

ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2018

AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018



ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Úsek kvality ovzduší

CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE
Air Quality Division



ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2018

AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Úsek kvality ovzduší

*CZECH HYDROMETEOROLOGICAL INSTITUTE
Air Quality Division*

Celková redakce ročenky: / Overall editing:

H. Škáchová, L. Vlasáková

I. ÚVOD / INTRODUCTION

B. Kotlík, L. Vlasáková

II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ / AIR POLLUTION

K. Beláková, P. Machálek, J. Šmejdiřová

**III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY
METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS**

K. Sedláková, H. Škáchová

IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE / AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC

J. Brzezina, A. Holubová Šmejkalová, J. Horálek, I. Hůnová, B. Krejčí, H. Plachá, M. Schreiberová,
J. Sládeček, H. Škáchová, J. Šmejdiřová, M. Váňa, L. Vlasáková, V. Volná

V. AGLOMERACE / AGGLOMERATIONS

J. Brzezina, B. Krejčí, P. Machálek, J. Schovánková, M. Schreiberová, H. Škáchová,
J. Šmejdiřová, L. Vlasáková, V. Volná

**VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM
SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM**

Š. Nápravníková, F. Šopko, O. Vlček

**VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES**

M. Schreiberová

VIII. EVROPSKÝ KONTEXT / EUROPEAN CONTEXT

J. Horálek, M. Váňa

**IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE V ČESKÉ REPUBLICE
ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE CZECH REPUBLIC**

I. Hůnová, P. Kurfürst, H. Škáchová

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ / GREENHOUSE GAS EMISSIONS

E. Krtková

XI. HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ / EVALUATION OF AIR QUALITY

P. Machálek, V. Novák, J. Schovánková, J. Sládeček

XII. TVORBA MAP ZNEČIŠŤĚNÍ OVZDUŠÍ / CREATION OF AMBIENT AIR POLLUTION MAPS

J. Horálek, M. Schreiberová

Příloha I Podrobná speci ikace prezentovaných imisních map

Annex I Detailed specification of the presented air pollution level maps

J. Horálek, M. Schreiberová

Příloha II Vyhodnocení koncentrace PM_{2,5} vzhledem k imisnímu limitu platnému od roku 2020

Annex II Evaluation of PM_{2,5} concentrations in relation to the limit value valid from 2020

M. Schreiberová, L. Vlasáková

Překlad: / Translation:

V. Dvořák

Technická spolupráce, odborné konzultace: / Technical co-operation, consultants:

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

OBSAH

PODĚKOVÁNÍ.....	6
SOUHRN	7
I. ÚVOD	14
I.1 CÍLE PUBLIKACE	15
I.2 POLITICKÝ A LEGISLATIVNÍ RÁMEC OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ	15
II. ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ	26
III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY.....	39
IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE	46
IV.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE	46
IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2018	46
IV.1.2 Vývoj koncentrací suspendovaných částic PM ₁₀ a PM _{2,5}	50
IV.1.3 Emise PM ₁₀ a PM _{2,5}	50
IV.2 BENZO[<i>A</i>]PYREN	66
IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[<i>a</i>]pyrenem v roce 2018	66
IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[<i>a</i>]pyrenu.....	69
IV.2.3 Emise benzo[<i>a</i>]pyrenu	69
IV.3 OXIDY DUSÍKU	78
IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2018.....	78
IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku	79
IV.3.3 Emise oxidů dusíku.....	80
IV.4 PŘÍZEMNÍ OZON	88
IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2018	88
IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu.....	89
IV.4.3 Vznik přízemního ozonu.....	91
IV.5 BENZEN	98
IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2018.....	98
IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu	98
IV.5.3 Emise benzenu	98
IV.6 TĚŽKÉ KOVY	103
IV.6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2018.....	103
IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů	104
IV.6.3 Emise těžkých kovů	105
IV.7 OXID SIŘIČITÝ	117
IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2018	117
IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého.....	119
IV.7.3 Emise oxidu siřičitého	119

OBSAH

ACKNOWLEDGEMENT.....	6
SUMMARY.....	7
I. INTRODUCTION	14
I.1 OBJECTIVES OF THE PUBLICATION.....	15
I.2 POLITICAL AND LEGISLATIVE FRAMEWORK OF AMBIENT AIR QUALITY PROTECTION	15
II. AIR POLLUTION.....	26
III. METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS.....	39
IV. AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC.....	46
IV.1 SUSPENDED PARTICULATE MATTER.....	46
IV.1.1 Air pollution by suspended particulates in 2018.....	46
IV.1.2 Trends in the concentrations of suspended particulates PM ₁₀ and PM _{2,5}	50
IV.1.3 Emissions of PM ₁₀ and PM _{2,5}	51
IV.2 BENZO[<i>A</i>]PYRENE.....	66
IV.2.1 Air pollution by benzo[<i>a</i>]pyrene in 2018	66
IV.2.2 Trends in benzo[<i>a</i>]pyrene concentrations	69
IV.2.3 Emissions of benzo[<i>a</i>]pyrene	69
IV.3 NITROGEN OXIDES	78
IV.3.1 Air pollution by nitrogen oxides in 2018... ..	78
IV.3.2 Trends in nitrogen oxide concentrations	79
IV.3.3 Nitrogen oxide emissions.....	80
IV.4 GROUND-LEVEL OZONE.....	88
IV.4.1 Air pollution by ground-level ozone in 2018.....	88
IV.4.2 Trends in the concentration of ground-level ozone	90
IV.4.3 Formation of ground-level ozone	91
IV.5 BENZENE	98
IV.5.1 Air pollution by benzene in 2018.....	98
IV.5.2 Trends in benzene concentrations	98
IV.5.3 Benzene emissions.....	98
IV.6 HEAVY METALS.....	103
IV.6.1 Air pollution by heavy metals in 2018.....	103
IV.6.2 Trends in heavy metal concentrations	104
IV.6.3 Emissions of heavy metals.....	105
IV.7 SULPHUR DIOXIDE.....	117
IV.7.1 Air pollution by sulphur dioxide in 2018....	117
IV.7.2 Trends in sulphur dioxide concentrations	119
IV.7.3 Sulphur dioxide emissions.....	120

