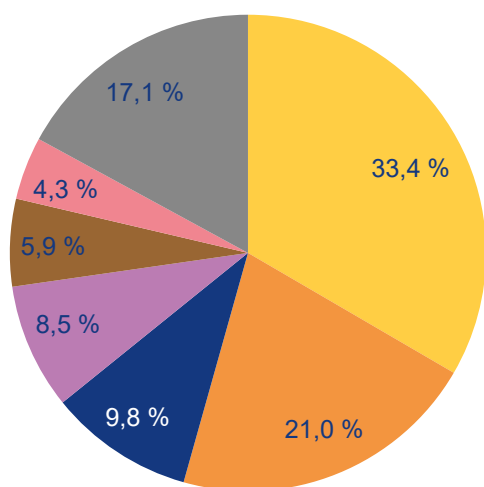
Obr. IV.6.15 Podíl sektorů NFR na celkových emisích kadmia, 2022



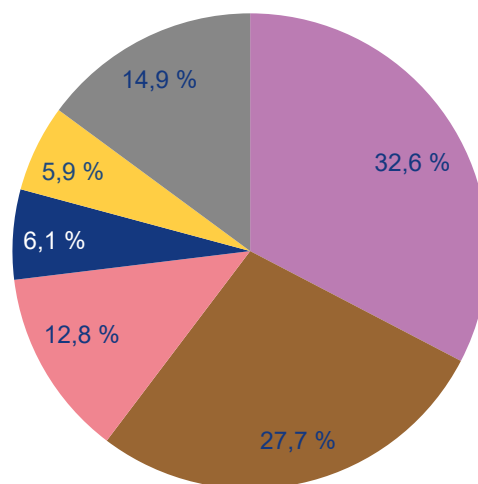
Obr. IV.6.14 Vývoj celkových emisí arsenu, 2013–2022



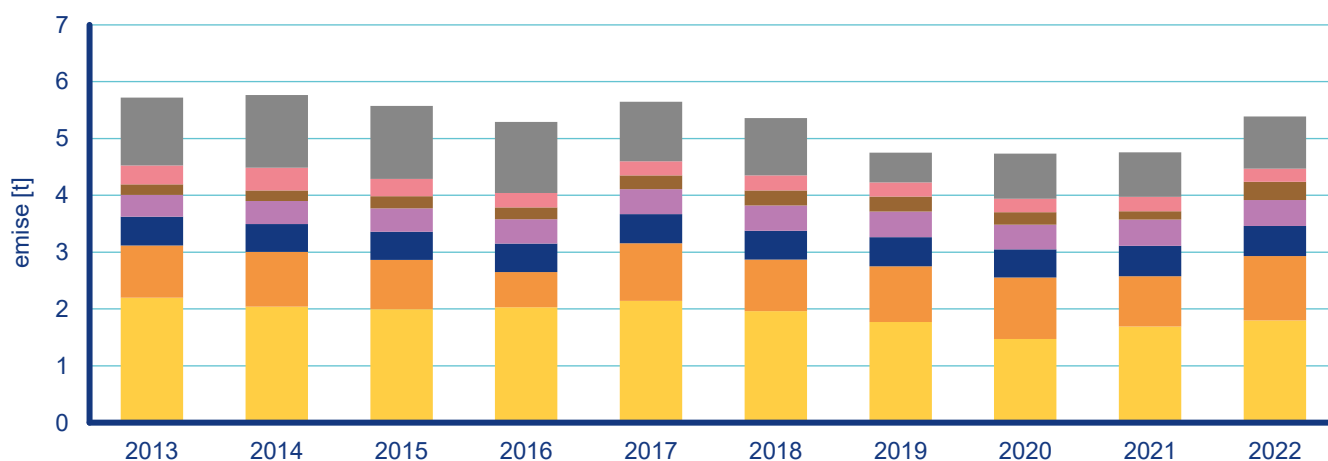
Obr. IV.6.16 Vývoj celkových emisí kadmia, 2013–2022



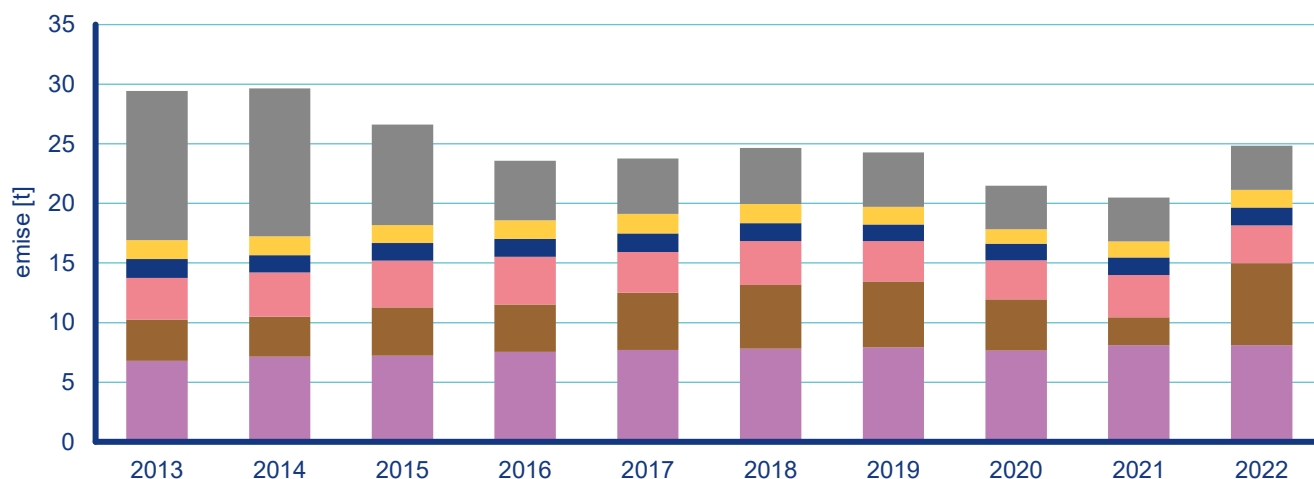
Obr. IV.6.17 Podíl sektorů NFR na celkových emisích niklu, 2022



Obr. IV.6.19 Podíl sektorů NFR na celkových emisích olova, 2022



Obr. IV.6.18 Vývoj celkových emisí niklu, 2013–2022



Obr. IV.6.20 Vývoj celkových emisí olova, 2013–2022

## IV.7 Oxid siřičitý

### IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2023

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

V roce 2023 nebyl v ČR překročen hodinový ani 24hodinový imisní limit pro oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) na žádné měřicí stanici, takže oba imisní limity byly splněny. Nebyly naměřeny ani žádné koncentrace této látky přesahující hodnotu imisního limitu v povoleném počtu.

Pouze na stanici Sokolov v Karlovarském kraji byla naměřena dne 2. 10. 2023 nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  ( $330 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), která se blíží hodnotě imisního limitu  $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Kromě této lokality byly další nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$  naměřeny na stanicích Karviná ( $217 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Krupka ( $192 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

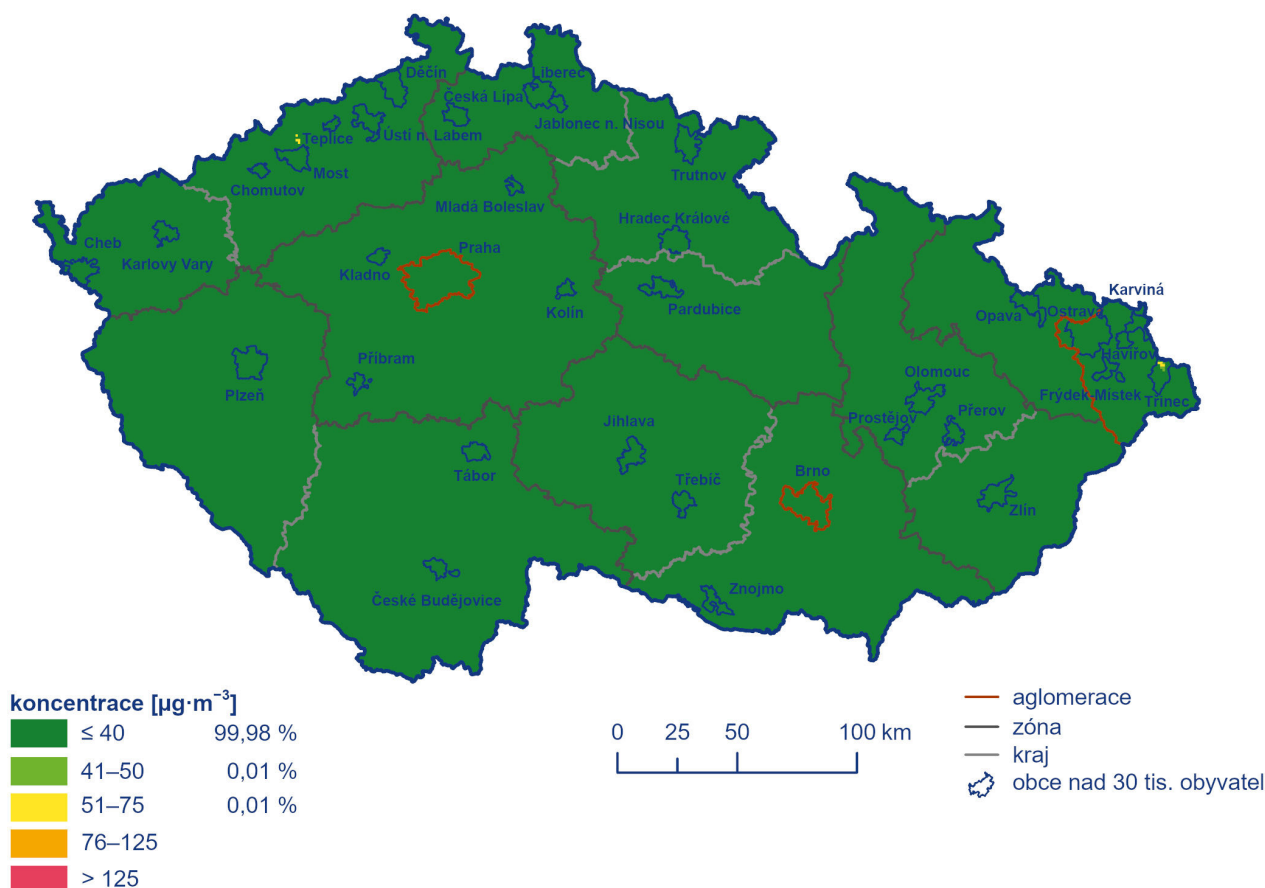
25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích Český Těšín ( $112 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice ZÚ ( $90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Karviná ( $71 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Plzeň-střed ( $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Lom ( $64 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $62 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice OZO ( $53 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Sokolov ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Čtvrtá nejvyšší 24hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  dosáhla nejvyšších hodnot téměř na stejných stanicích – Ostrava-Radvanice ZÚ ( $45 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Český Těšín ( $36 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Morávka ( $27 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Ostrava-Radvanice OZO ( $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Lom ( $24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Karviná ( $24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Plzeň-střed ( $21 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

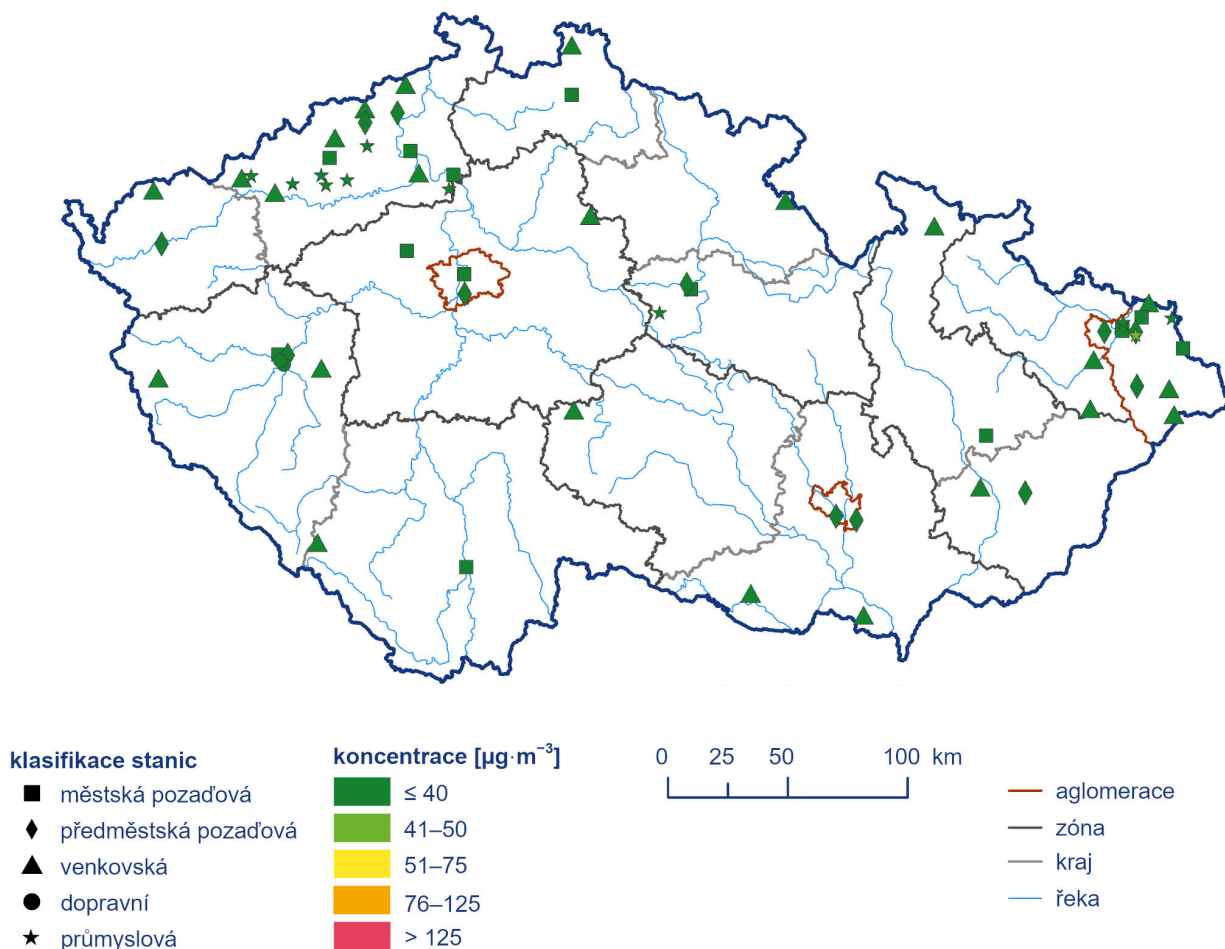
Na stanicích Sokolov, Lom i Plzeň-střed lze předpokládat převážně vliv průmyslových zdrojů, u stanice Lom nelze při určitém směru větru vyloučit vliv lokálního vytápění z okolních obcí. Na stanicích Krupka, Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Radvanice OZO a Karviná se zvýšené koncentrace  $\text{SO}_2$  vyskytují zejména v souvislosti s lokálními zdroji emisí v okolí stanic. V případě stanice Český Těšín i další příhraniční stanice – Věřňovice-Dolní Lutyně, jde o emise  $\text{SO}_2$  z lokálních zdrojů v česko-polském příhraničí. Z projektu ARAMIS (TA ČR „Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší“) dílčího cíle 2.1 Zlepšení identifikace zdrojů vyplývá, že k vyšším špičkovým koncentracím  $\text{SO}_2$  v Českém Těšíně přispívají průmyslové emise z procesů spojených s výrobou surového železa v Třineckých železárnách a. s., Seibert et al. (2024).

Na 99,99 % 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 0,01 % území byla dolní mez pro posuzování překročena. Týká se to pouze měst Litvínova 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  $\text{SO}_2$ , 2023

Obr. IV.7.2 4. nejvyšší 24hod. koncentrace  $\text{SO}_2$  měřené na stanicích imisního monitoringu, 2023

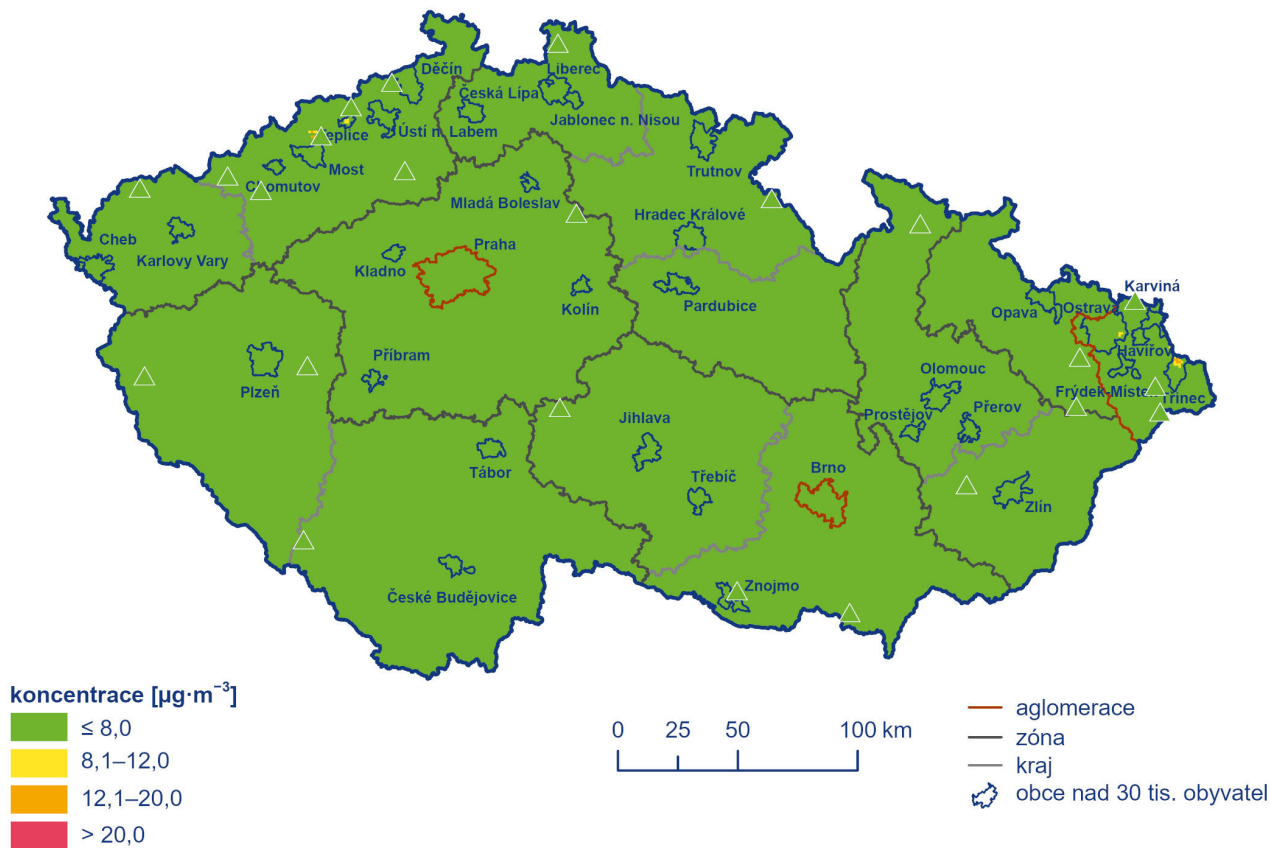
### Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2023 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Dle platné české legislativy se hodnotí úroveň ročních koncentrací  $\text{SO}_2$  vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace pouze na venkovských stanicích. Na venkovských stanicích nebyl v roce 2023 překročen imisní limit pro roční ani zimní průměrnou koncentraci ( $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

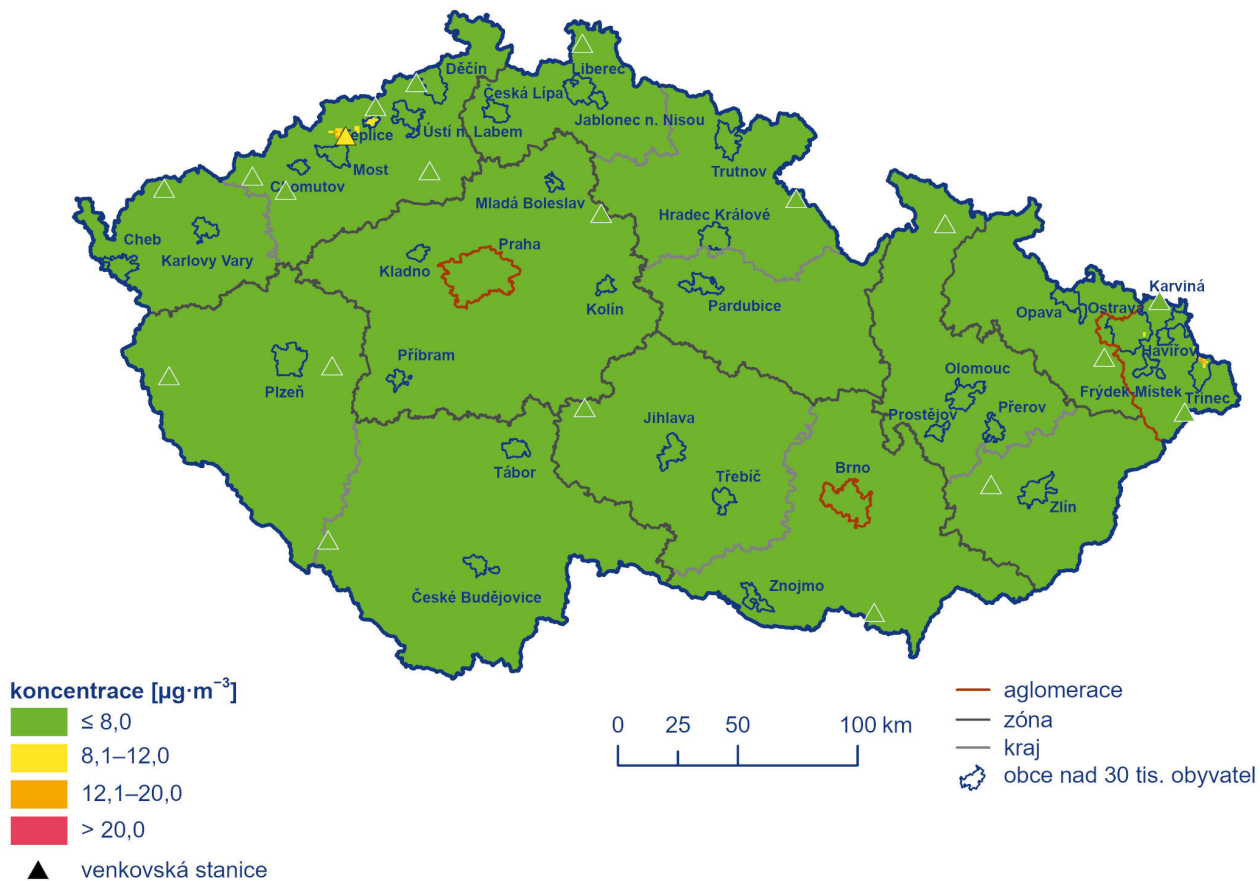
Nejvyšší zimní průměrná koncentrace 2023/2024 byla zaznamenána na stanicích Lom ( $8,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $7,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice-Dolní Lutyně ( $4,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Studénka ( $4,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $4,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Měděnec ( $3,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Rožďalovice-Ruská ( $3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Doksany ( $3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Těšnovice ( $3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Roční průměrná koncentrace dosáhla maxima na dvou stanicích měřících pouze jeden rok 2023 – Mořkov ( $7,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Morávka ( $7,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Dále pak téměř na stejných stanicích – Lom ( $5,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Krupka ( $5,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Studénka ( $4,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Věřňovice-Dolní Lutyně ( $3,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Mikulov-Sedlec ( $3,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Sněžník ( $3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Měděnec ( $3,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), Rožďalovice-Ruská ( $3,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a Doksany ( $3,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Na venkovském území ČR nedošlo v roce 2023 k překročení horní meze pro posuzování ( $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) jak u roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$ , tak ani v případě průměrné koncentrace za zimní období 2023/2024.

Mapy koncentrací ročních a zimních průměrných koncentrací  $\text{SO}_2$  (Obr. IV.7.3 a IV.7.4) byly připraveny pomocí kombinace dat ze všech typů stanic měřících  $\text{SO}_2$  a rozptylového modelu a přináší informace o plošném rozložení úrovní koncentrací  $\text{SO}_2$  v ČR, nikoliv o překročení imisního limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace. V české legislativě nejsou vymezené oblasti, ve kterých se má sledovat úroveň koncentrací znečišťujících látek vzhledem k limitům pro vegetaci a ekosystémy, proto jsou v ročence hodnoceny úrovně naměřených koncentrací plošně alespoň na území národních parků a chráněných krajinných oblastí (kap. VII).



Obr. IV.7.3 Pole roční průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$ , 2023



Obr. IV.7.4 Pole průměrné koncentrace  $\text{SO}_2$  v zimním období 2023/2024

## IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého

V období 2013–2023 je zřetelný téměř na všech stanicích pokračující mírný klesající průběh (Obr. IV.7.5). V roce 2018 byl pokles přerušen na stanicích v Ostravě v souvislosti se sanacemi odpadních lagun bývalého podniku OSTRAMO. V letech 2019–2023 pokračoval mírný pokles imisních charakteristik  $\text{SO}_2$ . Tento pokles je rozeznatelný u většiny stanic jak u 4. nejvyšší 24hodinové, tak u 25. nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{SO}_2$ . V roce 2023 byl pokles zaznamenán na stanici Lom a Ostrava-Radvanice ZÚ. Na této lokalitě v Ostravě se projevila pokles emisí  $\text{SO}_2$  ohlášený za rok 2023 společností Liberty Ostrava a. s. Vliv mohlo mít také odstavení výroby ve velké části hutního komplexu v Ostravě-Kunčicích v závěru roku 2023. Naopak vzestup byl patrný v roce 2023 na stanici Plzeň-střed a Český Těšín (Obr. IV.7.5). Jak již bylo uvedeno, na stanici Plzeň-střed lze předpokládat převážně vliv průmyslových zdrojů, na stanici Český Těšín jde o lokální a průmyslové zdroje v česko-polském přilhraničí.

V případě hodnocení vývoje hodinových a 24hodinových koncentrací  $\text{SO}_2$  za období 2013–2023, na jednotlivých typech stanic ČR dle klasifikace (Obr. IV.2), je mírný klesající průběh koncentrací této látky viditelný v průměru na všech stanicích

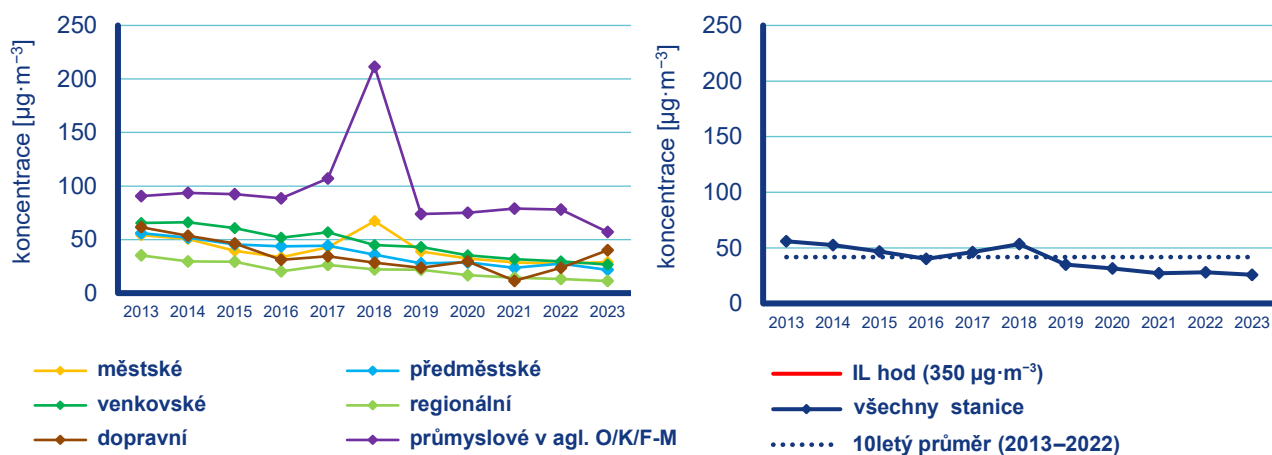
i typech (Obr. IV.7.6 a IV.7.7). V roce 2018 došlo k výraznému vzestupu koncentrací této látky v obou charakteristikách na průmyslových stanicích v aglomeraci O/K/F-M. Jak již bylo uvedeno, tento vzestup ovlivnily koncentrace naměřené na stanicích v Ostravě, vznikající při sanačních pracích na odpadních lagunách bývalého podniku OSTRAMO. V období 2019–2023 došlo ke snížení koncentrací  $\text{SO}_2$  u většiny typů stanic i celkově v průměru na všech stanicích. V letech 2021–2023 byl naopak mírný vzestup koncentrací  $\text{SO}_2$  patrný na dopravních stanicích. V roce 2023 se pokles projevil zejména u průmyslových stanic v aglomeraci O/K/F-M (Obr. IV.7.6 a IV.7.7).

V ročním a zimním průměru byl 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. V roce 2022 a 2023 pokles pokračoval zejména u venkovských lokalit. 11letý roční i zimní průměr (2013–2023) má vyrovnaný chod, zimní průměr je v o něco vyšší hladině (Obr. IV.7.8).

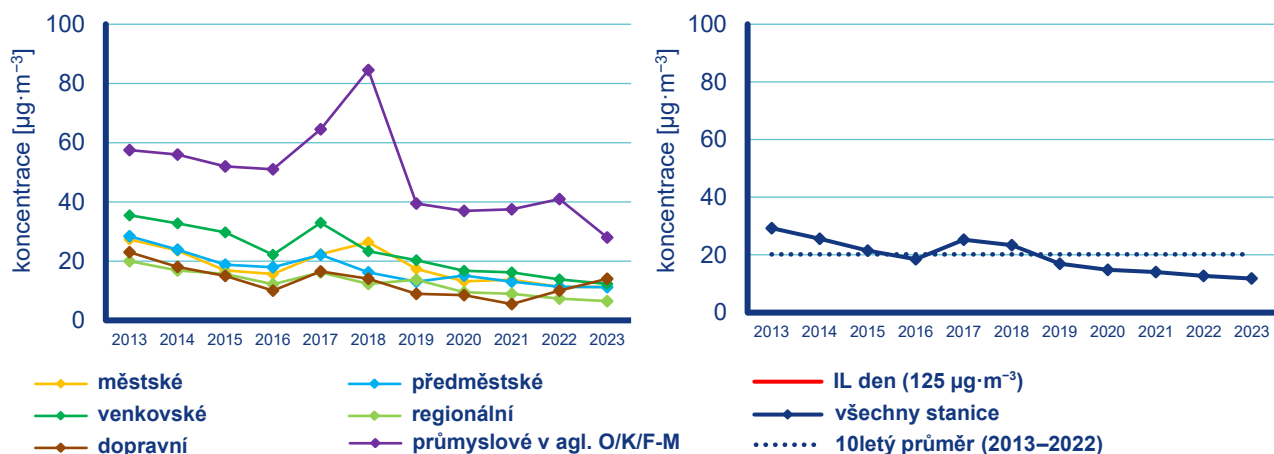
Celkový klesající průběh koncentrací  $\text{SO}_2$  je způsoben poklesem emisí v důsledku odsíření uhelných elektráren a změnou používaných paliv (viz vývoj emisí v kap. II). Vliv na meziroční kolísání koncentrací této látky mají rovněž v jednotlivých letech odlišné meteorologické a rozptylové podmínky.



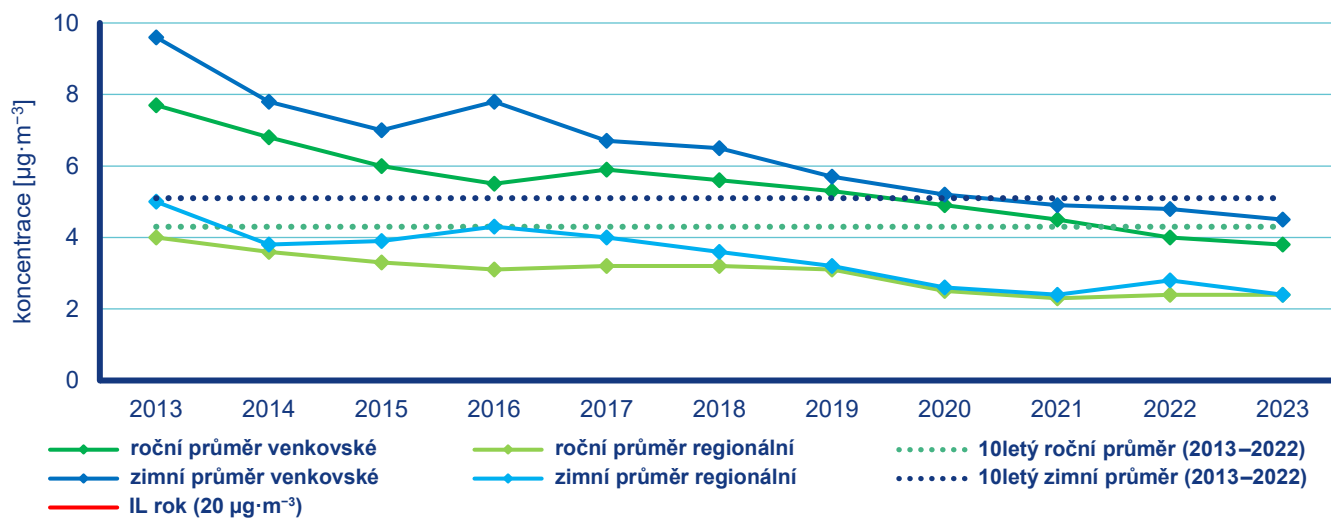
Obr. IV.7.5 4. nejvyšší 24hod. koncentrace a 25. nejvyšší hodinová koncentrace  $\text{SO}_2$  na vybraných stanicích, 2013–2023



Obr. IV.7.6 25. nejvyšší 1hod. koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



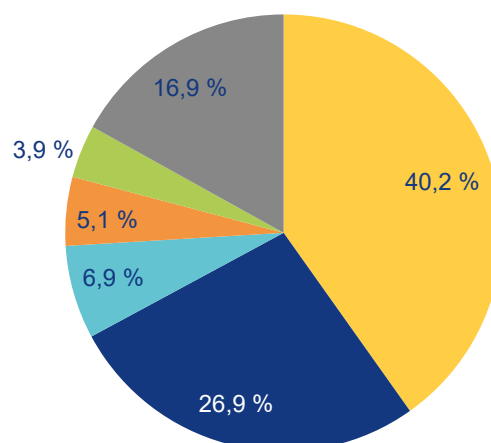
Obr. IV.7.7 4. nejvyšší 24hod. koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023



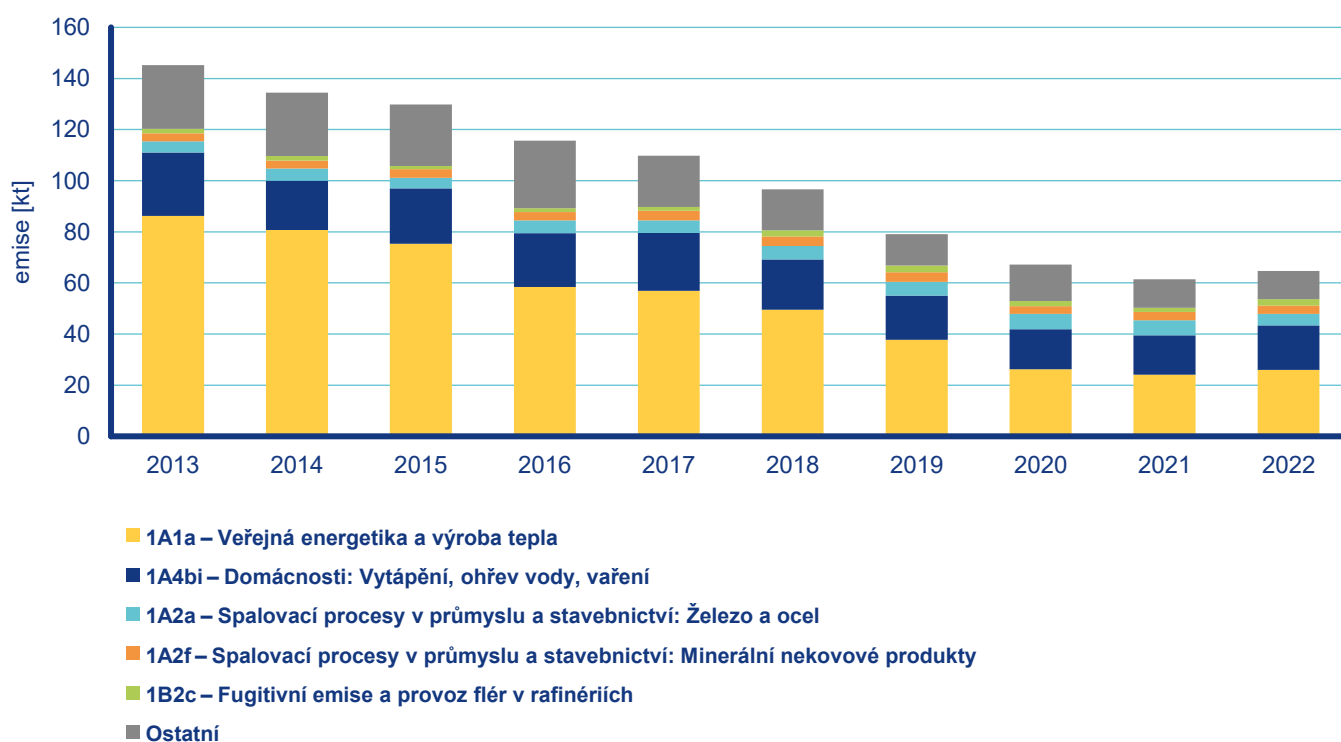
Obr. IV.7.8 Koncentrace SO<sub>2</sub> na jednotlivých typech stanic, 2013–2023

### IV.7.3 Emise oxidů síry

Zdrojem emisí oxidů síry je především spalování pevných fosilních paliv, která síru obsahují. V roce 2022 pocházelo v celorepublikovém měřítku ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla 40,2 % emisí  $\text{SO}_x$  a ze sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření 26,9 % (Obr. IV.7.9). Mezi další významnější sektory patří spalovací procesy v průmyslu (výroba železa a oceli, zpracování nerostných surovin). Meziročně kolísající emise pochází ze sektoru 1B2c – Fugitivní emise a provoz flér v rafinériích a sektoru 2B10a – Ostatní procesy v chemickém průmyslu, který mj. zahrnuje velmi proměnlivé emise z provozu flér v petrochemické části rafinérií. K poklesu emisí  $\text{SO}_x$  v období 2013–2020 došlo v důsledku přípravy zdrojů na plnění přísnějších emisních limitů (Obr. IV.7.10). Mírný nárůst v r. 2022 souvisí s energetickou krizí a náhradou části spotřeby zemního plynu i biomasy uhlím v sektoru Veřejná energetika a výroba tepla a v sektoru Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření. Vzhledem k převažujícímu vlivu sektoru Veřejná energetika a výroba tepla jsou emise  $\text{SO}_x$  koncentrovány do Ústeckého, Moravskoslezského a Středočeského kraje, ve kterých se nacházejí větší energetické výrobní celky.



Obr. IV.7.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích  $\text{SO}_2$ , 2022



Obr. IV.7.10 Vývoj celkových emisí  $\text{SO}_2$ , 2013–2022



## IV.8 Oxid uhelnatý

### IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2023

V roce 2023 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.

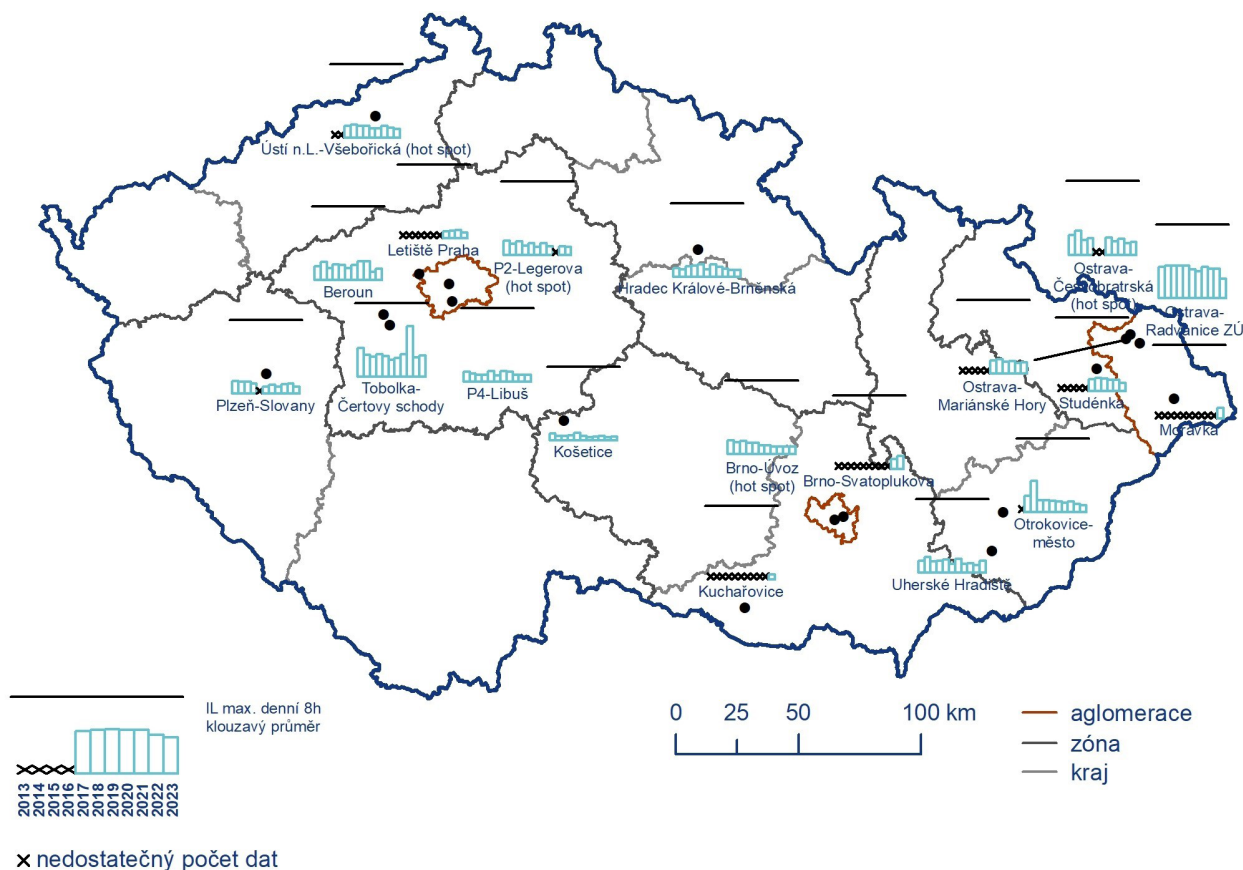
Nejvyšší denní 8hodinová průměrná koncentrace CO byla naměřena na stanici Tobolka-Čertovy schody ( $2\,813\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), která je klasifikovaná jako venkovská. Tato lokalita je již dlouhodobě ovlivněna emisemi z blízké vápenky Čertovy schody. Pokud se uvádí pouze první maximum na konkrétní stanici, pak v pořadí druhá nejvyšší denní 8hodinová průměrná koncentrace CO byla naměřena na stanici Ostrava-Radvanice ZÚ ( $2\,583\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), která je klasifikovaná jako průmyslová. Jde o velmi exponovanou lokalitu ovlivněnou nejen průmyslem, ale také lokálními zdroji a dopravou. Třetí nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na stanici Brno-Svatoplukova ( $1\,820\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), která je klasifikovaná jako dopravní. Čtvrtá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na dopravní hot-spot stanici Ostrava-Českobratrská ( $1\,781\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a pátá nejvyšší 8hodinová koncentrace této látky na dopravní stanici Uherské Hradiště ( $1\,602\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

Zvýšené koncentrace CO se vyskytují především na městských lokalitách významně ovlivněných dopravou, průmyslem a lokálními zdroji emisí z vytápění domácností. To se týká i venkovské stanice Tobolka-Čertovy schody, která je ovlivněna emisemi z vápenky. Na všech lokalitách se pohybují koncentrace CO výrazně pod imisním limitem.

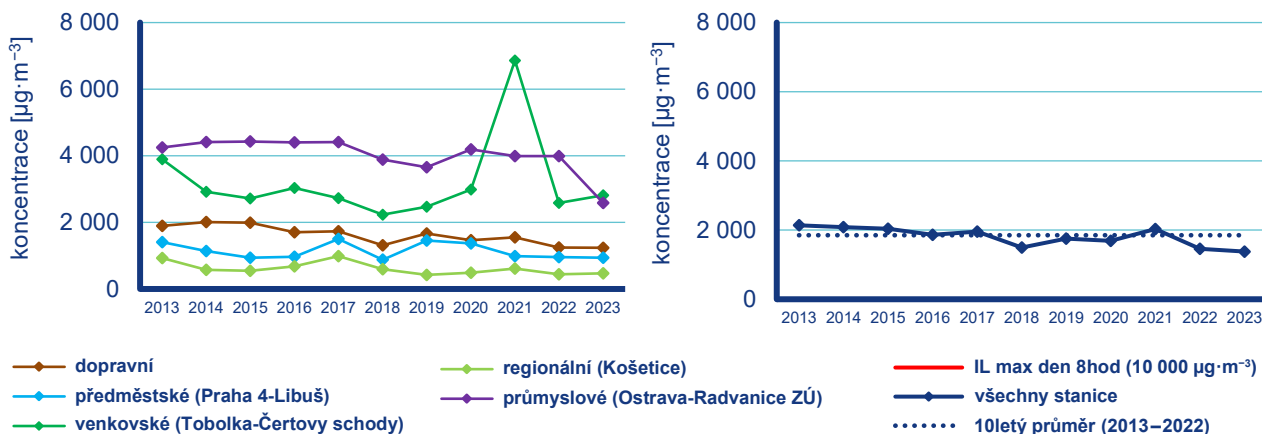
### IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého

Na Obr. IV.8.1 je patrný mírný klesající průběh maximální denní 8hodinové koncentrace CO na většině stanic v ČR. V roce 2023 mírný pokles koncentrací CO na většině stanic pokračoval – Ostrava-Radvanice ZÚ (na této stanici došlo k výraznějšímu poklesu, který by mohl být v souvislosti s odstavením výroby ve velké části hutního komplexu v Ostravě-Kunčicích v závěru roku 2023), Studénka, Plzeň-Slovany, Ústí n.L.-Všebořická (hot spot), Praha 2-Legerova (hot spot), Letiště Praha, Otrokovice-město, Praha 4-Libuš. Na některých stanicích došlo naopak v roce 2023 k mírnému vzestupu koncentrací CO proti předchozímu roku – Tobolka-Čertovy schody, Brno-Svatoplukova, Ostrava-Českobratrská (hot spot), Uherské Hradiště, Beroun.

Nově je zařazen graf vývoje maximální denní 8 hod. klouzavé průměrné koncentrace CO za období 2013–2023 na jednotlivých typech stanic ČR dle klasifikace (Obr. IV.8.2). Mírný klesající průběh koncentrací CO je zřetelný v průměru na všech stanicích i typech.



Obr. IV.8.1 Maximální denní 8hod. klouzavá průměrná koncentrace CO na vybraných stanicích, 2013–2023



**Obr. IV.8.2 Koncentrace CO (max. denní 8hod. klouzavý průměr) na jednotlivých typech stanic, 2013–2023**

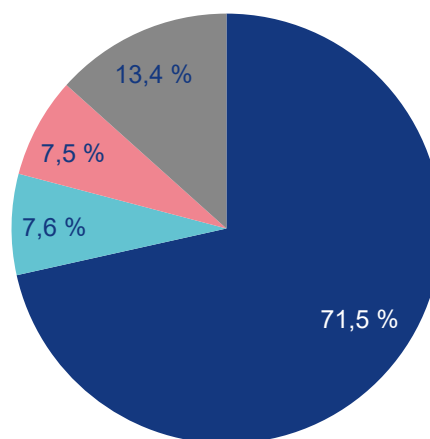
Velmi rozkolísaný je chod na stanici Tobolka-Čertovy schody, kde došlo v roce 2021 k výraznému vzestupu koncentrací této látky a pak v roce 2022 k prudkému poklesu. Jak již bylo uvedeno, na této stanici dochází k ovlivnění z blízké vápenky, míra ovlivnění v jednotlivých letech kolísá. Kromě této stanice je patrný pokles koncentrací CO zejména v posledních letech 2021–2023 v průměru na všech stanicích i ostatních typech.

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.

### IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého

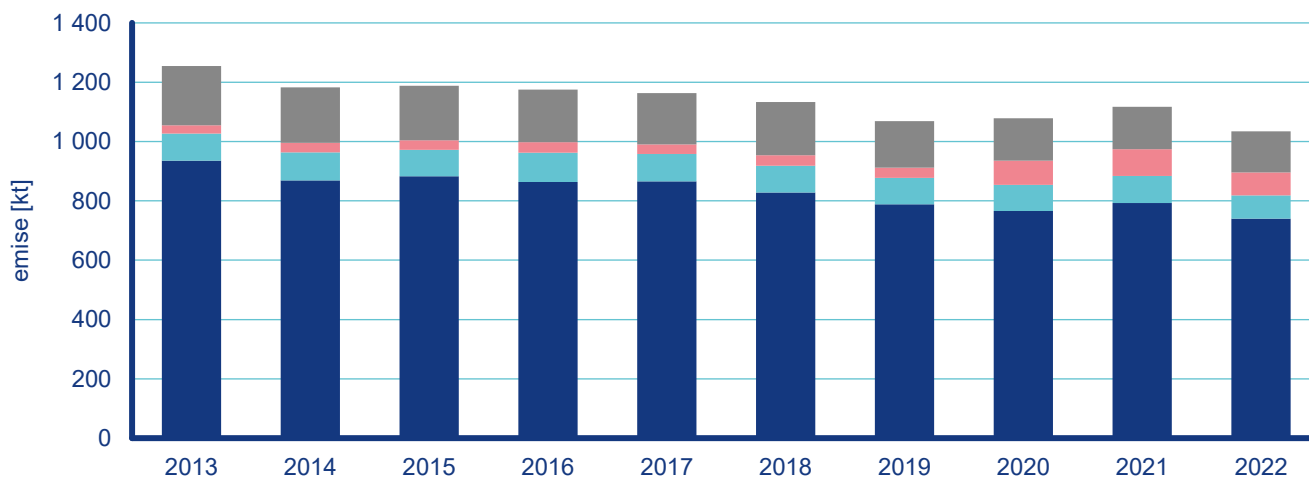
Oxid uhelnatý je produktem spalování paliv obsahujících uhlík za nízké teploty a nedostatku spalovacího vzduchu. Největší množství emisí CO vzniká v sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření, který se v roce 2022 podílel na celorepublikových emisích 71,5 %. Mezi další významné zdroje patřily sektory 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel (7,6 %) a sektor 2C1 – Výroba železa a oceli (7,5 %) (Obr. IV.8.3). Průběh emisí CO v letech 2013–2022 (Obr. IV.8.4) kopíruje především vývoj 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



- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel
- 2C1 – Výroba železa a oceli
- Ostatní

**Obr. IV.8.3 Podíl sektorů NFR na celkových emisích CO, 2022**



**Obr. IV.8.4 Vývoj celkových emisí CO, 2013–2022**

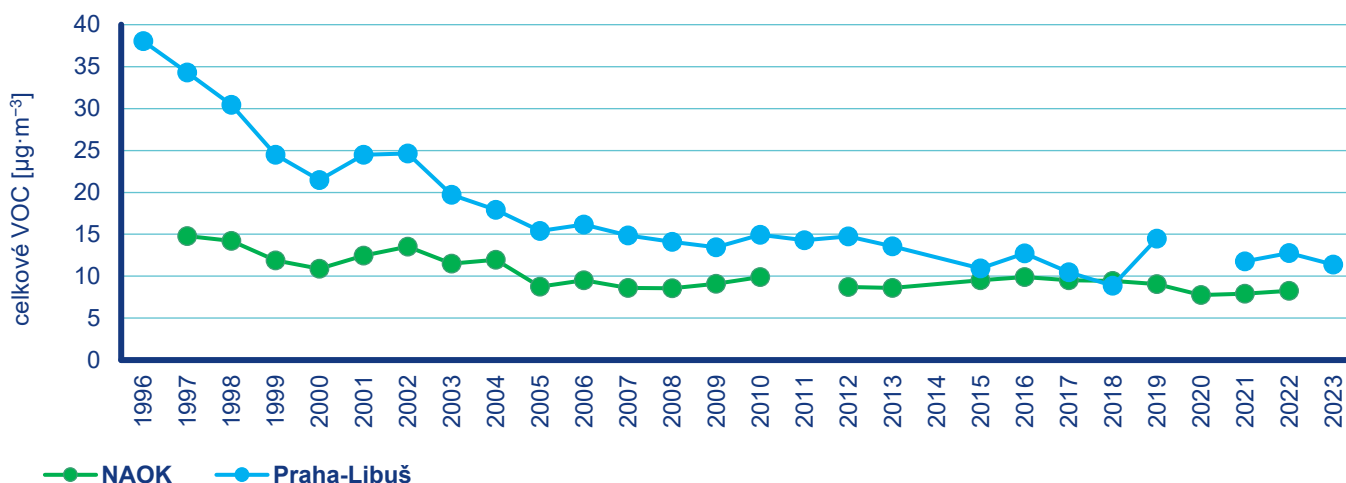
## IV.9 Látky bez imisního limitu

### IV.9.1 Těživé organické látky

Pravidelný monitoring koncentrací volatilních organických látek (VOC<sup>1</sup>) probíhá na dvou observatořích ČHMÚ a to na Observatoři Košetice a Observatoři Praha-Libuš (dále jen jako Praha-Libuš). Měření probíhalo zpočátku pouze na Observatoři Košetice pod záštitou Programu spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě (EMEP). Observatoř Košetice je díky svému nejširšímu programu měření v ČR zapojena i do mezinárodní výzkumné infrastruktury ACTRIS (Aerosol Clouds and Trace gases Research Infrastructure) a její české verze ACTRIS-CZ. Napojení na tyto výzkumné infrastruktury zvyšuje i požadavky na sběr dat. Měření VOC na Observatoři Košetice podléhá i pravidlům řízení a zajištění kvality (QA/QC) ACTRIS. V této spojitosti je Observatoř Košetice označována v širším pojetí a to jako Národní Atmosférická Observatoř Košetice (NAOK).

Průměrné roční koncentrace celkových VOC na NAOK a stanici Praha 4-Libuš poklesly od počátku měření. Na NAOK se průměrná roční koncentrace celkových VOC snížila z 14,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (1997) na 8,2  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (2022). Stanice Praha-Libuš vykazuje razantnější pokles koncentrací celkových VOC z 38,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

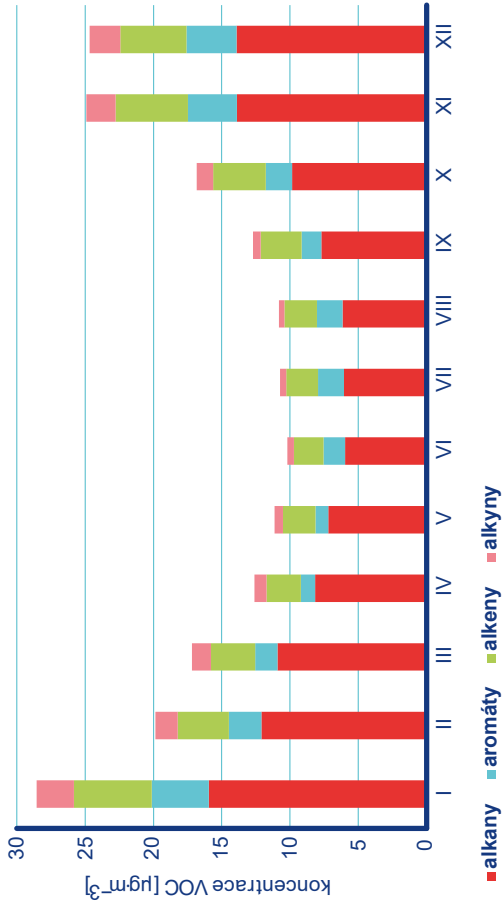
(1996) na 11,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (2023). I přes to, že NAOK měří VOC od roku 1995, některé látky nedosahují požadovaného množství dat pro výpočet ročního průměru a tak nejsou součástí hodnocení (Obr. IV.9.1.1). Počet jednotlivých VOC dosahuje téměř 100 látek (Tab. I.5). Na stanicích NAOK a Praha 4-Libuš je měřeno pouze 29 látek. Pro snadnější hodnocení jsou měřené VOC rozděleny do čtyřskupin dle chemických vazeb na alkyly, alkeny, alkyly a aromáty<sup>2</sup>. Průměrný roční chod VOC (1995–2023) na obou stanicích reflektuje emisní úroveň, tedy maximální hodnoty v zimních měsících a minima v letním období (Obr. IV.9.1.2, Obr. IV.9.1.3). V ročním chodu jednotlivých skupin VOC roku 2023 pozorujeme na NAOK (Obr. IV.9.1.4) nejvyšší koncentrace alkanů a aromátů v prosinci (8,7  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 4,2  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a nejnižší v srpnu (2,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Koncentrace alkenů téměř konstantně narůstá od minima v dubnu (0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) po maximum v prosinci (3,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Nejvyšší koncentrace alkyly byla měřena v lednu (0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a nejnižší v červenci (0,1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Na stanici Praha-Libuš jsou roční chody jednotlivých skupin VOC roku 2023 odlišnější (Obr. IV.9.1.5). Alkyly a aromáty dosahují maxima v lednu (12,7  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 3,9  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a minima v srpnu (3,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 0,9  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Alkeny mají zcela opačný chod, oproti ostatním skupinám VOC, kdy nejvyšší koncentrace jsou měřeny v červenci (3,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a nejnižší v květnu (0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Maximálních koncentrací dosahují alkyly v únoru (0,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a minimální hodnoty jsou měřeny v červenci (0,1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Koncentrace jednotlivých skupin VOC jsou na obou stanicích podobné, výjimku tvoří koncentrace alkanů, které jsou na stanici Praha-Libuš vyšší.



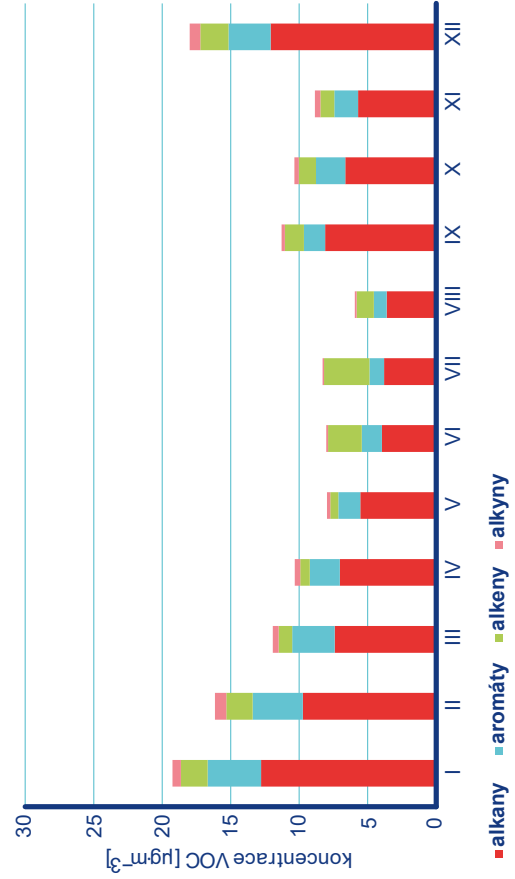
Obr. IV.9.1.1 Průměrné roční koncentrace celkových VOC, NAOK, Praha-Libuš, 1996–2023

1 VOC jsou někdy označovány jako NMVOC tedy non methane VOC.

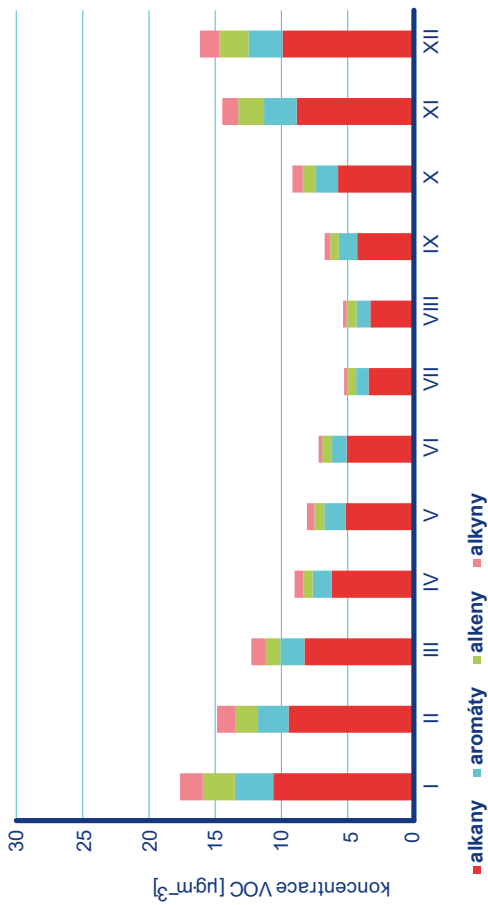
2 Alkyly: cyklohexan, i-butan, i-oktan, i-pentan, n-butan, n-heptan, n-hexan, n-oktan, nonan, n-pentan, propan, 2,2-dimetylbutan, 2,3-dimetylbutan, cyklopentan, etan, metylcyklopentan; Alkeny: isopren, enet, propen; Alkyly: acetylen; Aromáty: benzen, etylbenzen, m,p-xylén, o-xylén, toluen.



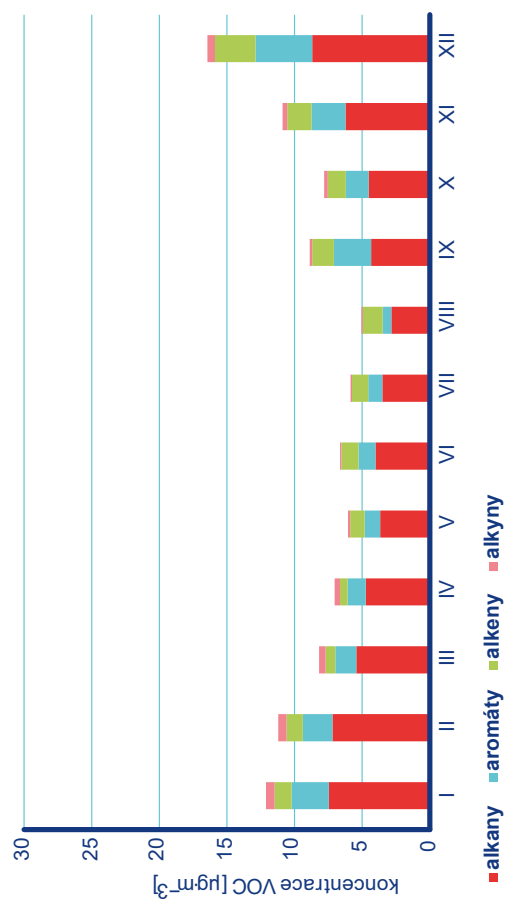
Obr. IV.9.1.3 Průměrná roční variabilita VOC, Praha-Libuš, 1995 – 2023



Obr. IV.9.1.5 Průměrná roční variabilita VOC, Praha-Libuš, 2023



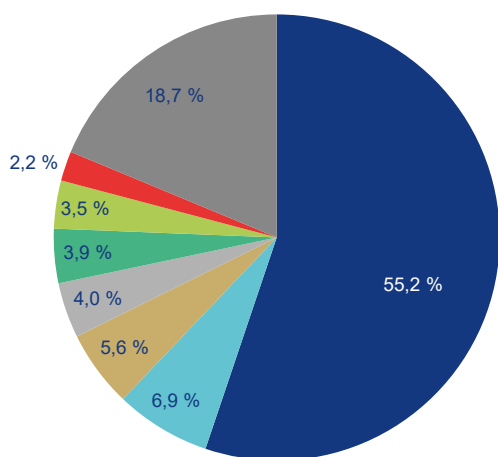
Obr. IV.9.1.2 Průměrná roční variabilita VOC, NAOK, 1995 – 2023



Obr. IV.9.1.4 Průměrná roční variabilita VOC, NAOK, 2023

## Emise těkavých organických látek

Nejvýznamnějším zdrojem NMVOC je podle výstupů nového modelu spalování pevných paliv v domácnostech, především při nedokonalém spalování (ČHMÚ 2024f). Další významnou skupinu tvoří použití produktů obsahujících organická rozpouštědla, které jsou používány v celé řadě aplikací v průmyslu i domácnostech jako čisticí prostředky, rozpouštědla a odmašťovadla, nebo jako dekorativní a ochranné nátěry v barvách a lacích. Dalšími produkty s obsahem organických rozpouštědel jsou lepidla, farmaceutické přípravky nebo různé chemické suroviny a poloprodukty. NMVOC se také uvolňují při výrobě, skladování a použití ropných produktů nebo při zpracování surovin v potravinářském průmyslu.

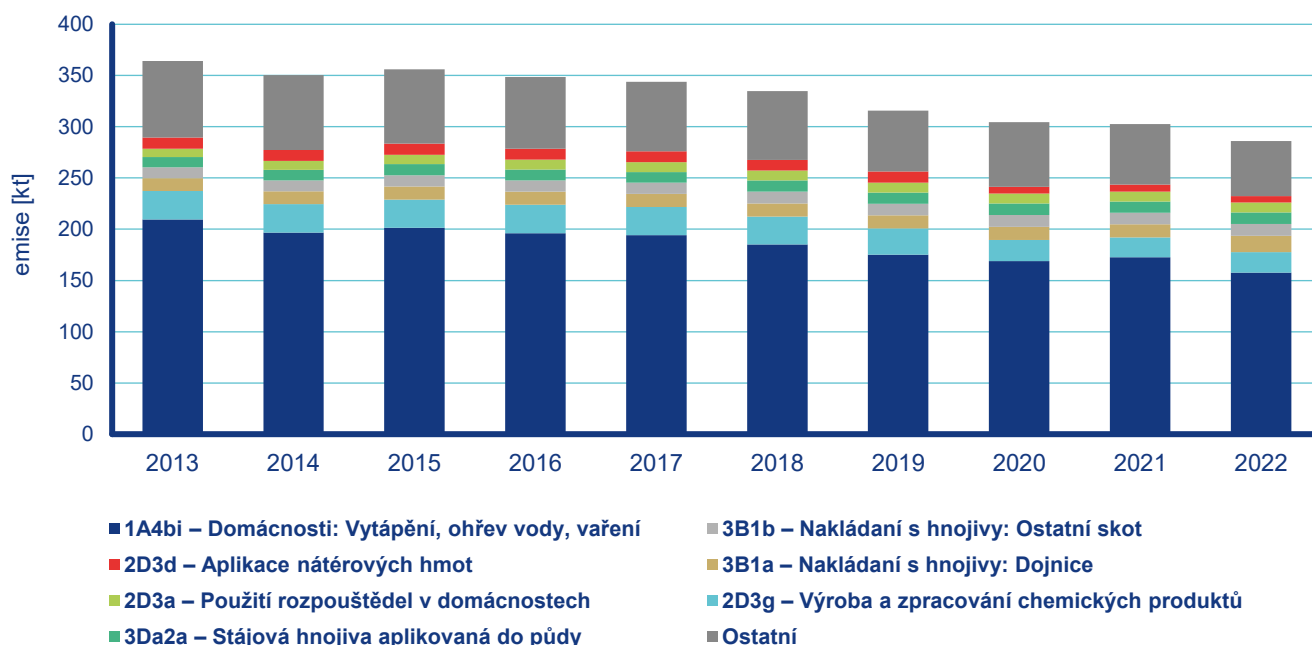


Obr. IV.9.1.6 Podíl sektoru NFR na celkových emisích NMVOC, 2022

Největší množství emisí NMVOC vzniklo v roce 2022 (Obr. IV.9.1.6) v sektoru 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (55,2 %). Podíl dopravy včetně odparů z palivového systému vozidel činil 4,7 %. Významné zdroje emisí NMVOC v ČR se nacházejí v sektoru užití a aplikace organických rozpouštědel (NFR 2D3), který se na znečištění ovzduší těmito látkami podílel 18,5 %. Do tohoto sektoru spadají činnosti 2D3d – Aplikace nátěrových hmot (6,9 %), 2D3a – Použití rozpouštědel v domácnostech (5,6 %), 2D3i – Ostatní použití rozpouštědel (2,0 %) a 2D3g – Výroba a zpracování chemických produktů (2,1 %). 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 13,3 %. Mezi ostatními sektory mají významnější zastoupení např. emise ze spalovacích procesů při výrobě elektrické energie.

Celkové emise NMVOC měly v období let 2013–2022 klesající tendenci (Obr. IV.9.1.7), která souvisí s mírně se snižujícím počtem zastaralých kotlů na pevná paliva a snižováním spotřeb produktů s obsahem těkavých organických látek. Vlivem neustálé obnovy vozového parku dochází i k průběžnému snižování emisí NMVOC z dopravy. Do nárůstu emisí sektoru 2D3a (o cca 7,5 kt v roce 2020 a o cca 3,5 kt v roce 2021 a 2022) se promítá navýšení emisí z dezinfekčních prostředků, používaných při šíření nového typu koronaviru SARS-COV-2.

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.

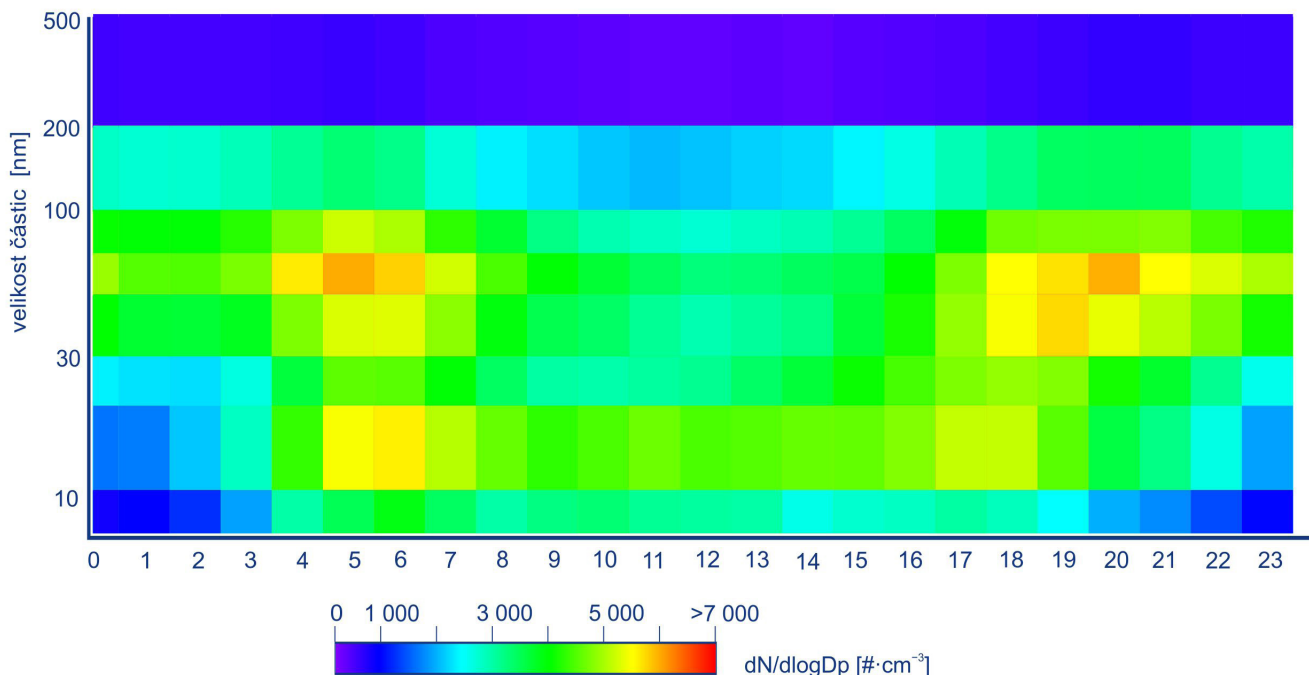


Obr. IV.9.1.7 Vývoj celkových emisí NMVOC, 2013–2022

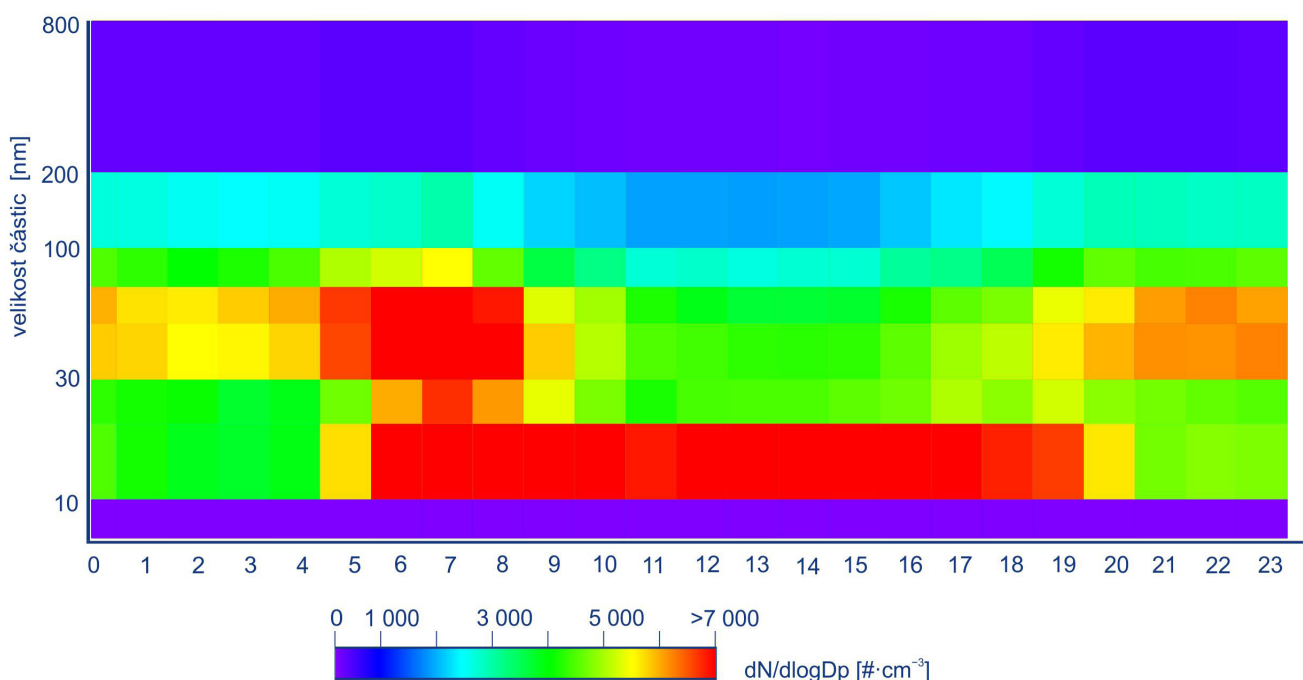
## IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic

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-Slovaný 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). Od roku 2016 je tento typ měření podporován i českou částí projektu velké výzkumné infrastruktury ACTRIS-CZ. Pro činnosti zahrnující výzkumné aktivity ČHMÚ, tří 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, 2023

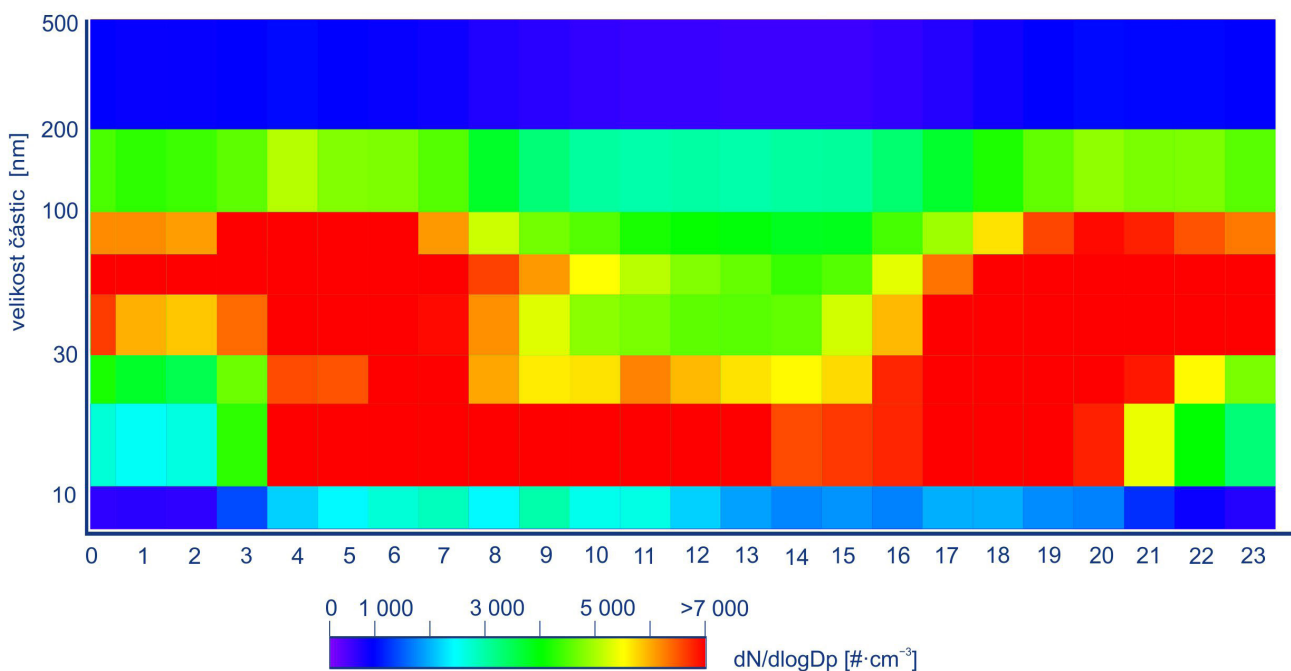


Obr. IV.9.2.2 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Lom, 2023

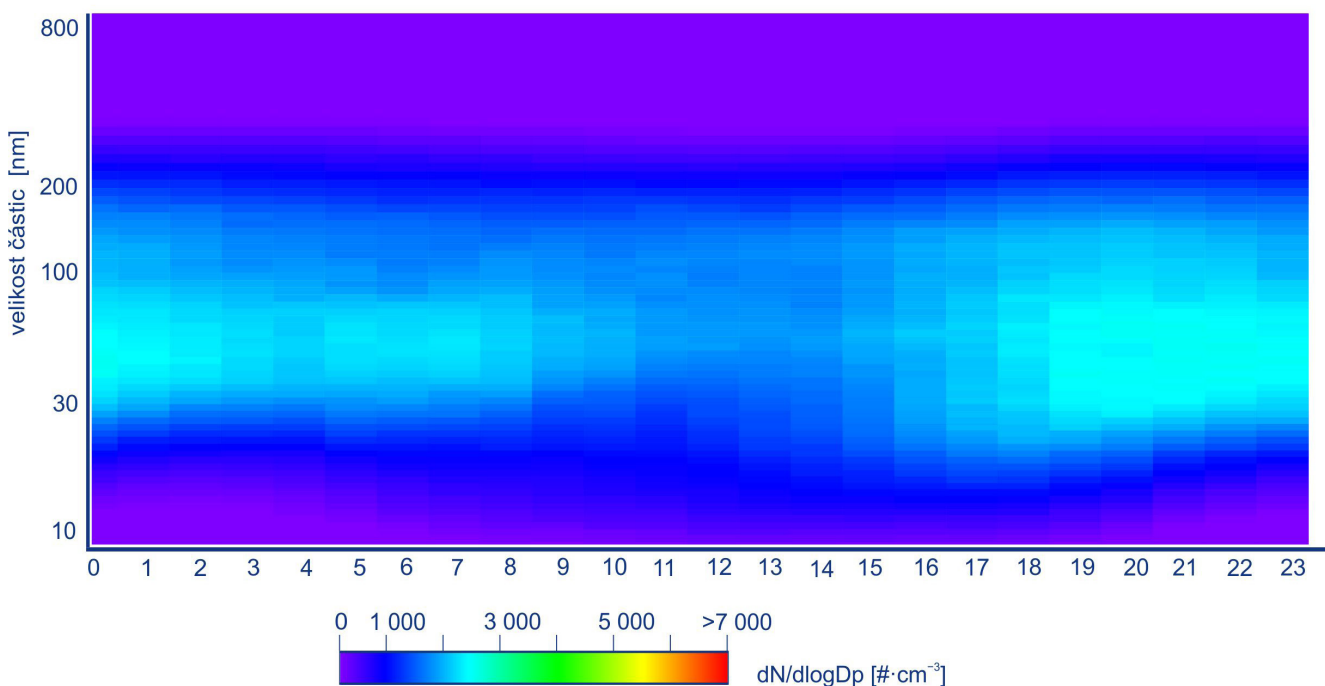
V denních spektrech měřených na šesti lokalitách (Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město) lze rozpoznat rozdíl v počtech částic v různých velikostních kategoriích, jež odrážejí charakter lokalit. Zatímco na mediánovém spektru stanice NAOK v kraji Vysočina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

Obr. IV.9.2.1, IV.9.2.3, IV.9.2.4 a IV.9.2.6). Tento vývoj počtu částic je zřejmě spojen i s vývojem výšky mezní vrstvy atmosféry a její stabilitou během nočních hodin. V noci může docházet k akumulaci znečišťujících látek a tedy i aerosolových částic. Po východu slunce pak lze v některých případech zaznamenat nárůst fotochemických reakcí mezi akumulovanými látkami, jež může vést ke vzniku sekundárních aerosolů.

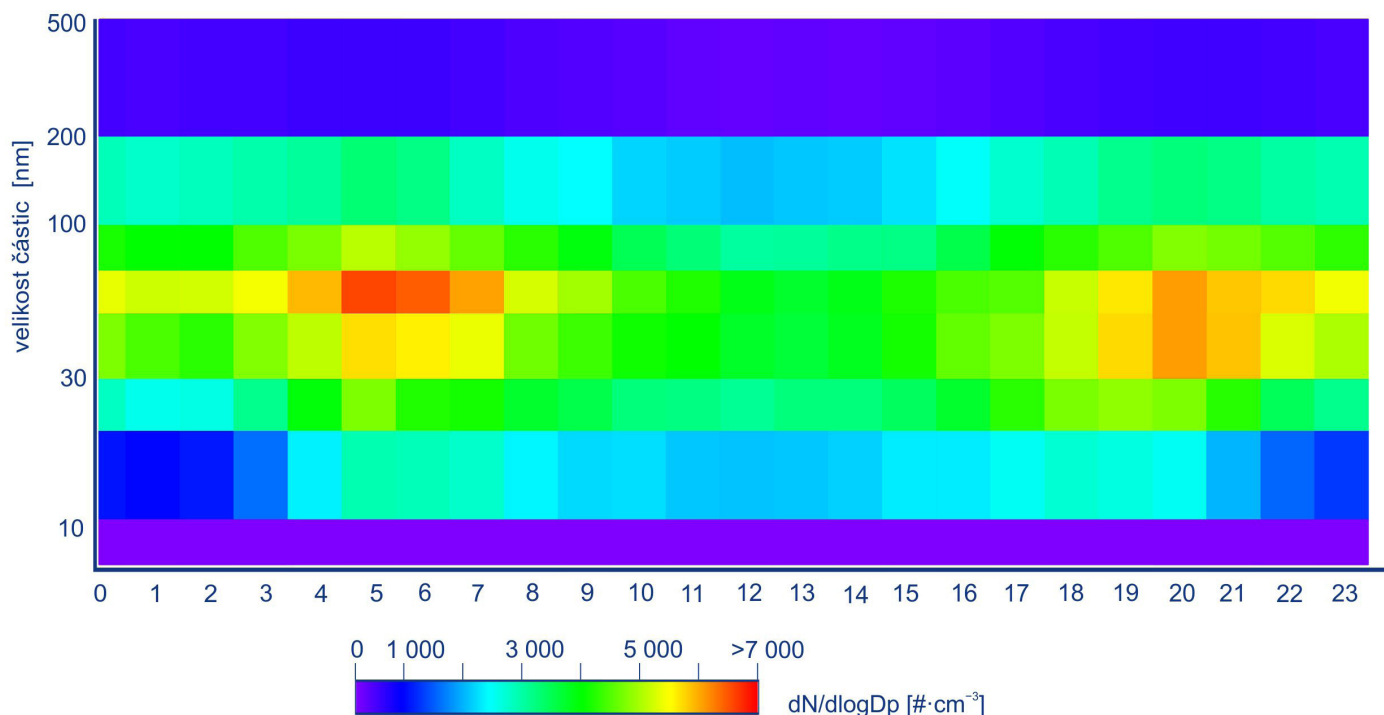
Vliv lidské činnosti v podobě zvýšené dopravní aktivity je patrný na všech stanicích kromě NAOK. Stoupající počet částic v ran-



Obr. IV.9.2.3 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Mladá Boleslav, 2023



Obr. IV.9.2.4 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, NAOK, 2023



**Obr. IV.9.2.5 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Plzeň-Slovany, 2023**

ních a odpoledních hodinách ve všech částech spektra reflektuje nejen dopravní špičku, ale i narůstající výskyt produktů spalování z průmyslových a 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 8. hodinou ranní UTC (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 Hradec Králové-Brněnská, Lom a Mladá Boleslav byl zaznamenán druhotný růst počtu částic nukleačního módu (velikost částic do 20 nm) mezi 11. a 13. hodinou (Obr. IV.9.2.1, Obr. IV.9.2.2, Obr. IV.9.2.3). Na stanicích Lom, Mladá Boleslav a Ústí nad Labem-město byl pozorován zvýšený počet částic nukleačního módu mezi 10. a 17. hodinou (Obr. IV.9.2.2, Obr. IV.9.2.3, Obr. IV.9.2.6). Tento charakter vývoje počtu částic může být ovlivněn kombinací směsi antropogenních zdrojů částic s procesy vzniku nových částic.

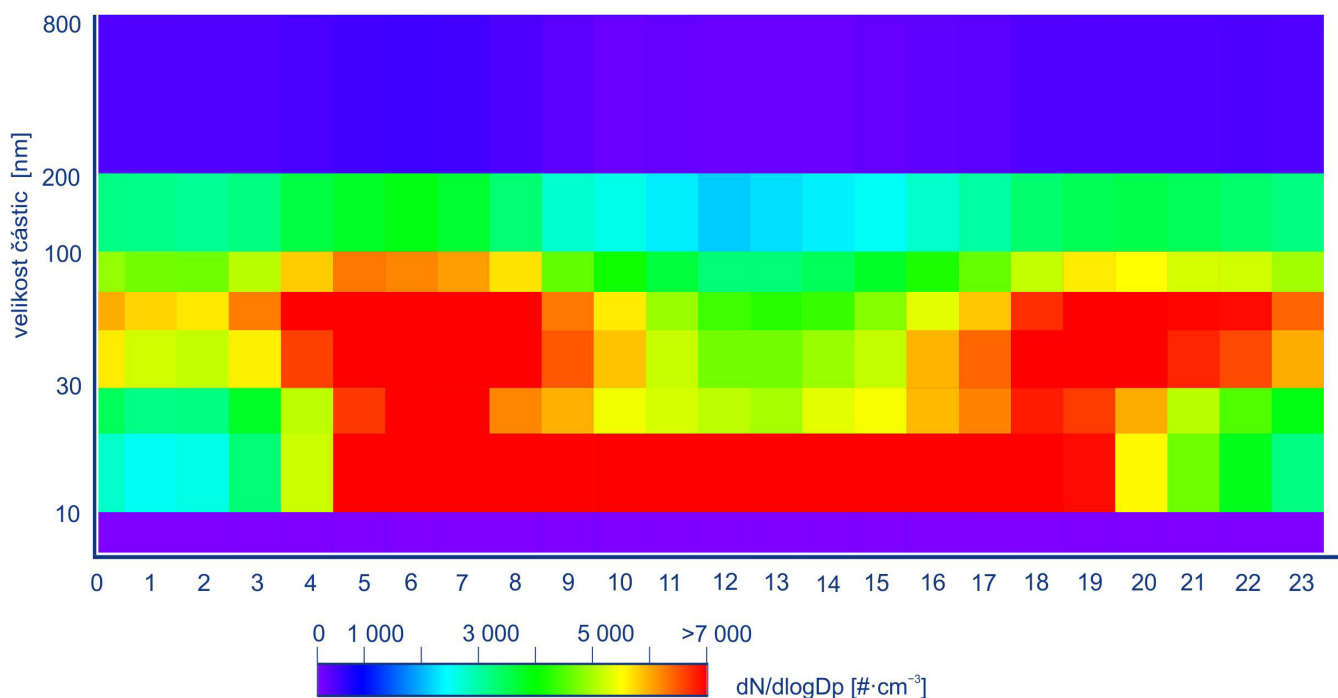
Kromě emisních zdrojů a jiných procesů v atmosféře jsou změny v početní koncentraci ovlivněny i stabilitou atmosféry. Zatímco během dne je obvykle atmosféra dobře promíchávána díky turbulentnímu proudění, ve večerních hodinách, kdy turbulence ustává, se atmosféra stabilizuje (Stull 2003). Vliv promíchání atmosféry během dne odráží průběh koncentrací částic na stanicích Hradec Králové-Brněnská a Plzeň-Slovany (Obr. IV.9.2.1, Obr. IV.9.2.5).

Mediánové denní spektrum velikosti částic bylo v roce 2023 stejně jako v minulých letech na NAOK oproti ostatním porovnávaným měřením méně výrazné. Pozorujeme poměrně konstantní koncentrace částic akumulárního módu (100–800 nm), které se mírně snižují od ranních hodin (mezi 3. a 13. hodinou 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. Růst částic do větších velikostí je odražen také v narůstajícím počtu částic Aitkenova módu (20–100 nm) v odpoledních hodinách (začátek po 14. hodině UTC). Právě na NAOK lze dobře pozorovat vliv dálkového transportu částic v podobě poměrně stabilních koncentrací akumulárního módu, vlivu zředění a stability atmosféry na koncentrace částic (Obr. IV.9.2.4).