IV.8 OXID UHELNATÝ	127
IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2018	127
IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého	127
IV.8.3 Emise oxidu uhelnatého	127
IV.9 LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU	131
IV.9.1 Těkavé organické látky	131
IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic	136
IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku	141
V. KVALITA OVZDUŠÍ V AGLOMERACÍCH A VE MĚSTECH	146
V.1 AGLOMERACE PRAHA	146
V.1.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Praha	147
V.1.2 Emise v aglomeraci Praha	150
V.1.3 Shrnutí	151
V.2 AGLOMERACE BRNO	158
V.2.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Brno	158
V.2.2 Emise v aglomeraci Brno	162
V.2.3 Shrnutí	163
V.3 AGLOMERACE OSTRAVA/ KARVINÁ/ FRÝDEK-MÍSTEK	169
V.3.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek	170
V.3.2 Emise v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek	174
V.3.3 Shrnutí	175
V.4 INDEX KVALITY OVZDUŠÍ VE MĚSTECH	182
VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM	186
VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ	195
VII.1 OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ Z HLEDISKA OCHRANY LIDSKÉHO ZDRAVÍ	195
VII.2 OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ Z HLEDISKA OCHRANY EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE	198
VIII. EVROPSKÝ KONTEXT	208
IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	215
X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	238
XI. HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ	249

<i>IV.8 CARBON MONOXIDE</i>	<i>127</i>
<i>IV.8.1 Air pollution by carbon monoxide in 2018</i>	<i>127</i>
<i>IV.8.2 Trends in carbon monoxide concentrations</i>	<i>127</i>
<i>IV.8.3 Carbon monoxide emissions</i>	<i>127</i>
<i>IV.9 POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES</i>	<i>131</i>
<i>IV.9.1 Volatile organic compounds</i>	<i>131</i>
<i>IV.9.2 Measurement of the numerical size distribution of aerosol particles</i>	<i>136</i>
<i>IV.9.3 Monitoring concentrations of elemental, organic and black carbon</i>	<i>141</i>
<i>V. AIR QUALITY IN AGGLOMERATIONS AND CITIES</i>	<i>146</i>
<i>V.1 PRAGUE AGGLOMERATION</i>	<i>146</i>
<i>V.1.1 Air quality in the Prague agglomeration</i>	<i>147</i>
<i>V.1.2 Emissions in the Prague agglomeration</i>	<i>150</i>
<i>V.1.3 Summary</i>	<i>152</i>
<i>V.2 THE BRNO AGGLOMERATION</i>	<i>158</i>
<i>V.2.1 Air quality in the Brno agglomeration</i>	<i>158</i>
<i>V.2.2 Emissions in the Brno agglomeration</i>	<i>162</i>
<i>V.2.3 Summary</i>	<i>163</i>
<i>V.3 THE OSTRAVA/ KARVINÁ/ FRÝDEK-MÍSTEK AGGLOMERATION</i>	<i>169</i>
<i>V.3.1 Air quality in the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration</i>	<i>170</i>
<i>V.3.2 Emissions in the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration</i>	<i>174</i>
<i>V.3.3 Summary</i>	<i>175</i>
<i>V.4 AIR QUALITY INDEX IN TOWNS AND CITIES</i>	<i>182</i>
<i>VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM</i>	<i>186</i>
<i>VII. AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES ARE EXCEEDED</i>	<i>195</i>
<i>VII.1 AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF HUMAN HEALTH ARE EXCEEDED</i>	<i>195</i>
<i>VII.2 AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND VEGETATION ARE EXCEEDED</i>	<i>198</i>
<i>VIII. EUROPEAN CONTEXT</i>	<i>208</i>
<i>IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC</i>	<i>215</i>
<i>X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS</i>	<i>238</i>

XI.1 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA PŘI HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ	249
XI.2 KLASIFIKACE STANIC	250
XI.3 INFORMAČNÍ SYSTÉM KVALITY OVZDUŠÍ – IMISNÍ DATABÁZE A DATABÁZE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ SRÁŽEK.....	252
XI.4 INFORMAČNÍ SYSTÉM KVALITY OVZDUŠÍ – EMISNÍ DATABÁZE	253
XI.5 EMISNÍ BILANCE	253
XI.6 VAZBY ISKO A PREZENTACE ÚDAJŮ	254
XI.7 INOVACE STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU	254
XII. TVORBA MAP ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ	261
XIII. TABULKY.....	266
LITERATURA	287
SEZNAM ZKRATEK.....	293
PŘÍLOHA I – PODROBNÁ SPECIFIKACE PREZENTOVANÝCH IMISNÍCH MAP	296
PŘÍLOHA II – VYHODNOCENÍ KONCENTRACÍ PM_{2,5} VZHLEDEM K IMISNÍMU LIMITU PLATNÉMU OD ROKU 2020	303

<i>XI. EVALUATION OF AIR QUALITY.....</i>	<i>249</i>
<i>XI.1 BASIC SOURCES FOR EVALUATING AIR QUALITY</i>	<i>249</i>
<i>XI.2 CLASSIFICATION OF STATIONS.....</i>	<i>250</i>
<i>XI.3 AIR QUALITY INFORMATION SYSTEM – AIR POLLUTION DATABASE AND DATABASE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PRECIPITATION</i>	<i>252</i>
<i>XI.4 AIR QUALITY INFORMATION SYSTEM – EMISSION DATABASE</i>	<i>253</i>
<i>XI.5 EMISSION BALANCE.....</i>	<i>253</i>
<i>XI.6 TIES BETWEEN AQIS AND DATA PRESENTATION</i>	<i>254</i>
<i>XI.7 UPGRADING OF THE NATIONAL AIR QUALITY MONITORING NETWORK.....</i>	<i>255</i>
<i>XII. CREATION OF AMBIENT AIR POLLUTION MAPS</i>	<i>261</i>
<i>XIII. TABLES</i>	<i>266</i>
<i>REFERENCES.....</i>	<i>287</i>
<i>LIST OF ABBREVIATIONS.....</i>	<i>293</i>
<i>ANNEX I – DETAILED SPECIFICATION OF THE PRESENTED POLLUTION LEVEL MAPS.....</i>	<i>296</i>
<i>ANNEX II – EVALUATION OF PM_{2,5} CONCENTRATIONS IN RELATION TO THE LIMIT VALUE VALID FROM 2020.....</i>	<i>303</i>

PODĚKOVÁNÍ

Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018“ je výsledkem společné práce autorského kolektivu pracovníků kvality ovzduší ČHMÚ včetně odborníků na pobočkách ČHMÚ.