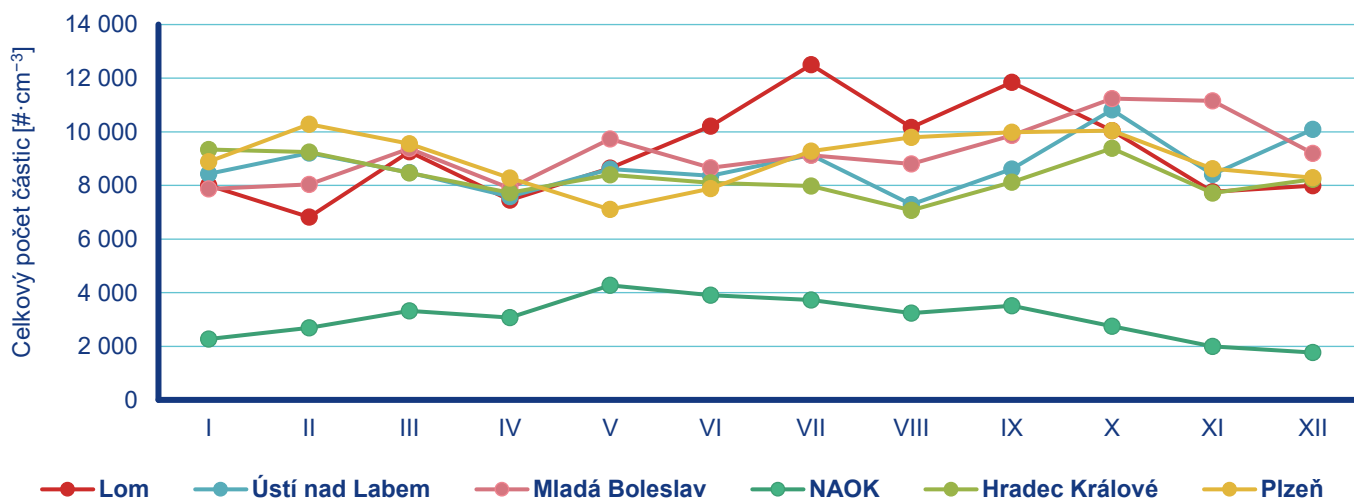
V ročním chodu celkového počtu částic jsou hodnoty ze stanic Hradec Králové-Brněnská (7 071–9 383 částic·cm<sup>-3</sup>) a Ústí nad Labem-město (7 288–10 817 částic·cm<sup>-3</sup>) podobné. Vyšší hodnoty (v rozmezí 8 371–12 838 částic·cm<sup>-3</sup>) byly zaznamenány na stanici Hradec Králové-Brněnská. Výraznější změny chodu průměrných měsíčních koncentrací se projevily na stanici Lom, kde byla naměřena nejvyšší variabilita hodnot (6 819–12 501 částic·cm<sup>-3</sup>). Na stanici NAOK byly změřeny nejnižší průměrné měsíční koncentrace celkového počtu částic (rozmezí hodnot 1 766 – 4 272 částic·cm<sup>-3</sup>). V roce 2023 nedošlo ke shodě v dosažení maximálních a minimálních průměrných počtů částic

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, 2023**



**Obr. IV.9.2.7 Měsíční variabilita mediánu celkového počtu částic Hradec Králové-Brněnská, Lom, Mladá Boleslav, NAOK, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město, 2023**

napříč stanicemi. Například na stanici Hradec Králové-Brněnská byl nejvyšší průměrný celkový počet částic měřen v lednu (9 344 částic·cm<sup>-3</sup>), na stanici Mladá Boleslav bylo dosaženo nejvyšších průměrných hodnot celkového počtu částic v říjnu

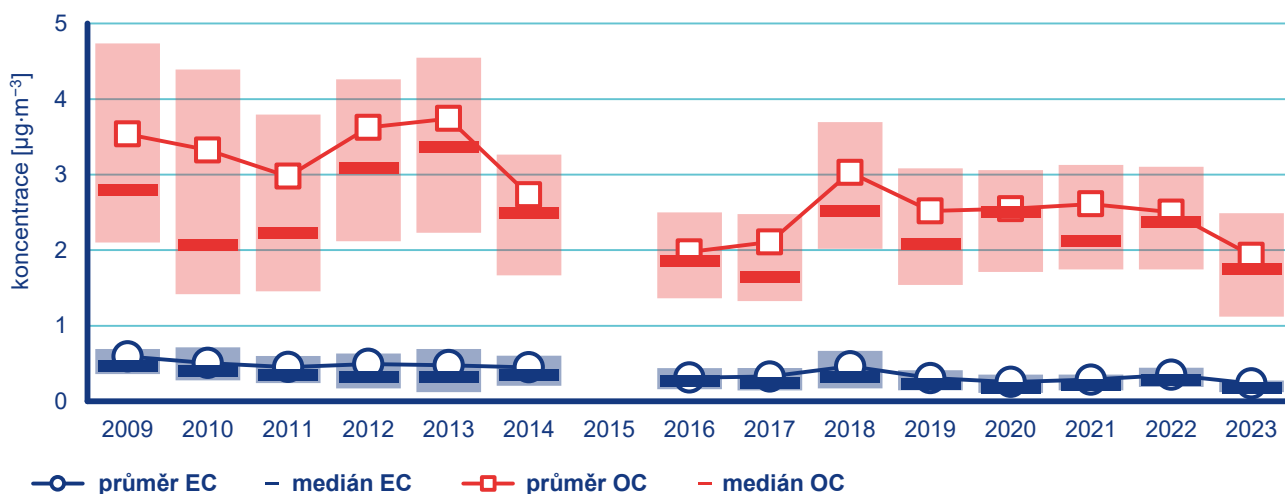
(11 238 částic·cm<sup>-3</sup>). Stanice Plzeň-Slovany vykazovala nejnižší průměrné hodnoty celkového počtu částic v květnu (7 010 částic·cm<sup>-3</sup>), stanice Ústí nad Labem-město v srpnu (7 288 částic·cm<sup>-3</sup>) a Lom v únoru (6 819 částic·cm<sup>-3</sup>; Obr. IV. 9.2.7).

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

První pravidelné měření elementárního a organického uhlíku (ECOC) v ČR bylo zahájeno v únoru 2009 na Observatoři Košetice. Průměrná koncentrace celkového uhlíku (TC) byla v letech 2009–2023 ve vzorkované frakci  $PM_{2,5}$   $3,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , z čehož EC tvoří  $0,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a OC  $2,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . V roce 2023 byla nejvyšší průměrná koncentrace TC ( $2,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) naměřena v dubnu. V roce 2023 byla průměrná koncentrace TC  $2,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  nejnižší od počátku měření. Průměrná roční koncentrace EC byla v roce 2023  $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , koncentrace OC dosáhla  $1,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Při celkovém pohledu na chod koncentrací v průběhu měření lze identifikovat mírně klesající

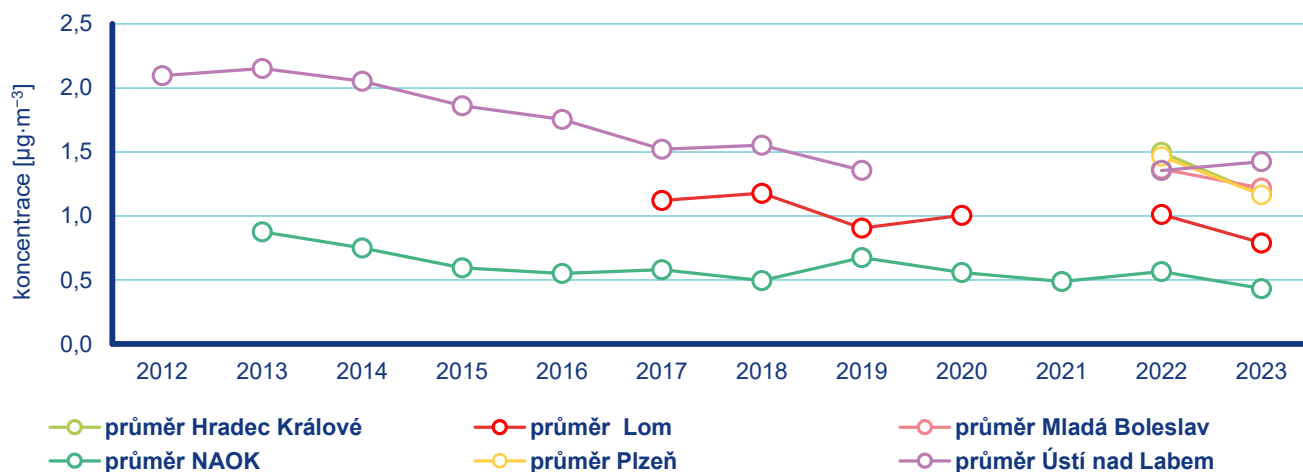
tendenci přes nárůst průměrných ročních koncentrací v některých letech. Zatímco od začátku měření koncentrace EC (2009 –  $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pozvolna klesaly, v letech 2012, 2013, 2018 a 2022 došlo opět k nárůstu koncentrací. Po obnově měření v roce 2016 se roční průměrné koncentrace pohybovaly mírně nad  $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Výrazný nárůst byl zaznamenán v roce 2018. Hodnota  $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  z roku 2023 je nejnižší průměrná roční koncentrace EC od počátku měření. 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 průměrná koncentrace OC ( $1,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) byla naměřena právě v roce 2023 (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-Slovyany a Ústí nad Labem-město a dále na Národní atmosférické observatoři Košetice (NAOK)<sup>1</sup>, kde jádrovou



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

Obr. IV.9.3.1 Roční průměrné koncentrace EC a OC, Observatoř Košetice, 2009–2023

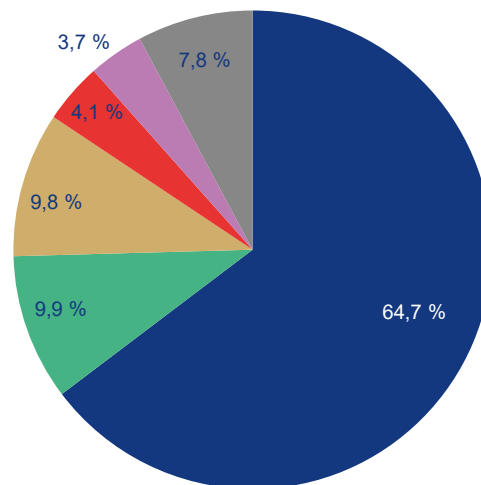


Pozn.: Rozpětí denních hodnot reprezentuje horní/dolní okraj obdélníků znázorňující hodnotu 75. a 25. percentilu, vodorovná čára označuje medián.

Obr. IV.9.3.2 Roční průměrné koncentrace BC, NAOK Košetice, Lom a Ústí nad Labem-město, 2012–2023

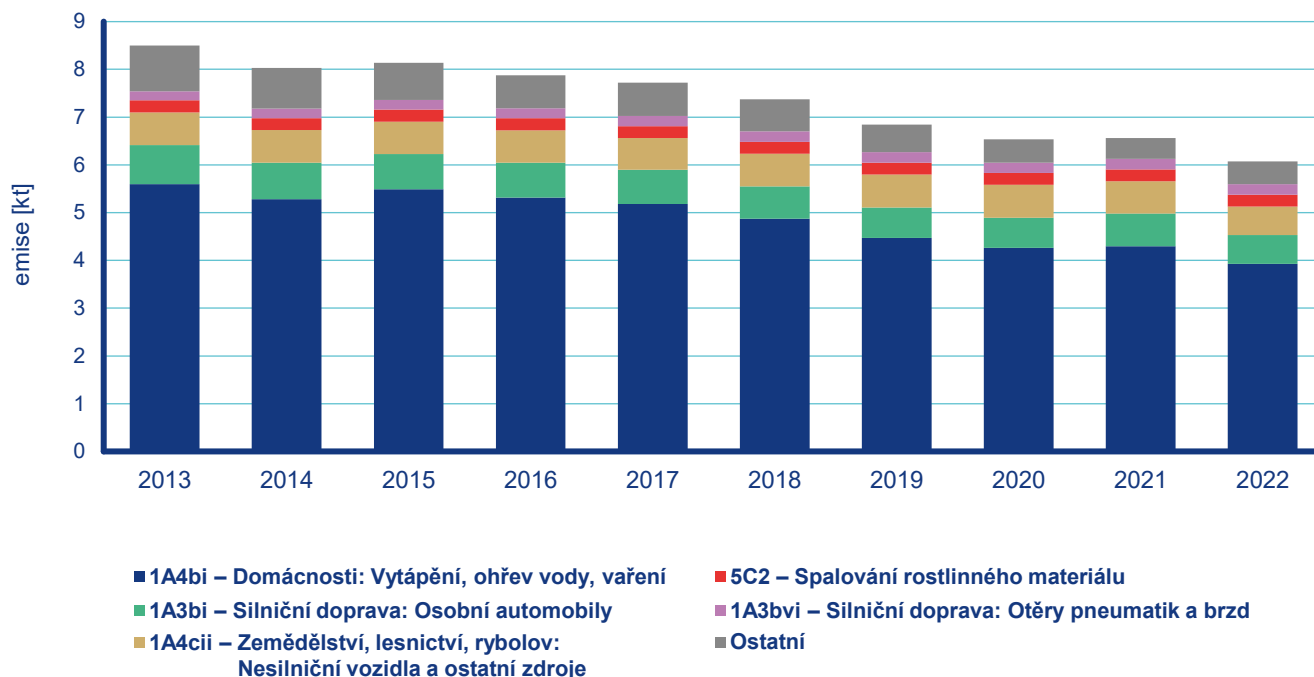
1 Název lokality NAOK je používán pro měření pořízená v rámci projektu ACTRIS-CZ. Jedná se o součást výzkumných činností, které provádí pět partnerských organizací – Český hydrometeorologický ústav, Ústav chemických procesů AV ČR, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Masarykova univerzita a Ústav fyziky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

stanici tvoří Observatoř Košetice. Na stanicích sítě ultrajemných částic došlo v roce 2021 k výměně přístrojového vybavení, data dosahující požadované kvality na všech stanicích jsou proto dostupná až od roku 2022. Výpadky měření se oproti minulému roku, kdy dosahovaly 7–36 %, podařilo snížit na 3–7 % téměř u všech stanic. Výjimkou je stanice Lom, kde byly výpadky měření 27 % a NAOK s výpadkem 12 % dat. Koncentrace BC na stanicích, které jsou v blízkosti dopravního zatížení, dosahovaly ročních průměrných hodnot 1,2–1,4  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Hradec Králové-Brněnská, Mladá Boleslav, Plzeň-Slovany a Ústí nad Labem-město). Na všech těchto stanicích došlo k poklesu koncentrací BC, kromě stanice Ústí nad Labem-město, kde byl změřen mírný nárůst koncentrací. Stanice Lom měla roční průměrné koncentrace BC hodnot 0,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Průměrné koncentrace BC na NAOK v roce 2023 měly hodnotu 0,4  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. IV.9.3.2).



Obr. IV.9.3.3 Podíl sektorů NFR na celkových emisích BC, 2022

Nejvýznamnějším zdrojem emisí BC byl dle výsledků inventarizace emisí za rok 2022 sektor Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření (1A4bi) s podílem 64,7 % na celkových emisích. U mobilních zdrojů (ČHMÚ 2024b) se na produkci emisí BC podílely nejvíc naftové vznětové motory a celkové emise představují 26,5 %. Především jde o sektory: Silniční doprava: Osobní automobily (1A3bi) 9,9 % a Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje (1A4cii) 9,8 % a rovněž Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd (1A3bvi) 3,7 % (Obr. IV.9.3.3). Vývoj celkových emisí BC v období 2013–2022 má klesající tendenci, na které se téměř rovnoměrně podílí obě hlavní skupiny zdrojů (Obr. IV.9.3.4).



Obr. IV.9.3.4 Vývoj celkových emisí BC, 2013–2022

# 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.4). Charakteristiky regionů zaměřující se na vlivy na kvalitu ovzduší jsou doplněny výčtem provozoven s nejvýznamnějšími emisemi TZL, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> a dalších škodlivin v daném regionu. Graficky je znázorněn podíl kategorií REZZO na celkových emisích, vyhodnocených v rámci poslední aktualizace PZKO (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. Počet registrovaných osobních automobilů v Praze je nejvyšší mezi kraji (739 na 1 000 obyvatel) a stále roste. Aby město nebylo zatěžováno tranzitní dopravou, vzniká tzv. Pražský okruh, který má za cíl odvést tranzitní dopravu mimo obydlená území města. V provozu je zatím méně než polovina Pražského okruhu. Růst sektoru služeb a s ním spojená výstavba komerčních a administrativních center klade další nárok na dopravní obslužnost a na spotřebu energií včetně vytápění (ČSÚ 2024a).

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 provozovny recyklačních linek stavebních odpadů (např. KARE, Praha Chodovská), u kterých emise meziročně vzrostly emise za rok 2023 cca o 2 tuny, a dále těžba a zpracování nerostných surovin (Heidelberg Materials CZ – závod Radotín a lom Hviždalka, KÁMEN Zbraslav – Kamenolom Zbraslav a dále betonárny).

Emise SO<sub>x</sub> nejvíce produkují podniky Heidelberg Materials CZ – závod Radotín, KNAUF Praha, uhelná kotelná NEXIMA a Pražské služby – Závod 14, Zařízení na energetické využití odpadů Malešice. Emise SO<sub>x</sub> meziročně klesly o cca 20 %, nejvíc u provozovny Heidelberg Materials CZ – závod Radotín. Nejvýznamnější zdroj emisí NO<sub>x</sub> pochází z Heidelberg Materials CZ – závod Radotín (cca 63 % emisí vyjmenovaných zdrojů) a z Pražských služeb –

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 popisujícím zdroj a jeho provoz a o údajích o vstupech a výstupech z tohoto zdroje (více viz ČHMÚ 2022d).

Závod 14, Zařízení na energetické využití odpadů Malešice. Dalšími významnějšími zdroji jsou provozovny kogeneračních jednotek spalujících kalový plyn (Pražské vodovody a kanalizace, ÚČOV Praha 6) a skládkový plyn (TEDOM – kogenerační teplárna areál Daewo – Avia) nebo teplárny společnosti Veolia Energie Praha.

U emisí oxidu uhelnatého pochází nejvýznamnější podíl (více než 43 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) opět z výroby cementu (Heidelberg Materials CZ – závod Radotín) a dalším významným zdrojem je spalování kalového plynu (Pražské vodovody a kanalizace, ÚČOV Praha 6). Celkové emise CO poklesly meziročně v roce 2023 o cca 13 %. U emisí NMVOC je nejvýznamnějším zdrojem provozovna Trelleborg Wheel Systems Czech Republic, závod Praha s emisí 14,5 t a dále provozovna Czech Airlines Technics, zajišťující údržbu letadel.

---

## 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. Pro Středočeský kraj je charakteristická i rozvinutá zemědělská výroba. Zemědělská výroba těží z vynikajících přírodních podmínek v severovýchodní části kraje, kraj vyniká hlavně rostlinnou výrobou. Středočeský kraj má kromě Prahy nejhustší, ale také nepřetíženejší dopravní síť v ČR. V kraji je hustá dopravní infrastruktura a vysoké intenzity dopravy v návaznosti na aglomeraci Praha. Demografický vývoj kraje se začal výrazně měnit ve druhé polovině devadesátých let minulého století, a to hlavně díky výstavbě satelitních obytných celků v okolí Prahy. Je zde hustá rezidenční zástavba s lokálními topeništi. V roce 2022 bylo na území kraje 1 144 obcí. Největší počet obcí je soustředěn v okresech Mladá Boleslav a Příbram (po 120 obcích) a nejmenší počet obcí má okres Mělník (69 obcí). V obcích s počtem obyvatel do dvou tisíc (1 015 obcí) žije 39,6 % obyvatel. Podíl městského obyvatelstva na celkovém počtu obyvatel kraje byl 51 % k 31. 12. 2022 a byl nejnižší v celé ČR (ČSÚ 2024b).

Nejvýznamnější emisí TZL produkují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Energotrans Mělník, Teplárna Kladno), ŠKODA AUTO – závod Mladá Boleslav, ORLEN Unipetrol RPA – Rafinérie Kralupy a zdroje související s těžbou nebo zpracováním nerostných surovin (Vápenka Čertovy schody, SHB – lom Bernartice a další). Meziročně poklesly emise TZL v roce 2023 především u provozoven ENERGOTRANS, celkem o více než 30 t.

Emise SO<sub>x</sub> pochází z výroby elektrické energie a tepla (Teplárna Kladno – Elektrárna Kladno, Veolia Energie Kolín – Elektrárna Kolín, Energotrans Mělník) 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 (Teplárna Kladno – Elektrárna Kladno, Energotrans Mělník, ŠKO-ENERGO – teplárna a Veolia Energie Kolín – Elektrárna Kolín) a průmyslové zdroje (ORLEN Unipetrol RPA – Jednotka RAFINÉRIE Kralupy, KAVALIERGLASS provozovna Sázava a SPOLANA). Meziročně poklesly emise v roce 2023 především u provozoven ENERGOTRANS, konkrétně u SO<sub>x</sub> téměř o 200 t a NO<sub>x</sub> dokonce o 334 t. Vyšší spotřeba rafinérského topného plynu u provozovny ORLEN Unipetrol RPA – Jednotka RAFINÉRIE Kralupy je příčinou zvýšení emisí SO<sub>x</sub> cca o 260 t.

U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (cca 50,4 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emisí CO z výroby vápna (Vápenka Čertovy schody), přestože meziročně tyto emise poklesly o více než 1500 t. Nárůst počtu olakovaných karosérií nových vozů je příčinou navýšení emisí NMVOC u ŠKODA AUTO – závod Mladá Boleslav z 664 t na 739 t. Další vysoké emise pochází z výroby stavebních materiálů (Styrotrade Čakovičky a TEMAC Zvěřinec) a z Toyota Motor Manufacturing Czech Republic. Tyto zdroje produkují více než 56 % všech ohlášených emisí NMVOC 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 očekávat 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), těžbu a zpracování nerostných surovin (LB MINERALS – pracoviště Borovany, Stamiva Hluboká nad Vltavou a Kámen a písek – kamenolom Plešovice) a další průmyslové zdroje (ČZ Strakonice, Aluprogres a KOVOSVIT MAS Foundry).

Nejvýznamnější zdroje emisí SO<sub>x</sub> zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Teplárna České Budějovice – Vrátá, Teplárna Strakonice, Teplárna Písek, Technické služby Kaplice – městská výtopna, ZVVZ ENERGO a další) 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 Teplárna Tábor). U těchto zdrojů došlo k významnému snížení emisí,

např. u Teplárny Strakonice o 414 t SO<sub>x</sub> snížením spotřeby hnědého uhlí a jeho nahrazením biomasou a u Teplárny České Budějovice – Novohradská ulice o 114 t NO<sub>x</sub> celkovým snížením spotřeby fosilních paliv.

## Plzeňský kraj

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

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

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

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují průmyslové zdroje (LASSELSBERGER), těžba a zpracování nerostných surovin (LB MINERALS – VJ Plzeňsko, provoz Kaznějov a Horní Bříza) recyklace stavebních odpadů provozovny Recykláč – recyklační dvůr Plzeň a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (především 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 průmyslové zdroje (Pfeifer Holz a STOELZLE UNION). Podobně jako u Jihočeského kraje došlo u těchto zdrojů k meziročnímu poklesu emisí, především SO<sub>x</sub> u provozovny Plzeňská teplárenská – areál Teplárna o 585 t proti roku 2022 a rovněž 72 t NO<sub>x</sub>, opět v důsledky snížení spotřeby hnědého uhlí.

## 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.

Mezi nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL patří výroba elektrické energie a tepla (Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část Vřesová a Elektrárna Tisová), těžba a zpracování uhlí (Sokolovská uhelná) a další průmyslové zdroje (Lias Vintířov a Synthomer).

Nejvýznamnější zdroje emisí SO<sub>x</sub> i NO<sub>x</sub> zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část Elektrárna Tisová) a průmyslové zdroje (Lias Vintířov, O-I Czech Republic – závod Nové Sedlo a Synthomer). Výrazné snížení spotřeby hnědého uhlí o cca třetinu proti roku 2022 vedlo u provozovny Sokolovská uhelná – Zpracovatelská část Vřesová ke snížení emisí SO<sub>x</sub> o cca 600 t. Ke snížení emisí došlo také u provozovny Elektrárna Tisová, konkrétně u SO<sub>x</sub> o cca 650 t a u NO<sub>x</sub> o cca 250 t.

### Ústecký kraj

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

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

Geografická poloha Ústeckého kraje, která je ještě zvýrazněna emisemi z povrchových hnědouhelných dolů a tepelných elektráren, podporuje vznik inverzních vrstev a zádrže vznikajících škodlivin v nižších vrstvách atmosféry. Díky odsíření a odprášení elektráren a dalších průmyslových podniků již v kraji znečištění nedosahuje takových hodnot, jako v minulosti, ale region je stále

zatížen vyššími koncentracemi škodlivin. I proto je v kraji větší počet stanic pro měření znečištění venkovního ovzduší.

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárna Prunéřov 2, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárny Tušimice), těžba hnědého uhlí a nerostných surovin (např. COLAS CZ Kamenolom Císařský) a průmyslové zdroje (např. Mon-di Štětí – Celulozka).

Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Prunéřov, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700, ČEZ – Teplárna Trmice, United Energy – teplárna Komořany) a průmyslové zdroje (např. AGC Flat Glass Czech – závod Řetenice a Lafarge Cement). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Počeradý, ČEZ – Elektrárny Tušimice, ČEZ – Elektrárna Ledvice, ČEZ – Elektrárna Prunéřov 2, ORLEN Unipetrol RPA – Teplárna T 700) a průmyslové zdroje (např. AGC Flat Glass Czech – závod Řetenice a ORLEN Unipetrol RPA – závod PETROCHEMIE). Snížení spotřeby hnědého uhlí o cca pětinu proti roku 2022 vedlo u provozovny Elektrárna Počeradý k obdobnému snížení emisí, konkrétně u TZL o téměř 95 t,  $\text{SO}_x$  o 670 t a u  $\text{NO}_x$  o 877 t.

Při zpracování rostlinných olejů ve Vitera Czech nebo při výrobě složek biopaliv v PREOL – Výroba FAME jsou produkovány významné emise NMVOC (258 t resp. 88 t). Emise  $\text{NH}_3$  jsou produkovány v Knauf Insulation (66 t), nebo také z procesu denitrifikace u Elektrárny Počeradý (17 t).

## Zóna Severovýchod

### Liberecký kraj

Liberecký kraj leží na samém severu Čech, rozlohou je po Praze druhým nejmenším regionem. 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 šterkopísků 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) a další průmyslové zdroje (Wotan Forest OPO JILOS a MLÝN PERNER SVIJANY). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (ENERGIE Holding – výtopna Hradčany, Teplárna Liberec, TERMIZO a. s. – Spalovna komunálních odpadů). Nejvýznamnější zdroje

emisí  $\text{NO}_x$  zastupují opět zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (TERMIZO – Spalovna komunálních odpadů, Teplárna Liberec a ENERGIE Holding – výtopna Hradčany) a průmyslové zdroje (Crystalex CZ – závod Nový Bor a PRECIOSA ORNELA závod Desná a Polubný). Významnější emise NMVOC produkují výroby Fehrer Bohemia Česká Lípa (52 t) a ALSTOM Czech Republic odstěpný závod Česká Lípa (cca 24 t).

### 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 (Tereos TTD – Cukrovar České Meziříčí, slévárna Seco Industries – provozovna Jičín), zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (např. ČEZ – provoz Elektrárna Poříčí) a zpracování nerostných surovin (výroba minerální vlny Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice a Kimberly-Clark). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují opět průmyslové zdroje (Tereos TTD – 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 (Tereos TTD – Cukrovar České Meziříčí a Saint-Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice). Významnější emise NMVOC produkuje výroba aut (Škoda Auto – Kvasiny cca 273 t) a Amcor Nový Bydžov – Zábědov (71,5 t). Významně klesla emise  $\text{NH}_3$  při výrobě minerální vlny v Saint – Gobain Construction Products CZ – závod Častolovice z téměř 100 t v roce 2022 na 37 t.

### 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 (ALL-IMPEX Pardubice – Sušárna mléka, RHI Magnesita Czech Republic – Březina a CEMEX Czech Republic). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Opatovice, Elektrárna Chvaletice a Synthesia – odbor Energetika) a průmyslové zdroje (CEMEX Czech Republic, Synthesia – SBU Nitroceluloza – část Anorganika nebo P-D Refractories CZ). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují rovněž zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Elektrárna Chvaletice a Elektrárna Opatovice) a průmyslové zdroje (např. CEMEX Czech Republic). Významnější emise NMVOC produkuje výroba asfaltových střešních krytin SIKA CZ – Pardubice (cca 122 t) a výroba nákladních vozidel IVECO Czech Republic – Vysoké Mýto (cca 113 t). Emise NMVOC u cementárny CEMEX Czech Republic poklesly ze 109 t v roce 2022 na necelých 35 t a emise  $\text{NH}_3$  z 22 t na 15,5 t.

## 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 (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 (Dřevozpracující družstvo Lukavec, Lukaform, KRONOSPAN CR) nebo výroba tepla (např. kotelna Stora Enso Timber Ždírec). Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{SO}_x$  produkují energetické zdroje ŽĎAS a dále např. kotelna ERMAR Nová Cerekev. Nejvýznamnější zdroje emisí  $\text{NO}_x$  zastupují především průmyslové zdroje KRONOSPAN OSB a KRONOSPAN CR a dále kotelny Stora Enso Timber Ždírec, ŽĎAS a Dřevozpracující družstvo Lukavec. Významnější emise NMVOC produkuje zpracování dřeva v Lukaform (44,5 t) nebo provozovny KRONOSPAN OSB a KRONOSPAN CR dohromady cca 60 t.

### 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 průmyslové zdroje (NAVOS NS Hustopeče nebo recyklační linky stavebních odpadů, např. MORAVOSTAV Brno – recyklační středisko Modřice) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (především ČEZ – Elektrárna Hodonín). Nejvýznamnějšími zdroji emisí  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$  jsou VETROPACK MORAVIA GLASS u  $\text{SO}_x$  a Heidelberg Materials CZ, Závod Mokrý u  $\text{NO}_x$ . Druhou nejvyšší emisí  $\text{SO}_x$  a  $\text{NO}_x$  produkuje ČEZ – Elektrárna Hodonín). Mezi další významné zdroje emisí  $\text{SO}_x$  patří SAINT-GOBAIN ADFORS CZ – Hodonice a RHI Magnesita Czech Republic – Velké Opatovice. ) a u emisí  $\text{NO}_x$  VETROPACK MORAVIA GLASS, SAINT-GOBAIN ADFORS CZ – Hodonice a HELUZ cihlářský průmysl. Emise z výroby cementu v provozovně Heidelberg Materials CZ, Závod Mokrý poklesly proti roku 2022 u  $\text{NO}_x$  o 134 t, emise  $\text{CO}$  o 800 t a emise  $\text{NH}_3$  z 22,5 t na 15,5 t. K významnému snížení emisí NMVOC došlo u provozovny GUMOTEX Coating – Břeclav z cca 236 t v roce 2022 na 162 t.

## 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  $\text{NO}_x$ . Naopak lokální vytápění domácností nepředstavuje tak významný problém, jelikož je celé území plynofikované a vytápění v kotlích na pevná paliva není příliš časté, přesto nelze tento zdroj znečišťování ani v Brně opomíjet a týká se zejména okrajových městských částí.

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 v okolí Tomkova náměstí v souvislosti s výstavbou VMO a na brněnském výstavišti v souvislosti s výstavbou velké arény) mohou velmi lokálně negativně ovlivňovat kvalitu ovzduší navýšením koncentrací suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$ . Stavební práce probíhají například také právě na dostavění velkého městského okruhu, což kromě emisí ze samotného staveniště způsobuje dopravní kolony a tím i potenciální zvýšení emisí z dopravy v dané lokalitě.



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. V roce 2023 se snížily emise z provozu recyklačních linek stavebních hmot. 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, VÁPENKA VITOŠOV) a další průmyslové zdroje, např. PRECHEZA. Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  zastupují průmyslové zdroje (PRECHEZA, Litovelská cukrovarna a Tereos TTD) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (např. Veolia Energie ČR – Teplárna Olomouc). U emisí  $NO_x$  se jedná o průmyslové zdroje (CEMEX Hranice, PRECHEZA, Tereos TTD, Cukrovar Vrbátky a Litovelská cukrovarna) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Olomouc a Teplárna Přerov). Po odstavení uhelného kotle v Teplárně Přerov a přechodu na spalování biomasy a tuhých alternativních paliv klesly emise  $SO_x$  ze 114 t v roce 2022 na pouhou 1 t v roce 2023. U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 60 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emise CO provozovny Cement Hranice, produkující také větší emise  $NH_3$  (cca 22 t). Významné emise NMVOC (cca 99 t v roce 2023) produkovala výroba složek biopaliv v ADM Olomouc.

### Zlínský kraj

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

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

Nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL zastupují zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (DEZA – Energetika a Teplárna Otrokovice) a dále průmyslové zdroje (CS CABOT, Kloboucká lesní Brumov-Bylnice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  a  $NO_x$  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 ALUSAK). U dalších znečišťujících látek patří k významnějším emise NMVOC (cca 128 t) u provozovny 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 zvláštostmi, 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 (např. EUROVIA Kamenolomy, Jakubčovice nad Odrou) a další průmyslové zdroje (TATRA METALURGIE – slévárna, Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava a AL INVEST Břidličná). Nejvýznamnějším zdrojem emisí  $SO_x$  je provozovna Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava a dále zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Krnov, TEPLA BRUNTÁL – Centrální výtopna a KOMTERM Technology – Energetika Kopřivnice). Nejvýznamnější zdroje emisí  $NO_x$  zastupují průmyslové zdroje (Moravskoslezské cukrovary – odštěpný závod Opava a LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK – výroba vápna) a zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Teplárna Krnov a TEPLA BRUNTÁL – Centrální výtopna). U dalších znečišťujících látek je dominantní podíl (více než 90 % z celkové emise vyjmenovaných zdrojů) u emise CO z výroby vápna (LB Cemix, KOTOUČ ŠTRAMBERK). Významné emise NMVOC produkují podniky STYROTRADE Rýmařov (270 t), Teva Czech Industries (cca 254 t) a AL INVEST Břidličná (158 t).

## Agglomerace Ostrava/ Karviná/Frýdek-Místek

Charakter i plocha aglomerace O/K/F-M 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 mezi-regionálního přenosu znečištění v nejčtetnějších směrech proudění větru. V oblasti česko-polské hranice je to nejtypičtěji v ose jihozápad-severovýchod. V aglomeraci (a to nejen v bezprostřední blízkosti hranice na Karvinsku) tak významně ovlivňují kvalitu ovzduší (za určitých meteorologických situací dokonce určujícím způsobem) také přeshraniční emise a imisní příspěvky pocháze-

jící 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).

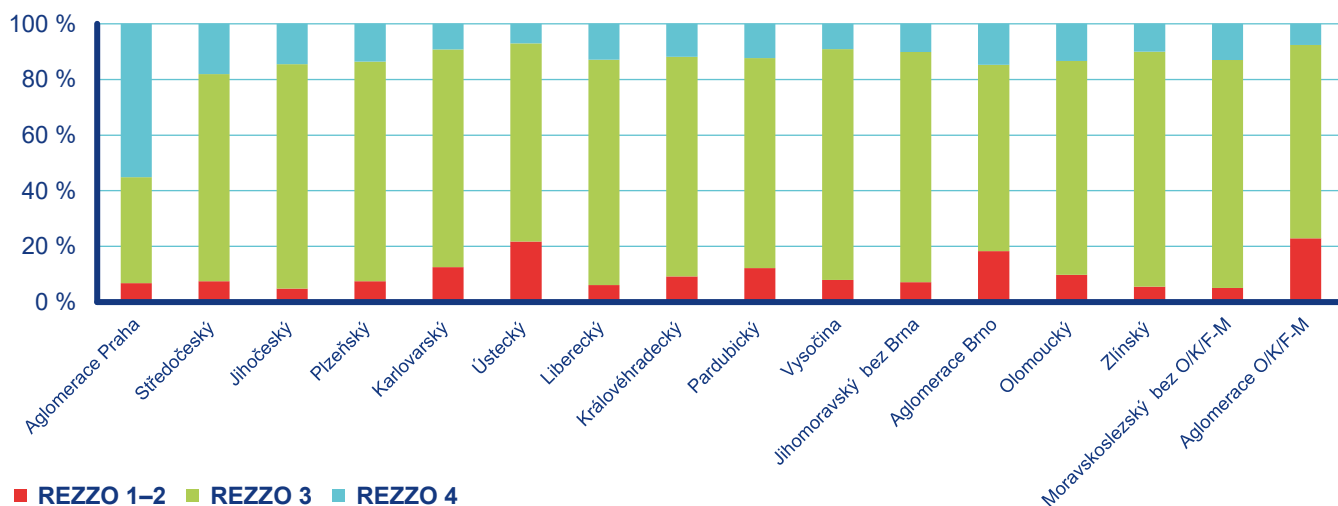
Jednotlivé kategorie zdrojů emisí mají v aglomeraci O/K/F-M odlišné zastoupení, než je tomu v jiných oblastech ČR. Podíl průmyslových zdrojů a energetiky na emisích hlavních škodlivin se stále snižuje. Významné hutní komplexy společně s koksovny, energetikou a dalšími individuálně sledovanými zdroji 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 používajících jako hlavní druh energie pevná paliva podle výsledků SLDB 2021 (ČSÚ 2023) blíží 20 %, v okrese Karviná se jedná o cca 7 % 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.

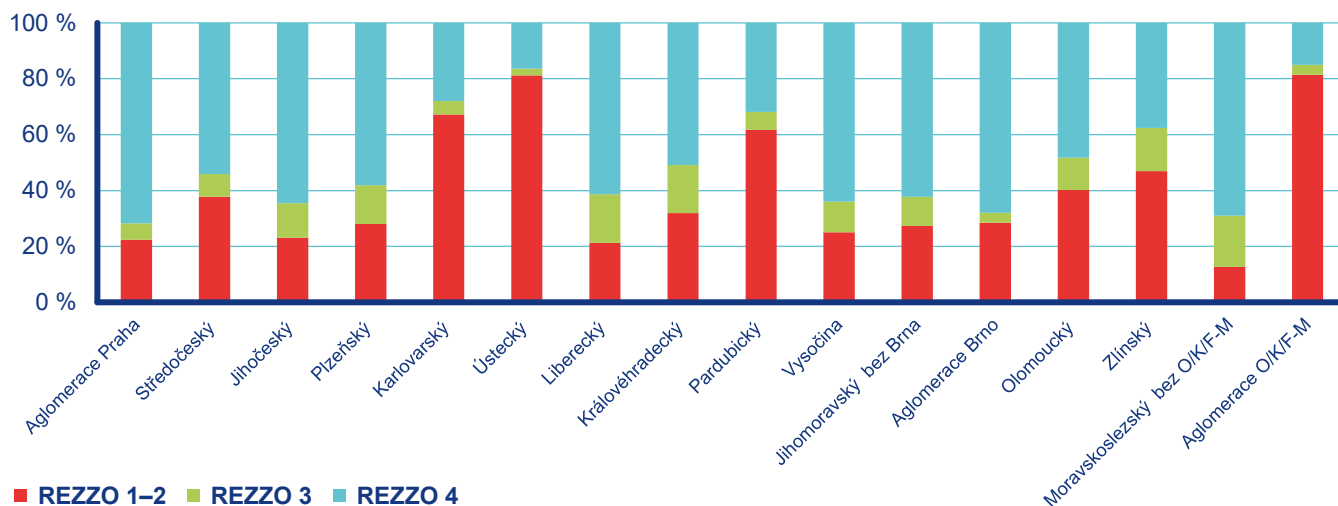
V roce 2023 docházelo postupně k odstávkám hutních technologií a výroby koksu v Liberty Ostrava. To se promítlo i do poklesu emisí, nejvýznamněji u ohlášených emisí TZL a  $SO_x$  (pokles emisí v okrese Ostrava o 43 %, u CO (37 %) a u  $NO_x$  (30 %). K snížení dokonce o cca 50 % došlo také u ohlášených emisí těžkých kovů (rtuť, zinek) a PAHs. Přesto patřil i v roce 2023 hutní komplex Liberty Ostrava s energetikou TAMEH Czech mezi nejvýznamnější vyjmenované zdroje emisí TZL (celkem bylo ohlášeno necelých 190 t) a  $NO_x$  (více než 1700 t). Zdroje hutního komplexu Třineckých železáren, ENERGETIKA TŘINEC a Slévárny Třinec vyprodukovaly největší množství emisí  $SO_x$  (více než 3400 t) a CO (více než 60 tis. t). Významným průmyslovým zdrojem je také provozovna OKK Koksovny – Koksovna Svoboda, která vyprodukovala v roce 2023 např. 60 t TZL, necelých 80 t  $SO_x$  a více než 200 t  $NO_x$ .

Další významné zdroje emisí TZL souvisí s výrobou elektrické energie a tepla (především ČEZ – Elektrárna Dětmarovice a Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice) a průmyslovými výrobami (Mayr-Melnhof Holz Paskov a Lenzing Biocel Paskov). Nejvýznamnější zdroje emisí  $SO_x$  i  $NO_x$  produkují vedle zmíněných hutních areálů především zdroje pro výrobu elektrické energie a tepla (Veolia Energie ČR – Elektrárna Třebovice a ČSA, TAMEH Czech a ENERGETIKA TŘINEC). 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 (172 t) a Lenzing Biocel Paskov (113 t). Emise  $NH_3$  z ROCKWOOL, výrobní závod Bohumín se snížily ze 78 t v roce 2023 na 36 t.

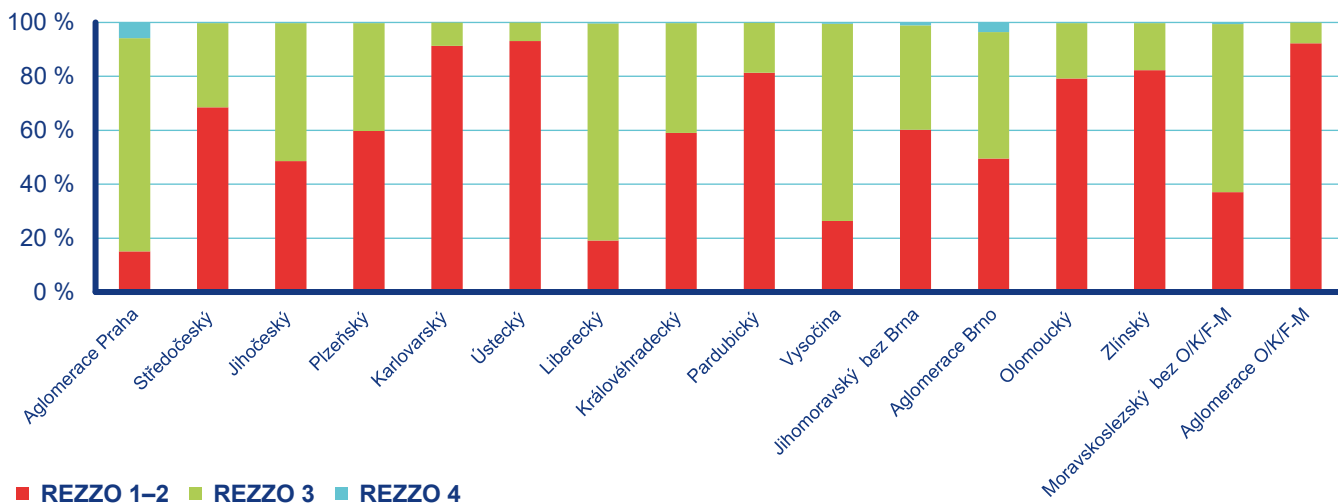
V. Kvalita ovzduší v regionech České republiky



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

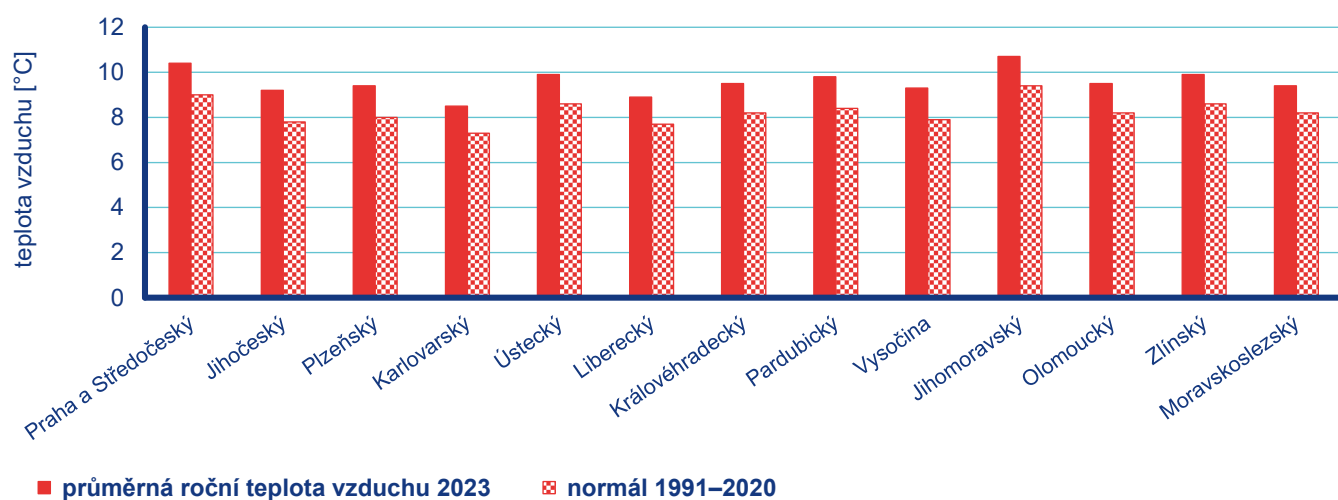
## V.2 Meteorologické a rozptylové podmínky v regionech České republiky

### Meteorologické podmínky

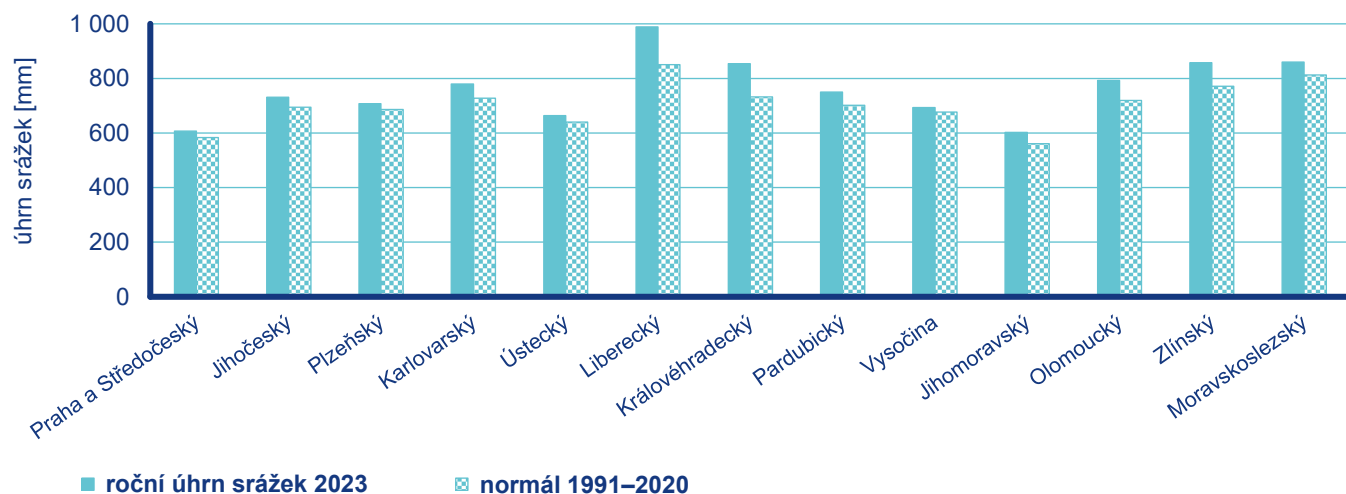
Průměrná roční teplota byla v roce 2023 ve všech regionech ČR vyšší než dlouhodobý normál 1991–2020. Nejvyšší roční územní teplota vzduchu byla zaznamenána v Jihomoravském kraji (10,7 °C, odchylka +1,3 °C), nejnižší pak v kraji Karlovarském (8,5 °C, odchylka +1,2 °C). Odchylky od normálu byly ve všech regionech velmi obdobné, pohybovaly se mezi +1,2 a +1,4 °C.

Záporné odchylky od normálu byly zaznamenány v dubnu a květnu (vyjma Karlovarského kraje), a to ve všech regionech, ostatní měsíce pak byly kladné. Nejvyšší odchylka byla zaznamenána v lednu a v září, a to mezi +3,0 a +3,8 °C ve všech regionech (Obr. V.2.1).

Roční úhrn srážek byl v roce 2023 ve všech regionech vyšší než dlouhodobý normál 1991–2020. Nejvyšší roční územní úhrn srážek byl naměřen v Libereckém kraji (989 mm), nejnižší pak v kraji Jihomoravském (602 mm). Největší odchylka od normálu byla zaznamenána v Královéhradeckém kraji (854 mm, 117 % normálu), nejmenší pak v Kraji Vysočina (693 mm, 102 % normálu). Ve všech regionech byl v dubnu, srpnu, listopadu a prosinci úhrn vyšší než normál, naopak nižší byl v květnu (s výjimkou Jihomoravského a Zlínského kraje), červnu, červenci a září. V ostatních měsících byly srážky rozloženy nerovnoměrně, v závislosti na synoptické situaci a geografii území (Obr. V.2.2).



Obr. V.2.1 Průměrné roční teploty vzduchu v regionech v roce 2023 v porovnání s normálem 1991–2020

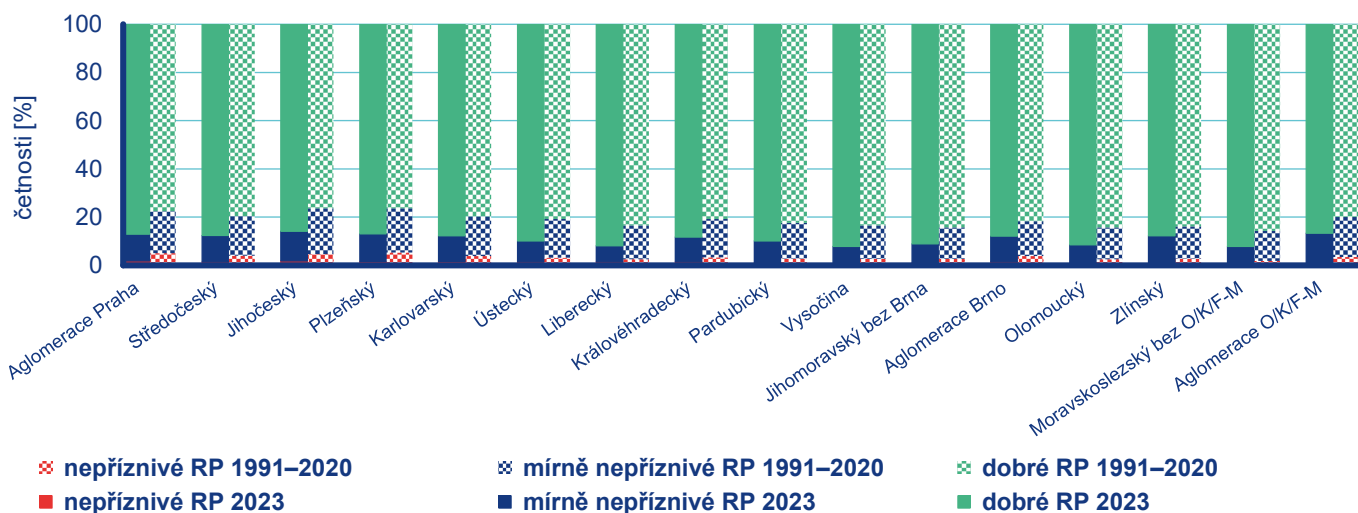


Obr. V.2.2 Roční úhrny srážek v regionech v roce 2023 v porovnání s normálem 1991–2020

## Rozptylové podmínky

V porovnání s dlouhodobým normálem 1991–2020 byly rozptylové podmínky (RP) v roce 2023 ve všech regionech ČR standardní, v krajích Libereckém a Jihomoravském bez Brna pak na hranici mezi standardními a zlepšenými. V červenci, říjnu, listopadu

a prosinci byly ve všech regionech zaznamenány pouze zlepšené nebo výrazně lepší RP, v srpnu pak standardní až zhoršené RP. V ostatních měsících převažovaly ve většině regionů standardní RP (Obr. V.2.3).



Obr. V.2.3 Četnosti výskytu rozptylových podmínek v regionech v roce 2023 v porovnání s normálem 1991–2020

## V.3 Index kvality ovzduší v regionech České republiky

Index kvality ovzduší (IKO) podává souhrnnou informaci o kvalitě ovzduší na konkrétní měřicí stanici a byl navržen Úsekem kvality ovzduší ČHMÚ ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem (SZÚ). 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.3.1). Uvedená zdravotní doporučení jsou podložena hodnoceními Světové zdravotnické organizace (WHO 2000).

V jednotlivých regionech převládala v roce 2023 velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší. Zhoršená až špatná kvalita ovzduší byla zaznamenána ve všech regionech ČR.

### Index kvality ovzduší na městských a předměstských stanicích

Na městských a předměstských stanicích se v roce 2023 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO (1A a 1B, velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší), a to v rozmezí 62–77 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.3.1). Nejvyšší výskyt byl zaznamenán v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (77 %), nejnižší pak ve Středočeském kraji (62 %). Druhý stupeň IKO (2A a 2B, přijatelná kvalita ovzduší) byl nejčastěji zaznamenán ve Středočeském kraji (38 %), nejméně často v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (23 %). Třetí stupeň IKO (3A a 3B, zhoršená až špatná kvalita ovzduší) byl zaznamenán ve všech regionech ČR s výjimkou

Jihočeského a Zlínského kraje. Nejčastěji byl třetí stupeň IKO zaznamenán v aglomeraci O/K/F-M (0,3 %).

### Index kvality ovzduší na venkovských stanicích

Na venkovských stanicích se v roce 2023 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 50–68 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.3.2). Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v Pardubickém kraji (68 %), nejnižší ve Středočeském kraji (50 %). Druhý stupeň IKO byl nejčastěji zaznamenán ve Středočeském kraji (49 %), nejméně často v Pardubickém kraji (32 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán ve všech regionech, kde je k dispozici měření z venkovských stanic, nejčastěji pak ve Středočeském kraji (0,9 %).

### Index kvality ovzduší na dopravních stanicích

Na dopravních stanicích se v roce 2023 vyskytoval nejčastěji první stupeň IKO, a to v rozmezí 59–69 % v závislosti na daném regionu (Obr. V.3.3). Nejvyšší výskyt prvního stupně byl zaznamenán v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (69 %), nejméně často pak v Kraji Vysočina (59 %). Druhý stupeň IKO byl nejčastěji zaznamenán v Kraji Vysočina (41 %), nejméně často v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M (31 %). Třetí stupeň IKO byl zaznamenán ve všech regionech, kde jsou k dispozici měření z dopravních stanic, s výjimkou Jihočeského a Zlínského kraje. Nejčastěji se třetí stupeň IKO vyskytoval ve Středočeském kraji (0,3 %).

Tab. V.3.1 Doporučení SZÚ ke snížení expozice obyvatel znečišťujícími látkami a ochraně zdraví

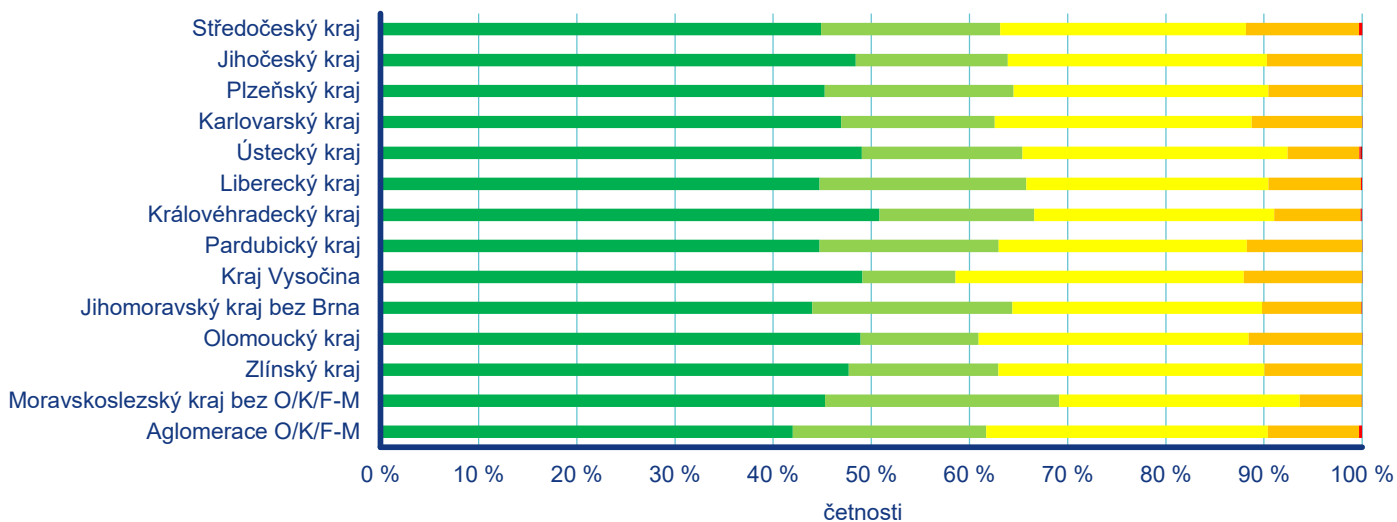
Stupeň	Kvalita ovzduší	Citlivé a ohrožené skupiny	Obecná populace
1A	velmi dobrá	Ideální podmínky pro pobyt venku.	Ideální podmínky pro pobyt venku.
1B	až dobrá	Venkovní aktivity bez omezení.	Venkovní aktivity bez omezení.
2A	přijatelná	V případě dobrého zdravotního stavu není třeba měnit své obvyklé venkovní aktivity.	Venkovní aktivity bez omezení.
2B		Zvažte snížení nebo odložení namáhavých venkovních činností, zejména pokud zaznamenáte příznaky, jako je kašel a dráždění krku.	Není třeba měnit své obvyklé aktivity venku.
3A	zhoršená až špatná	Omezte namáhavé činnosti zejména ve venkovním prostředí. Lidé s chronickým onemocněním, starší lidé a děti by měli omezit fyzickou aktivitu.	Zvažte snížení nebo odložení namáhavé venkovní činnosti.
3B		Zkraťte pobyt venku a vyhněte se při tom fyzické námaze.	Omezte nebo odložte namáhavé venkovní činnosti.

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)

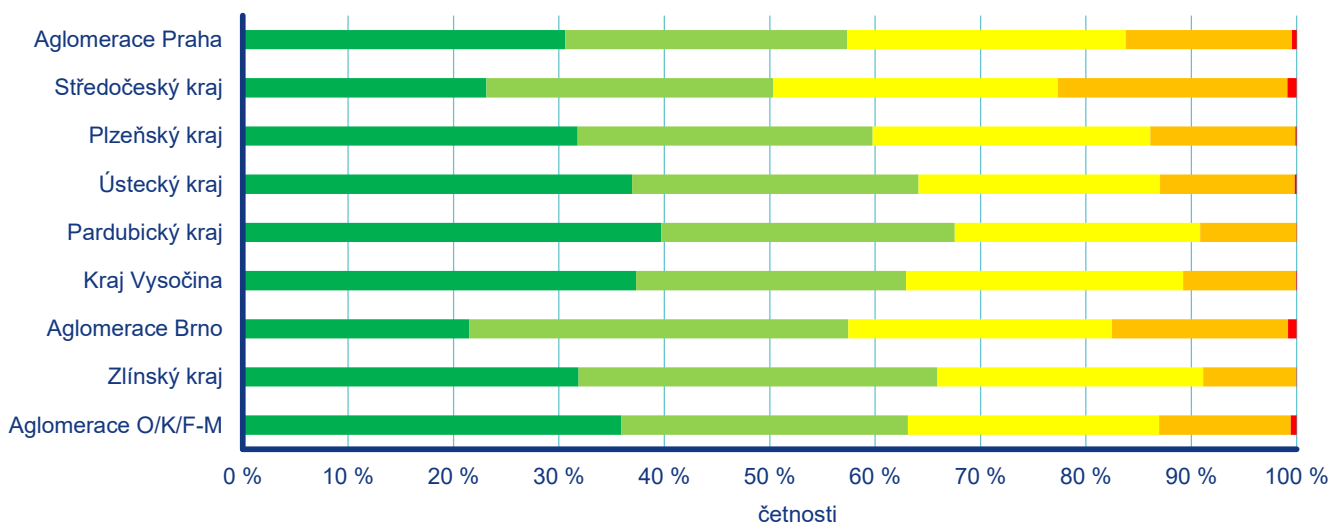
2 [www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/d\\_szu.pdf](http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/d_szu.pdf)



**Obr. V.3.1 Skladba indexu kvality ovzduší na městských a předměstských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2023**



**Obr. V.3.2 Skladba indexu kvality ovzduší na venkovských pozadových měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2023**



**Obr. V.3.3 Skladba indexu kvality ovzduší na dopravních měřicích stanicích v jednotlivých regionech ČR, 2023**

■ 1A ■ 1B velmi dobrá až dobrá kvalita ovzduší     
 ■ 2A ■ 2B přijatelná kvalita ovzduší  
■ 3A ■ 3B zhoršená až špatná kvalita ovzduší

## V.4 Regionální rozdíly kvality ovzduší v České republice

Kvalita ovzduší má zásadní vliv na lidské zdraví a životní prostředí. V jednotlivých regionech ČR se kvalita ovzduší liší, a to z důvodu výskytu a vlivu různých emisních zdrojů a místních podmínek, jako je například reliéf. Regionální rozdíly v kvalitě ovzduší jsou popsány pomocí několika ukazatelů. Nejdůležitějším ukazatelem je podíl území regionu s překročením imisních limitů a koncentrace vybraných látek znečišťujících ovzduší vážené populací v regionech ČR a pro města s více než 30 000 obyvateli.

### V.4.1 Podíl území a obyvatelstva regionů vystavených nadlimitním koncentracím

Vývoj podílu území s nadlimitními koncentracemi polutantů, bez zahrnutí přízemního  $O_3$ , v zónách a aglomeracích za hodnocené období 2013–2023 poukazuje na značné regionální rozdíly kvality ovzduší v ČR (Obr. V.4.1.1) s tím, že v posledních letech nejsou rozdíly již tak výrazné, zejména na území regionů v Čechách. 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 situací, kdy ke zlepšení došlo po roce 2018, pozorujeme i v dalších regionech ČR; nicméně v těchto regionech byl podíl území s nadlimitními koncentracemi před rokem 2018 v porovnání s nejvíce zatíženými regiony nižší. Naopak k regionům s nejnižším až v některých letech nulovým podílem území s výskytem nadlimitních koncentrací patří kraje Karlovarský, Plzeňský, Jihočeský a Vysočina. Od roku 2020 se k těmto regionům zařadila i Praha a Jihomoravský kraj. V ostatních regionech bylo v roce 2023 vymezeno dosud nejmenší území s nadlimitními koncentracemi polutantů, bez zahrnutí přízemního  $O_3$ .

Zahrnutí přízemního ozonu se projeví výrazným navýšením podílu území s nadlimitními koncentracemi, a to v regionech, kde není dominantní znečištění ovzduší plynoucí z jiných polutantů (Obr. V.4.1.2). 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, Plzeňský kraj, Praha, Středočeský a Liberecký kraj) je patrný nárůst tohoto podílu za období 2012–2020, zatímco v některých regionech

na Moravě (Olomoucký, Moravskoslezský kraj bez aglomerace O/K/F-M a aglomerace O/K/F-M) podíl území s nadlimitními koncentracemi klesá. V ostatních regionech je vývoj kolísavý. V roce 2021 a 2022 nastala situace, kdy ve většině regionů nedošlo k překročení imisního limitu pro přízemní  $O_3$  nebo došlo k překročení na velice malém území. Podobná situace se opakovala i v roce 2023, kdy v některých regionech k vymezení území opět vůbec nedošlo, v ostatních se jednalo o zatím nejmenší podíl území s nadlimitními koncentracemi včetně  $O_3$ . Důvodem jsou relativně nízké koncentrace přízemního  $O_3$  měřené v letech 2021 a 2023. V důsledku těchto snížených koncentrací došlo k překročení imisního limitu  $O_3$  za hodnocené tříleté období 2021–2023<sup>1</sup> pouze na 0,1 % území České republiky s 0,1 % obyvatel (více viz kap. IV.4).

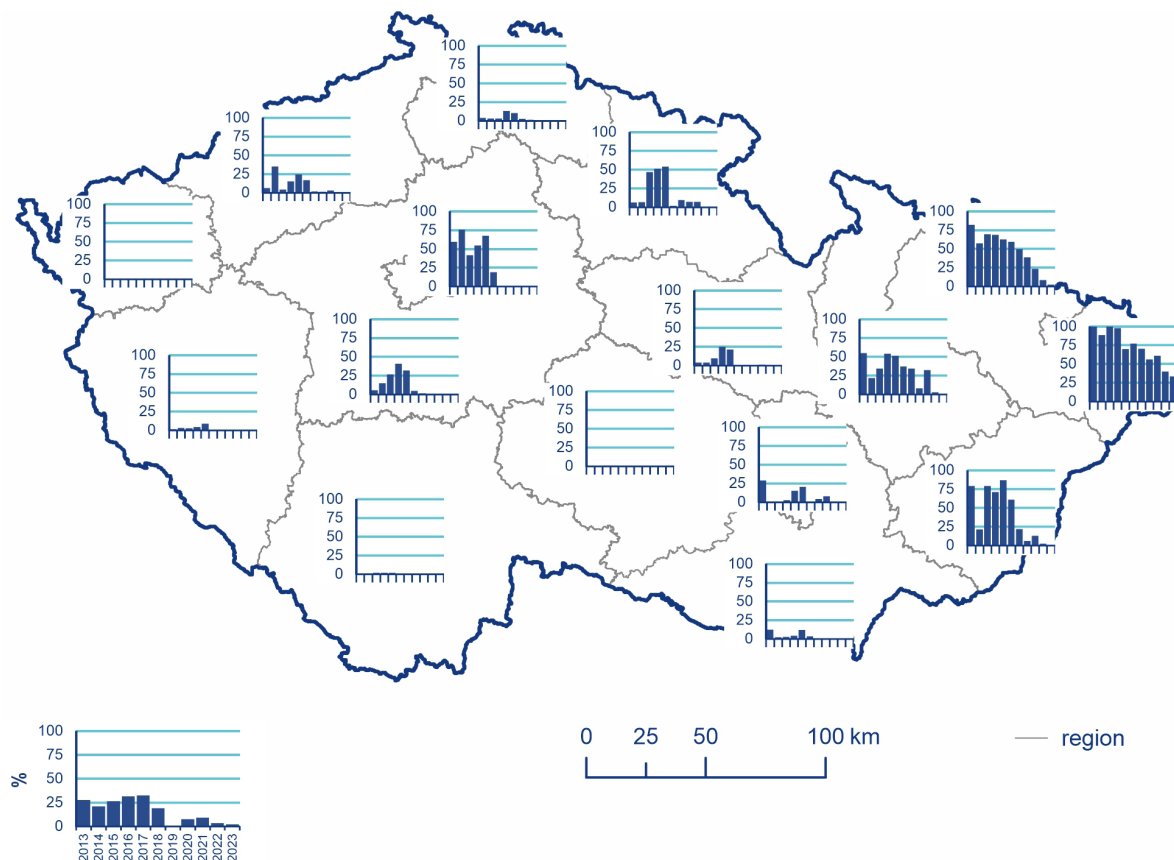
Kromě podílu území s překročenými imisními limity je uvedeno procento obyvatel žijících v oblastech regionů zasažených nadlimitním znečištěním v letech 2013–2023 (Obr. V.4.1.3 a Obr. V.4.1.4). Ukazatel podílu území s nadlimitními koncentracemi a procenta obyvatel žijících v těchto oblastech je doplněn i o ukazatel počtu obyvatel žijících v těchto oblastech. Důvodem je to, že v některých regionech může území s výskytem nadlimitních koncentrací se zahrnutím přízemního  $O_3$  pokrývat oblasti s nízkou hustotou obyvatel (k výskytu nejvyšších koncentrací  $O_3$  dochází obecně v relativně čistých, přírodních a méně obydlených oblastech; více viz kap. IV.4). V hustě osídlených oblastech však může nastat opačná situace, 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. V roce 2023 žilo nejvíce obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím bez zahrnutí  $O_3$  v aglomeraci O/K/F-M (téměř 550 000 obyvatel). Dalšími zatíženými regiony byly kraje Moravskoslezský bez aglomerace O/K/F-M a Olomoucký s cca 370 000 a 120 000 obyvateli vystavenými nadlimitním koncentracím. V roce 2023 nebyl v regionech Zlínský, Pardubický, Brno, Plzeňský, Jihomoravský bez Brna, Praha, Jihočeský, Karlovarský, Liberecký a Vysočina žádný obyvatel vystaven působení nadlimitních koncentrací polutantů (bez zahrnutí přízemního  $O_3$ ).

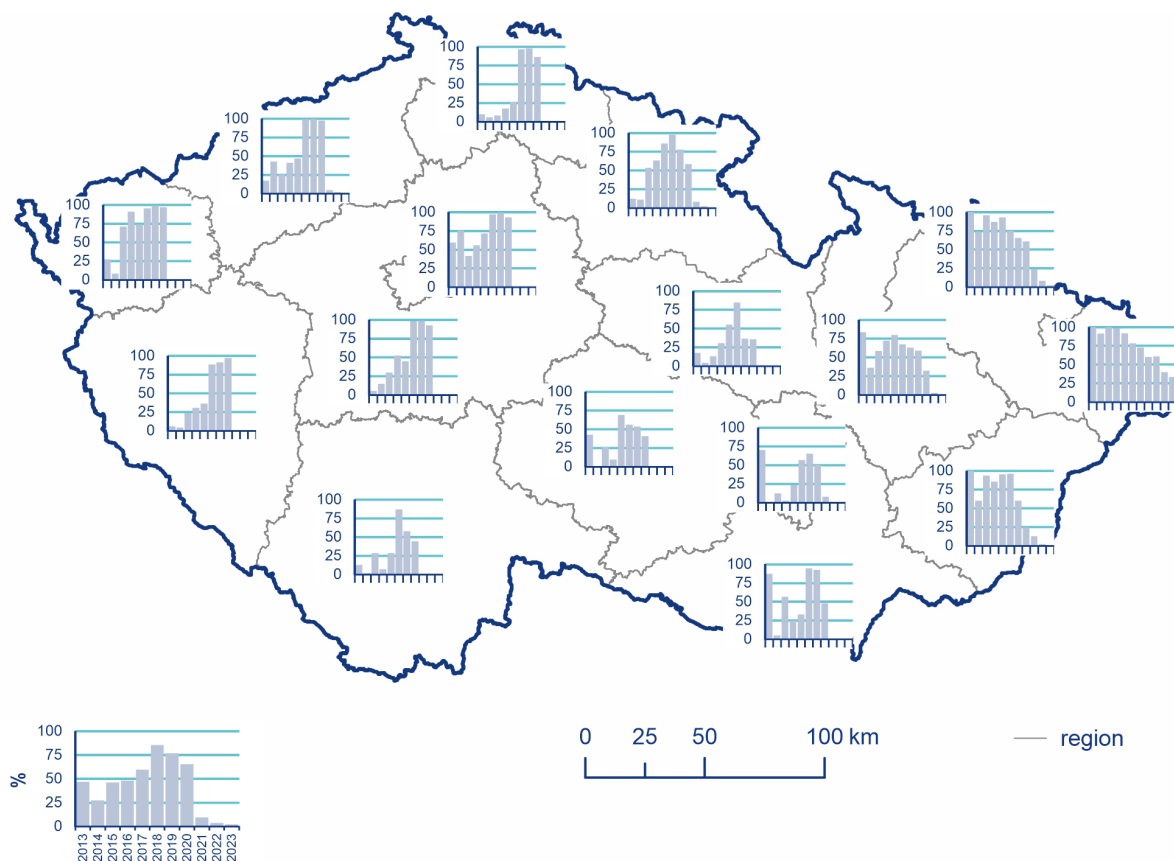
Po zahrnutí přízemního  $O_3$  do hodnocení lze konstatovat, že v roce 2023 nedošlo, s výjimkou Ústeckého kraje, k navýšení počtu obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím polutantů. Důvodem je již zmíněné překročení imisního limitu  $O_3$  na pouhých 0,1 % území ČR za hodnocené období 2021–2023 (konkrétně právě na území Ústeckého a Královéhradeckého kraje, viz Obr. IV.4.3). 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 12 000 obyvatel.

1 Imisní limit pro přízemní  $O_3$  se hodnotí v průměru za tři roky, více viz kap. I, Tab. I.2.

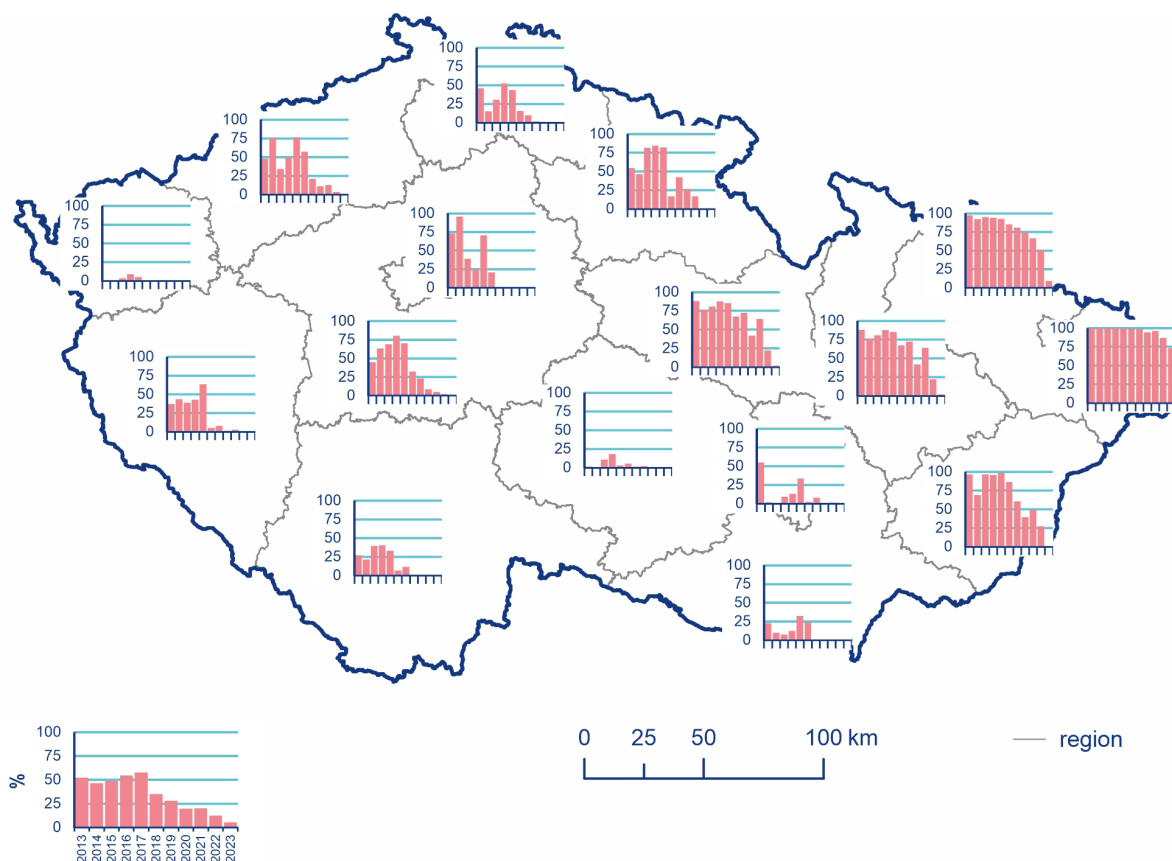




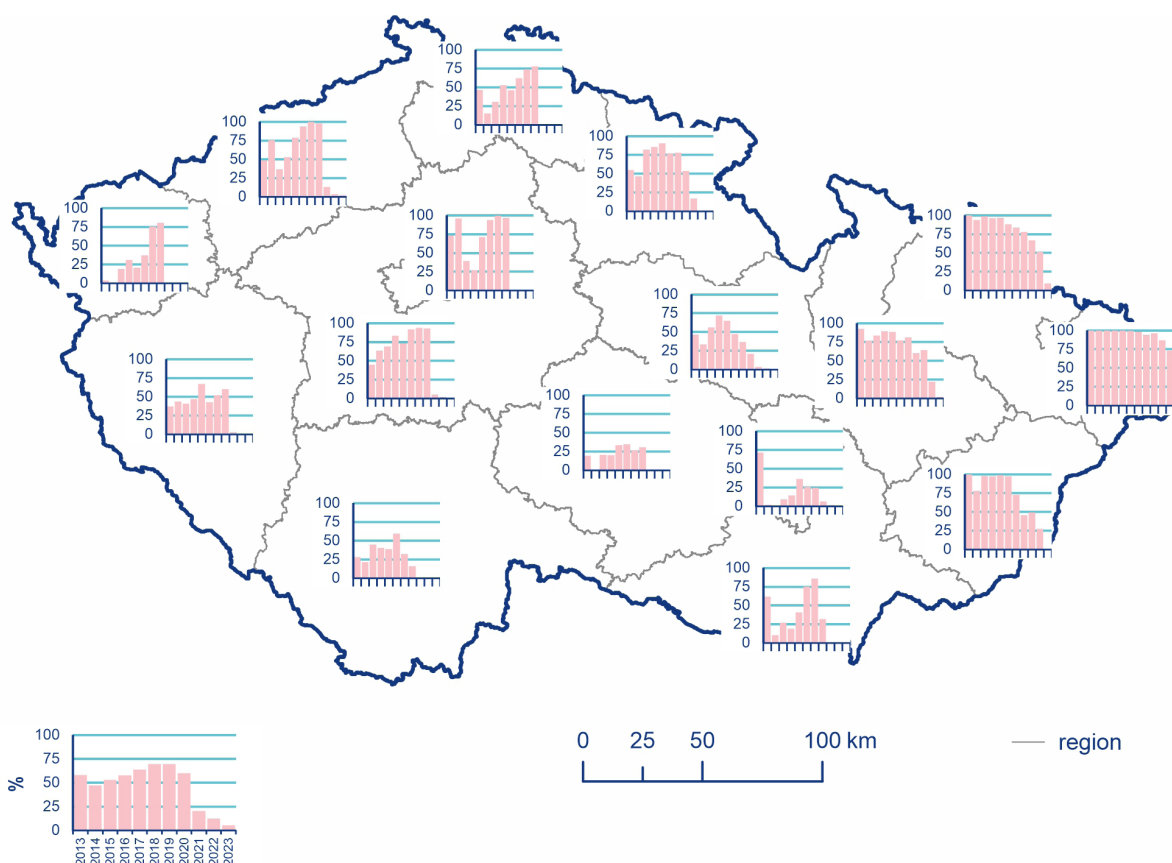
Obr. V.4.1.1. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (bez zahrnutí O<sub>3</sub>), 2013–2023



Obr. V.4.1.2. Podíl území regionu s překročením imisních limitů (se zahrnutí O<sub>3</sub>), 2013–2023



Obr. V.4.1.3 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (bez zahrnutí O<sub>3</sub>), 2013–2023



Obr. V.4.1.4 Podíl obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (se zahrnutím O<sub>3</sub>), 2013–2023

## V.4.2 Koncentrace $PM_{10}$ a $PM_{2,5}$ , $NO_2$ a $O_3$ vážené populací

V rámci hodnocení expozice obyvatel byly z plošných map znečišťujících látek vypočteny průměrné koncentrace pro suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  a  $O_3$  vážené populací pro regiony (Obr. V.4.2.1) a města, ve kterých žije více než 30 000 obyvatel (Obr. V.4.2.2). V tomto případě se nejedná o prostý aritmetický průměr koncentrace znečišťujících látek v regionu či ve městě, ale o průměr, který je vážený podle toho, kolik lidí žije v místech s různou úrovní znečištění. Koncentrace vážené populací lze zjednodušeně charakterizovat jako průměrnou hodnotu koncentrace znečišťující látky, které je během určitého období (např. za kalendářní rok) vystaven obyvatel žijící v dané oblasti (region, město) s ohledem na hustotu zalidnění v jednotlivých částech této oblasti. Tato charakteristika je pro jednotlivé státy zveřejňována v rámci evropského hodnocení kvality ovzduší (ETC/ACM 2018).

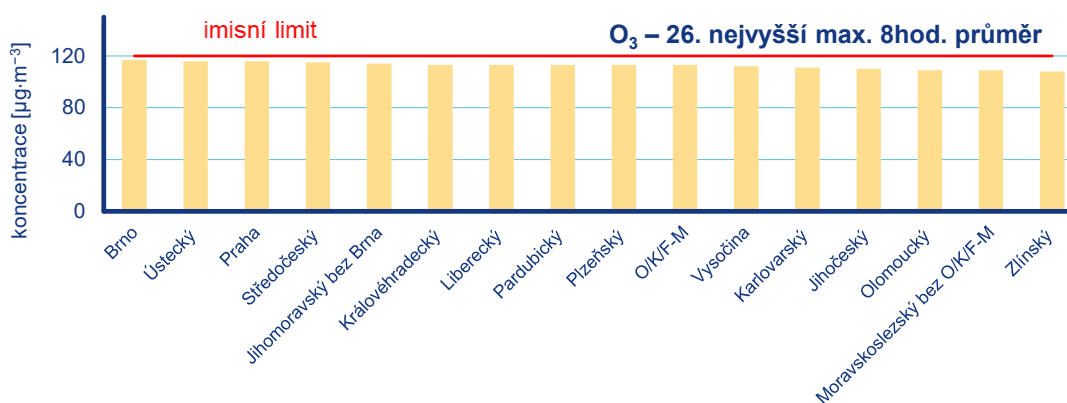
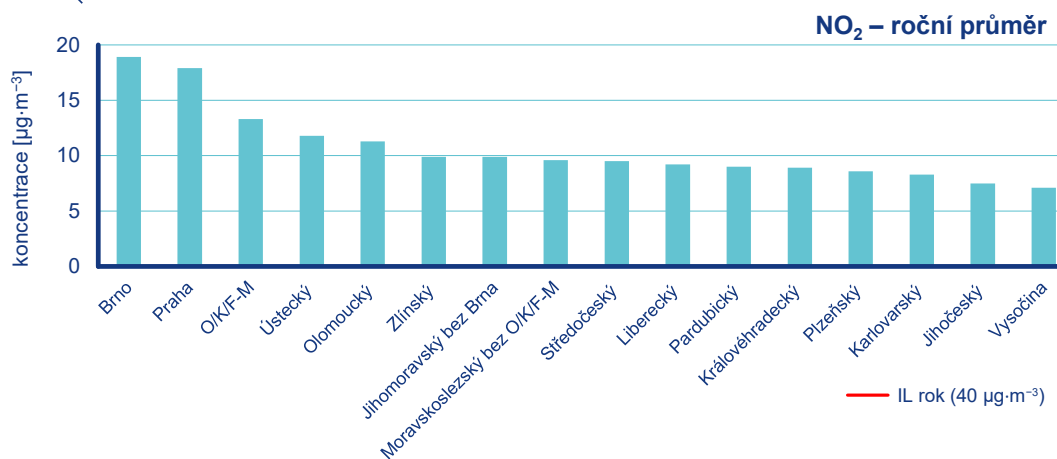
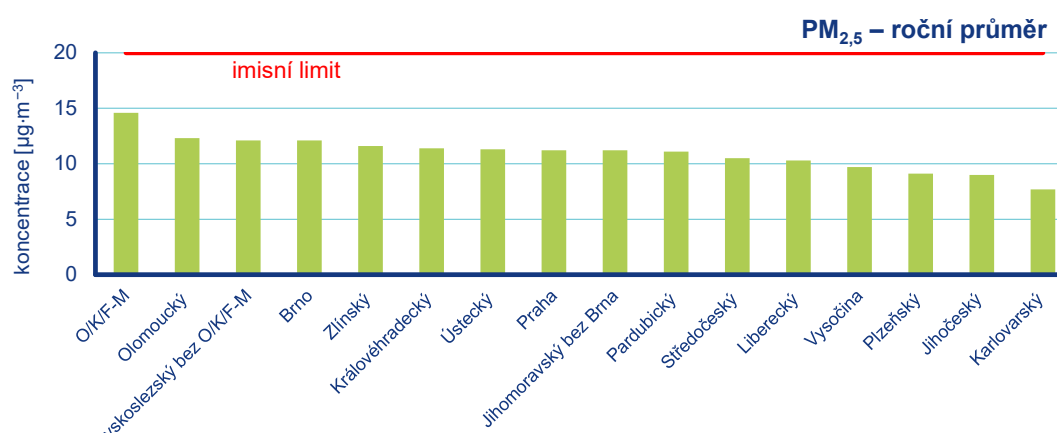
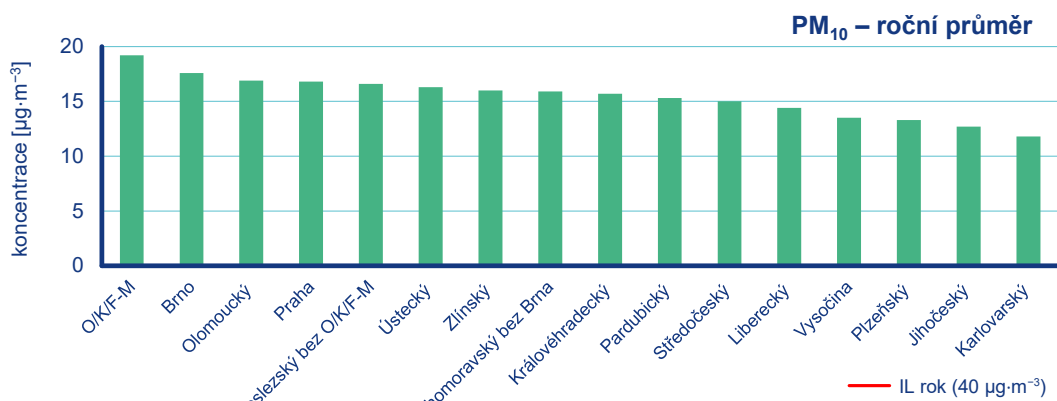
Nejvyšší průměrné populací vážené koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v jednotlivých regionech byly odhadnuty v aglomeraci O/K/F-M, v Olomouckém kraji a dále v Brně a Praze. Velká města s nejvyššími hodnotami průměrné koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  vážené populací (Karviná, Havířov, Ostrava, Třinec a Frýdek-Místek) se nachází v nejzatíženějším regionu ČR – v aglomeraci O/K/F-M. Nejnížší průměrné populací vážené koncentrace pro suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  v jednotlivých regionech byly odhadnuty pro kraje Karlovarský, Jihočeský a Plzeňský. K nejčistším velkým městům z hlediska koncentrace suspendovaných částic vážené populací patřily v roce 2023 Cheb, Karlovy Vary, Tábor, Příbram, Jablonec nad Nisou, České Budějovice, Plzeň, Jihlava a Liberec. Relativně nízké hodnoty ve městech nacházejících se v krajích Karlovarském a Jihočeském souvisí se zdejšími nízkými regionálními pozadovými koncentracemi suspendovaných částic. Na rozdíl od nejvíce zatížených regionů zde není tak významný dálkový transport znečištění ovzduší a krajinný ráz umožňuje dobré provětrávání (zejména oblast jižních Čech). Nezanedbatelné je i nízké emisní zatížení těchto oblastí. V roce 2023 průměrné roční koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  vážené populací v jednotlivých oblastech nepřekročily imisní limit v žádném regionu a ani v žádném hodnoceném městě, podobně jako v předešlých hodnocených letech 2020–2022.

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 mobilní zdroje tj. silniční doprava a nesilniční vozidla a veřejná energetika, výroba tepla a silniční doprava. Z hodnocení pro rok 2023 vyplývá, že v souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu jsou nejvyšším průměrným koncentracím  $NO_2$  vystaveni lidé v aglomeracích Brno a Praha. Dále je v pořadí aglomerace O/K/F-M a kraje Ústecký a Olomoucký. Kromě Brna a Prahy mezi města s vyššími průměrnými populací váženými koncentracemi  $NO_2$  patří Olomouc, Ostrava a Prostějov. Relativně nízké průměrné koncentrace  $NO_2$  vážené populací jsou ve měs-

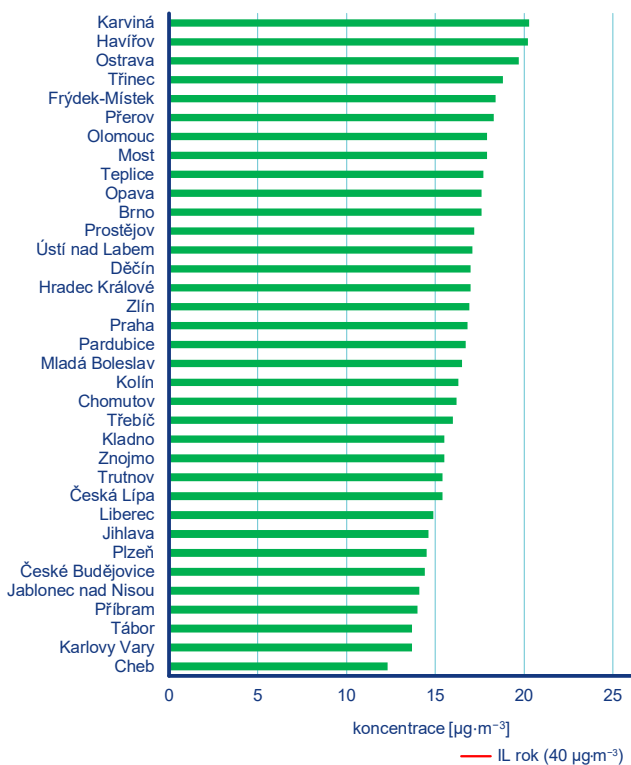
tech s nižším počtem obyvatel, a s tím související nižší intenzitou dopravy a v oblastech s nižšími regionálními pozadovými koncentracemi  $NO_2$  zapříčiněnými nižšími emisemi z velkých zdrojů znečišťování a méně významným dálkovým transportem znečištění. Nejnížší populací vážené koncentrace pro  $NO_2$  byly v roce 2023 odhadnuty pro kraje Vysočina a Jihočeský. Nejnížším průměrným hodnotám  $NO_2$  v rámci velkých měst byli vystaveni obyvatelé v Trutnově, Jablonci nad Nisou, Táboře, Chebu a Příbram. Úrovně průměrných populací vážených koncentrací  $NO_2$  v jednotlivých oblastech nepřekračují imisní limit.

Nejvyšším průměrným koncentracím  $O_3$  v rámci hodnocení regionů byly v roce 2023 vystaveny obyvatelé v Brně, v Ústeckém kraji a v Praze. Hodnoty průměrných populací vážených koncentrací  $O_3$  zde byly na úrovni hodnoty imisního limitu. V případě  $O_3$  nejsou rozdíly mezi jednotlivými regiony tak zřetelné jako u ostatních znečišťujících látek. 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). Průměrné koncentrace přízemního  $O_3$  (26. nejvyšší maximální denní 8hodinový průměr v roce 2023) vážené populací 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). Populací vážené koncentrace přízemního  $O_3$  v jednotlivých oblastech nepřesáhly hodnotu imisního limitu v roce 2023 v žádném regionu a ani v žádném hodnoceném městě.

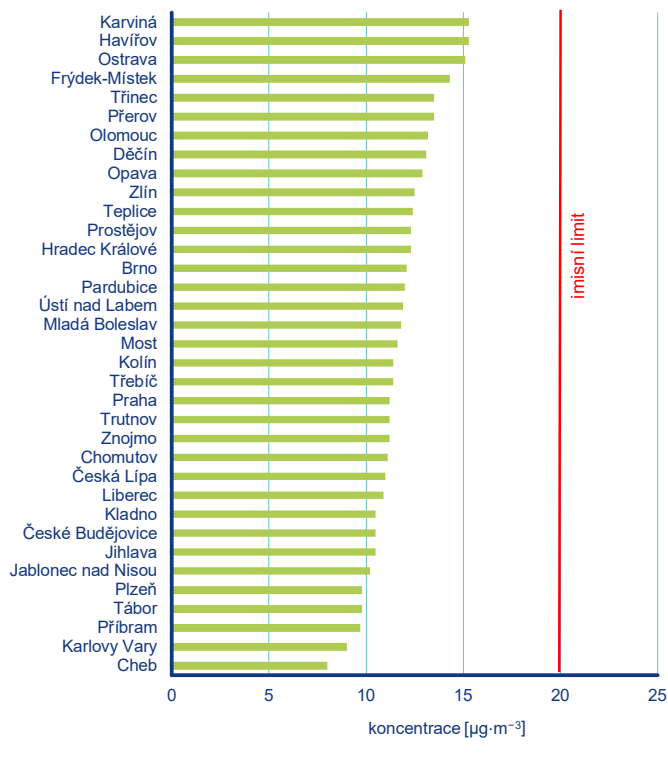
Hodnocení pomocí ukazatele populací vážené koncentrace vybraných znečišťujících látek poskytuje zjednodušené informace o kvalitě ovzduší na úrovni větších územních celků (regiony a města s více než 30 tisíci obyvateli). Zhoršená kvalita ovzduší však často představuje problém na lokální úrovni, tj. v malých sídlech s vyšším podílem lokálního vytápění domácností (kap. IV.1 a IV.2) a na některých dopravních lokalitách v bezprostřední blízkosti silně vytížených komunikací (kap. IV.3). V těchto oblastech lze předpokládat, že dochází k překračování imisních limitů pro ochranu lidského zdraví.