Data o kvalitě ovzduší ČHMÚ prezentovaná v této ročence byla naměřena ve Státní síti imisního monitoringu za spolupráce laboratoří ochrany ovzduší. Pořízené údaje byly následně verifikovány a zpracovávány v databázi Informační systém kvality ovzduší, která zahrnuje i výstupy poskytované spolupracujícími institucemi. Jedná se zejména o zdravotní ústavy, ČEZ, a. s., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Českou geologickou službu, Hydrobiologický ústav, městské úřady a další přispěvatele. V databázi jsou též zahrnuty informace z příhraničních oblastí Německa, Polska a Rakouska.

Zpracování emisních údajů je zajišťováno ČHMÚ ve spolupráci s Českou inspekcí životního prostředí, úřady obcí s rozšířenou působností a CENIA, českou informační agenturou životního prostředí. Dále se na zpracování emisních bilancí podílejí pracovníci Českého statistického úřadu, Centra dopravního výzkumu, v. v. i., a Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v. v. i. Další potřebné podklady dodávají Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce, Ředitelství silnic a dálnic ČR a Ústav dopravního inženýrství hl. m. Prahy.

Ročenka za rok 2018 se představuje ve struktuře zaměřené na přehlednost a srozumitelnost textu. Důraz je kladen na interpretaci naměřených dat s ohledem na meteorologické podmínky a další faktory, které ovlivňují imisní zátěž, a dále na hodnocení stavu a vývoje kvality ovzduší v ČR, které je základním tématem publikace.

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

Praha, září 2019

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

ACKNOWLEDGEMENT

The “Air Pollution in the Territory of the Czech Republic in 2018” Yearbook is the result of the joint efforts of the collective of authors of the air quality staff of CHMI, including experts at regional offices of the Institute.

The data on air quality presented by CHMI in this Yearbook were measured in the National Air Quality Monitoring Network with the cooperation of air protection laboratories. The acquired data were then verified and processed in the Air Quality Information System database, which also encompasses procedures provided by cooperating institutions. These mainly comprise the health institutes, ČEZ, a. s., the Forestry and Game Management Research Institute, p. r. i., the Czech Geological Survey, the Institute of Hydrobiology, municipal authorities and other contributors. The database also included information from the border areas in Germany, Poland and Austria.

Emission data are processed by CHMI in cooperation with the Czech Environmental Inspectorate, the authorities of municipalities with extended competence and CENIA, the Czech Environmental Information Agency. In addition, the employees of the Czech Statistical Office, Traffic Research Centre, p.r.i., and the Research Institute of Agricultural Engineering p. r. i. cooperated in preparing the emission balances. Further necessary materials were provided by the Military Geographic and Hydrometeorology Office in Dobruška, the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic and the Institute of Transportation Engineering of the Capital City of Prague.

The Yearbook for 2018 is structured with a focus on clarity and comprehensibility of the text. Emphasis is placed on interpretation of the measured data in relation to meteorological conditions and other factors that affect pollution levels and also on evaluation of the state and trends in air quality in the Czech Republic, forming the basic topic of the publication.

I would like to thank all my colleagues who contributed to preparation of this Yearbook. I would also like to extend my thanks to the employees of cooperating organisations for their contributions. Special thanks are due to the editors of the Yearbook, Leona Vlasáková, Ph.D. and Bc. Hana Škáchová, for conscientious work in coordinating preparation of the texts and graphic annexes. I am convinced that this material will be a valuable tool for your work. We greatly welcome any suggestions and recommendations for improvement of the provided services.

Prague, September 2019

RNDr. Jan Macoun, Ph.D.,
Air Quality Director

SOUHRN

Znečištění venkovního ovzduší **benzo[a]pyrenem, suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemním ozonem** představuje hlavní problémy kvality ovzduší České republiky. Většina imisních charakteristik látek znečišťujících ovzduší má od roku 2000 klesající trend (obr. 1), i když méně výrazný než v 90. letech minulého století. Nicméně koncentrace výše zmíněných znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví každoročně překračují své imisní limity na řadě lokalit (obr. 2).

Úroveň znečištění ovzduší závisí v daném roce na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. Rok 2018 byl z hlediska meteorologických podmínek výjimečný. Teplotně byl rok 2018 mimořádně nadnormální a srážkově silně podnormální. V porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 panovaly v roce 2018 zlepšené rozptylové podmínky, navíc byl zaznamenán pokles emisí všech hlavních znečišťujících látek. V důsledku těchto okolností byly u většiny imisních charakteristik látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou suspendovaných částic a přízemního ozonu, zaznamenány stagnace až mírný pokles.

Z hlediska kvality ovzduší lze rok 2018, v porovnání s obdobím od roku 2000 (obr. 1), zařadit mezi roky s lepší kvalitou ovzduší. Nicméně koncentrace suspendovaných částic od roku 2016, ve kterém byly koncentrace částic na druhé nejnižší úrovni od roku 2000, opět mírně stoupají. Vzestup v roce 2017 je dán vyššími koncentracemi v zimním období, v roce 2018 došlo k navýšení koncentrací suspendovaných částic v důsledku podnormálního množství srážek. V roce 2018 byly na rozsáhlém území České republiky zaznamenány nadlimitní koncentrace přízemního ozonu z důvodu výskytu již zmíněných meteorologických podmínek, které jsou příznivé pro jeho vznik.

Z lokálního až regionálního hlediska zůstává nejzávažnější situace v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, k překračování imisních limitů však dochází ve všech zónách a aglomeracích. V aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek způsobují vysoké koncentrace škodlivin nejen české zdroje, ale také přenos emisí z Polska. Po obou stranách hranice je vysoká koncentrace průmyslové výroby, hustá zástavba s lokálním vytápěním pevnými palivy a rozvinutá dopravní infrastruktura (kap. V.3). V Praze a Brně jsou nejproblematictější

SUMMARY

Ambient air pollution by benzo[a]pyrene, suspended particulates in the PM₁₀ and PM_{2.5} fractions, and ground-level ozone is a major problem for air quality in the Czech Republic. Most air pollution characteristics have exhibited a decreasing trend since 2000 (Fig. 1), although less distinct than in the 1990s. Nonetheless, the concentrations of these pollutants, which have serious consequences for human health, have exceeded the pollution limit values every year at a number of locations (Fig. 2).