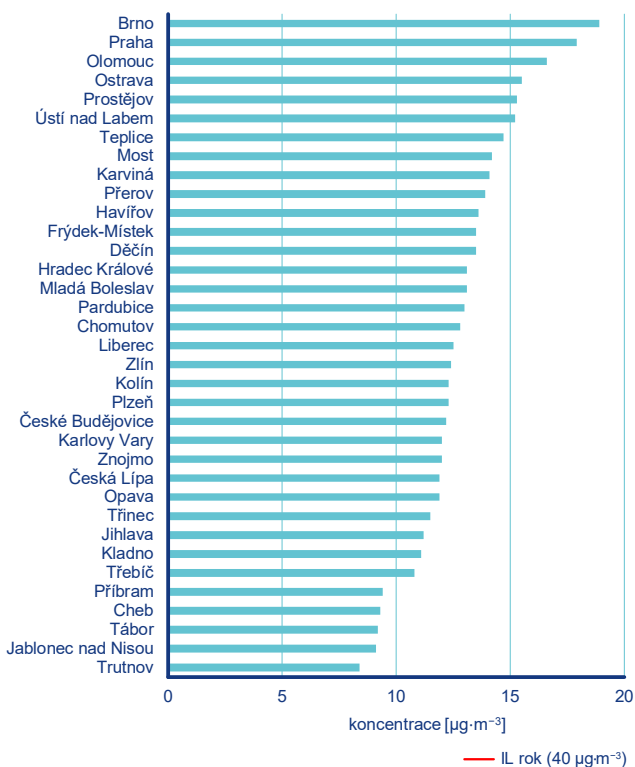
Obr. V.4.2.1 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací v regionech ČR, 2023



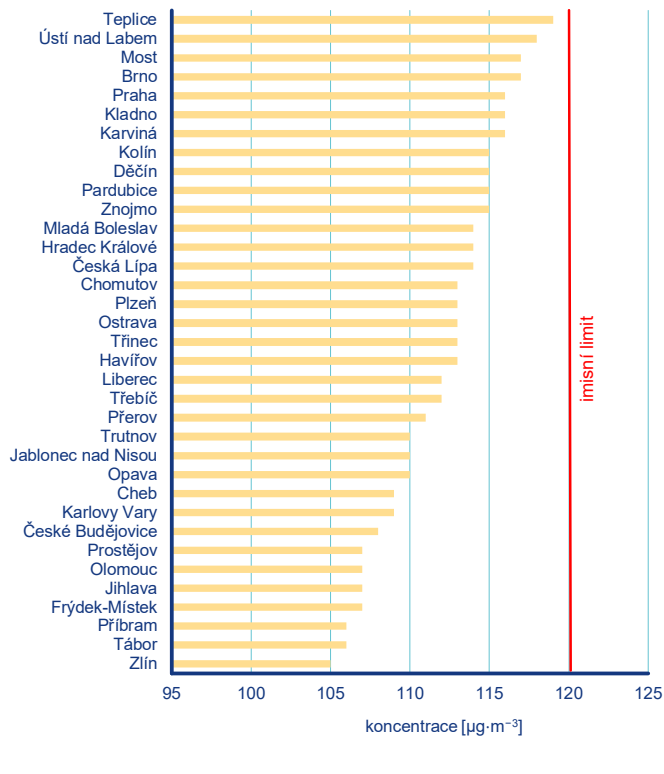
**PM<sub>10</sub> – roční průměr**



**PM<sub>2,5</sub> – roční průměr**



**NO<sub>2</sub> – roční průměr**



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

**Obr. V.4.2.2 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací ve městech s více jak 30 000 obyvateli, 2023**

# 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 ( $O_3$ ).

## Vyhlášené smogové situace a regulace (varování) v roce 2023

V roce 2023 byla vyhlášena jediná smogová situace z důvodu překročení prahových hodnot  $O_3$ , a to pro území Ústeckého kraje ve dnech 12.–13. 9. Její celková délka činila 16 h (Tab. VI.1. a VI.2). Dále byly 7. 12. vyhlášeny celkem tři smogové situace z důvodu překročení prahových hodnot suspendovaných částic  $PM_{10}$ , a to pro Třinecko a zónu Moravskoslezsko (v těchto oblastech trvala smogová situace do 8. 12.) a pro území aglomerace O/K/F-M ve dnech (kde smogová situace trvala do 9. 12.). Jejich celková délka činila 105 h (Tab. VI.3 a VI.4). Podmínky pro vyhlášení smogové situace pro  $NO_2$ ,  $SO_2$ , případně varování/regulace pro  $O_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$  a  $PM_{10}$  nebyly splněny.

Informativní prahová hodnota pro  $O_3$  byla v Ústeckém kraji překročena také 11. 9. (stanice Rudolice v Horách), nicméně vzhledem k rychlé a trvalé změně meteorologických podmínek a s tím souvisejícím poklesem koncentrací v následující hodině nebyla

smogová situace vyhlášena. Koncentrace  $SO_2$  vyšší než informativní prahová hodnota byla naměřena na stanici Sokolov (2. 10.), šlo o jediné dvě po sobě jdoucí hodiny během celého roku. Koncentrace  $NO_2$  překračující prahové hodnoty nebyly naměřeny na žádné reprezentativní stanici SVRS.

## Synoptické situace během smogových situací

### 10.–13. 9. 2023

Nad střední a východní Evropou se udržovala rozsáhlá oblast vyššího tlaku vzduchu. Po její zadní straně pronikal nad naše území velmi teplý vzduch od jihozápadu, teplota v hladině atmosférického tlaku 850 hPa se pohybovala kolem 16 °C. Bylo slunečné počasí s jen slabým větrem, odpolední teploty vzduchu do 12. 9. dosahovaly kolem 30 °C. Tedy podmínky příznivé pro růst koncentrací přízemního  $O_3$ . Během dne 13. 9. přešla přes naše území od severozápadu studená fronta, přinesla velkou oblačnost a ochlazení a ukončila výskyt zvýšených koncentrací  $O_3$ .

### 6.–10. 12. 2023

Nad střední Evropou se vytvořila oblast vyššího tlaku vzduchu. Ze západní Evropy postupovala brázda nižšího tlaku do střední Evropy. Po její přední straně k nám zejména ve vyšších vrstvách atmosféry zesiloval příliv teplého vzduchu od jihozápadu. Uklidnění větru a vznik teplotní inverze vedlo k vzestupu koncentrací  $PM_{10}$ . V noci na 10. 12. přešel přes naše území k východu okludující frontální systém, se kterým zesílil vítr a inverzní charakter počasí byl ukončen.

Tab. VI.1 Smogové situace a varování pro  $O_3$  – počet a délka, 2023

Oblast SVRS	Počet vyhlášení		Trvání [h]	
	Smogová situace	Varování	Smogová situace	Varování
Ústecký kraj	1	x	16	x
<b>Česká republika celkem</b>	<b>1</b>	<b>x</b>	<b>16</b>	<b>x</b>

Tab. VI.2 Smogové situace a varování pro  $O_3$  – časy vyhlášení, 2023

Vyhlášení		Odvolání		Trvání	
Smogová situace	Varování	Varování	Smogová situace	Smogová situace	Varování
den a hodina SELČ				[h]	
<b>Ústecký kraj</b>					
12.09.2023 16:16	x	x	13.09.2023 07:59	16	x

Pozn.: SELČ – místní čas, tj. středoevropský čas. Trvání smogové situace v sobě zahrnuje i trvání varování, pokud bylo vyhlášeno.

Tab. VI.3 Smogové situace a regulace pro PM<sub>10</sub> – počet a délka, 2023

Oblast SVRS	Počet vyhlášení		Trvání [h]	
	Smogová situace	Regulace	Smogová situace	Regulace
Aglomerace O/K/F-M	1	x	54	x
Třinecko	1	x	27	x
Zóna Moravskoslezsko	1	x	24	x
<b>Česká republika celkem</b>	<b>3</b>	<b>x</b>	<b>105</b>	<b>x</b>

Tab. VI.4 Smogové situace a regulace pro PM<sub>10</sub> – časy vyhlášení, 2023

Vyhlášení		Odvolání		Trvání	
Smogová situace	Regulace	Regulace	Smogová situace	Smogová situace	Regulace
den a hodina SEČ				[h]	
<b>Agglomerace O/K/F-M bez Třinecka</b>					
07.12.2023 09:26	x	x	09.12.2023 15:27	54	x
<b>Třinecko</b>					
07.12.2023 09:26	x	x	08.12.2023 12:50	27	x
<b>Zóna Moravskoslezsko</b>					
07.12.2023 15:57	x	x	08.12.2023 16:17	24	x

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

## Pravidla pro vyhlášení signálu SVRS

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.5. Při vyhlášení smogové situace a regulace pro PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub> je hodnocen i předpokládaný výhled na následujících 24 hodin. Naproti tomu při vyhlášení smogové situace pro O<sub>3</sub> a varování pro O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> 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 O<sub>3</sub> překročení prahové hodnoty na jedné stanici. Výchoziskem pro územní členění České republiky na oblasti SVRS je rozdělení jejího území na zóny a aglomerace (viz kap. I.1 a Obr. I.2) dělené dále individuálně pro

každou látku s ohledem na dostupná staniční měření a očekávaný výskyt vysokých koncentrací. Oblasti a reprezentativní stanice (Tab. VI.6, Obr. VI.1–4) jsou pro PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub> stanoveny Věstníkem MŽP a pro O<sub>3</sub> směrnici ředitele ČHMÚ č. 2019/12 v platném znění.

Po celý rok 2023 byl pro PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub> v platnosti seznam zveřejněný ve Věstníku MŽP č. 3/2022 (MŽP 2022) s následující změnou: 14. 3. ukončila měření NO<sub>2</sub> stanice Třinec-Kanada (TTRKA, B/S/RN) reprezentativní pro aglomeraci O/K/F-M. Tato změna byla zpětně potvrzena Věstníkem MŽP č. 3/2024. Zároveň 27. 9. ukončila měření stanice Tábor (CTABA, T/U/RC) reprezentativní pro koncentrace O<sub>3</sub> v Jihočeském kraji a byla nahrazena stanicí Tábor (CTACA, T/U/RC), která začala měřit 13. 10. 2023.

Tab. VI.5 Pravidla pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací (varování)

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.

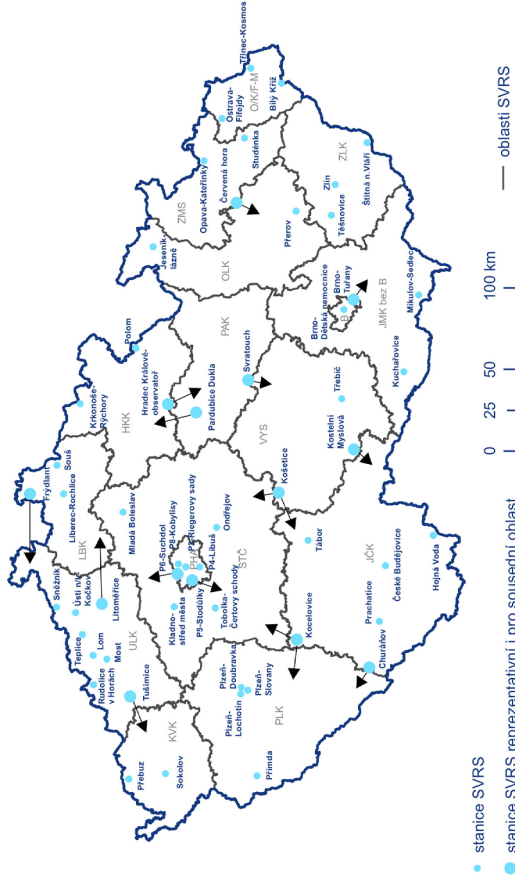


Tab. VI.6 Oblasti SVRS pro jednotlivé látky (platné od 1. 10. 2016)

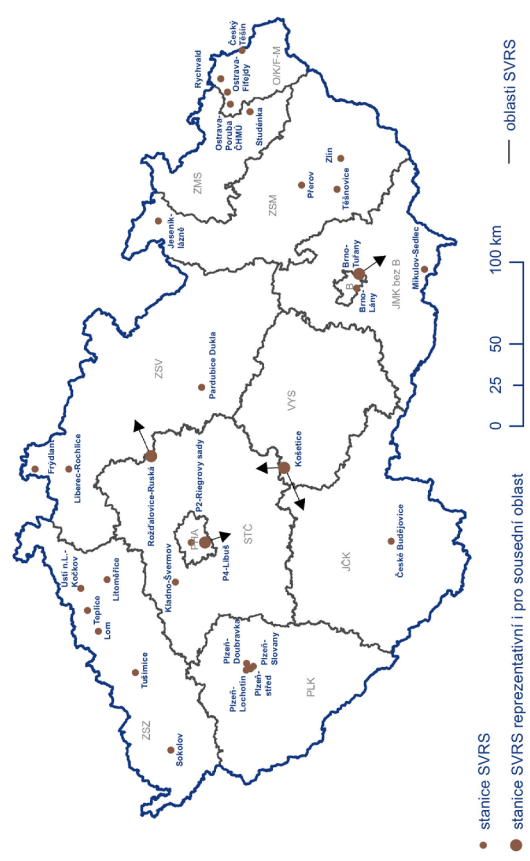
Zóna / Aglomerace	Oblast SVRS* (zkratka)		
	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Aglomerace Praha		PHA	
Zóna Střední Čechy		STČ	
Zóna Jihozápad		Plzeňský kraj (PLK)	
		Jihočeský kraj (JČK)	
Zóna Severozápad	ZSZ	Ústecký kraj (ÚLK)	
		Karlovarský kraj (KVK)	
Zóna Severovýchod	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

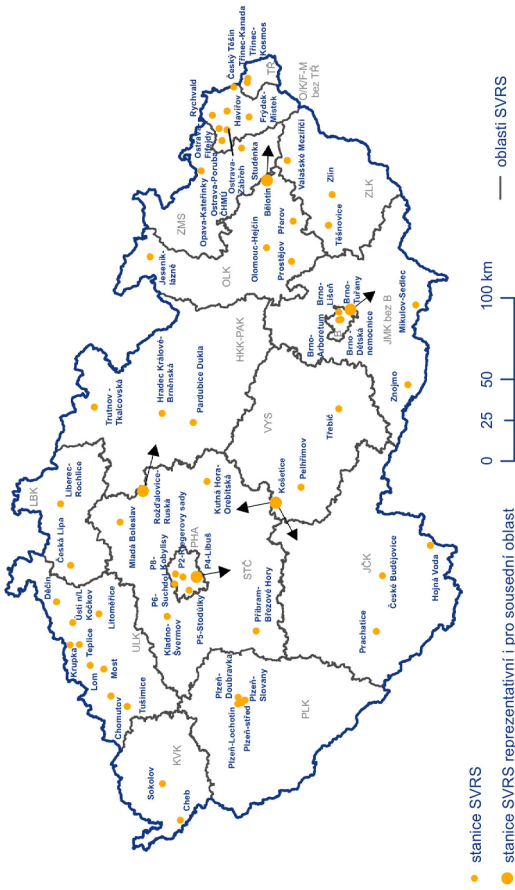
\*\* území obcí s rozšířenou působností Jablunkov (8110) a Třinec (8121)



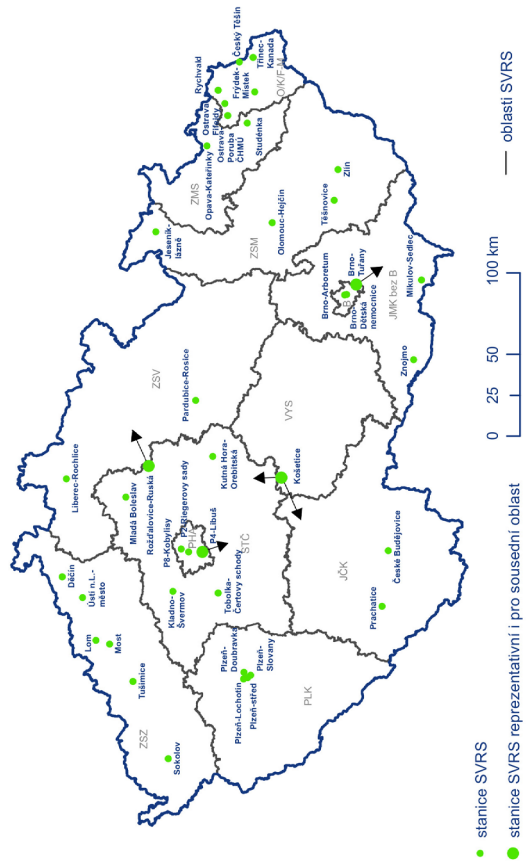
Obr. VI.2 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro  $O_3$  v roce 2023 (platné od 1. 4. 2022)



Obr. VI.4 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro  $NO_2$  v roce 2023 (platné od 7. 11. 2021)  
Poznámka: Stanice Třinec-Kanada ukončila měření 14. 3. 2023



Obr. VI.1 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro  $PM_{10}$  v roce 2023 (platné od 1. 4. 2022)



Obr. VI.3 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro  $SO_2$  v roce 2023 (platné od 7. 11. 2021)

# VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ

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

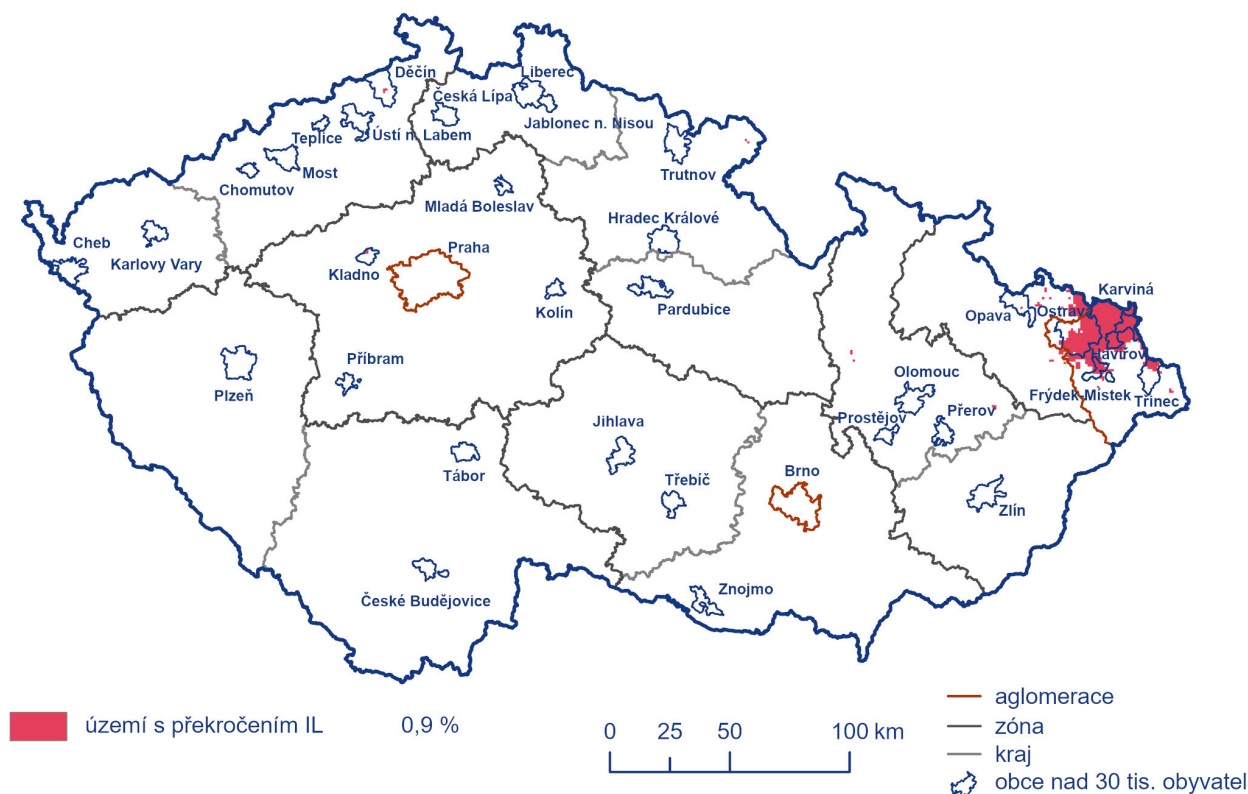
Na území ČR jsou každoročně vymezovány oblasti s překročením imisních limitů hromadně pro všechny znečišťující látky, které jsou sledovány z hlediska ochrany lidského zdraví. Mapa oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu<sup>1</sup> bez zahrnutí přízemního ozonu podává ucelenou informaci o kvalitě ovzduší na území ČR. V roce 2023 bylo jako oblast s překročením imisních limitů vymezeno 0,9 % území ČR (v roce 2022 to bylo 1,7 %), kde žije přibližně 5,9 % obyvatel (12 % v roce 2022) (Obr. VII.1.1; Tab. VII.1.1). Vymezení těchto oblastí je zapříčiněno překroče-

ním ročního imisního limitu pro benzo[a]pyren (Tab. VII.1.1). V minimální míře došlo navíc v některých oblastech také k překročení denního imisního limitu pro suspendované částice PM<sub>10</sub> a ročního imisního limitu PM<sub>2,5</sub>. Nadlimitní oblasti zaujímaly největší plochu v aglomeraci O/K/F-M (cca 33 %) a v zóně Moravskoslezsko (cca 2,5 %) (Tab. VII.1.2). I přes zlepšení situace, je stále v aglomeraci O/K/F-M nadlimitním koncentracím vystavena většina obyvatel (cca 73 %) (Tab. VII.1.3) a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR. Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2023 vymezeno 1 % území ČR (Obr. VII.1.2), kde žije přibližně 6 % obyvatel (Tab. VII.1.1). V roce 2023 (Obr. VII.1.3) území s nadlimitními koncentracemi alespoň jedné znečišťující látky zaujímalo nejmenší plochu v hodnoceném období 2013–2023. K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR z hlediska překračování zákonných imisních limitů v roce 2023 přispěly zejména realizovaná opatření ke zlepšení kvality ovzduší na všech typech zdrojů,

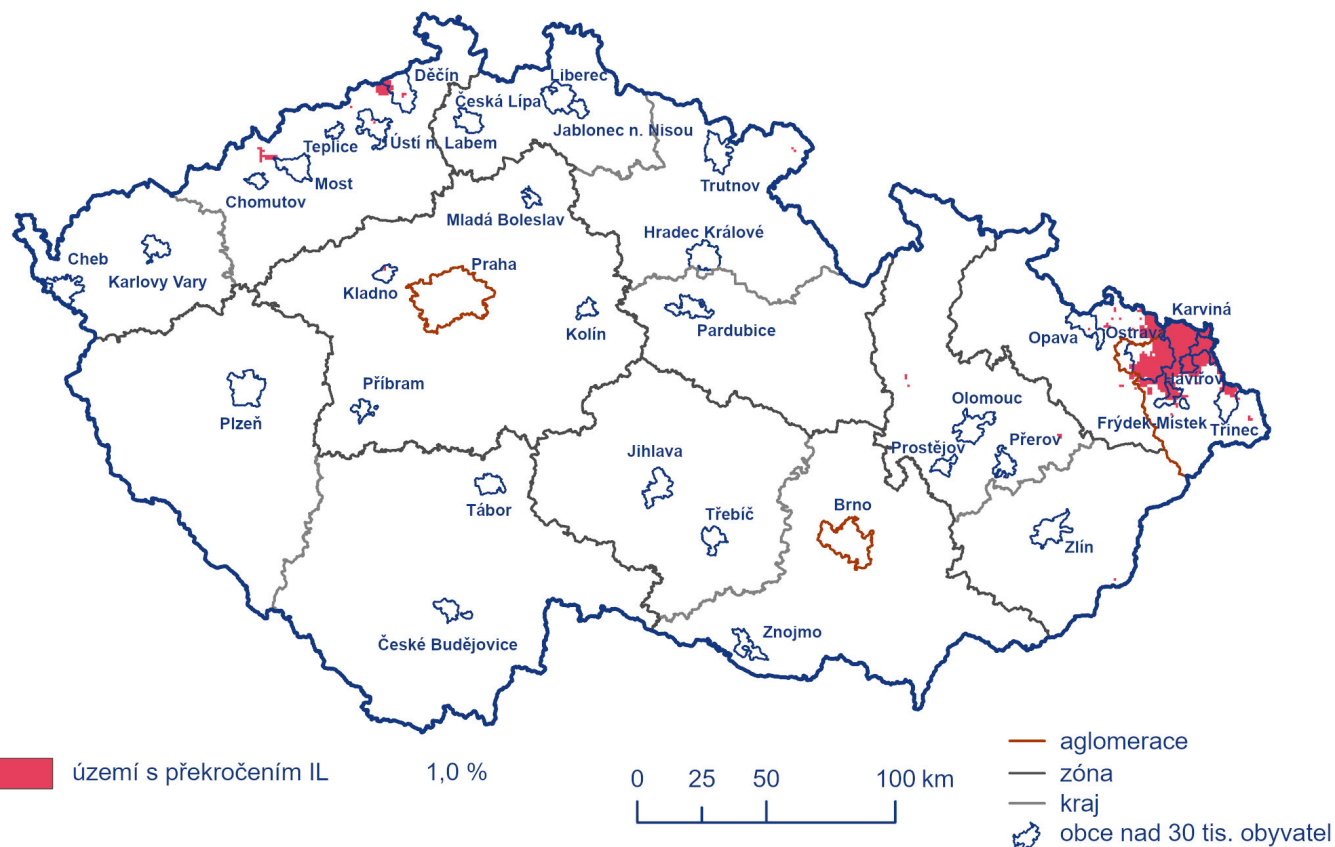
**Tab. VII.1.1 Plocha území s překročením imisního limitu (%) a podíl exponovaných obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (%) v rámci České republiky, 2023**

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	0,003	0,01	0,01	5,9	5,9	0,1	6
Plocha	0,003	0,01	0,01	0,9	0,9	0,1	1

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), denní imisní limit pro PM<sub>10</sub> a SO<sub>2</sub>, hodinový imisní limit pro SO<sub>2</sub> a NO<sub>2</sub>.



Obr. VII.1.1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2023



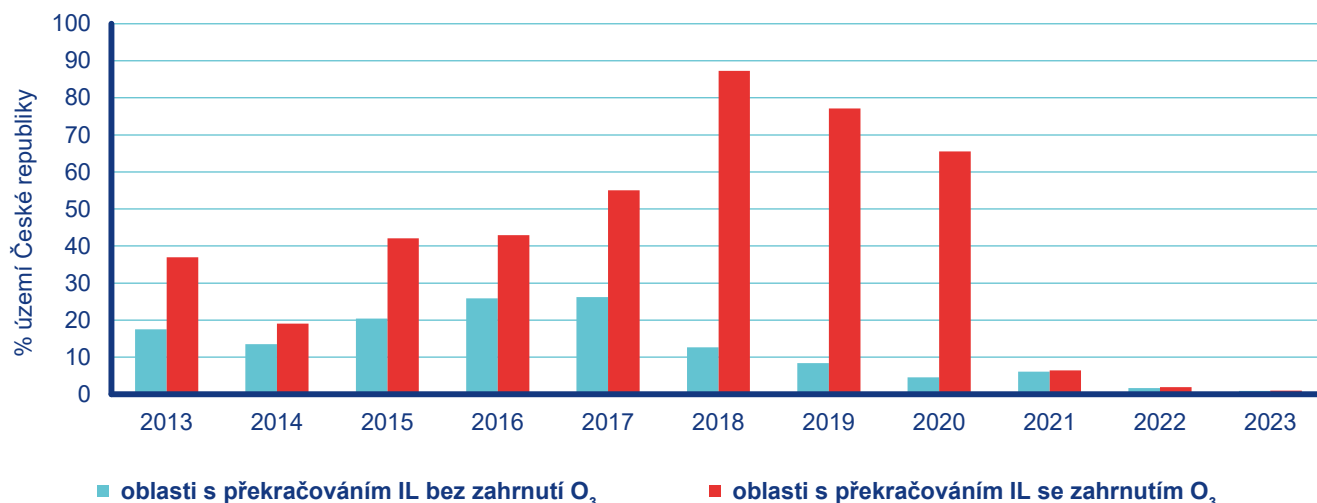
Obr. VII.1.2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2023

Tab. VII.1.2 Překročení imisního limitu v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % plochy územního celku, 2023

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>
<b>Agglomerace Praha</b>	Praha	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Střední Čechy</b>	Středočeský kraj	-	-	-	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	-	<b>0,02</b>
<b>Zóna Jihozápad</b>	Jihočeský kraj	-	-	-	-	-	-	-
	Plzeňský kraj	-	-	-	-	-	-	-
	Karlovarský kraj	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Severozápad</b>	Ústecký kraj	-	-	-	0,07	0,07	1,06	1,13
	Liberecký kraj	-	-	-	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>
<b>Zóna Severovýchod</b>	Královéhradecký kraj	-	-	-	0,04	0,04	-	0,04
	Pardubický kraj	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Jihovýchod</b>	Kraj Vysočina	-	-	-	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	-	<b>0,02</b>
	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agglomerace Brno</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
	Olomoucký kraj	-	-	-	0,11	0,11	-	0,11
<b>Zóna Střední Morava</b>	Zlínský kraj	-	-	-	-	-	0,03	0,03
	-	-	-	-	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>
<b>Zóna Moravskoslezsko</b>	-	-	-	<b>2,48</b>	<b>2,48</b>	-	-	<b>2,48</b>
<b>Agglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek</b>	Moravskoslezský kraj	<b>0,11</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>33,37</b>	<b>33,37</b>	-	<b>33,37</b>
	-	0,04	0,07	0,07	13,27	13,27	-	13,27

Tab. VII.1.3 Překročení imisního limitu v rámci zón/aglomerací, krajů a obcí s rozšířenou působností České republiky, % obyvatel 2023

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>	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 24hod. 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>					
<b>Agglomerace Praha</b>	Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Střední Čechy</b>	Středočeský kraj	-	-	-	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	-	-	-	-	-	<b>0,21</b>
<b>Zóna Jihozápad</b>	Jihočeský kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Plzeňský kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Karlovarský kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Severozápad</b>	Ústecký kraj	-	-	-	0,82	0,82	-	1,47	-	-	-	2,29
	Liberecký kraj	-	-	-	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	-	<b>1,09</b>	-	-	-	<b>1,69</b>
<b>Zóna Severovýchod</b>	Královéhradecký kraj	-	-	-	0,32	0,32	-	-	-	-	-	0,32
	Pardubický kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kraj Vysočina	-	-	-	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	-	-	-	-	-	<b>0,12</b>
<b>Zóna Jihovýchod</b>	Jihomoravský kraj bez Brna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Agglomerace Brno</b>												
<b>Zóna Střední Morava</b>	Olomoucký kraj	-	-	-	1,96	1,96	-	-	-	-	-	1,96
	Zlínský kraj	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zóna Moravskoslezsko</b>		-	-	-	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	-	-	-	-	-	<b>1,02</b>
		-	-	-	<b>9,23</b>	<b>9,23</b>	-	-	-	-	-	<b>9,23</b>
		<b>0,04</b>	<b>0,14</b>	<b>0,14</b>	<b>73,14</b>	<b>73,14</b>	-	-	-	-	-	<b>73,14</b>
<b>Agglomerace Ostrava/Karviná/ Frýdek-Místek</b>	Moravskoslezský kraj	0,03	0,09	0,09	50,85	50,85	-	-	-	-	-	50,85



Obr. VII.1.3 Překročení imisního limitu v České republice, % plochy, 2013–2023

tj. obnova kotlů v domácnostech i postupující obnova vozového parku a opatření na velkých zdrojích (více viz kap. II a IV). Významný podíl měla především obnova kotlů v domácnostech a přechod domácností na vytápění alternativními způsoby, což vedlo k poklesu emisí benzo[*a*]pyrenu a tím jeho koncentrací v ovzduší. K nižšímu znečištění ovzduší značně napomohl i výskyt atypických meteorologických podmínek (nadprůměrné teploty a srážky) a dobré rozptylové podmínky v zimních měsících, zejména v lednu a v listopadu. V ostravském regionu se navíc pravděpodobně projevil jak efekt postupného odstavení jednotlivých prvovýrob společnosti Liberty Ostrava a. s. v druhé polovině roku, tak pokles znečištění z dálkového transportu z Polska, kde stejně jako v ČR probíhají opatření na zlepšení kvality ovzduší.

došlo k překročení alespoň jednoho z těchto limitů na cca 4 % území NP a CHKO (v roce 2022 na cca 29 %) (Obr. VII.2.1).

Nadlimitní koncentrace NO<sub>x</sub> se vyskytují zejména v okolí dopravních komunikací; z hlediska nejhodnotnějších přírodních částí ČR došlo k překročení imisního limitu pro NO<sub>x</sub> na velmi malém území několika CHKO (Tab. VII.2.1; Obr. VII.2.2).

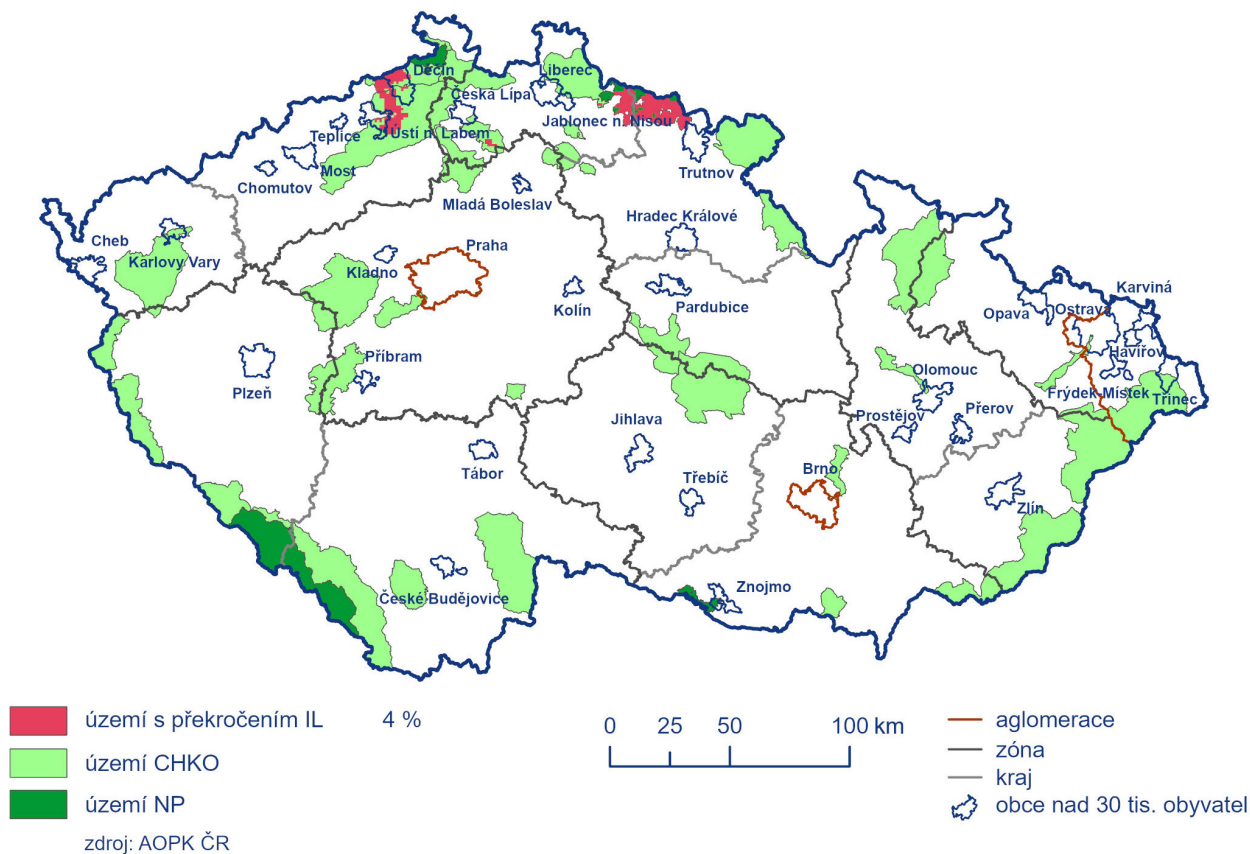
V roce 2023 byla největší plocha s překročeným imisním limitem pro AOT40 na území Krkonošského národního parku a CHKO Labské pískovce (Tab. VII.2.1).

Imisní limit pro roční i zimní průměrnou koncentraci SO<sub>2</sub> nebyl v roce 2023, stejně jako v předchozích letech, překročen na území žádné CHKO ani NP.

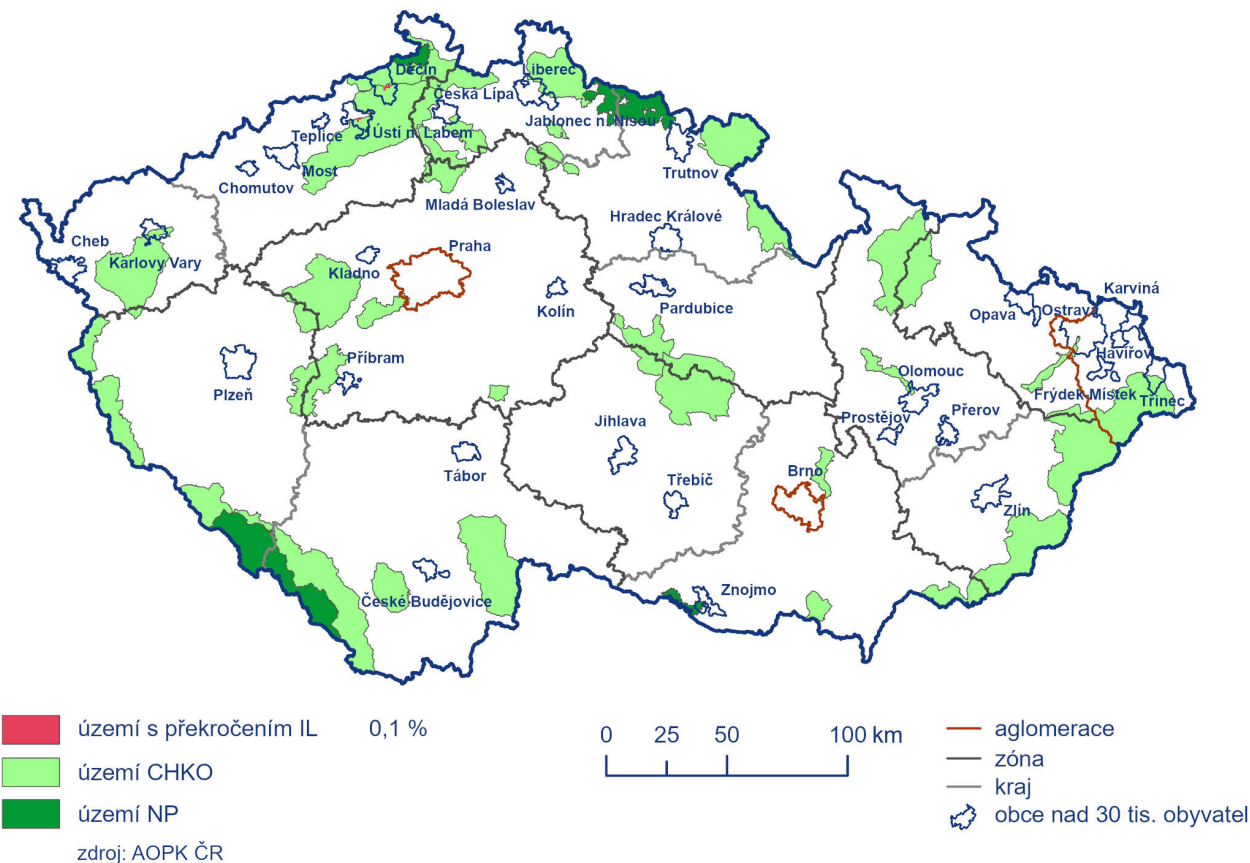
## VII.2 Oblasti s překročením imisních limitů z hlediska ochrany ekosystémů a vegetace

Dle platné české legislativy se hodnotí překročení imisních limitů pro ochranu ekosystémů a vegetace<sup>2</sup> pouze na venkovských a v případě ozonu i na předměstských pozadových stanicích. V české legislativě nejsou vymezené oblasti, ve kterých se má sledovat úroveň koncentrací znečišťujících látek vzhledem k limitům pro vegetaci a ekosystémy, proto jsou v ročence hodnoceny úroveň naměřených koncentrací plošně alespoň na území národních parků a chráněných krajinných oblastí (Tab. VII.2.1). V roce 2023

2 Imisní limit pro roční a zimní průměrnou koncentraci SO<sub>2</sub>, imisní limit pro roční průměrnou koncentraci NO<sub>x</sub> a imisní limit pro O<sub>3</sub> vjádřený jako expoziční index AOT40.



**Obr. VII.2.1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO se zahrnutím přízemního ozonu, 2023**



**Obr. VII.2.2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO bez zahrnutí přízemního ozonu, 2023**



**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, 2023**

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	
Krkonošský národní park	–	78	78
NP České Švýcarsko	–	–	–
NP Podýjí	–	–	–
NP Šumava	–	–	–
CHKO Beskydy	–	–	–
CHKO Bílé Karpaty	–	–	–
CHKO Blaník	–	–	–
CHKO Blanský les	–	–	–
CHKO Brdy	–	–	–
CHKO Broumovsko	–	–	–
CHKO České středohoří	0,6	11,8	12,4
CHKO Český kras	–	–	–
CHKO Český les	–	–	–
CHKO Český ráj	–	–	–
CHKO Jeseníky	–	–	–
CHKO Jizerské hory	–	0,5	0,5
CHKO Kokořínsko - Máchův kraj	–	2,4	2,4
CHKO Křivoklátsko	–	–	–
CHKO Labské pískovce	0,2	32,0	32,2
CHKO Litovelské Pomoraví	0,1	–	0,1
CHKO Lužické hory	–	–	–
CHKO Moravský kras	–	–	–
CHKO Orlické hory	–	–	–
CHKO Pálava	–	–	–
CHKO Poodří	–	–	–
CHKO Slavkovský les	–	–	–
CHKO Šumava	–	–	–
CHKO Třeboňsko	–	–	–
CHKO Žďárské vrchy	–	–	–
CHKO Železné hory	–	–	–

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

Přes uvedená zlepšení patří znečištění ovzduší k nejrizikovějším environmentálním faktorům způsobujícím předčasná úmrtí, zvyšujícím výskyt širokého spektra nemocí, poškozujícím vegetaci a ekosystémy a vedoucím 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. a potvrzena 8. akčním programem EU pro životní prostředí (EU 2013, 2022).

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

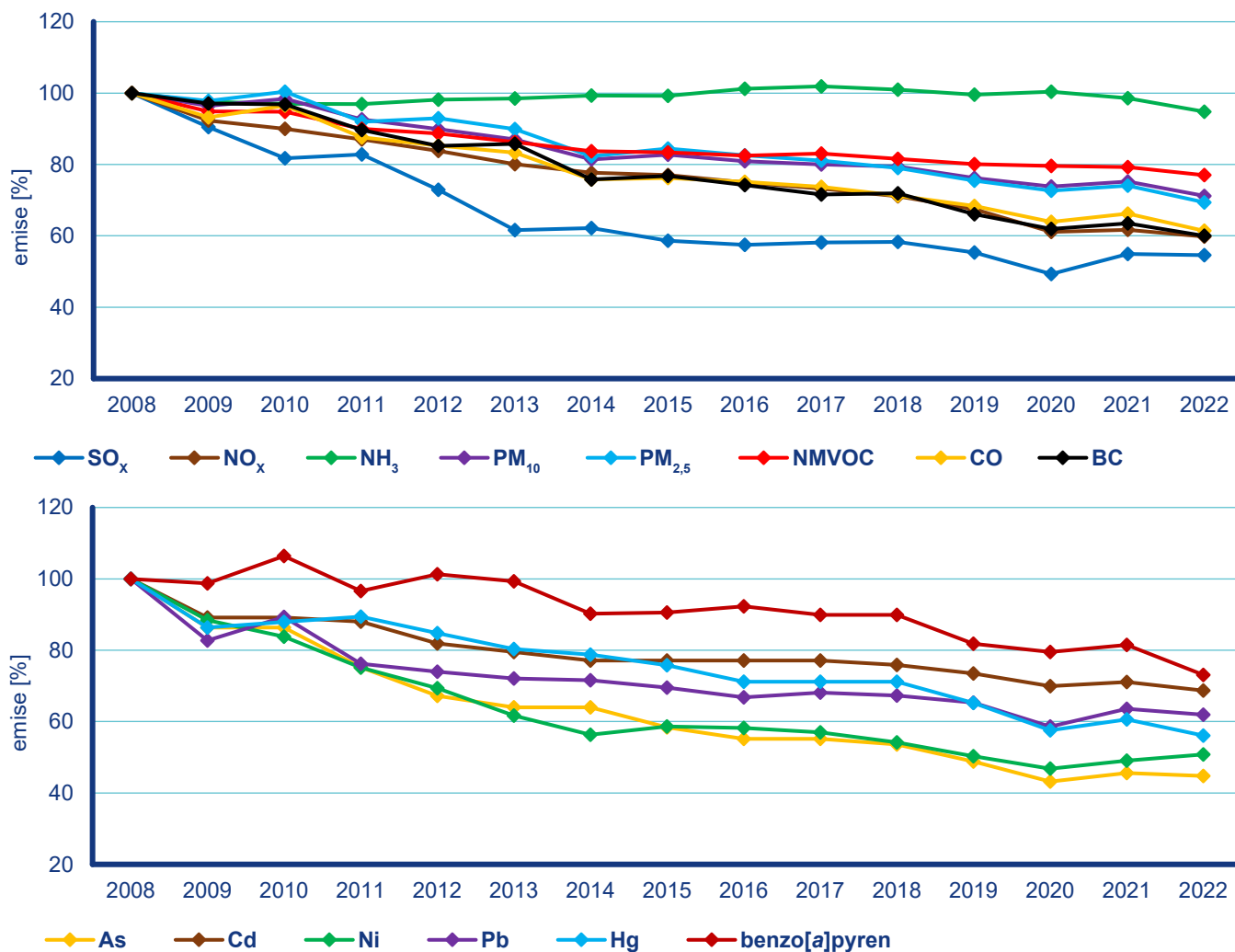
Emise znečišťujících látek vypouštěných do venkovního ovzduší v Evropě od roku 1990 výrazně poklesly. U téměř všech sledovaných znečišťujících látek bylo zaznamenáno také meziroční snížení mezi lety 2021 a 2022. K mírnému nárůstu došlo pouze u niklu, především v odvětví produkce a zpracování paliv a u nesilniční dopravy. Sestupný trend se obnovil také u emisí, které v roce 2021 vykazovaly nárůst (CO, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, TZL, Hg, benzo[*a*]pyren a PCB) či zastavení poklesu (NO<sub>x</sub>, NMVOC, Cd a PCDD/PCDF). Celkově od roku 1990 klesají nejméně emise NH<sub>3</sub> z důvodu vysokého podílu zemědělských zdrojů. Největší pokles vykazují emise arsenu, což může souviset s omezením spalování hnědého uhlí u energetických zdrojů (Obr. VIII.1).

Emise skleníkových plynů zaznamenávají svůj pozvolný pokles, a to především emise CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O (Obr. VIII.2). U emisí fluorovaných uhlovodíků (F-plynů) byl naopak vidět až do roku 2014 nárůst. V posledních letech se ale začínají projevovat efekty nařízení EU omezující používání F-plynů a dochází k významnému poklesu jejich emisí. V roce 2022 pokračoval klesající trend množství emisí hlavních skleníkových plynů. Výrazný propad emisí CO<sub>2</sub> v roce 2020 a jejich následný nárůst v roce 2021 souvisel s šířením nového typu koronaviru SARS-COV-2 a zavedenými opatřeními. Celkově platí pro evropské státy mezinárodní povinnosti snižování emisí skleníkových plynů vycházející z požadavků jak Rámcové Úmluvy OSN o změně klimatu, tak z navazujících předpisů Evropské unie. Snižování emisí fluorovaných plynů a omezování jejich používání je pak dáno také Montrealským protokolem.

### Monitoring kvality ovzduší v rámci Evropy

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

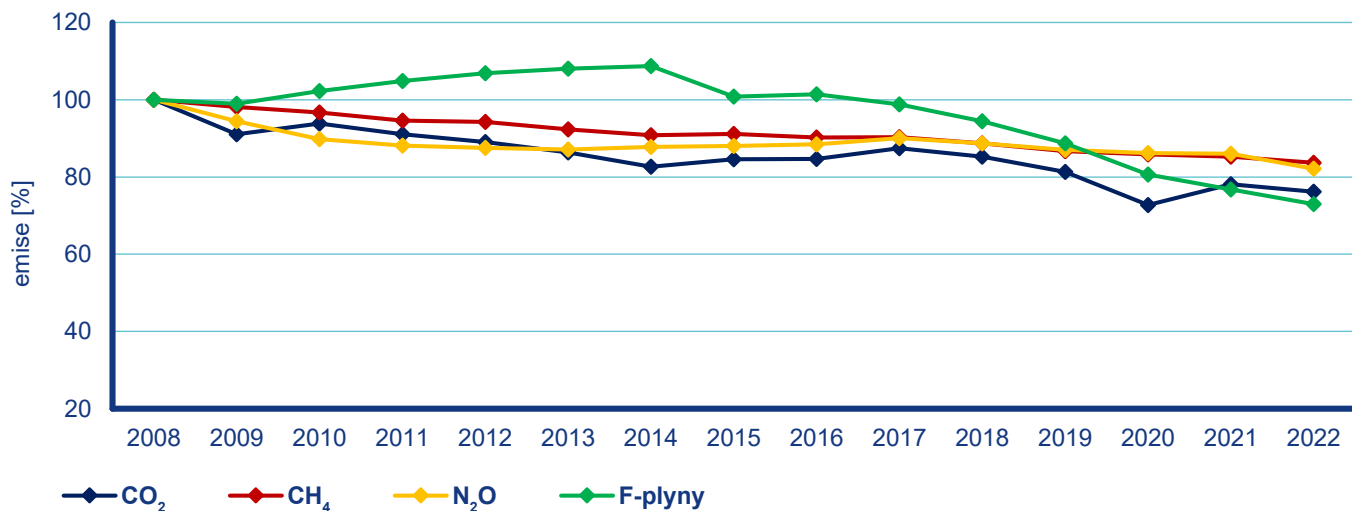
Vedle národních sítí jsou dlouhodobě realizovány panevropské projekty, mezi jejichž hlavní cíle patří detekování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v celoevropském kontextu. Jedná se o pro-



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2007. Předávání zpráv o emisích BC je dobrovolné, nejsou tedy zahrnuty všechny státy.

Zdroj dat: EEA

**Obr. VIII.1 Celkové emise znečišťujících látek ve 27 členských státech Evropské unie, 2008–2022**



Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2008. Emise jsou uvedeny včetně emisí ze sektoru využívání území, změny ve využívání území a lesnictví.

Zdroj dat: UNFCCC

**Obr. VIII.2 Celkové emise skleníkových plynů ve 27 členských státech Evropské unie, 2008–2022**

gramy 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

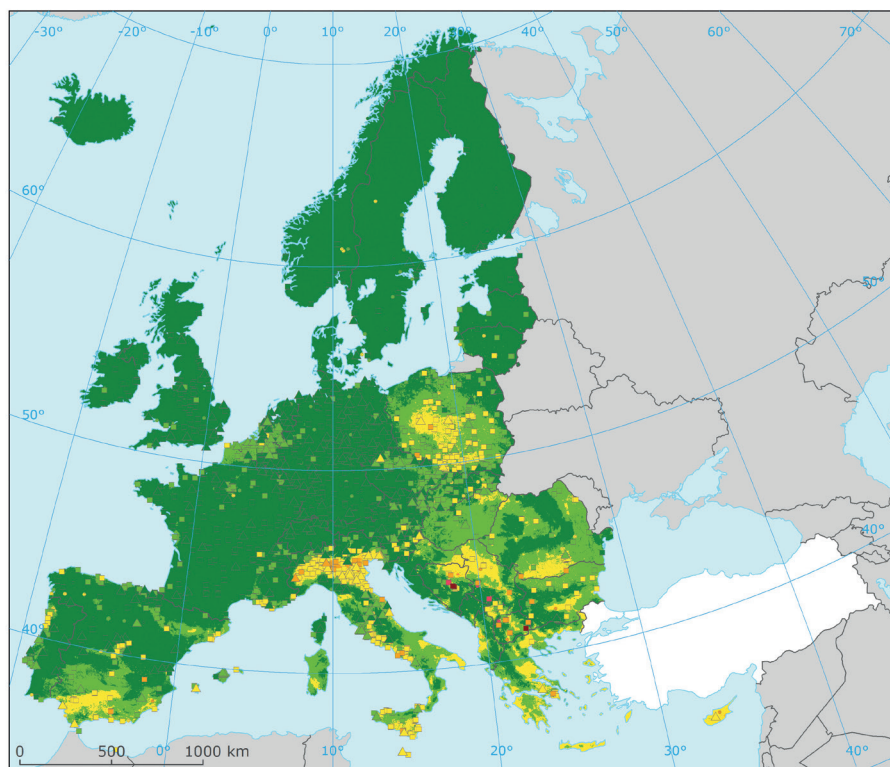
Z hlediska poškozování lidského zdraví v Evropě je nejproblematičtější úroveň koncentrací suspendovaných částic (PM), přizemního ozonu ( $O_3$ ), oxidu dusičitého ( $NO_2$ ) a karcinogenního benzo[a]pyrenu. Závažné zdravotní problémy způsobuje znečištěné ovzduší zejména obyvatelům měst a obcí. Poškození 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 2020–2022 vystaveno 6–9 % obyvatel nadlimitním 24hodinovým koncentracím  $PM_{10}$ , cca 1 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím  $PM_{10}$ , 6–16 % obyvatel koncentracím  $O_3$  vyšším než cílová hodnota, < 1 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím  $NO_2$  a 14–16 % obyvatel koncentracím benzo[a]pyrenu vyšším než cílová hodnota (ETC HE 2024).

Odhad procenta populace Evropy vystavené v tříletém období 2020–2022 koncentracím přesahujícím doporučené hodnoty WHO 2021 (Tab. I.3) byl výrazně vyšší, a to 60–67 % pro roční koncentraci  $PM_{10}$ , cca 97 % pro roční koncentraci  $PM_{2,5}$  a 72–73 % pro roční koncentraci  $NO_2$  (ETC HE 2024). Denní koncentraci  $O_3$  vyšší, než je doporučená hodnota WHO 2021, bylo v letech 2020–2022 vystaveno 94–95 % městské populace EU; v případě 24hodinové koncentrace  $SO_2$  to bylo 0–1 % městské populace EU (EEA 2024a).

Odhady zdravotních dopadů vlivu znečištěného ovzduší ukazují, že dlouhodobá expozice jemným částicím ( $PM_{2,5}$ ) přispěla v EU v roce 2021 k cca 253 tis. předčasných úmrtí, dlouhodobá expozice koncentracím  $NO_2$  k 52 tis. a krátkodobá expozice koncentracím  $O_3$  přibližně k 22 tis. předčasných úmrtí (EEA 2023).

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).



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

Rok: 2023

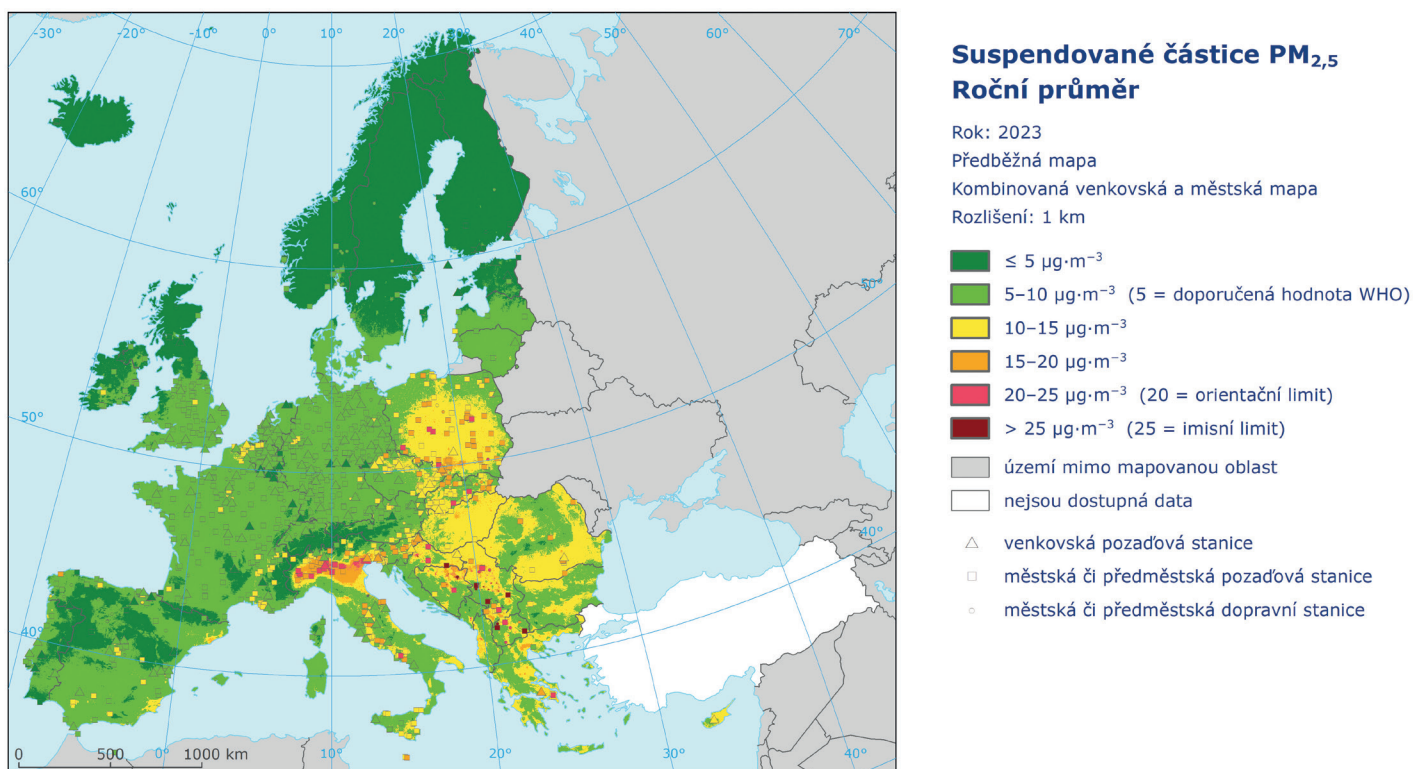
Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

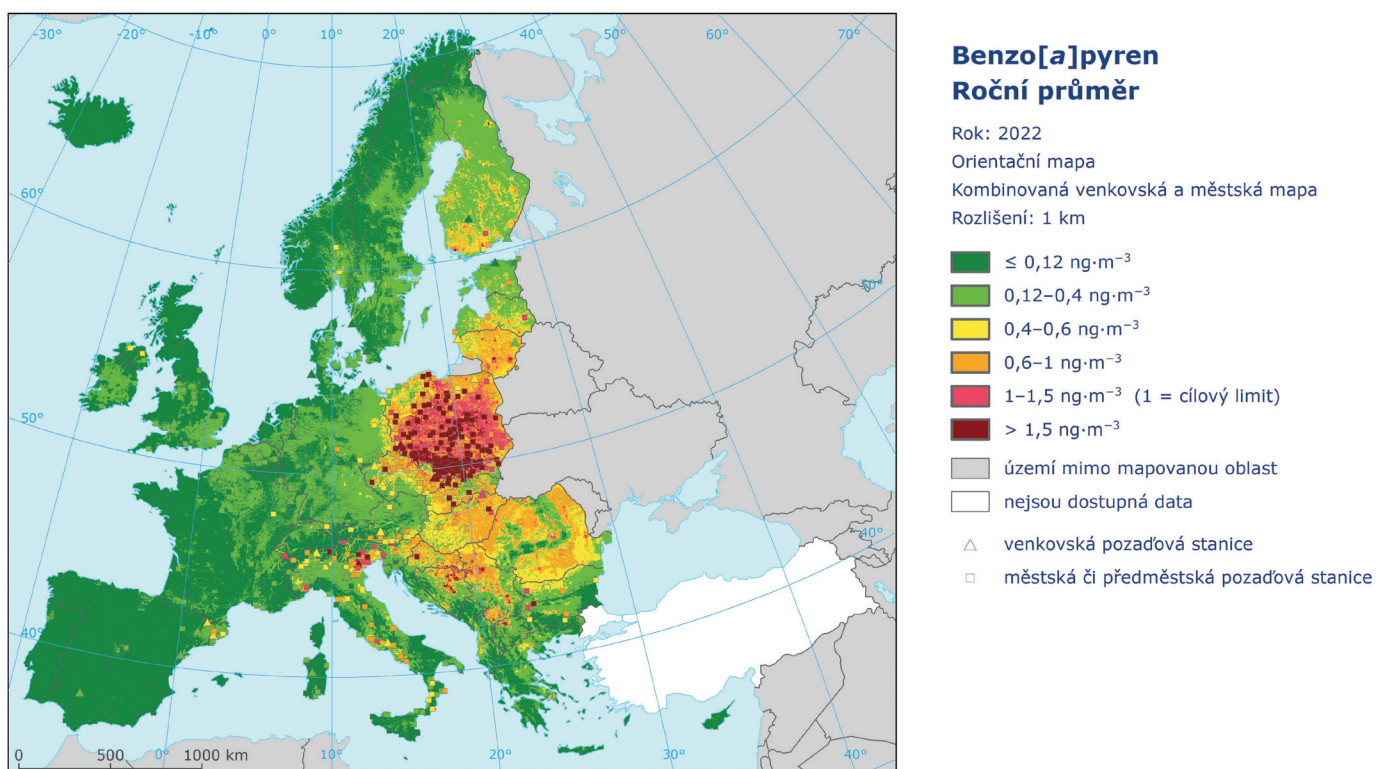
Rozlišení: 1 km

- $\leq 15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $15\text{--}20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (15 = doporuč. hodnota WHO)
- $20\text{--}30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $30\text{--}40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $40\text{--}50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (40 = imisní limit)
- $> 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- území mimo mapovanou oblast
- nejsou dostupná data
- venkovská pozadová stanice
- městská či předměstská pozadová stanice
- městská či předměstská dopravní stanice

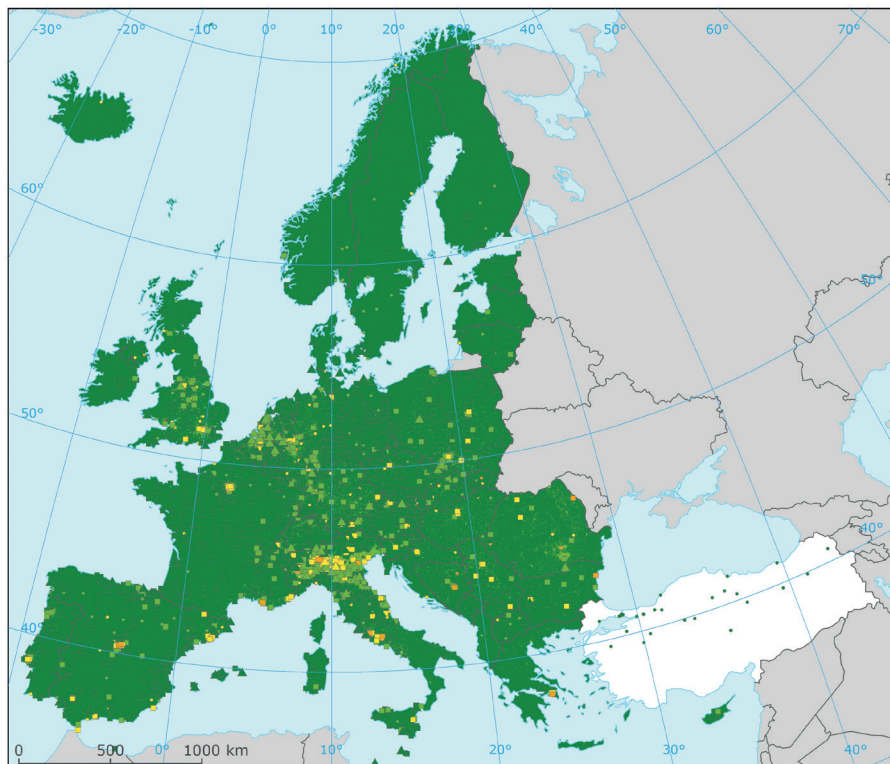
Obr. VIII.3 Pole průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  v Evropě, 2023, předběžná mapa



Obr. VIII.4 Pole průměrné roční koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Evropě, 2023, předběžná mapa



Obr. VIII.5 Pole průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v Evropě, 2022, orientační mapa



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

Rok: 2023

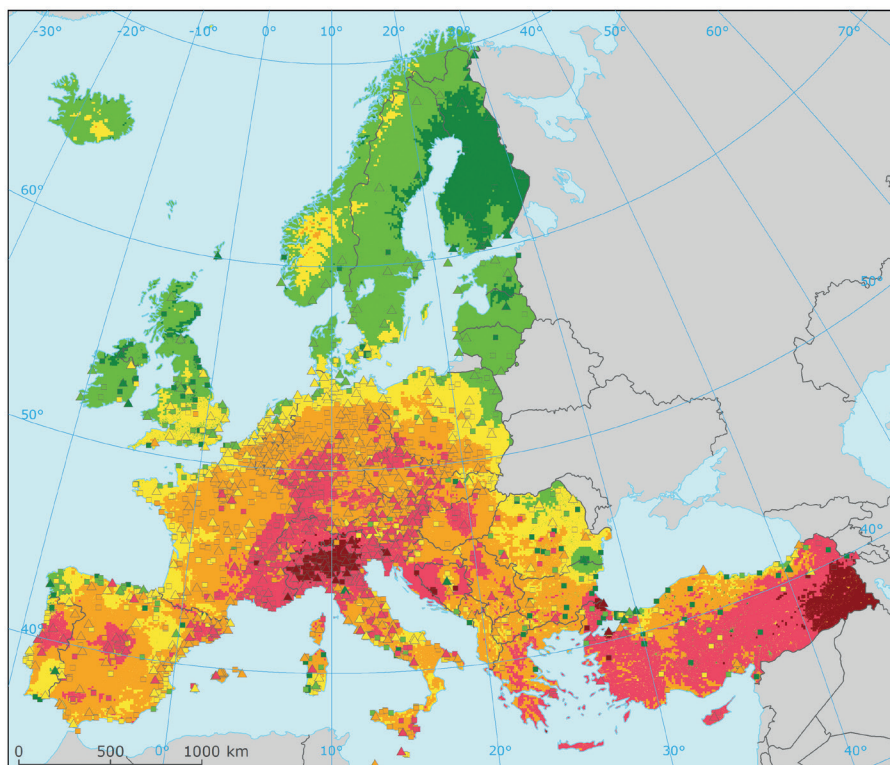
Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

- ≤ 10 µg·m<sup>-3</sup>
- 10–20 µg·m<sup>-3</sup> (10 = doporuč. hodnota WHO)
- 20–30 µg·m<sup>-3</sup>
- 30–40 µg·m<sup>-3</sup>
- 40–45 µg·m<sup>-3</sup> (40 = imisní limit)
- > 45 µg·m<sup>-3</sup>
- území mimo mapovanou oblast
- nejsou dostupná data
- venkovská pozadová stanice
- městská či předměstská pozadová stanice
- městská či předměstská dopravní stanice

Obr. VIII.6 Pole průměrné roční koncentrace NO<sub>2</sub> v Evropě, 2023, předběžná mapa



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

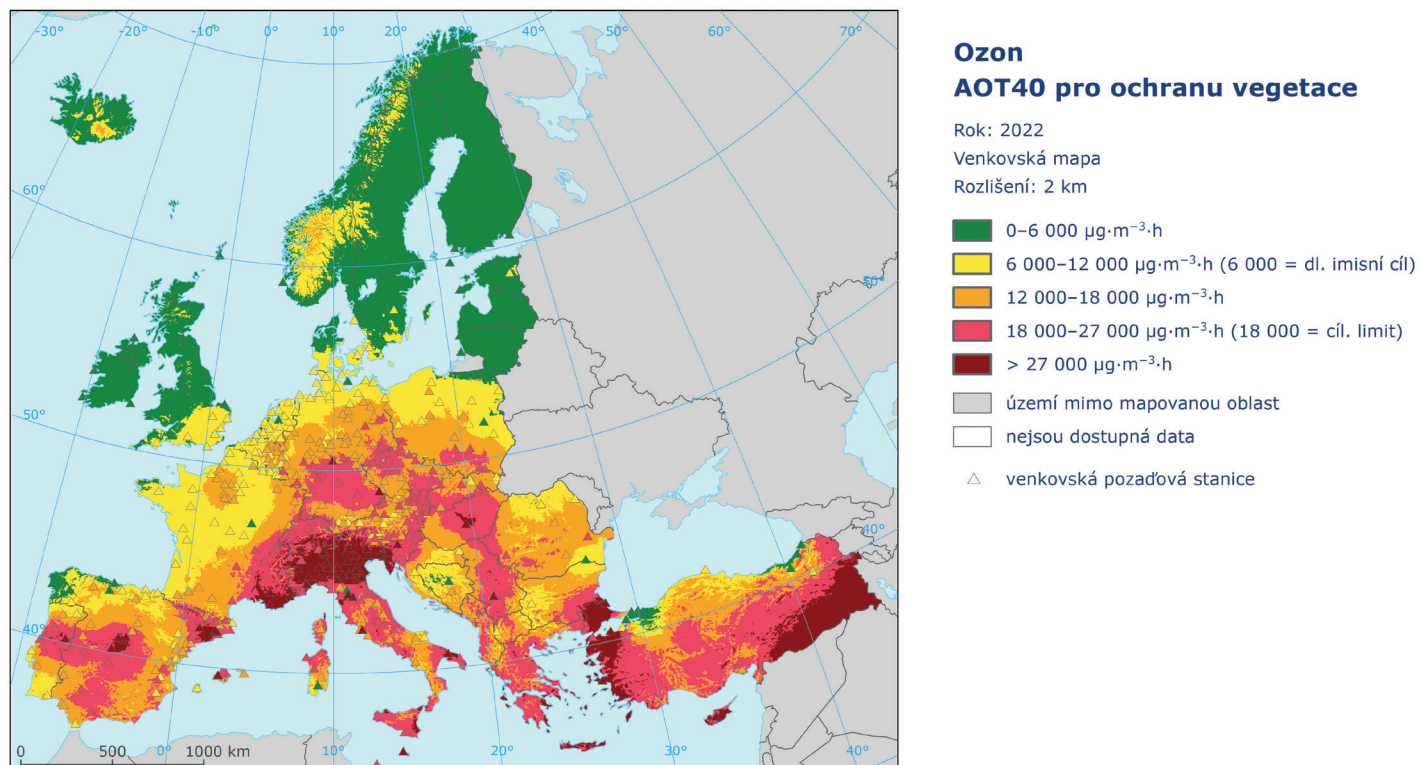
Rok: 2022

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

- ≤ 90 µg·m<sup>-3</sup>
- 90–100 µg·m<sup>-3</sup>
- 100–110 µg·m<sup>-3</sup>
- 110–120 µg·m<sup>-3</sup>
- 120–140 µg·m<sup>-3</sup> (120 = cílový limit)
- > 140 µg·m<sup>-3</sup>
- území mimo mapovanou oblast
- nejsou dostupná data
- venkovská pozadová stanice
- městská či předměstská pozadová stanice

Obr. VIII.7 Pole 93,2 percentilu denních maximálních 8hodinových koncentrací O<sub>3</sub> v Evropě, 2022



Obr. VIII.8 Pole hodnot expozičního indexu AOT40 pro ochranu vegetace v Evropě, 2022

Limitní koncentrace  $\text{NO}_2$  jsou překračovány zejména v lokalitách ovlivněných dopravou (Obr. VIII.6). Výskyt nadlimitních koncentrací lze předpokládat i ve státech, které výše zmíněné škodliviny sledují pouze na omezeném počtu lokalit, nebo je nesledují vůbec, resp. tyto údaje EEA nepředávají.

K primárním škodlivinám, které pocházejí z místních a oblastních zdrojů emisí, se přidává znečištění ovzduší sekundárním aerosolem (kap. IV.4.3, IV.9.2) a  $\text{O}_3$ . Koncentrace  $\text{O}_3$  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 požadových stanic programu EMEP jsou srovnatelná s koncentracemi naměřenými na podobně lokalizovaných stredo-evropských stanicích. Na straně druhé aglomerace O/K/F-M patří společně s přilehlou oblastí Polské republiky v dlouhodobé perspektivě k nejvíce znečištěným evropským regionům z hlediska PM a benzo[a]pyren, a to jak z hlediska rozlohy, tak dosahovaných koncentrací, byť v roce 2023 došlo k určitému zlepšení (kap. IV.1 a IV.3). Přenos

škodlivin mezi ČR a sousedícími státy je nejintenzivnější právě v oblasti Slezska (podrobněji kap. V.4 a Volná et al. 2022). To je způsobeno jednak zvýšenou úrovní znečištění v tomto regionu na obou stranách hranice, jednak tvarem terénu, který zde usměrňuje proudění do dvou převládajících směrů. Znečištěný vzduch proudí přes státní hranici i v jiných oblastech, ale vzájemné přeshraniční působení je většinou menší, hlavně v důsledku nižší koncentrace přenášeného znečištění. Zatímco v oblasti Slezska je hlavní přeshraniční příspěvek znečištění tvořen emisemi z vytápění domácností, ve všech ostatních regionech pravděpodobně převládá transport průmyslových a dopravních emisí. V okolí státní hranice ve Slezsku tvoří znečištění přenášené z území Polska přibližně polovinu průměrné roční koncentrace suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  a směrem do českého vnitrozemí tento podíl klesá. V Ústeckém kraji tvoří zahraniční znečištění jednu až dvě třetiny průměrné koncentrace suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$ , v závislosti na typu lokality (Seibert et al., 2023). V jiných částech České republiky dosud nebyl přeshraniční přenos podrobně kvalitativně a kvantitativně vyhodnocen nebo jsou údaje v návaznosti na emisní vývoj již zastaralé.

Ohledně úrovně průměrných koncentrací na obyvatele patří ČR k nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic  $\text{PM}_{2,5}$  a benzo[a]pyrenu, k průměrně až nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{O}_3$ , a k podprůměrně až průměrně znečištěným zemím z hlediska  $\text{NO}_2$  (ETC HE 2024, EEA 2023).

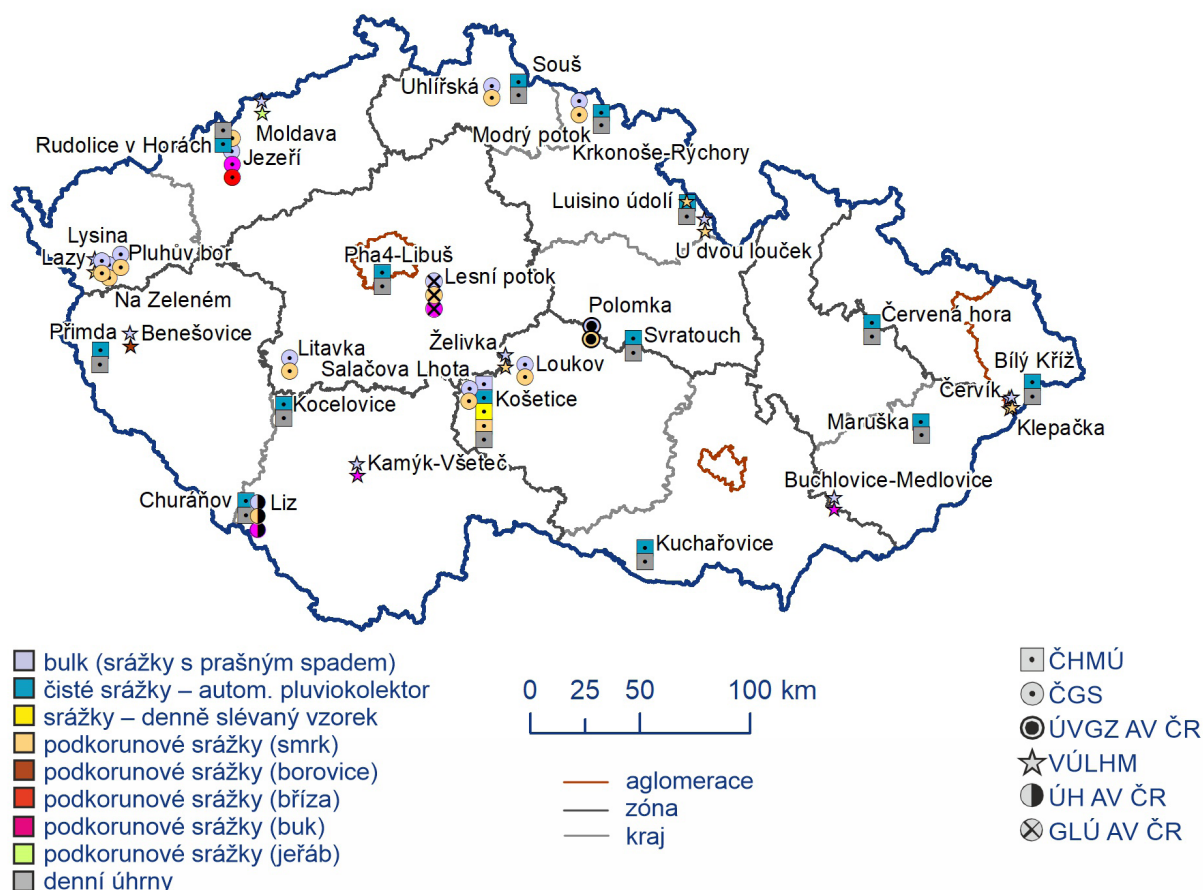
# IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

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 (vertikální depozice: déšť, sníh, kroupy; horizontální depozice: mlha, námraza, jinovatka), a je tedy epizodická. Složka suchá představuje depozici plynů a částic různými mechanismy a probíhá neustále. Depoziční toky látek se sledují ze dvou důvodů. Jednak odrážejí stav znečištění včetně měnícího se relativního podílu jednotlivých složek v ovzduší (Hůnová et al., 2024), jednak indikují riziko pro ekosystémy a životní prostředí spojené s přenosem znečišťujících příměsí z atmosféry. Hlavní pozornost bývá v tomto ohledu zaměřena zejména na látky environmentálně důležité, jako je síra, dusík a těžké kovy (Vet et al. 2014; Aas et al. 2022).

Atmosférická depozice většiny sledovaných látek se v Evropě za posledních dvacet let významně snížila, v řadě regionů však stále zůstává problémem (EEA 2022). Na území ČR se chemické složení atmosférických srážek a atmosférická depozice sledují dlouhodobě na poměrně značném počtu lokalit.

V roce 2023 byla do databáze Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) dodána data o chemickém složení atmosférických srážek celkem z 38 lokalit v ČR (Obr. IX.1). V ČR zajišťuje měření ČHMÚ (14 lokalit), VÚLHM (10 lokalit), ČGS (9 lokalit), HBÚ AV ČR (2 lokality) a ÚH AV ČR, ÚVGZ AV ČR a GLÚ AV ČR (po 1 lokalitě) (ČHMÚ 2023e).

Látky prezentované v kapitole atmosférické depozice nemají legislativně stanovené limity, jako je tomu v případě imisí. Z tohoto důvodu byla zvolena odlišná barevná škála za účelem větší pře-



Obr. IX.1 Staniční síť sledování kvality atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2023



hlednosti depozičních map. Podrobnější informace o atmosférické depozici, odběrech vzorků, měření a kvantifikaci jejich složek a specifikace tvorby map jsou k dispozici v ČHMÚ (2023d).

**Z důvodu poruchy přístroje nejsou od roku 2022 k dispozici údaje o mokré depozici těžkých kovů na stanicích ČHMÚ. Množství dat ze stanic ostatních dodavatelů není dostatečné pro tvorbu depozičních map, proto není v textu uvedeno hodnocení mokré a celkové depozice těžkých kovů.**

## Výsledky

Rok 2023 byl v ČR srážkově normální. Průměrný roční úhrn srážek 732 mm představuje 107 % dlouhodobého normálu 1991–2020 (více viz kap. III). Vyšší srážkové úhrny v porovnání s rokem 2022 (634 mm) se projeví na zvýšení všech mokrých depozic, s výjimkou síry.

## Depozice síry

Průměrná hodnota depozičního toku síry v roce 2023 byla  $0,348 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2022 ( $0,340 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o nárůst o 2 %.

Pole celkové depozice síry vyjadřuje celkovou úroveň depozice síry na plochu ČR. Její kvantifikace se provádí na základě měřených koncentrací  $\text{SO}_4^{2-}$  v atmosférických srážkách a imisních koncentrací  $\text{SO}_2$ . V roce 2023 činila celková depozice síry 27 402 t (Tab. IX.2), což je oproti roku 2022 (26 800 t) nárůst o 2 %. Na

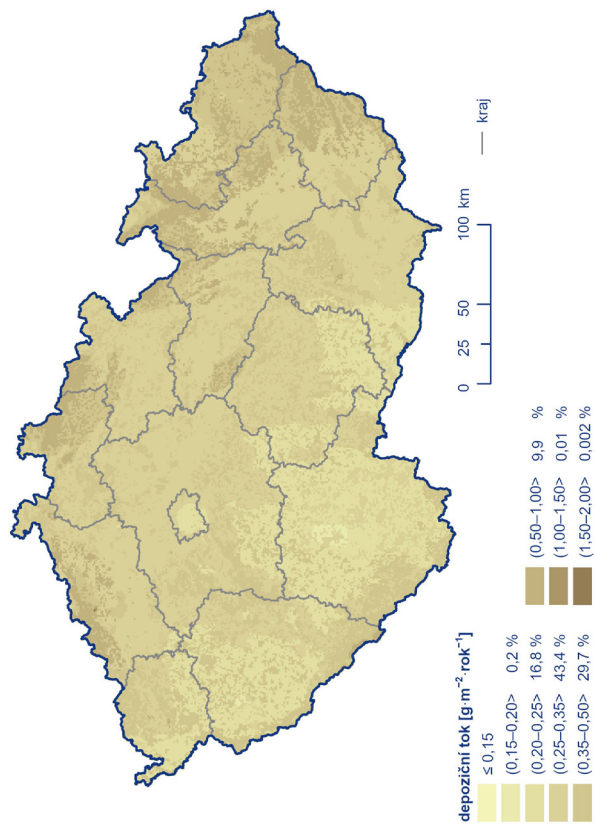
90,1 % plochy ČR byla v roce 2023 hodnota celkového depozičního toku síry nižší než  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Krušných a Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a Jeseníků, Ostravska a Moravskoslezských Beskyd (Obr. IX.2).

Mokrá depozice síry ( $\text{S\_SO}_4^{2-}$ ) dosáhla v roce 2023 hodnoty 10 512 t, zatímco v roce 2022 hodnoty 10 724 t (pokles o 2 %). Na 99,99 % území ČR se hodnoty depozičního toku pohybovaly pod  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Hodnot nad  $0,25 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  pak bylo dosaženo v Krkonoších a v Jizerských a Orlických horách (1,4 %; Obr. IX.3). Suchá depozice síry ( $\text{S\_SO}_2$ ) dosáhla v roce 2023 hodnoty 16 890 t, zatímco v roce 2022 to bylo 16 076 t (nárůst o 5 %). Na většině území ČR (99 %) se hodnoty depozičního toku  $\text{S\_SO}_2$  pohybovaly pod  $0,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšší hodnoty byly dosahovány v Krušných horách a na Ostravsku (Obr. IX.4).

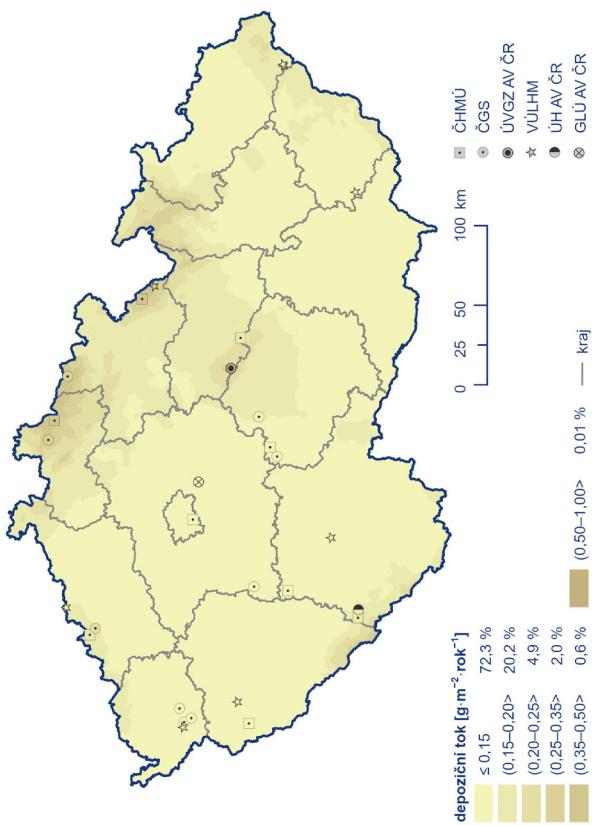
Podkorunová depozice síry ( $\text{S\_SO}_4^{2-}$ ) na zalesněný povrch ČR v roce 2023 byla 5 772 t, což je oproti roku 2022 (6 152 t) pokles o 6 % a jedná se o nejnižší hodnotu od roku 2004 (Tab. IX.3). Maximálních hodnot ( $1 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) bylo dosaženo v horských příhraničních oblastech (1,5 % 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 59 % (Na Zeleném) až 98 % (Moldava) srážkového úhrnu na volné ploše pro rok 2023. 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, 2023

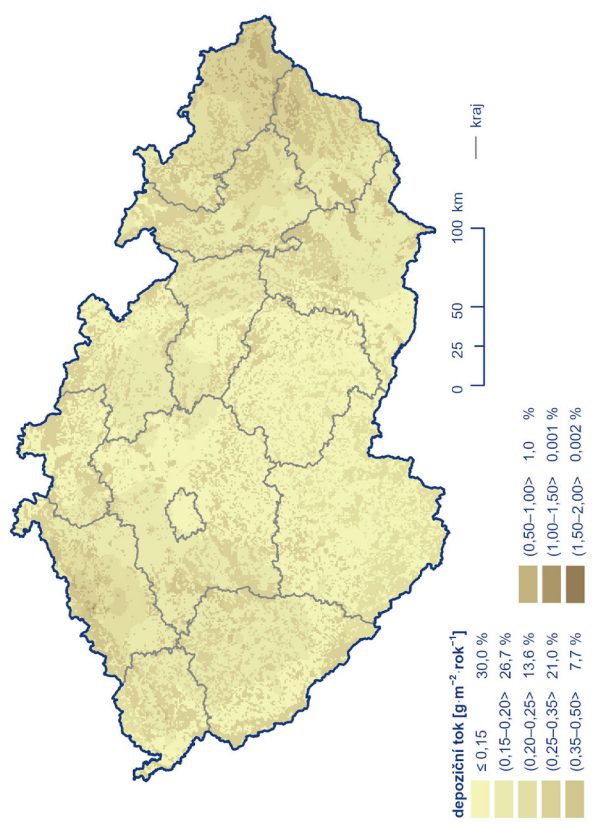
Prvek	Depozice	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$	$\text{keq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$
<b>S (<math>\text{SO}_4^{2-}</math>)</b>	mokrá	0,133	0,083
<b>S (<math>\text{SO}_2</math>)</b>	suchá	0,214	0,134
<b>S</b>	celková	0,348	0,217
<b>N (<math>\text{NO}_3^-</math>)</b>	mokrá	0,138	0,098
<b>N (<math>\text{NH}_4^+</math>)</b>	mokrá	0,249	0,178
<b>N (<math>\text{NO}_x</math>)</b>	suchá	0,139	0,099
<b>N</b>	celková	0,526	0,376
<b>H (pH)</b>	mokrá	0,003	0,029
<b>H (<math>\text{SO}_2, \text{NO}_x</math>)</b>	suchá	0,023	0,231
<b>H</b>	celková	0,026	0,261



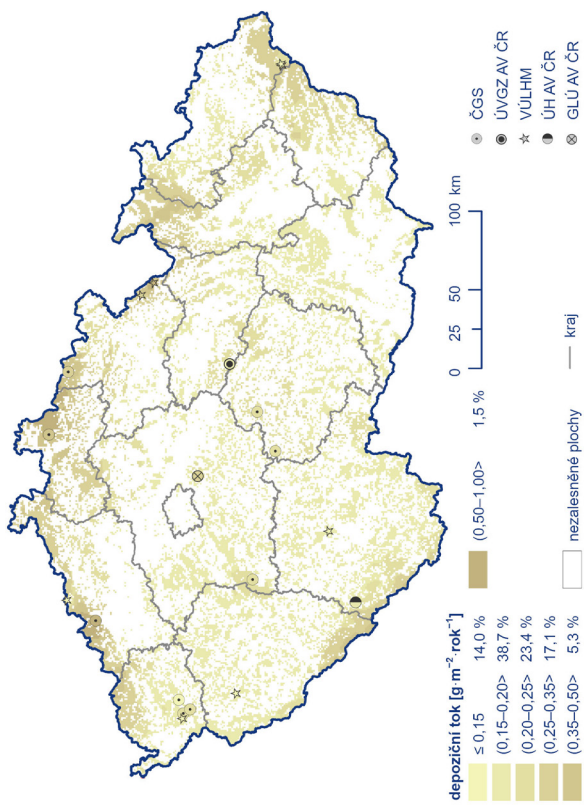
Obr. IX.2 Pole celkové roční depozice síry, 2023



Obr. IX.3 Pole mokré roční depozice síry ( $\text{S}_{\text{SO}_2^-}$ ), 2023



Obr. IX.4 Pole suché roční depozice síry ( $\text{S}_{\text{SO}_2}$ ), 2023



Obr. IX.5 Pole podkorunové roční depozice síry, 2023

## Depozice dusíku

Průměrná hodnota depozičního toku dusíku v roce 2023 byla  $0,526 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2022 ( $0,499 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o nárůst o 5 %.

Celková depozice dusíku na plochu ČR dosáhla v roce 2023 hodnoty 41 472 t (Tab. IX.2). Ve srovnání s rokem 2022 (39 375 t) se jedná o nárůst o 5 %. Na 90,74 % plochy ČR byla v roce 2023 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, Krkonoš a Jeseníků (Obr. IX.6).