The air pollution levels in a particular year depend on the amounts of emissions and the prevailing meteorological and dispersion conditions. The year 2018 was exceptional in terms of meteorological conditions. In view of temperature, 2018 was extremely above-normal and in view of precipitation strongly below-normal. In 2018, there were improved dispersion conditions compared to the long-term average 2007–2017, and, moreover, a decrease of emissions of all major pollutants was observed. As a result of these circumstances, stagnation or slight decrease was recorded in most air pollution characteristics of air pollutants except of suspended particulates and ground-level ozone.

In terms of air quality, the year 2018, compared to the period since 2000 (Fig. 1), can be classified as a year of better air quality. However, suspended particulates concentrations have been increasing slightly since 2016 at which the particulates concentrations were at their second lowest level since 2000. The increase in 2017 was due to higher concentrations in the winter period, in 2018 the concentrations of suspended particles increased due to below-normal amount of precipitation. In 2018, above-limit concentration of ground-level ozone was observed in a large part of the Czech Republic due to the occurrence of the aforementioned meteorological conditions favourable for its formation.

From a local and regional perspective, the most serious situation continues to be that in the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration; however, the pollution limit values are being exceeded in all the zones and agglomerations. The high concentrations in the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration are caused not only by the Czech sources but also by transfer of emissions from Poland. Industrial production is very concentrated on both sides of the border with a high density of built-up areas with local solid-fuel heating and a well-developed transportation infrastructure (Chap. V.3).

vysoké koncentrace suspendovaných částic a oxidu dusičitého na dopravně zatížených lokalitách. K emisím TZL zde nejvíce přispívají zdroje z kategorie REZZO 3 (převážně lokální vytápění domácností) a REZZO 4, k emisím NO_x nejvýznamněji přispívá kategorie REZZO 4 (kap. V.1 a V.2). Na imisním zatížení suspendovanými částicemi se významně podílí také jejich resuspenze a eroze půdy, nezahrnované do emisních inventur, a lokálně také stavební činnosti, jejichž objem má od roku 2013 stoupající tendenci.

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 neměří, mohou být jejich koncentrace zvýšené až nadlimitní, což dokazují např. kampaňová měření v osmi malých sídlech České republiky¹ (kap. IV.2).

Značná část území České republiky je každoročně vystavena i nadlimitním koncentracím přízemního ozonu. Vzhledem k chemismu ozonu (kap. IV.4) se obecně nejedná o tak hustě obydlené oblasti jako v případě benzo[a]pyrenu a suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}.

KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE V ROCE 2018 VZHLEDEM K IMISNÍM LIMITŮM PRO OCHRANU LIDSKÉHO ZDRAVÍ

Oblasti s překročením imisních limitů bez zahrnutí ozonu pokrývaly v roce 2018 cca 12,7 % území ČR s přibližně 36,3 % obyvatel. Tyto oblasti byly vymezeny z důvodu překročení imisních limitů benzo[a]pyrenu a suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5}. Oblasti s překročením imisních limitů se zahrnutím přízemního ozonu pokrývaly v roce 2018 cca 87,3 % území ČR s cca 75,6 % obyvatel (kap. VII).

Denní imisní limit suspendovaných částic PM₁₀ byl překročen na 3,2 % území ČR s cca 13,8 % obyvatel. Roční imisní limit PM₁₀ byl překročen na 0,1 % území ČR s cca 0,3 % obyvatel. Roční imisní limit suspendovaných částic PM_{2,5} byl překročen na 1,2 % území ČR s cca 6,1 % obyvatel. V roce 2018 byly nadlimitní koncentrace suspendovaných částic naměřeny

¹Projekt TITSMZP704 Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů financovaném se státní podporou TAČR

In Prague and Brno, the most problematic are the high concentrations of suspended particulate matter and nitrogen dioxide at localities loaded by heavy traffic. The REZZO 3 (predominantly local heating of households) and REZZO 4 categories of sources contribute the most to SPs emissions, while the most important contributor to NO_x emissions is the REZZO 4 category (Chap. V.1 and Chap. V.2). The air pollution load by suspended particles is also significantly contributed to by their resuspension and soil erosion, not included in emission inventories, and locally also by construction activities the volume of which has been increasing since 2013.

Deteriorated air quality is a problem not only in agglomerations and larger cities, but also in small settlements where local heating makes a considerable contribution to air pollution by suspended particulates and benzo[a]pyrene. It can be assumed that increased to above-limit concentrations may also occur in municipalities where these pollutants are not measured as indicated by, for example, campaign measurements in eight small settlements of the Czech Republic¹ (Chap. IV.2).

A substantial part of the Czech Republic is exposed every year to above-limit concentrations of ground-level ozone. Generally, because of the chemistry of ozone formation (Chap. IV.4), these areas are not the most densely populated ones like for benzo[a]pyrene and suspended particulates PM₁₀ and PM_{2,5}.

AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018 IN RELATION TO THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF HUMAN HEALTH

In 2018, areas with exceed pollution limit levels, excluding ozone, covered approx. 12.7% of the territory of the Czech Republic inhabited by approx. 36.3% of the population. These areas were delimited because of exceeding the pollution limit values for benzo[a]pyrene and suspended particulates PM₁₀ and PM_{2,5}. Areas exceeding pollution limit values, including ground-level ozone, covered, in 2018, approx. 87.3% of the territory of the Czech Republic inhabited by approx. 68% of the population (Chap. VII).

The daily pollution limit value for suspended particulates PM₁₀ was exceeded over 3.2% of the territo-

¹The project TITSMZP704 – Measurement and Analysis of Air Pollution with Emphasis on the Evaluation of the Share of Individual Groups of Sources – funded with the state support of the Technology Agency of the Czech Republic

v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, v Moravskoslezském kraji bez aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, dále v krajích Ústeckém, Středočeském, Zlínském, Olomouckém, Pardubickém a v aglomeracích Praha a Brno. Ačkoliv koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$ poslední dva roky mírně stoupají, jejich úrovně jsou z dlouhodobějšího hlediska průměrné.