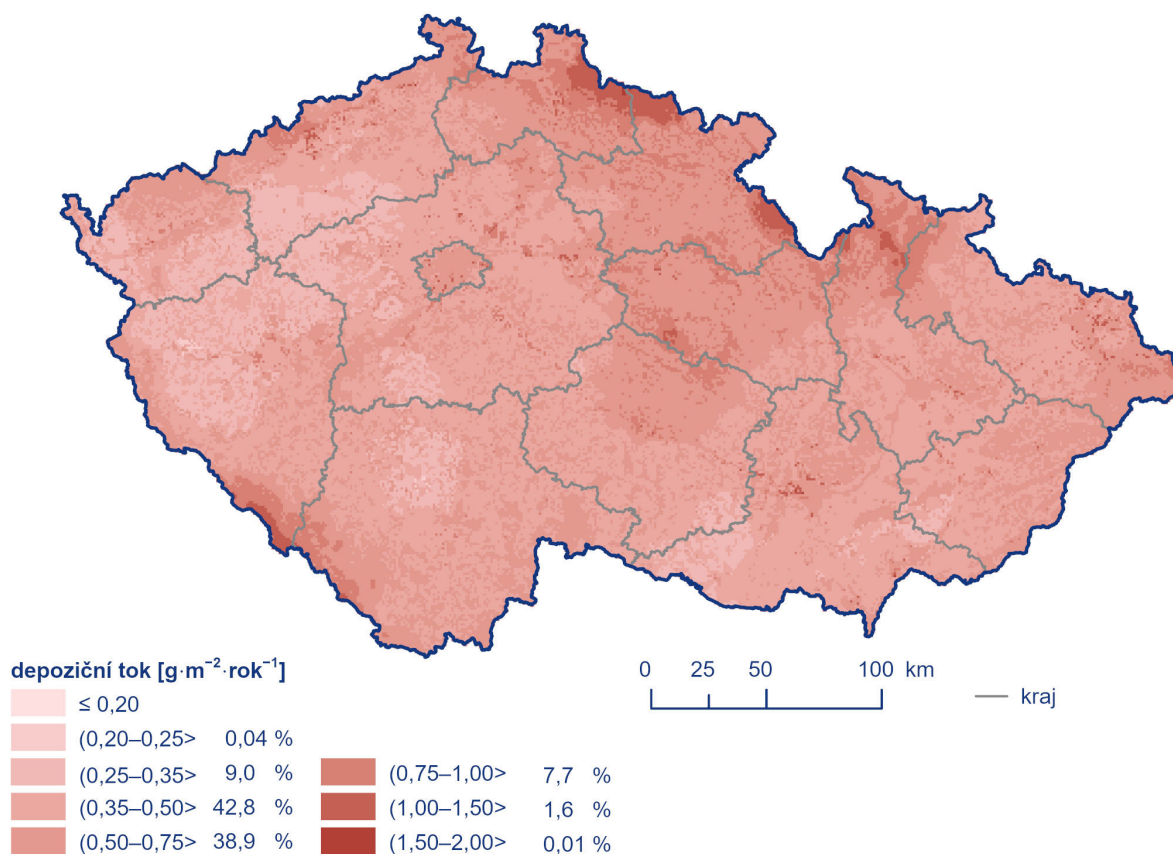
Depozice oxidovaných forem dusíku ( $\text{N}_{\text{NO}_3^-}$ ), měla v roce 2023 hodnotu 21 826 t, zatímco v roce 2022 hodnotu 22 921 t (pokles o 5 %). Přičemž mokrá složka byla rovna hodnotě 10 853 t, což je oproti roku 2022 (9 950 t) nárůst o 9 %, a suchá složka pak byla rovna hodnotě 10 973 t, tedy pokles o 15 % proti roku 2022 (12 971 t). Mokrá depozice redukovaných forem ( $\text{N}_{\text{NH}_4^+}$ ) se v roce 2023 zvýšila na hodnotu 19 646 t oproti roku 2022 (16 454 t, nárůst o 19 %). Celková mokrá depozice dusíku (součet mokré depozice  $\text{N}_{\text{NO}_3^-}$  a  $\text{N}_{\text{NH}_4^+}$ ) pak byla v roce 2023 rovna hodnotě 30 499 t, což je v porovnání s rokem 2022 (26 404 t) nárůst o 15 %.

Nejvyšší hodnoty (nad  $0,35 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) mokré depozice oxidovaných (0,9 % území ČR) i redukovaných (9,6 % území ČR) forem

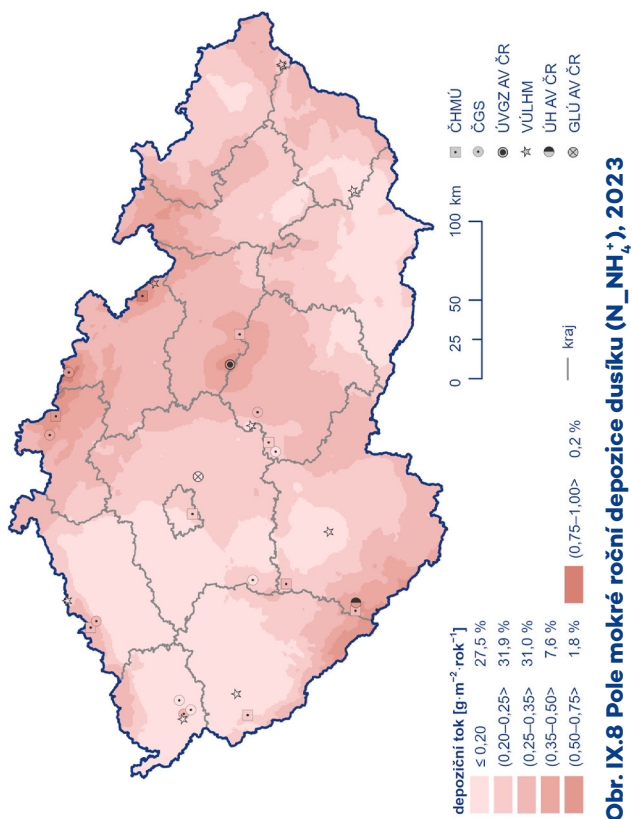
dusíku jsou zaznamenány v Krkonoších, Jizerských a Orlických horách a na Šumavě (Obr. IX.7, Obr. IX.8). Celková mokrá depozice se na většině území pohybuje pod  $0,75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (97,7 %), vyšších hodnot pak opět dosahuje v Krkonoších, v Jizerských a Orlických horách a na Šumavě (8,5 % rozlohy ČR, Obr. IX.9). Vyšší hodnoty celkové suché depozice (nad  $0,75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) jsou pozorovány lokálně v rámci celé ČR, přičemž činí 0,121 % celého území (Obr. IX.10).

**Tab. IX.2 Odhad celkové roční depozice uvedených složek na plochu České republiky, 2023**

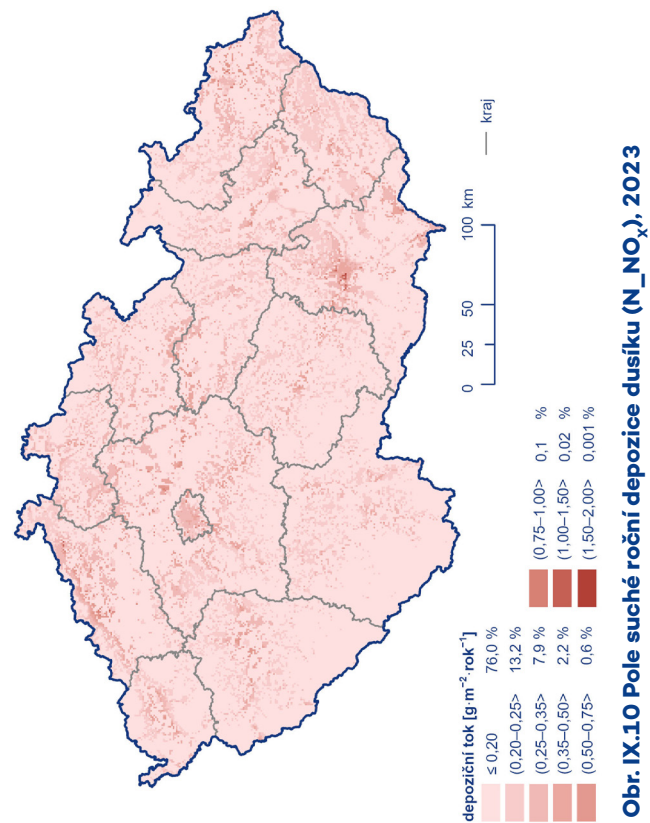
	Depozice [t]		
	mokrá	suchá	celková
<b>S</b>	10 512	16 890	27 402
<b>N (ox)</b>	10 853	10 973	21 826
<b>N (red)</b>	19 646		
<b>N (ox + red)</b>	30 499		41 472
<b>H<sup>+</sup></b>	233	1 839	2 072
<b>Cd</b>		0,9	
<b>Pb</b>		12	



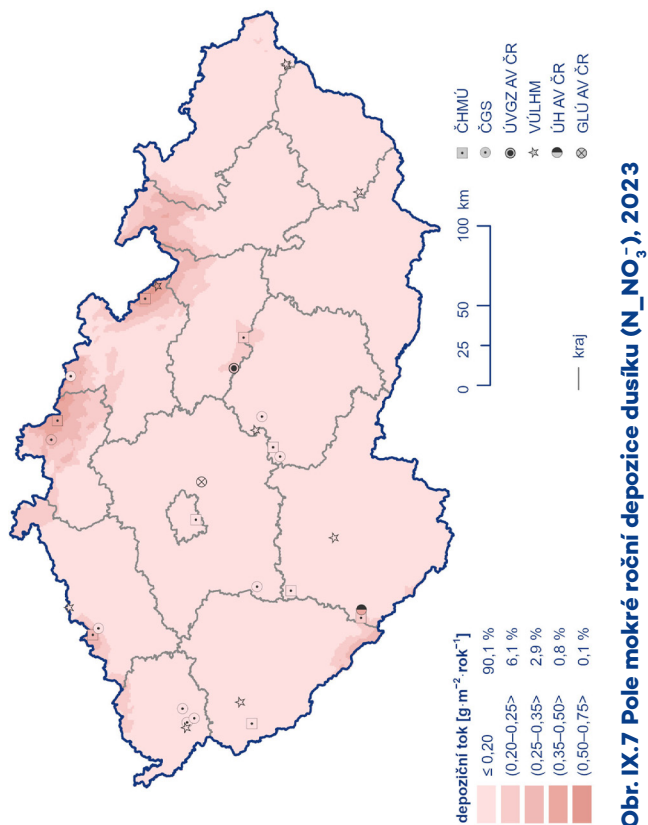
**Obr. IX.6 Pole celkové roční depozice dusíku, 2023**



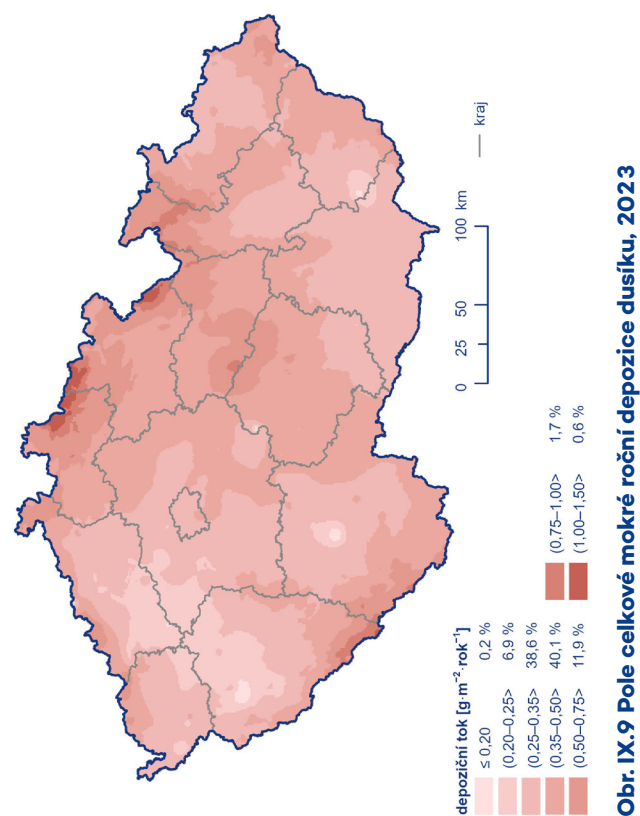
Obr. IX.8 Pole mokré roční depozice dusíku ( $\text{N}_{\text{NH}_4^+}$ ), 2023



Obr. IX.10 Pole suché roční depozice dusíku ( $\text{N}_{\text{NO}_x}$ ), 2023



Obr. IX.7 Pole mokré roční depozice dusíku ( $\text{N}_{\text{NO}_3^-}$ ), 2023



Obr. IX.9 Pole celkové mokré roční depozice dusíku, 2023

## Depozice vodíkových iontů

Průměrná hodnota depozičního toku vodíku v roce 2023 byla  $0,026 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  (Tab. IX.1). Oproti roku 2022 ( $0,027 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) se jedná o pokles o 4 %.

Celková depozice vodíkových iontů na plochu ČR byla v roce 2023 rovna hodnotě 2 072 t (Tab. IX.2). Oproti roku 2022 (2 125 t) se jedná o pokles o 3 %. Mokrý složka dosáhla v roce 2023 hodnoty 233 t, zatímco v roce 2022 to bylo 194 t (nárůst o 20 %) a suchá složka byla v roce 2023 rovna hodnotě 1 839 t, oproti 1 931 t v roce 2022 (pokles o 25 %).

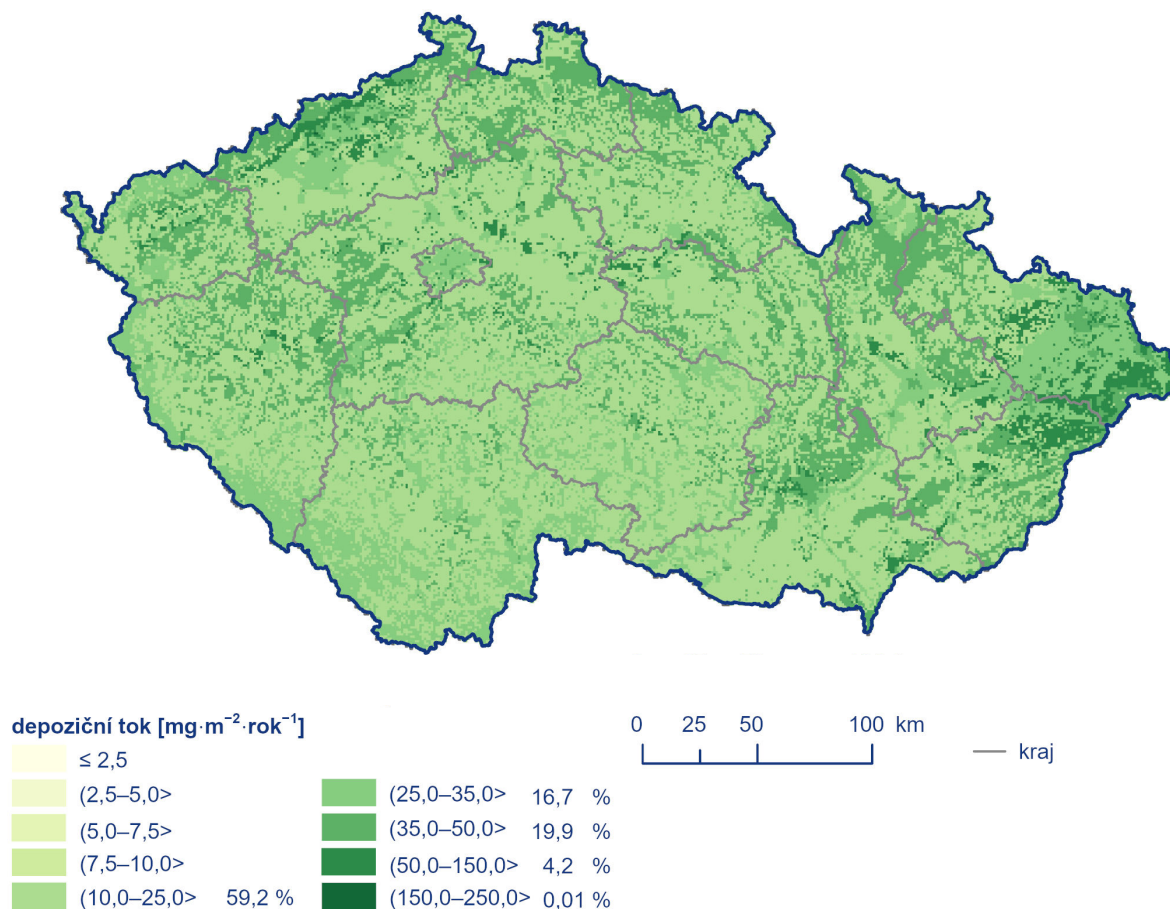
Celková depozice vodíkových iontů dosahuje na většině území ČR (95,8 %) hodnot mezi 10 a  $50 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Vyšších hodnot je dosahováno v Krušných horách a na Ostravsku (Obr. IX.11). Mokrý depozice dosahuje hodnot maximálně  $25 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ , přičemž nejvyšší hodnoty nad  $7,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  jsou zaznamenány ve vrcholových partiích Jizerských hor, Krkonoš a Orlických hor (0,42 % ČR; Obr. IX.12). Suchá depozice je srovnatelná s celkovou depozicí (Obr. IX.13).

## Depozice kademnatých, olovnatých, chloridových a nikelnatých iontů

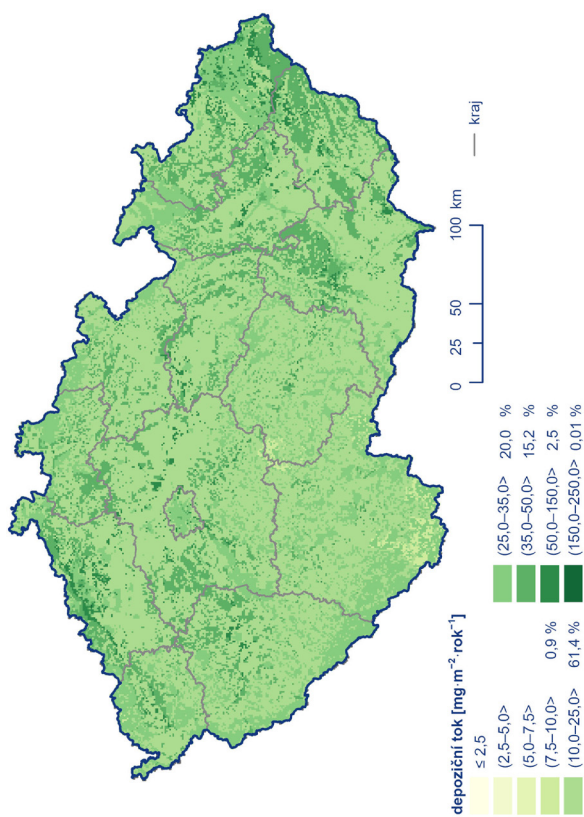
Suchá depozice kadmia byla v roce 2023 (0,9 t) stejná jako v roce 2022 a 2021 (Tab. IX.2). Hodnot vyšších než  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$  dosahuje téměř výhradně v Libereckém kraji, v Krkonoších a Podkrkonoší a částečně i na Ostravsku (2,82 % ČR; Obr. IX.14). Údaje o mokré depozici nejsou k dispozici z důvodu poruchy přístroje.

Suchá depozice olova byla v roce 2023 (12 t) o 33 % nižší než v roce 2022 (18 t; Tab. IX.2). Nejvyšších hodnot (nad  $0,7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) bylo dosaženo na Ostravsku (0,32 %; Obr. IX.15). Údaje o mokré depozici nejsou k dispozici z důvodu poruchy přístroje.

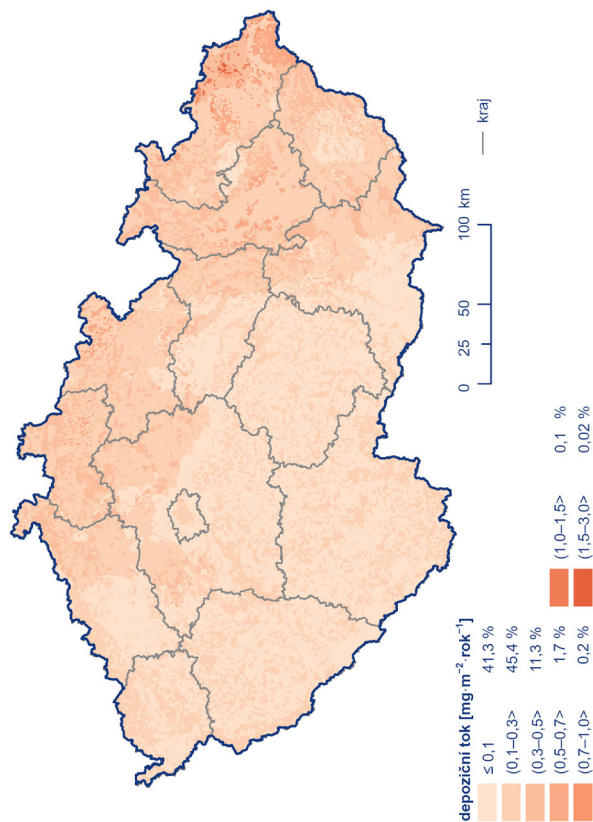
Mokrý depozice chloridových iontů nabývá, podobně jako u dalších sledovaných látek, v rámci ČR vyšších hodnot (nad  $0,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ ) primárně v horských oblastech (vzhledem k vyšším srážkovým úhrnům), a to zejména v Jizerských horách, Krkonoších a v Beskydech (0,42 % ČR; Obr. IX.16).



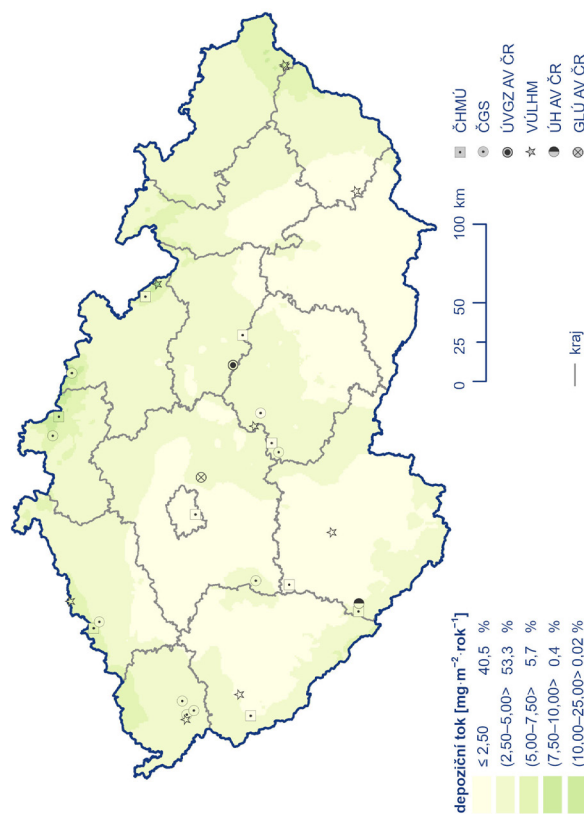
Obr. IX.11 Pole celkové roční depozice vodíkových iontů, 2023



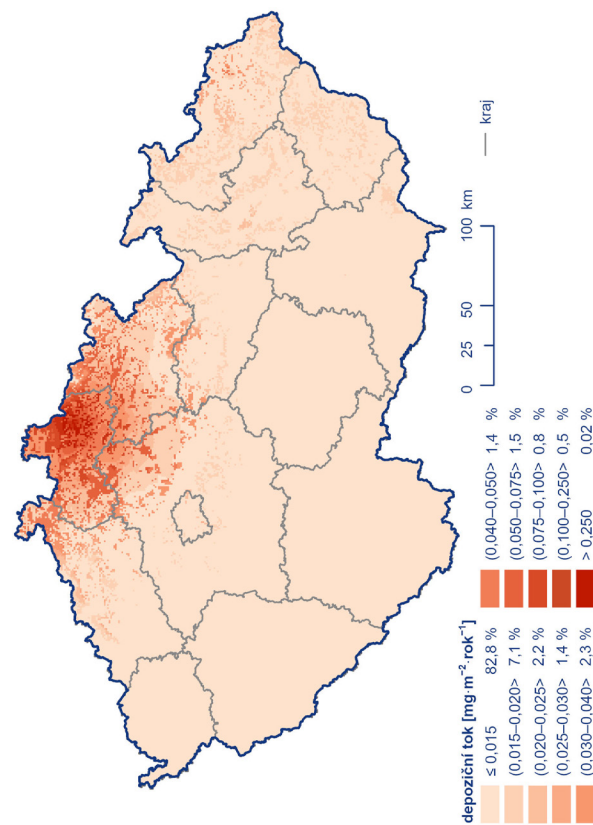
**Obr. IX.13 Pole suché roční depozice vodíkových iontů odpovídající depozici plynů SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, 2023**



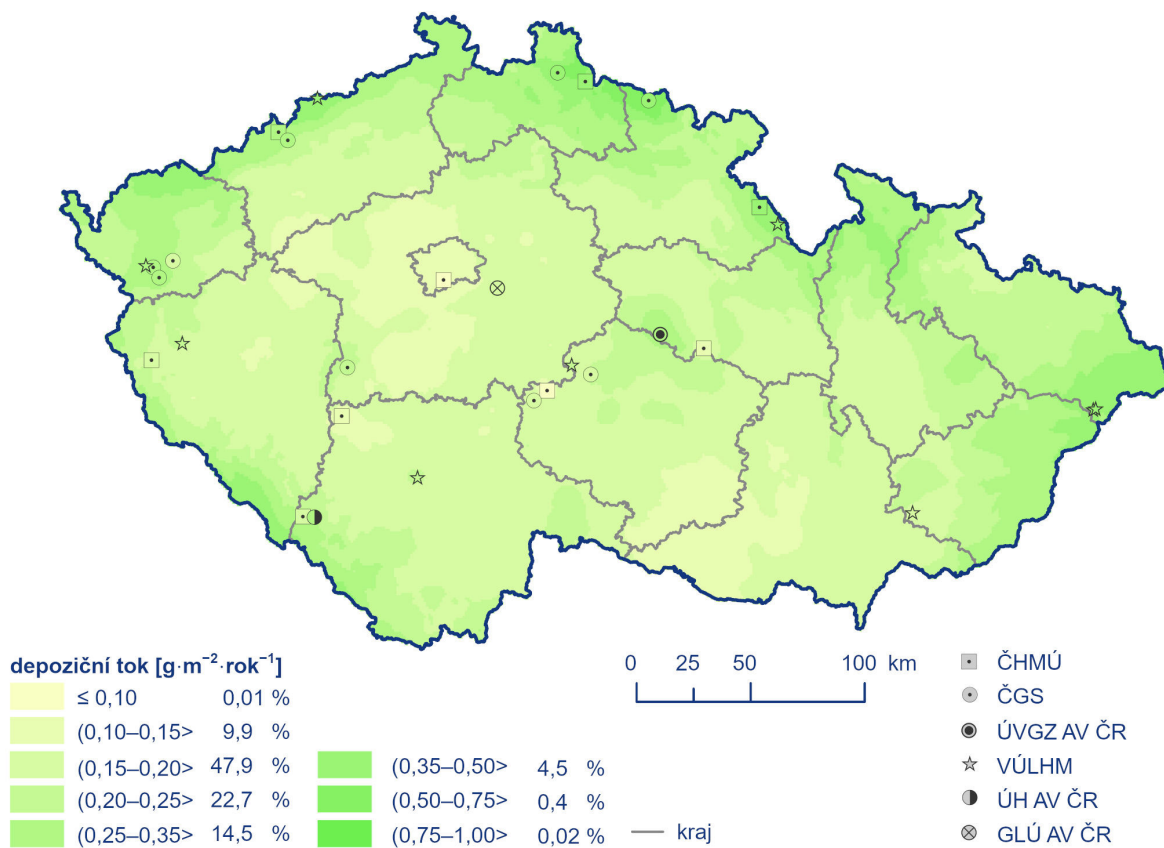
**Obr. IX.15 Pole suché roční depozice olova, 2023**



**Obr. IX.12 Pole mokré roční depozice vodíkových iontů, 2023**



**Obr. IX.14 Pole suché roční depozice kadmia, 2023**



Obr. IX.16 Pole mokré roční depozice chloridových iontů, 2023

Tab. IX.3 Odhad celkové roční depozice síry na zalesněný povrch České republiky, 2004–2023

	depozice [t]	
	celková	podkorunová
<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
<b>2022</b>	11 644	6 152
<b>2023</b>	12 197	5 772

## Vývoj depozice

Od roku 2004 lze pozorovat pokles celkové roční depozice síry (Obr. IX.17). V letech 2004–2006 byla hodnota celkové depozice vyšší než 65 000 t. Od roku 2015 se pak 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  $\text{SO}_2$  v přízemní vrstvě atmosféry. V roce 2023 byla dosažena druhá nejnížší hodnota celkové roční depozice síry od roku 2004, přičemž nejnížší hodnota byla zaznamenána v roce 2022. Porovnáme-li mokrou a suchou složku depozice, převládala do roku 2010 mokrá složka. Od roku 2013 převažuje suchá složka, s výjimkou roku 2021, kdy byl poměr obou složek vyrovnaný.

Roční depozice síry na zalesněný povrch ČR (26 428 km<sup>2</sup>) vykazuje od roku 2003, stejně jako podkorunová depozice síry, pokles s výraznějšími výkyvy (Tab. IX.3). Celková depozice na zalesněný povrch ČR (12 197 t) dosáhla v roce 2023 druhé nejnížší hodnoty od roku 2004, podkorunová depozice síry (6 152 t) pak hodnoty nejnížší. Hodnoty podkorunové depozice jsou do roku 2016 vyšší než hodnoty celkové depozice, s výjimkou roku 2014 a 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  $\text{SO}_2$ , horizontální mokrá depozice není vzhledem k neurčitostem do celkové depozice zahrnuta.

Celková roční depozice dusíku se v letech 2004–2013 pohybovala v rozmezí 40 000–50 000 t (Obr. IX.18). Od roku 2012 lze pozorovat její mírný pokles s občasnými výkyvy v roce 2017 a 2021. Hodnota celkové roční depozice dusíku byla v roce 2023 nejnížší od roku 2004, což koresponduje s imisními koncentracemi  $\text{NO}_x$ . 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 převažuje velmi mírně mokrá složka depozice, v roce 2022 a 2023 pak opět suchá.

S vývojem depozice dusíku a síry je možné sledovat změny vzájemného poměru těchto prvků v atmosférických srážkách související s vývojem emisí jednotlivých sloučenin (Hůnová et al. 2014). Na vybraných stanicích ČHMÚ (wet-only) lze od roku 2003 pozorovat mírný, i když nikoliv monotónní nárůst poměru dusičnanů a síranů (Hůnová et al. 2017). V roce 2003 převažovaly v atmosférických srážkách sírany. Do roku 2011 byl poměr celkem vyrovnaný, s výjimkou roku 2009 a od roku 2012 pak zřetelně převažují dusičnany. V roce 2023 byla dosažena nejvyšší hodnota poměru (1,69) od roku 2003 (Obr. IX.19).

Celková depozice vodíkových iontů se do roku 2012 pohybuje mezi 2 500 a 5 000 t. Od roku 2013 je pak patrný pokles depozice, přičemž v roce 2023 byla zaznamenána nejnížší hodnota. U depozice vodíkových iontů výrazně dominuje suchá složka, přičemž podíl mokré složky od roku 2007 stále klesá (Obr. IX.20).

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 mírný vzestup. Nejnížší hodnota byla zaznamenána v roce 2018. U depozice kademnatých iontů převažuje mokrá složka, a to v poměru cca 7:1. Jedinou výjimkou je rok 2018, kdy měly obě složky rovnoměrné zastoupení (Obr. IX.21). Roky 2022 a 2023 nelze hodnotit z důvodu poruchy přístroje.

Celková depozice olovnatých iontů se do roku 2006 pohybuje v rozmezí 150–200 t. Mezi r. 2006 a 2007 došlo k výraznému poklesu, a to téměř o 40 %. Od roku 2007 je pak patrný další mírný pokles depozice s výkyvy v letech 2012 a 2015. Nejnížší hodnota byla zaznamenána v roce 2020. Stejně jako u depozice kademnatých iontů, i zde převažuje mokrá složka v poměru cca 7:1. Výjimku tvoří rok 2012, kdy je zastoupení obou složek srovnatelné (Obr. IX.22). Roky 2022 a 2023 nelze hodnotit z důvodu poruchy přístroje.

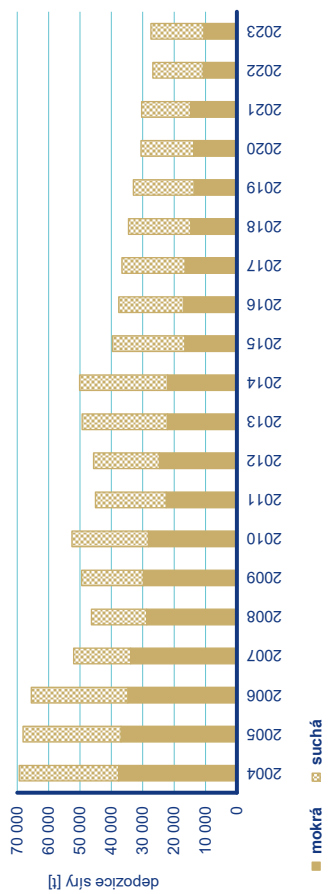
## Vývoj mokré depozice na vybraných stanicích ČHMÚ

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 nejnížší na stanici Košetice.

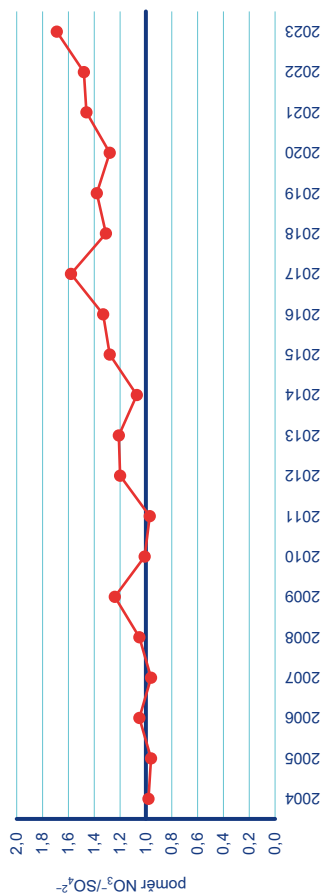
Od roku 2003 je pozorován pokles mokré depozice síranových iontů ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) s výkyvy v závislosti na meteorologických podmínkách (Obr. IX.23). Stejně jako u depozice  $\text{SO}_4^{2-}$ , je u depozice dusičnanových iontů ( $\text{NO}_3^-$ ) pozorován pokles s výraznými výkyvy (Obr. IX.24). Vývoj depozice amonných iontů ( $\text{NH}_4^+$ ) v letech 2003–2023 je značně proměnlivý v závislosti na meteorologických podmínkách a množství emisních zdrojů (Obr. IX.25). Vývoj depozice vodíkových iontů je značně proměnlivý, nicméně lze vysledovat klesající tendenci, zejména na stanici Souš (Obr. IX.26).

Hodnoty depozice kademnatých iontů do roku 2013 klesají, od roku 2014 pak stagnují na hodnotách pod 0,2 mg·m<sup>-2</sup>. Výrazně vyšší depozice kadmia na stanici Souš odpovídají dlouhodobě vysoké imisní zátěži této oblasti (Obr. IX.27). Hodnoty depozice olovnatých iontů vykazují v roce 2006 výrazný nárůst mokré depozice na všech stanicích, v případě Souše a Svratouchu až k hodnotě 7 mg·m<sup>-2</sup>. Od roku 2014 pak hodnoty depozice stagnují pod 1 mg·m<sup>-2</sup> (Obr. IX.28). Roky 2022 a 2023 nelze hodnotit z důvodu poruchy přístroje.

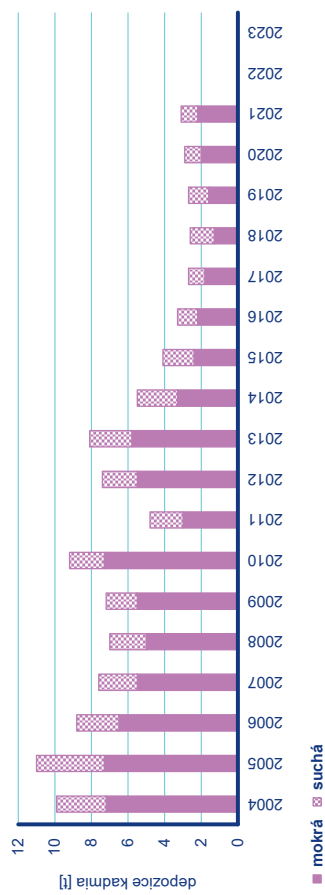




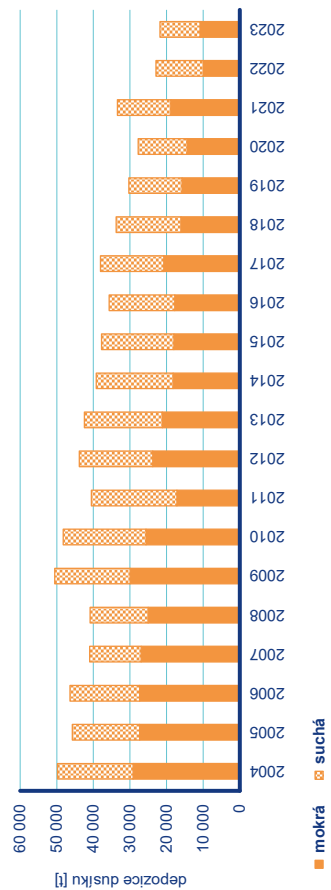
Obr. IX.17 Roční depozice síry ( $S_{SO_4^{2-}}$ ,  $S_{SO_2}$ ) na plochu České republiky, 2004–2023



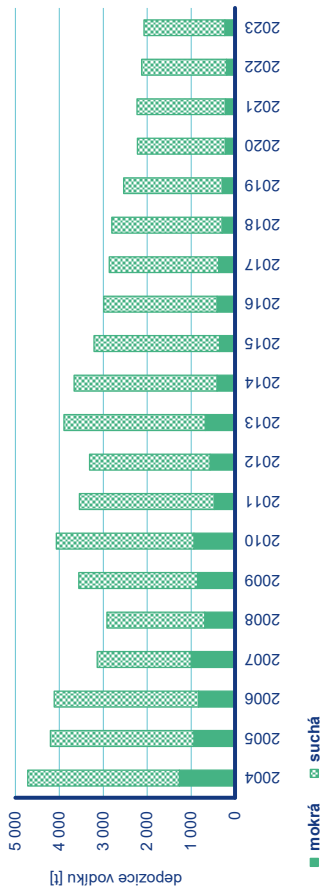
Obr. IX.19 Poměr koncentrací dusičnanů a síranů v atmosférických srážkách (vyjádřených jako  $meq \cdot l^{-1}$ ) na lokalitách ČHMÚ, 2004–2023



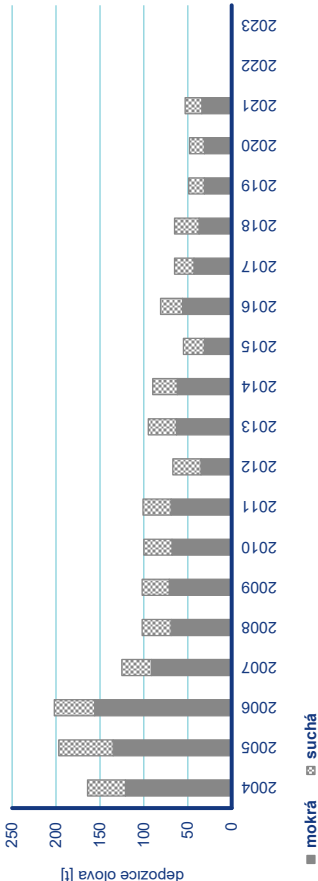
Obr. IX.21 Roční depozice  $Cd^{2+}$  na plochu České republiky, 2004–2023



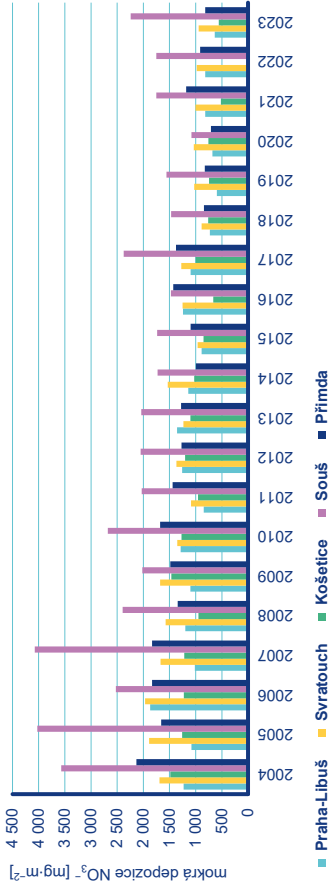
Obr. IX.18 Roční depozice oxidovaných forem dusíku ( $N_{NO_3^-}$ ,  $N_{NO_x}$ ) na plochu České republiky, 2004–2023



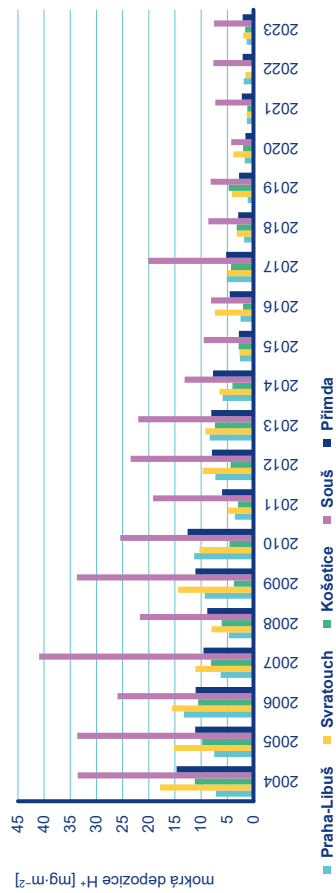
Obr. IX.20 Roční depozice  $H^+$  na plochu České republiky, 2004–2023



Obr. IX.22 Roční depozice  $Pb^{2+}$  na plochu České republiky, 2004–2023



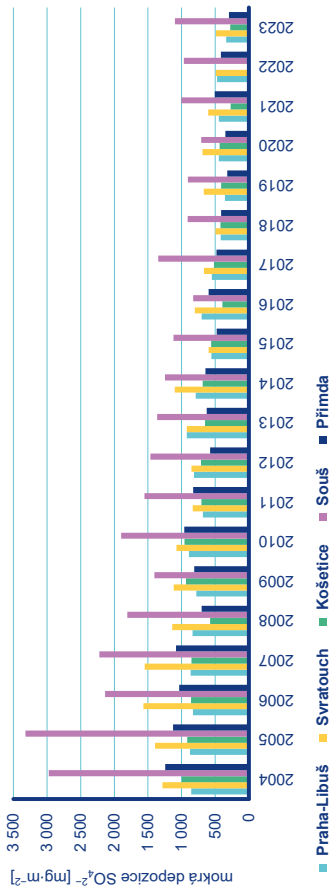
Obr. IX.24 Roční mokrá depozice  $\text{NO}_3^-$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023



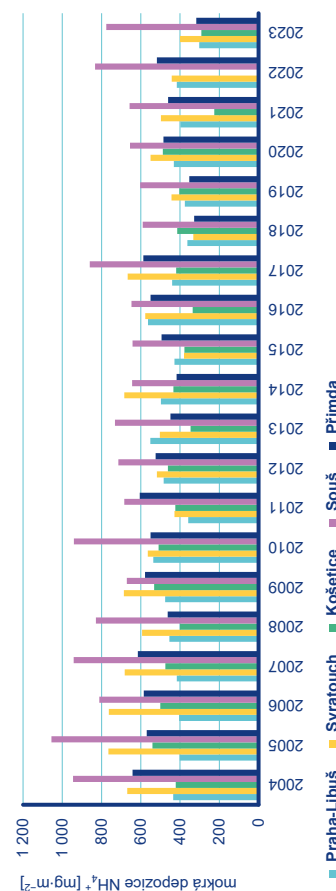
Obr. IX.26 Roční mokrá depozice  $\text{H}^+$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023



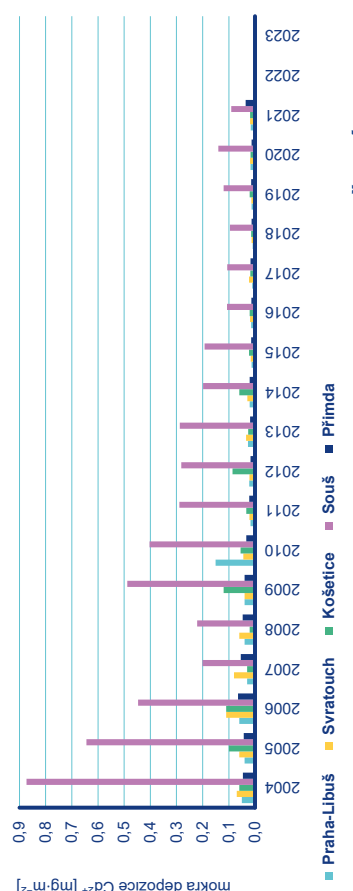
Obr. IX.28 Roční mokrá depozice  $\text{Pb}^{2+}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023



Obr. IX.23 Roční mokrá depozice  $\text{SO}_4^{2-}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023



Obr. IX.25 Roční mokrá depozice  $\text{NH}_4^+$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023



Obr. IX.27 Roční mokrá depozice  $\text{Cd}^{2+}$  na vybraných stanicích ČHMÚ, 2004–2023

# 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 (ČHMÚ 2024g).

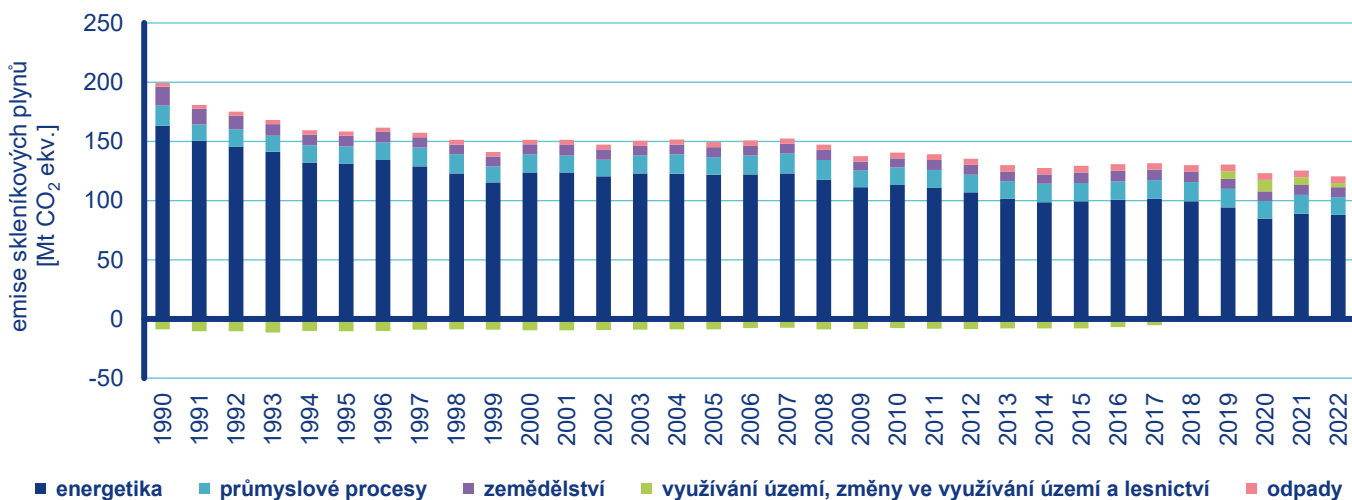
Od roku 2024 naplňuje ČR závazky Pařížské dohody (tedy snížit množství emisí o 40 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 1990), což s sebou přináší nový reportovací systém (ETF – Enhanced Transparency Framework). ČR má povinnost každý rok reportovat zprávu o inventarizaci skleníkových plynů a nově jednou za dva roky BTR zprávu (Biennial Transparency Report). S ohledem na přechod na nový reportovací systém je v letošním roce posunut termín pro odevzdání finální zprávy a datových tabulek emisí za rok 2022 z 15. 4. na konec roku 2024. Předchozí rok 2023 byl přechodným rokem (true up period), v rámci kterého probíhali přezkumy (GHG reviews) zpráv (ČR měla přezkum již v roce 2022) a naplňování závazků Kjótského protokolu. Dle závěrečné zprávy ČR naplnila své závazky, tj. snížit emise skleníkových plynů do roku 2020 o 20 % ve srovnání s rokem 1990. V roce 2023 došlo ke změně hodnot potenciálů globálního oteplování (GWP, Global Warming Potential) na potenciály poskytnuté v páté hodnotící zprávě IPCC (Myhre et al., 2013).