Imisní limit benzo[a]pyrenu byl, stejně jako v předešlých letech, **překročen v řadě měst a obcí** (12,6 % plochy ČR s cca 35,5 % obyvatel). Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu je zatížen největšími nejistotami ze všech sledovaných látek, plynoucími nejen z nedostatečné hustoty měření, zejména na venkovských regionálních stanicích a v malých sídlech ČR. Z hlediska znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem reprezentují malá sídla zásadní vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší (kap. IV.2). Z dlouhodobějšího hlediska lze u koncentrací benzo[a]pyrenu konstatovat nevýrazný mírně klesající trend, který je však zcela závislý na meteorologických podmínkách.

Roční imisní limit oxidu dusičitého byl, obdobně jako v roce 2017, **překročen na třech lokalitách s vysokou intenzitou dopravy** (dvě stanice v Praze a jedna stanice v Brně). Překročení limitu lze předpokládat i na dalších podobně dopravně zatížených místech, kde se měření neprovádí. Hodinový imisní limit NO_2 nebyl překročen (kap. IV.3). Z dlouhodobějšího hlediska koncentrace NO_2 velice pozvolně klesají.

Imisní limit přízemního ozonu byl překročen na 80 % území ČR s cca 52,1 % obyvatel (průměr za období 2016–2018; kap. IV.4). Důvodem jsou extrémně příznivé meteorologické podmínky pro vznik přízemního ozonu, které se v roce 2018 často vyskytovaly nejen na území České republiky (kap. III) a které vedly k navýšení koncentrací a častějšímu překročení hodnoty imisního limitu O_3 v roce 2018. Koncentrace O_3 nevykazují výrazný trend; nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018. Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem příznivých meteorologických podmínek pro vznik ozonu.

Imisní limit benzenu byl překročen na lokalitě Ostrava-Prívoz (kap. IV.5). **Imisní limity těžkých kovů, oxidu siřičitého a oxidu uhelnatého** nebyly, obdobně jako v minulých letech, překročeny (kap. IV.6, IV.7, IV.8).

*ry of the Czech Republic inhabited by approx. 13.8% of the population. **The annual pollution limit value for PM_{10} was exceeded** at 0.1% of the territory of the Czech Republic with about 0.3% of the population. **The annual pollution limit value for suspended particulates $PM_{2,5}$ was exceeded** at 1.2% of the territory of the Czech Republic inhabited by approx. 6.1% of the population. In 2018, above-limit concentrations of suspended particulates were measured in the agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, in the Moravian-Silesian region without the agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, further in the Ústí nad Labem, Central Bohemian, Zlín, Olomouc and Pardubice regions, and in the Prague and Brno agglomerations. Although concentrations of PM_{10} and $PM_{2,5}$ suspended particulates have been increasing slightly over the last two years, their levels are at the average in the longer term.*

*Similar to previous years, **the pollution limit value for benzo[a]pyrene was exceeded in a number of cities and municipalities** (12.6% of the area of the Czech Republic inhabited by approx. 35.5% of the population). Estimation of fields of annual average concentrations of benzo[a]pyrene is affected by the greatest uncertainties of all the monitored substances resulting not only from insufficient density of measurements, especially at rural regional stations and in small settlements in the Czech Republic. From the viewpoint of pollution by benzo[a]pyrene, the air quality in small settlements is substantially affected by local heating units (Chap. IV.2). In the longer term, a modest slightly decreasing trend can be observed for benzo[a]pyrene concentrations, which is, though, entirely dependent on meteorological conditions.*

***The annual pollution limit value for nitrogen dioxide was exceeded**, similarly as in 2017, **at three locations with high traffic intensities** (two stations in Prague and one in Brno). It can be assumed that the limit was also exceeded at other sites with high traffic load where measurements are not performed. The hourly pollution limit value was not exceeded for NO_2 (Chap. IV.3). In the longer term, NO_2 concentrations are very slowly decreasing.*

***The pollution limit value for ground-level ozone was exceeded** at 80% of the territory of the Czech Republic inhabited by approx. 52.1% of the population (average for 2016–2018; Chap. IV.4). The cause is represented by extremely favourable meteorological conditions for the formation of ground-level ozone which often occurred, in 2018, not only in the Czech Republic (Chap. III) and which led to increased concentrations and more frequent*

KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE V ROCE 2018 VZHLEDEM K IMISNÍM LIMITŮM PRO OCHRANU EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

Imisní limit O_3 pro ochranu vegetace (expoziční index AOT40) byl překročen na 23 lokalitách z celkového počtu 38 venkovských a předměstských stanic. Zároveň došlo i k navýšení plochy území s výskytem nadlimitních hodnot AOT40. Nárůst hodnoty expozičního indexu AOT40 za rok 2018 byl oproti roku 2017 zaznamenán na všech 35 lokalitách hodnocených v obou obdobích.

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

Podle výsledků modelování (v kombinaci s měřením) došlo v případě roční průměrné koncentrace SO_2 a pro průměrné koncentrace za zimní období 2017/2018 k překročení horní meze pro posuzování (UAT) na malých plochách Ústeckého, Karlovarského, Středočeského, Zlínského a Moravskoslezského kraje. Nadlimitní koncentrace NO_x se vyskytují zejména v okolí dopravních komunikací; v nejhodnotnějších přírodních částech České republiky ukazují výsledky modelového hodnocení na překročení imisního limitu pro NO_x na velmi malém území několika chráněných krajinných oblastí (kap. IV.3 a VII.2).

SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM

V roce 2018 bylo z důvodu zvýšené koncentrace PM_{10} vyhlášeno 10 smogových situací a 4 regulace o celkové délce trvání 775 hodin (resp. 259 hodin pro regulace). Smogové situace a regulace se vyskytovaly zejména v únoru a první dekádě března. K jejich vyhlášení došlo ve čtyřech oblastech SVRS z 16, a to v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek bez Třinecka, na Třinecku, v zóně Moravskoslezsko a ve Zlínském kraji.

V roce 2018 došlo rovněž k vyhlášení 12 smogových situací z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu o celkové délce trvání 378 hodin. Smogové situace byly vyhlášovány zejména v první dekádě července, a to na území aglomerace Praha, zóny Střední Čechy a Ústeckého kraje i na konci července až v první dekádě srpna. Varování pro ozon nebylo vyhlášeno v žádné oblasti SVRS.

exceeding of the O_3 limit value in 2018. O_3 concentrations do not show a significant trend; the highest concentrations were measured in 2013, 2015 and 2018. All these years are characterized by the occurrence of favourable meteorological conditions for the ozone formation.

The benzene pollution limit value was exceeded at the Ostrava-Přívoz locality (Chap. IV.5). Similar to previous years, the pollution limit values for heavy metals, sulphur dioxide and carbon monoxide were not exceeded (Chap. IV.6, IV.7 and IV.8).

AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018 IN RELATION TO THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND VEGETATION

The limit value of O_3 for the protection of vegetation (AOT40 exposure index) was exceeded at 23 localities out of a total of 38 rural and suburban stations. At the same time, the area of the territory with the occurrence of above-limit AOT40 values increased. An increase in the AOT40 exposure index for 2018 compared to 2017 was observed in all 35 localities assessed in both periods.

The pollution limit values for sulphur dioxide and nitrogen oxides for protection of ecosystems and vegetation were not exceeded at any rural location where measurements were performed.

Based on the results of modelling (combined with measurements), the annual average SO_2 concentrations and the average concentrations for the winter period of 2017/2018 exceeded the upper assessment threshold (UAT) over small areas in the Ústí nad Labem, Karlovy Vary, Central Bohemian, Zlín and Moravian-Silesian regions. Above-limit concentrations of NO_x occur mainly in the vicinity of roadways; the results of model evaluation indicate for the most valuable natural areas of the Czech Republic that the pollution limit value for NO_x was exceeded over only a very small area of several protected landscape areas (Chap. IV.3 and VII.2).

SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

In 2018, a total of 10 smog situations and 4 regulations due to elevated PM_{10} concentration were announced lasting overall 755 hours (or 259 hours for regulations). The smog situations and regulations occurred mainly in February and first decade of March. The announcements concerned four out of the 16 SWRS regions, namely the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration without the Třinec

EMISE ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Meziroční srovnání produkce emisí hlavních znečišťujících látek v letech 2017 a 2018 potvrzuje obecný trend snižování emisí z energetických a průmyslových zdrojů. Předběžné údaje za emise z dopravy naznačují, že nedošlo k výrazným změnám proti roku 2017. Na poklesu emisí z vytápění domácností (cca 6–9 %) se podílí snížení počtu denostupňů o cca 11 %.

Sektor lokálního vytápění domácností se v roce 2017 i nadále významně podílel na znečišťování ovzduší, konkrétně na emisích PM_{10} 59,1 %, $PM_{2,5}$ 74,3 %, oxidu uhelnatého 67,8 %, VOC 47,7 %, arsenu 34,4 %, kadmia 51,1 % a benzo[a]pyrenu 98,3 %. Rozhodující podíl sektoru veřejné energetiky a výroby tepla převládá u emisí oxidu siřičitého (51,7 %) a niklu (37,5 %). Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů např. v zemědělství a lesnictví se podílejí nejvýznamněji na emisích oxidů dusíku (42,8 %).

ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE

Rok 2018 byl srážkově silně podnormální. V průměru spadlo na území ČR 518 mm, což je 76 % dlouhodobého normálu 1981–2010. Oproti roku 2017 (680 mm) byl srážkový úhrn výrazně nižší.

Mokrý deponice síry byla v porovnání s rokem 2017 nižší. Nejvyšších hodnot mokré deponice síry bylo dosaženo v horských oblastech (Moravskoslezské Beskydy, Jeseníky, Krkonoše).

Suchá deponice síry se oproti roku 2017 snížila.

Celková deponice síry byla 34 581 t na plochu ČR. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v Krušných horách a na Ostravsku.

Mokrý deponice redukováných (N/NH_4^+) i oxidovaných (N/NO_2) forem dusíku se v roce 2018 snížila. Celková mokrá deponice dusíku byla na ploše ČR 39 965 t.

Suchá deponice oxidovaných forem dusíku byla v roce 2018 obdobná jako v roce 2017.

Celková deponice dusíku činila 57 674 t dusíku na plochu ČR.

Mokrý deponice vodíkových iontů v roce 2018 oproti roku 2017 mírně klesla na hodnotu 296 t.

Mokrý deponice olova v roce 2018, v porovnání s rokem 2017, poklesla. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Šumavy.

area, the Trinec area, the Moravia-Silesia zone, and the Zlín region.

12 smog situations were also announced in 2018 due to high ground-level ozone concentrations lasting overall 378 hours. Smog situations were announced especially in the first decade of July and in the territory of the Prague agglomeration, Central Bohemian and Ústí nad Labem regions also at the end of July to the first decade of August. No alert for ozone has been issued in any SWRS area.

EMISSIONS OF POLLUTANTS

Inter-annual comparison of the production of emissions of the main pollutants in 2017 and 2018 confirms the general trend of reducing emissions from energy and industrial sources. Preliminary data on emissions from transport indicate that there were no significant changes compared to 2017. The decrease in emissions from household heating (approx. 6-9%) was due to a decrease in the number of degree-days by approx. 11%.

The sector of local household heating continued in 2017 to make a significant contribution to pollution of the ambient air, specifically in emissions of PM_{10} by 59.1%, $PM_{2,5}$ by 74.3%, carbon monoxide by 67.8%, VOC by 47.7%, arsenic by 34.4%, cadmium by 51.1% and benzo[a]pyrene by 98.3%. A significant contribution by the public energy and heat production sector predominated in emissions of sulphur dioxide (51.7%) and nickel (37.5%). Sectors of road freight transport, passenger cars, off-road vehicles and other machinery, for example in agriculture and forestry, contributed most in emissions of nitrogen oxide (42.8%).

ATMOSPHERIC DEPOSITION

Precipitation in 2018 was strongly below-normal. On an average, 518 mm of precipitation fell on the territory of the Czech Republic corresponding to 76% of the long-term normal amount for 1981–2010. The total precipitation was significantly lower than in 2017 (680 mm).