Nejviditelnější je změna pro  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$  při výpočtu ekvivalentu  $\text{CO}_2$ . 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 ( $\text{CO}_2$  ekv.), poklesly v ČR z hodnoty 193 mil. tun v roce 1990 na 121 mil. tun v roce 2022 (Tab. X.1). Samotné emise (bez LULUCF) poklesly z hodnoty 201 mil. tun na 118 mil. tun, vůči referenčnímu roku 1990 došlo k poklesu o 42 %.

Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích v  $\text{CO}_2$  ekv. v průběhu let je patrný z Obr. X.1. K poklesu emisí v roce 2020, který je patrný ve všech grafech, přispěla také omezení a opatření zavedená v souvislosti s šířením nového typu koronaviru SARS-COV-2.

V roce 2022 byl podíl emisí  $\text{CO}_2$  na celkových emisích skleníkových plynů v  $\text{CO}_2$  ekvivalentu (bez LULUCF) 82 %, podíl emisí  $\text{CH}_4$  byl 11 % a podíl emisí  $\text{N}_2\text{O}$  činil 4 %.

Systém emisního obchodování je důležitou součástí zdrojů dat při přípravě podkladových údajů pro inventarizaci emisí skleníkových plynů (ČHMÚ 2024g). Emise vykazované v EU ETS v roce 2022 dosáhly 57,05 Mt  $\text{CO}_2$  (Tab. X.2), což činí 60 % z celkových emisí  $\text{CO}_2$  České republiky (EEA 2024b).



Obr. X.1 Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích skleníkových plynů, 1990–2022

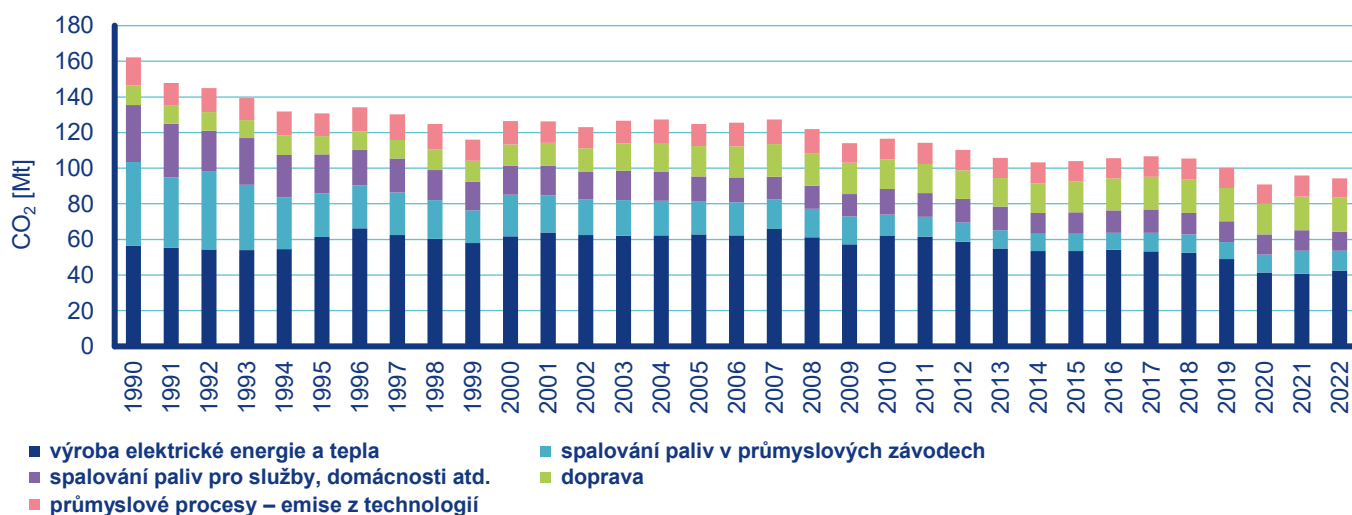
Tab. X.1 Vývoj emisí skleníkových plynů, 1990–2022

	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	158	166	27	8	0	192	201
1991	141	151	25	6	0	173	183
1992	137	147	24	6	0	167	177
1993	131	142	23	5	0	159	170
1994	125	134	22	5	0	152	161
1995	123	133	21	5	0	150	160
1996	127	137	21	5	0	154	163
1997	124	132	21	5	0	150	159
1998	119	127	20	5	1	144	152
1999	110	118	19	5	1	134	142
2000	119	128	18	5	1	143	152
2001	119	128	17	6	1	143	152
2002	116	125	17	5	1	139	148
2003	120	129	17	5	1	143	151
2004	121	129	16	5	1	144	152
2005	118	127	17	5	1	142	150
2006	121	128	17	5	2	144	151
2007	123	130	16	5	2	146	153
2008	116	124	16	5	2	140	148
2009	108	116	16	5	2	130	138
2010	111	118	16	4	3	134	141
2011	109	116	16	5	3	132	140
2012	104	112	16	5	3	128	136
2013	100	108	15	5	3	123	130
2014	98	105	15	5	3	121	128
2015	99	106	15	5	3	122	129
2016	101	107	15	5	4	125	131
2017	104	109	14	5	4	127	132
2018	108	107	14	5	4	131	130
2019	109	102	14	5	4	132	124
2020	104	92	13	4	4	125	114
2021	106	97	13	5	4	127	119
2022	98	95	13	5	4	121	118

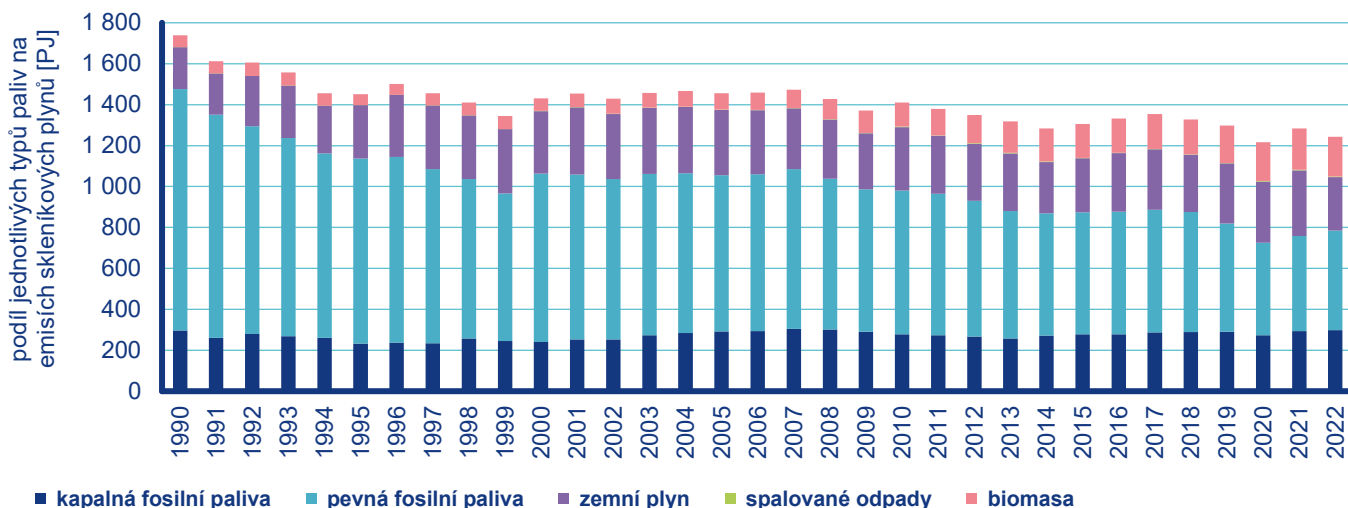
## Oxid uhličitý

Emise CO<sub>2</sub> pocházejí zejména ze spalování fosilních paliv (Obr. X.2). Z ostatních procesů přispívá zejména odsířování, 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 (Obr. X.3). 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 2024g).

Mezi roky 1990 a 2022 došlo k poklesu emisí CO<sub>2</sub> o 42 % (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 2024g).



Obr. X.2 Podíl jednotlivých sektorů na emisích CO<sub>2</sub>, 1990–2022



Obr. X.3 Podíl jednotlivých druhů spalovaných paliv na emisích CO<sub>2</sub>, 1990–2022

## Metan

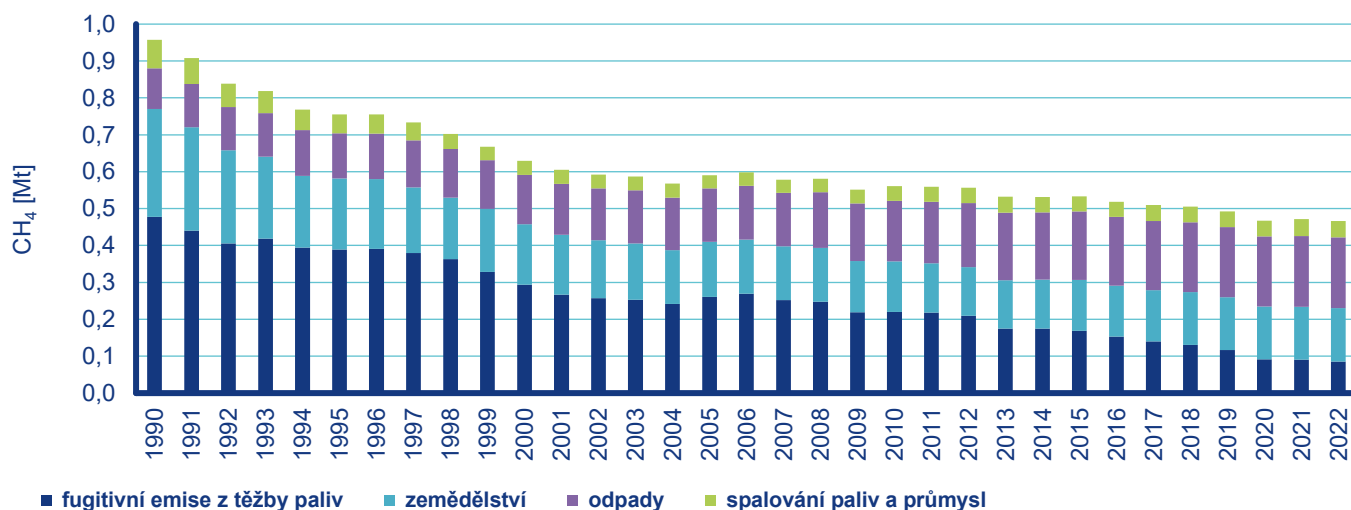
Metan ( $\text{CH}_4$ ) je z pohledu produkce v ČR druhý nejdůležitější skleníkový plyn. Antropogenní emise  $\text{CH}_4$  v ČR pocházejí zejména ze sektoru odpadů. Dalším významným zdrojem emisí  $\text{CH}_4$  je chov zvířat, kdy tento plyn vzniká během trávicích pochodů (zejména u skotu) a při rozkladu 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 většiny dolů na Ostravsku (ČHMÚ 2024g).

V období 1990–2022 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.

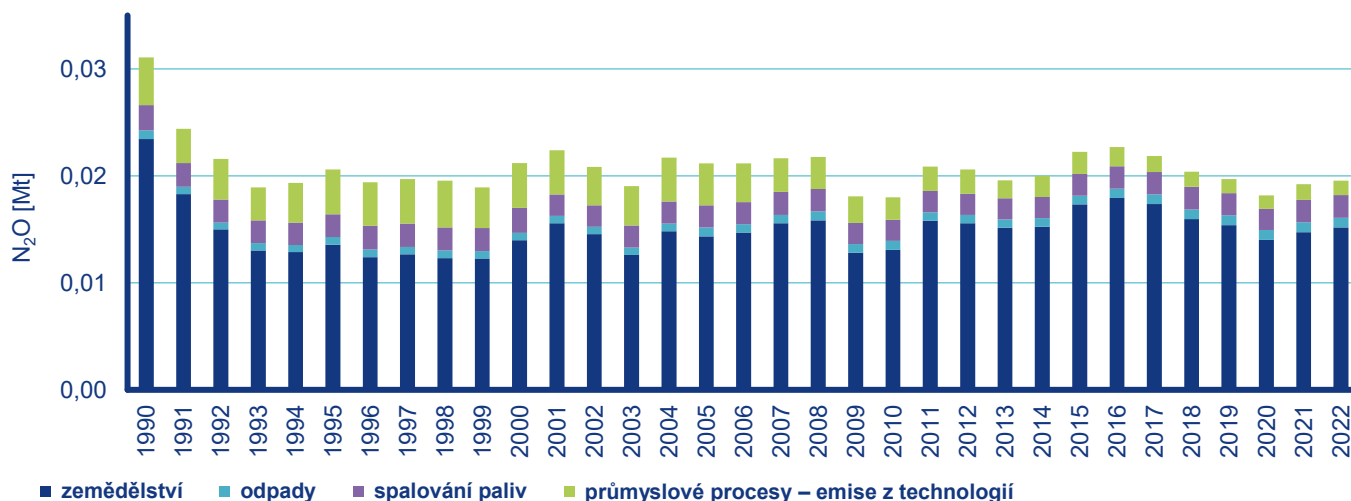
## Oxid dusný

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 spalování paliv. (ČHMÚ 2024g).

V období 1990–2022 došlo k poklesu emisí  $\text{N}_2\text{O}$  o 37 % (Obr. X.5), a to zejména v důsledku snížení používání umělých hnojiv v zemědělství, poklesem stavu hospodářských zvířat a v důsledku cíleného zavádění technologií na odstraňování emisí oxidu dusného při výrobě kyseliny dusičné.



Obr. X.4 Podíl jednotlivých sektorů na emisích  $\text{CH}_4$ , 1990–2022

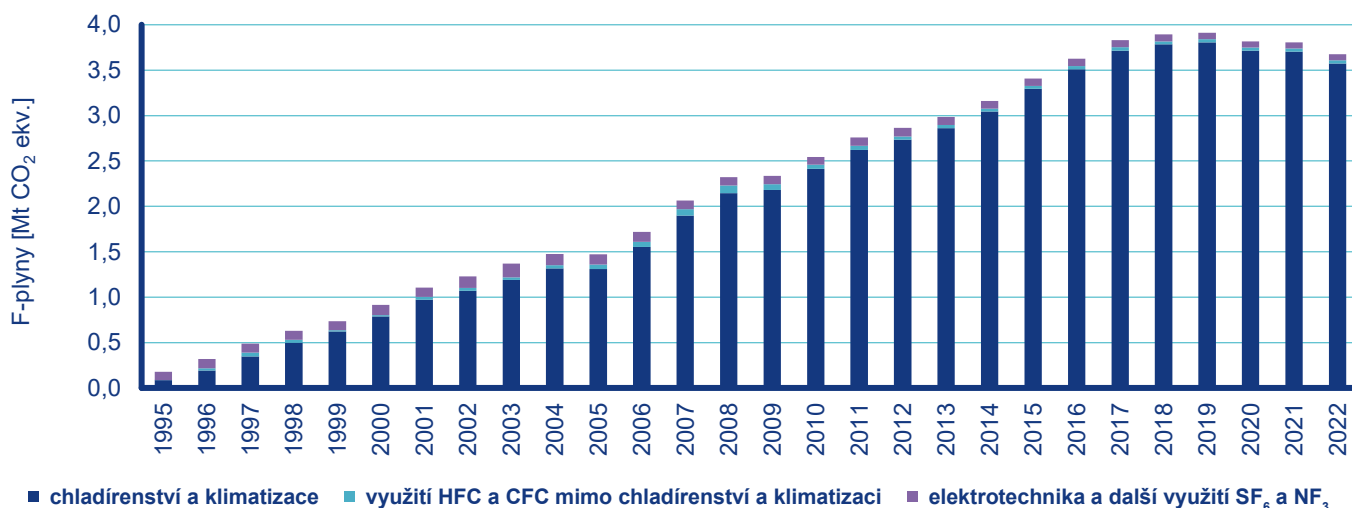


Obr. X.5 Podíl jednotlivých sektorů na emisích  $\text{N}_2\text{O}$ , 1990–2022

## Fluorované plyny

Emise fluorovaných plynů vzrostly od roku 1995 ze 178,3 kt na 3 677 kt CO<sub>2</sub> ekv. v roce 2022 (Obr. X.6). Tím vzrostl i podíl fluorovaných plynů na celkových agregovaných emisích z průmyslových procesů (z 0,6% v roce 1995 na 24% v roce 2022). 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 používáním moderních technologií (klimatizace) a výrobním zaměřením ČR (produkce automo-

bilů a klimatizačních jednotek) (ČHMÚ 2024g). 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, 1995–2022

Tab. X.2 Vývoj emisí vykazovaných v systému obchodování s emisemi (EU ETS), 2010–2022

	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
2021	45,15	0,96	5,79	4,03	0,74	0,42	0,53	57,86	96,67	59,85
2022	45,64	0,90	4,94	3,69	0,73	0,42	0,14	57,05	95,73	59,59

# LITERATURA

- AAS, W., SOARES, J., HAMER, P., SCHNEIDER, P., SVENDBY, T., GUERREIRO, C., 2022. Review of methods that can be used in the assessment of atmospheric deposition. *NILU Report* [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://nilu.brage.unit.no/nilu-xmlui/bitstream/handle/11250/3068414/NILU-report-33-2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- 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>.
- 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 NO<sub>x</sub> emissions from passenger cars and light duty vehicles. *Atmospheric Environment*. Vol. **45**, p. 7053–7063 [online]. [cit. 28. 5. 2018]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.09.063>.
- CHOI, H., JEDRYCHOWSKI, W., SPENGLER, J., CAMANN, D. E., WHYATT, R. M. et al., 2006. International Studies of Prenatal Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Fetal Growth. *Environmental Health Perspectives*. Vol. **114**, p. 1744–1750 [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1665416>.
- CHOW, J. C., WATSON, J. G., DORAISWAMY, P., ANTONY CHEN, L. W., SODEMAN, D. A. et al., 2009. Aerosol light absorption, black carbon, and elemental carbon at the Fresno Supersite, California. *Atmospheric Research*. Vol. **93**, p. 874–887 [online]. [cit. 31. 3. 2016]. Dostupné z WWW: [https://env1.gist.ac.kr/~antl/APTL\\_publications/2009/2009\\_7.pdf](https://env1.gist.ac.kr/~antl/APTL_publications/2009/2009_7.pdf).
- COLBECK, I., MACKENZIE, A. R., 1994. Air Pollution by photochemical oxidants. *Air Quality Monographs*. Vol. **1**. Amsterdam: Elsevier. ISBN 0-444-88542-0.
- ČERNÁ, M., KRŠKOVÁ-BATÁRIOVÁ, A., PUKLOVÁ, V., 2011. Obsah olova v krvi dětí a dospělých. Informační list SZÚ [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/obsah-olova-v-krvi-deti-a-dospelych?highlight=olovo>.
- ČHMÚ, 2016. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2015 [online]. [cit. 9. 8. 2023]. 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, 2019. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018 [online]. [cit. 9. 8. 2023]. 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, 2020. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2019 [online]. [cit. 9. 8. 2023]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/19groc/gr19cz/Obsah_CZ.html).
- ČHMÚ, 2024a. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2023. Souhrnný tabelární přehled [online]. [cit. 8. 8. 2024]. 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, 2024b. Systém sběru, zpracování a hodnocení dat [online]. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/system-sberu-2022.pdf>.
- ČHMÚ, 2024c. Emisní bilance České republiky [online]. [cit. 11. 05. 2024]. 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, 2024d. Zprávy o emisní inventuře [online]. [cit. 11. 05. 2024]. 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, 2024e. Česká zpráva o emisní inventuře v roce 2024 [online]. [cit. 11. 05. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/CZ-informativni-zprava-emisni-inventury-2024.pdf>.
- ČHMÚ, 2024f. Nová metodika emisní bilance spalovacích zdrojů v domácnostech od roku 2023 [online]. [cit. 17. 05. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/MethodikaEBSpalovZdrojuVDomacnostechOd2023.pdf>.
- ČHMÚ, 2024g. National Inventory report of the Czech Republic, Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-7653-070-6.
- ČMeS, 2023. Elektronický meteorologický slovník (eMS) [online]. [cit. 24. 03. 2023]. Dostupné z WWW: <http://slovník.cmes.cz>.
- ČSÚ, 2022. Spotřeba paliv a energií v domácnostech Energo – 2021 [online]. [cit. 11. 05. 2023]. Dostupné z WWW: [www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energie-v-domacnostech-energo-2021](http://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energie-v-domacnostech-energo-2021).
- ČSÚ, 2023. Sčítání 2021. Zveřejnění výsledků [online]. [cit. 27. 06. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.scitani.cz/domov>.
- ČSÚ, 2024a. Statistická ročenka Hl. m. Prahy – 2023. Charakteristika kraje [online]. [cit. 28. 05. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.czso.cz/csu/czso/statisticka-rocenka-hl-m-prahy-2023>.
- ČSÚ, 2024b. Krajská správa ČSÚ pro Středočeský kraj. Charakteristika kraje [online]. [cit. 28. 05. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika\\_kraje](https://www.czso.cz/csu/xs/charakteristika_kraje).
- DAVID, E., NICULESCU, V.-C., 2021. Volatile Organic Compounds (VOCs) as Environmental Pollutants: Occurrence and Mitigation Using Nanomaterials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. **18**, p. 13147 [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.3390/ijerph182413147>.
- 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. 3. 9. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/2016/11/pp\\_pah.pdf](https://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/2016/11/pp_pah.pdf).
- EC, 2001b. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position paper [online]. [cit. 3. 9. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/2016/11/as\\_cd\\_ni\\_position\\_paper.pdf](https://www.aces.su.se/reflab/wp-content/uploads/2016/11/as_cd_ni_position_paper.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, 2019. Sdělení komise evropskému parlamentu, evropské radě, radě, evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů. Zelená dohoda pro Evropu [online]. [cit. 7. 8. 2023]. Dostupné z WWW: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0010.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0010.02/DOC_1&format=PDF).
- EC, 2021. Sdělení komise evropskému parlamentu, radě, evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů. Cesta ke zdravé planetě pro všechny. Akční plán EU: „Vstříc nulovému znečištění ovzduší, vod a půdy“ [online]. [cit. 8. 8. 2023]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0400>.
- EC, 2022. Návrh Směrnice Evropského parlamentu a Rady o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (přepřacované znění) [online]. [cit. 8. 8. 2023]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>.
- 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, 2022. Air quality in Europe 2022 [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022>.
- EEA, 2023. Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023. Web report. [online]. [cit. 18. 7. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution>.
- EEA, 2024a. Europe's air quality status 2024. Web report [online]. [cit. 25. 7. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024>.
- EEA, 2024b. EU Emissions Trading System (ETS) data viewer [online]. [cit. 17. 5. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>.
- EP, 2024. Kvalita vnějšího ovzduší a čistší ovzduší pro Evropu, Legislativní usnesení Evropského parlamentu ze dne 24. dubna 2024 o návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (přepřacované znění) (COM(2022)0542 – C9-0364/2022 – 2022/0347(COD)) [online]. [cit. 1. 8. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0319\\_CS.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0319_CS.pdf).
- EPA, 2023. Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality [online]. [cit. 13. 5. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality>.
- 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, 2024. Air quality maps of EEA and cooperating countries for 2022. Eionet Report ETC HE 2024/4. (V přípravě.)
- EU, 2004. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší [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. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu [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. 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. 18. 7. 2023]. Dostupné z WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>.
- FERGUSON, Sue. Smoke dispersion prediction systems. In: Hardy, C., Ottmar, R., Peterson, J., Core, J., Seamon, P., eds., Smoke Management Guide for Pre646 scribed and Wildland Fire: 2001 Edition. National Wildfire Coordination Group, 2001, pp. 163–178 [online]. [cit. 8. 4. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.nwgc.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.
- HOERGER, C. C., CLAUDE, A., PLASS-DUELMER, C., REIMANN, S., ECKART, E. et al., 2015. ACTRIS non-methane hydrocarbon intercomparison experiment in Europe to support WMO GAW and EMEP observation networks. *Atmospheric Measurement Techniques*. Vol. 8, p. 2715–2736 [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.5194/amt-8-2715-2015>.
- 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. 202]. 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., BRABEC, M., MALÝ, M., 2019. 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>.
- HŮNOVÁ, I., BRABEC, M., MALÝ, M., 2020. Trends in ambient O<sub>3</sub> concentrations at twelve sites in the Czech Republic over the past three decades: Close inspection of development. *Science of the Total Environment*, Vol. **746**, 141038 [online]. [cit. 6. 9. 2023]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141038>.
- Hůnová I., Brabec M., Malý M., 2024. Major ions in Central European precipitation: Insight into changes in NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ratios over the last four decades. *Chemosphere*, Vol. **349**, 140986 [online]. [cit. 26. 6. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140986>.
- 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, 2015. Outdoor air pollution. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. Vol. **109**. Lyon, France – 2015 [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://publications.iarc.fr/538>.
- 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>.
- IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley, eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp [online]. [cit. 27. 4. 2020]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
- KENDALL, M.G., 1955: Rank Correlation Methods. Charles Graffin: London, United Kingdom.
- 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., KIRANE, 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]. [cit. 1. 7. 2021]. Dostupné z WWW: [http://envis.praha-mesto.cz/rocniky/Pr18\\_pdf/ElzpravaZP18\\_kapB1.pdf](http://envis.praha-mesto.cz/rocniky/Pr18_pdf/ElzpravaZP18_kapB1.pdf).
- MOLDANOVÁ, J., 2009. Chemie plynné fáze. [Gas-phase chemistry.] In: BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., eds., Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1598-1.
- MPO, 2023. Počet fotovoltaických elektráren zapojených do sítě se od začátku roku 2022 více než zdvojnásobil. MPO pracuje na zjednodušení jejich povolování [online]. [cit. 28. 7. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.mpo.gov.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/pocet-fotovoltaickych-elektraren-zapojenych-do-site-se-od-zacatku-roku-2022-vice-nez-zdvojnasil-mpo-pracuje-na-zjednoduseni-jejich-povolovani--275690/>
- MYHRE, G., SHINDELL, D., BRÉON, F.-M., COLLINS, W., FUGLESTVEDT, J., HUANG, J., KOCH, D., LAMARQUE, J.-F., LEE, D., MENDOZA, B., NAKAJIMA, T., ROBOCK, A., STEPHENS, G., TAKEMURA, T., ZHANG, H., 2013. Anthropogenic and Natural

- Radiative Forcing. In: STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V., MIDGLEY, P. M., eds., *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.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 měřicích lokalit pro vyhlášení vzniku nebo ukončení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXXII, částka 3, s. 34–38. [online]. [cit. 4. 1. 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/$FILE/SOTPR-Vestnik_duben_2022-20220426.pdf).
  - MŽP, 2024. Sdělení odboru ochrany ovzduší, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřicích lokalit pro vyhlášení vzniku nebo ukončení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXXIV, částka 3, s. 6. [online]. [cit. 4. 1. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik\\_mzp\\_2024/\\$FILE/OK-Vestnik\\_brezen\\_20240328.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik_mzp_2024/$FILE/OK-Vestnik_brezen_20240328.pdf).
  - MŽP, 2023. Strategické dokumenty [online]. [cit. 17. 5. 2022]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/cz/strategicke\\_dokumenty](https://www.mzp.cz/cz/strategicke_dokumenty).
  - NA, K., COCKER, D. R., 2005. Organic and elemental carbon concentrations in fine particulate matter in residences, schoolrooms, and outdoor air in Mira Loma, California. *Atmospheric Environment*. Vol. **39**, p. 3325–3333.
  - NEUŽIL, V., 2012. Podíl NO a NO<sub>2</sub> ve spalínách. Výzkumná zpráva. Praha: KONEKO.
  - NOVÁK, V., PLACHÁ, H. (eds.), 2023. Monitoring kvality ovzduší v rámci specifického cíle 2.1 Operačního programu životního prostředí. Závěrečná zpráva [online] [cit. 26. 7. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty\\_TP\\_OPZP\\_OPST/\\$FILE/ofeu-monitoring\\_kvality\\_ovzdusi-20240112.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_TP_OPZP_OPST/$FILE/ofeu-monitoring_kvality_ovzdusi-20240112.pdf).
  - OOKA, R., KHIEM, M., HAYAMI, H., YOSHIKADO, H., HUANG, H., KAWAMOTO, Y., 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/peelepipaper.pdf](https://faculty.mercer.edu/butler_aj/documents/peelepipaper.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>.
  - REIMANN, S., WEGENER, R., CLAUDE, A., SAUVAGE, S., 2018. Updated Measurement Guideline for NO<sub>x</sub> and VOCs. *ACTRIS*. Deliverable 3.17 [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.actris.eu/sites/default/files/inline-files/WP3\\_D3.17\\_M42\\_0.pdf](https://www.actris.eu/sites/default/files/inline-files/WP3_D3.17_M42_0.pdf).
  - ŘSD, 2022. Celostátní sčítání dopravy 2020 [online]. [cit. 24. 7. 2023]. Dostupné z WWW: [https://scitani.rsd.cz/CSD\\_2020](https://scitani.rsd.cz/CSD_2020).
  - SAMET, J. M., ZEGER, S. L., DOMINICI, F., CURRIERO, F., COURSAK, I. et al., 2000. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. *Research Report* (Health Effects Institute). No. **94**, Part II [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW: <https://www.cabq.gov/airquality/documents/pdf/samet2.pdf>.
  - 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>.
  - SEIBERT, R., VOLNÁ, V., HLADKÝ, D., KREJČÍ, B., 2023. Identifikace příčin znečištění ovzduší benzenem v Ostravě. Zpráva v rámci dílčího cíle 2.1 Zlepšení identifikace zdrojů znečištění. Projekt SS02030031: ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.projekt-aramis.cz/results/benzenOstrava2023.pdf>.
  - SEIBERT, R., VOLNÁ, V., HLADKÝ, D., KREJČÍ, B., 2024. Identifikace příčin znečištění ovzduší oxidem siřičitým v Českém Těšíně. Zpráva v rámci dílčího cíle 2.1 Zlepšení identifikace zdrojů znečištění. Projekt SS02030031: ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.projekt-aramis.cz/results/SO2\\_CeskyTessin.pdf](https://www.projekt-aramis.cz/results/SO2_CeskyTessin.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., WOFSEY, 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.
  - STANIER, C. O., KHLISTOV, 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.
  - SZÚ, 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>.
  - THURSTON, G.D. 2008, Outdoor air pollution: sources, atmospheric transport, and human health effects, Elsevier, p. 700–711.
  - 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, 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>.
  - VET, R., ARTZ, R. S., CAROU, S., SHAW, M., RO, C.-U., AAS, W., BAKER, A., BOWERSOX, V. C., DENTENER, F., GALY-LACAUX, C. et al., 2014. A global assessment of precipitation chemistry and deposition of sulphur, nitrogen, sea salt, base cations, organic acids, acidity and pH, and phosphorus. *Atmospheric Environment*. Vol. **93**, p. 3–10 [online]. [cit.

12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.10.060>.
- 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\\_VKCAS\\_2010.pdf](http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VKCAS_2010.pdf).
  - VOLNÁ, V., HLADKÝ, D., SEIBERT, R., KREJČÍ, B., 2022. Transboundary Air Pollution Transport of PM<sub>10</sub> and Benzo[*a*]pyrene in the Czech–Polish Border Region. *Atmosphere* 2022, **13**, 341 [online]. [cit. 25. 7. 2023]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.3390/atmos13020341>.
  - 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, 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.who.int/publications/i/item/9789289013581>.
  - WHO, 2006. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02>.
  - WHO, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP. WHO Regional Office for Europe [online]. [cit. 2. 9. 2024]. Dostupné z WWW: <https://iris.who.int/handle/10665/341712>.
  - 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 ohlašovací povinnosti 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: Sbírka zákonů. 13. únor 2008. ISSN 1211-1244.
  - Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: Sbírka 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 [online]. [cit. 13. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.06.044>.
  - ZHOU, L., HOPKE, P. K., STANIER CH. O., PANDIS S.N., ONDOV, J. M., PANCRAS, J. P. 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 [online]. [cit. 13. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1029/2004JD005050>.
  - ZHOU, X., ZHOU, X., WANG, C., ZHOU, H., 2023. Environmental and human health impacts of volatile organic compounds: A perspective review. *Chemosphere*. Vol. **311**, p. 137489 [online]. [cit. 12. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137489>.

# SEZNAM ZKRATEK

a. s.	akciová společnost
ACTRIS	Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network
AOT40	kumulativní expozice nad prahovou koncentrací 40 ppb
ARAMIS	TA ČR „Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší“
ASKPCR	Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR
AV ČR	Akademie věd ČR
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
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)
EP	Evropský parlament
ES	Evropské společenství
ETC/ACM	Evropské tematické centrum znečištění ovzduší a zmírnění klimatické změny
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

ISKO	Informační systém kvality ovzduší
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
NMVOC	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
NPSE	Národní program snižování emisí
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
SLDB	Sčítání lidu, domů a bytů
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
SSIM	Státní síť imisního monitoringu
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
UNFCCC	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu
ÚH AV ČR	Ústav pro hydrodynamiku AV ČR
US EPA	United States Environmental Protection Agency
ÚVGZ AV ČR	Ústav výzkumu globální změny AV ČR
VOC	těkavé organické látky
VPH	varovná prahová hodnota
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
WAM	scénář s dodatečným opatřením
WEM	scénář s platným 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 2024b). 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 2023, 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 eulerovského modelu CAMx a gaussovského modelu SYMOS provozovaných ČHMÚ a medián ansámblu evropských předpovědních modelů CAMS. Modely odpovídají hodnocenému roku. V případě modelů CAMx a SYMOS pak byly použity nejaktuálnější emisní vstupy, které byly v době přípravy ročenky k dispozici. Podrobný popis použitých modelů a vstupních dat je v ČHMÚ (2024b).

**c. Emise z dopravy:** rozlišení 1 × 1 km, zdroj: silniční doprava dle sčítání ŘSD 2020 (ŘSD 2022).

**d. Nadmořská výška:** rozlišení 1 × 1 km, zdroj: ZABAGED, Zeměměřičský úřad.

**e. Hustota populace:** rozlišení 1 × 1 km, zdroj: dle sčítání SLDB 2021 (ČSÚ 2023b).

### 2. Odhad nejistoty

Pro odhad nejistoty příslušné mapy byla použita metoda **křížového ověřování (cross-validation)**, 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 58 venkovských (bez rozlišení na pozařadové a průmyslové), 84 městských a předměstských pozařadových a 28 dopravních stanic. Výsledky měření sedmi městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 1).

**b. Jemné suspendované částice  $PM_{2,5}$ :** Pro konstrukci mapy bylo použito 28 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 51 městských a předměstských pozadových a 21 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). 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 15 venkovských a 43 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové), které byly doplněny 12 venkovskými a 12 městskými a předměstskými stanicemi, jejichž hodnoty byly odhadnuty pomocí naměřených hodnot v předchozích letech. V případě městské i venkovské mapové vrstvy byla využita 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).

**d. Oxid dusičitý a oxidy dusíku:** Pro konstrukci mapy  $NO_2$  bylo použito 31 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové), 47 městských a předměstských pozadových a 23 dopravních stanic. Výsledky měření 2 městských a předměstských průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro konstrukci mapy  $NO_x$  bylo použito 29 venkovských, 45 městských a předměstských pozadových a 24 dopravních stanic (Tab. 4).

**e. Přízemní ozon:** Pro konstrukci mapy 26. nejvyššího maximálního denního 8hodinového klouzavého průměru bylo použito 29 venkovských, 26 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 dopravních byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro konstrukci mapy AOT40 bylo použito 31 venkovských, 33 městských a předměstských pozadových stanic (Tab. 5).

**f. Benzen:** Pro konstrukci mapy bylo použito 7 venkovských, 21 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 3 průmyslových a 6 dopravních stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Vzhledem k malému počtu venkovských stanic je odhad nejistoty venkovských oblastí pouze orientační (Tab. 6).

**g. Těžké kovy:** Pro konstrukci mapy arsenu bylo použito 12 venkovských a 32 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozadové, dopravní a průmyslové). Pro konstrukci mapy kadmia bylo použito 45 stanic (bez rozlišení podle typu). Nejistota mapy kadmia je odhadnuta bez Tanvaldu a jeho bezprostředního okolí, protože vysoké absolutní hodnoty koncentrací v této lokalitě by způsobily zkreslení celkové nejistoty mapy. Vysoká relativní nejistota mapy kadmia souvisí s nízkými hodnotami kadmia na většině území (Tab. 7).

**h. Oxid siřičitý:** Pro konstrukci mapy 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace bylo použito 37 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 34 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 1 dopravní a 3 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro mapy ročního resp. zimního průměru bylo použito 37 resp. 25 venkovských (bez rozlišení na pozadové a průmyslové) a 34 resp. 25 městských a předměstských pozadových stanic. Výsledky měření 2 dopravních a 2 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (Tab. 8).

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

Pro sloučení městské a venkovské vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (ČHMÚ 2024b):  $\alpha_1 = 200 \text{ obyv}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\alpha_2 = 1000 \text{ obyv}\cdot\text{km}^{-2}$ . Pro sloučení pozadové a dopravní vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů:  $\tau_1 = 3 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ ,  $\tau_2 = 8 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (pro mapy  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ), resp.  $\tau_1 = \tau_2 = 5 \text{ t}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$  (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  $NO_x^1$ .

1 U plošných map  $NO_2$  a  $NO_x$  byla dopravní vrstva použita pouze ve městech.

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)	8,0	17,7	13,0	9,2	27,5	19,3
a1 (model CAMx)	1,29	0,27	0,51	1,30	0,32	0,57
a2 (nadmořská výška)	-0,0058	-0,0120		-0,0056	-0,0198	
range [km]	30	69	2	43	74	2
nugget	0	1,1	0	0	2,7	0
partial sill	1,8	2,0	3,7	7,5	6,4	7,2
váha IDW		1			1	
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>2,0</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>2,7</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>9</b>

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

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr		
	venkov	městské pozadí	doprava
c (konstanta)	-1,0	-1,5	1,2
a1 (venkovská mapa $PM_{10}$ )	0,33		
a2 (městská pozadová mapa $PM_{10}$ )		0,81	
a3 (dopravní mapa $PM_{10}$ )			0,61
a4 (model CAMx)	1,17		
range [km]	21	8	11
nugget	0	0	0
partial sill	0,6	0,7	0,9

Tab. 3 Parametry mapy benzo[a]pyrenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	města
c (konstanta)	0,05	0,33
b1 (konstanta)	0,94	
b2 (konstanta)		0,51
a1 (exp(b1*venkovská mapa PM <sub>2,5</sub> ))	0,000001	
a2 (exp(b2*městská mapa PM <sub>2,5</sub> ))		0,000255
a3 (model CAMx zjemněný SYMOsem)	0,88	0,28
range [km]	9	3
nugget	0	0
partial sill	0,03	0,06
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>&gt; 0,2</b>	<b>0,3</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>&gt; 40</b>	<b>30</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)	5,8	15,4	15,9	3,8	25,3	27,3
a1 (model SYMOS NO <sub>2</sub> )	4,66	1,30				
a2 (model SYMOS NO <sub>2</sub> – REZZO 4)			3,13			
a3 (model SYMOS NO <sub>x</sub> )				2,70	0,40	
a4 (model SYMOS NO <sub>x</sub> – REZZO 4)						1,45
a5 (nadmožská výška)	-0,004	-0,015			-0,032	
váha IDW	1	1	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,9</b>	<b>2,8</b>	<b>5,2</b>	<b>1,6</b>	<b>5,8</b>	<b>14,7</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>37</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)	-16,6	33,3	-3 883	-10 131
a1 (model CAMx)	1,19		0,97	0,82
a1 (model CAMS)		0,77		0,99
váha IDW	1	1,1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>3,6</b>	<b>3,2</b>	<b>2 552</b>	<b>2 515</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>17</b>

Tab. 6 Parametry mapy benzenu

Lineární regresní model + interpolace reziduí	Roční průměr	
	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	0,1	0,2
a1 (model CAMx)	4,36	4,90
váha IDW	1	1
<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>17</b>	<b>28</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		
a1 (venkovská mapa PM <sub>10</sub> )	0,123		
range [km]	160	12	7
nugget	0	0	0
partial sill	0,2	0,7	0,3
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>41</b>	<b>51</b>	<b>100</b>

Tab. 8 Parametry map SO<sub>2</sub>

Lineární regresní model + interpolace reziduí	4. nejvyšší denní průměr		Roční průměr		Zimní průměr	
	venkov	městské pozadí	venkov	městské pozadí	venkov	městské pozadí
c (konstanta)	5,6	0,8	2,6	1,9	2,8	1,8
a1 (model CAMx)	0,37	0,71	0,29	0,60	0,27	0,59
váha IDW	1	1	1	1	1	1
<b>RMSE [<math>\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}</math>]</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
<b>relat. RMSE [%]</b>	<b>48</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	<b>26</b>

# PŘÍLOHA II

## Podíl území a obyvatelstva ČR vystaveného koncentraci vyšší než jsou doporučené hodnoty WHO

Od vydání doporučených hodnot v roce 2006 uplynulo více než 15 let (WHO 2006)<sup>1</sup>. Od té doby došlo k výraznému nárůstu kvality a množství důkazů poukazujících na nežádoucí vliv znečištěného ovzduší na zdraví. V září 2021 vydala WHO nové doporučené hodnoty pro kvalitu ovzduší pro šest znečišťujících látek (tzv. klasické polutanty, tj. PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> a CO), pro které nejvíce pokročily poznatky o účincích jejich negativního vlivu na

lidské zdraví (WHO 2021)<sup>2</sup>. V návaznosti na nejnovější poznatky o vlivu znečištěného ovzduší na lidské zdraví dochází v současné době k revizi směrnic o kvalitě ovzduší<sup>3</sup>. Jedním z hlavních cílů revize směrnic je i zpřísnění v současné době platných imisních limitů (zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění)<sup>4</sup> a jejich užší sladění s vědeckými poznatky včetně nejnovějších doporučení WHO (EP 2024)<sup>5</sup>.

**Tab. 1 Podíl území a obyvatelstva ČR vystaveného koncentracím vyšší než jsou v současné době legislativně zakotvené imisní limity pro ochranu zdraví lidí (zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění) a koncentracím vyšším než jsou doporučené hodnoty WHO (WHO 2021)<sup>2</sup>**

Znečišťující látka	Imisní limit (µg·m <sup>-3</sup> )	Obyvatelstvo vystavené koncentraci vyšší než stanovený imisní limit	Území s koncentrací vyšší než stanovený imisní limit	Doporučená hodnota WHO (µg·m <sup>-3</sup> )	Obyvatelstvo vystavené koncentraci vyšší než hodnota WHO	Území s koncentrací vyšší než hodnota WHO
PM <sub>10</sub> <sup>*</sup>	40	0 %	0 %	15	62,3 %	23,6 %
PM <sub>2,5</sub> <sup>*</sup>	20	0,01 %	0,01 %	5	99,9 %	97,8 %
NO <sub>2</sub> <sup>*</sup>	40	0 %	0 %	10	55,2 %	5,9 %
SO <sub>2</sub> <sup>**</sup>	125	0 %	0 %	40	0,1 %	0,02 %

Pozn.: Sdělení v tabulce jsou založena na následujících imisních charakteristikách: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> – roční průměrná koncentrace\*; SO<sub>2</sub> – 4. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace\*\*. Hodnocení je uvedeno tedy pro ty imisní charakteristiky, pro které jsou v současné době jak zákonem stanoveny imisní limity, tak doporučené hodnoty WHO (viz kap. I., Tab. I.1 a Tab. I.3).

- WHO, 2006. Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. [online]. [cit. 5. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06.02>.
- 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. 5. 8. 2024]. Dostupné z WWW: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
- 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.
- Zákon o ovzduší č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. In: Sbírka zákonů. 13. června 2012. ISSN 1211-1244.
- EP, 2024. Kvalita vnějšího ovzduší a čistší ovzduší pro Evropu, Legislativní usnesení Evropského parlamentu ze dne 24. dubna 2024 o návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu (přepřacované znění) (COM(2022)0542 – C9-0364/2022 – 2022/0347(COD)) [online]. [cit. 1. 8. 2024]. Dostupné z WWW: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0319\\_CS.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0319_CS.pdf).

## **Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2023**

Vydalo nakladatelství Český hydrometeorologický ústav

Sazba a DTP: Petra Tichá

Fotografie na obálce: Hana Škáchová

Praha 2024, 1. vydání, 166 stran

ISBN 978-80-7653-071-3 (pdf)