Wet deposition of sulphur was lower than in 2017. The highest values of wet deposition of sulphur were attained in the mountain areas (Moravian-Silesian Beskydy, Jeseníky and Krkonoše).

Dry deposition of sulphur decreased compared to 2017.

Total deposition of sulphur over the area of the Czech Republic equalled 34,581 tonnes. The highest values were reached in the Krušné hory and in the Ostrava area.

Suchá depozice olova v roce 2018, v porovnání s rokem 2017, naopak mírně stoupla.

Mokrý depozice kadmia se v roce 2018 snížila, naopak **suchá depozice kadmia** poněkud stoupla. Nejvyšších hodnot bylo, obdobně jako v minulých letech, dosaženo na území okresu Jablonec nad Nisou.

Mokrý depozice nikelnatých iontů se v roce 2018 snížila.

Mokrý depozice chloridových iontů se ve srovnání s rokem 2017 snížila (kap. IX.).

Wet deposition of reduced (N/NH_4^+) and oxidised (N/NO_3) forms of nitrogen decreased in 2018. Total wet deposition of nitrogen on the surface of the Czech Republic was 39,965 tonnes.

Dry deposition of oxidized forms of nitrogen in 2018 was similar to that in 2017.

Total deposition of nitrogen was 57,674 tonnes of nitrogen on the surface of the Czech Republic.

Compared to 2017, wet deposition of hydrogen ions decreased slightly to 296 tonnes in 2018.

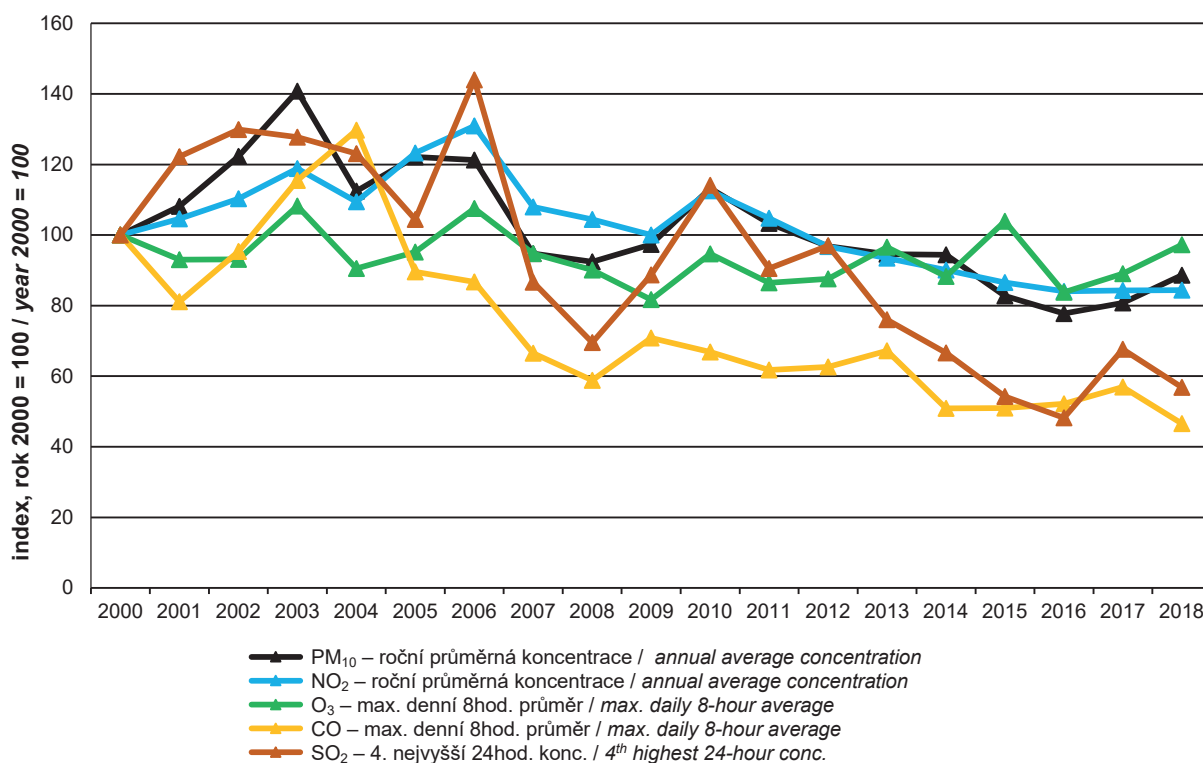
Wet deposition of lead in 2018 decreased in comparison with 2017. The highest values were attained in the Šumava area.

Dry deposition of lead in 2018 compared to 2017, in the opposite, slightly increased.

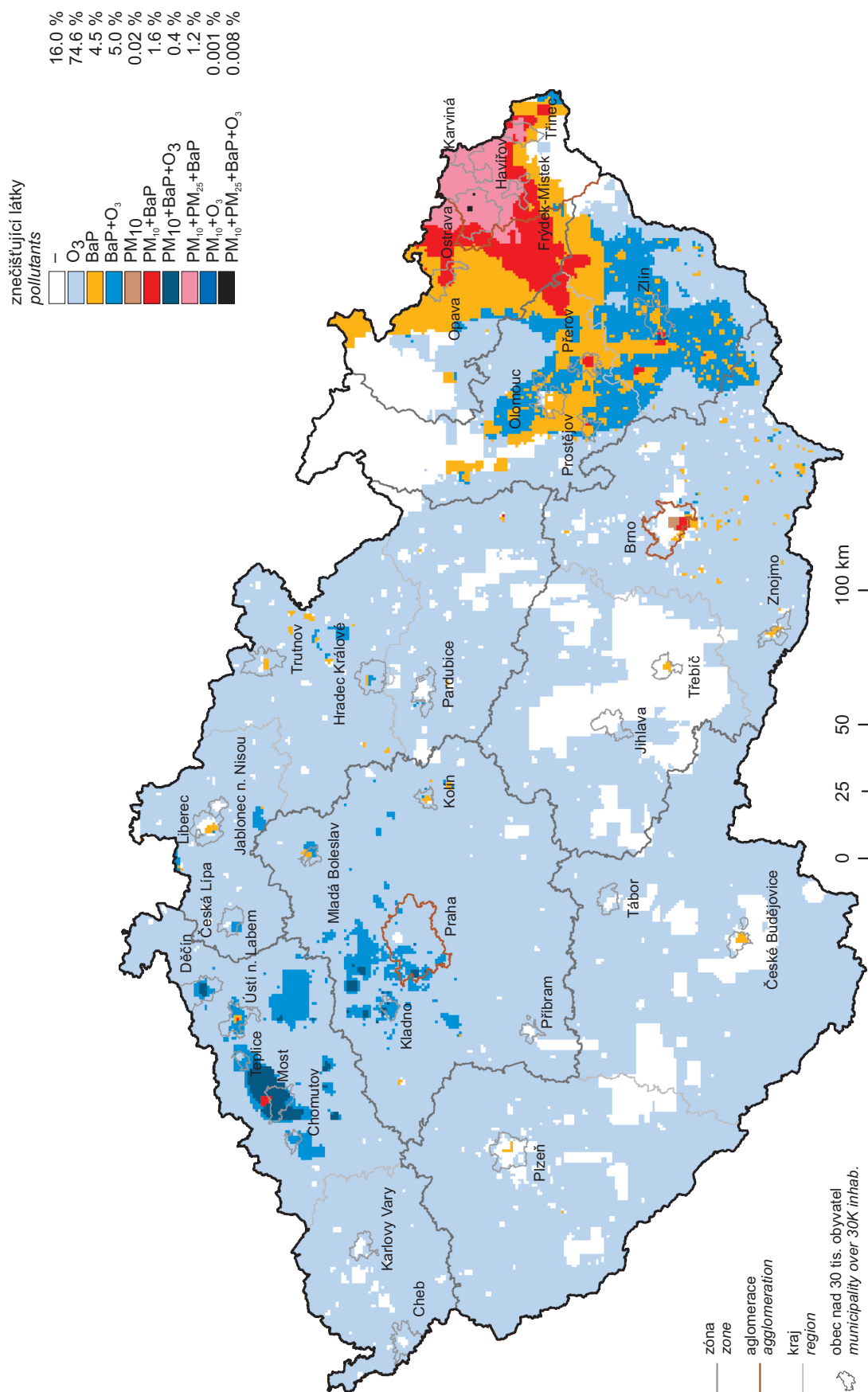
Wet deposition of cadmium decreased in 2018, in the opposite, dry deposition of cadmium slightly increased in 2018. Similar to previous years, the highest values were attained in the Jablonec nad Nisou district.

Wet deposition of nickel ions decreased in 2018.

Wet deposition of chloride ions decreased compared to 2017 (Chap. IX).



Obr. 1 Trendy imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek, 2000–2018
Fig. 1 Trends of characteristics of selected air pollutants, 2000–2018



Obr. 2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2018
Fig. 2 Areas with exceeding of the health protection limit values for selected groups of pollutants, 2018

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 prokazatelně zvyšují zátěž imunitního systému, což může vést k předčasné úmrtnosti. Znečišťující látky negativně působí i na vegetaci, mohou ovlivnit její růst a způsobit snížení výnosů zemědělských plodin a lesů. Jsou i příčinou eutrofizace¹ 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 akumulovat, negativně ovlivňovat ekosystémy a přecházet do potravního řetězce. Dále mají některé z nich přímý nebo nepřímý vliv na klimatický systém Země. Nutné je zmínit i poškozování materiálů a budov často historického významu působením znečišťujících látek v ovzduší.

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 letním období jsou na řadě lokalit překračovány imisní limity přízemního ozonu.

Konkrétní podíl jednotlivých zdrojů na znečištění venkovního ovzduší je však v různých oblastech odlišný, záleží na skladbě zdrojů v dané lokalitě, ale také na přenosu škodlivin z jiných oblastí. Míra znečištění ovzduší je objektivně zjišťována pomocí sítě měřicích stanic, které monitorují koncentrace znečišťujících látek venkovního ovzduší (imise) v přízemní vrstvě atmosféry (obr. I.1). Na základě pověření Ministerstva životního prostředí provozuje ČHMÚ Státní imisní síť na území ČR, Informační systém kvality ovzduší ČR a rutinně zpracovává naměřené imisní hodnoty ve formě tabelárních a grafických přehledů.

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

¹ Eutrofizace je proces obohacování o dusík a fosfor, acidifikace je okyselování.

I. INTRODUCTION

Polluted air has a demonstrable detrimental impact on human health and pollutants can cause a wide range of health problems from less serious to grave diseases and demonstrably increase the burden on the immune system, which can lead to premature mortality. Pollutants negatively affect vegetation, can influence its growth and result in decreased yields of agricultural crops and forests. In addition, they lead to eutrophication and acidification of soils and aquatic ecosystems¹ and subsequently to changes in species diversity and a reduction in the number of plant and animal species. Many pollutants accumulate in the environment, with a detrimental impact on ecosystems, and enter into the food chain. In addition, some of them directly or indirectly affect the climate system of the Earth. The damage caused by atmospheric pollutants to materials and buildings, which are frequently historically important, must also be mentioned.

Despite a number of measures implemented in the past years, particular sources produce an amount of emissions that can, in combination with meteorological and dispersion conditions, lead to exceeding the pollution limit levels for some substances. At the present time, of the monitored pollutants, the greatest problems are caused by suspended particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons bound to them. In the summer, the pollution limit levels for ground-level ozone are exceeded at a number of locations.

However, the specific contributions of the individual sources to ambient air pollution differ in various regions depending on the composition of sources at the given location and also on transfer of pollutants from other areas. The level of air pollution is objectively determined by means of a network of measuring stations that monitor the concentrations of pollutants of the ambient air (air pollution) in the ground layer of the atmosphere (Fig. I.1). Based on the mandate by the Ministry of the Environment, the CHMI operates the State Air Quality Network in the Czech Republic, the Air Quality Information System of the Czech Republic and routinely processes the measured air pollution values in the form of tabular and graphical reviews.

Pollutants monitored and evaluated for demonstrably harmful effects on population health or vegetation and ecosystems have set limit values. In evaluating the air quality, the observed concentration levels are, in particular, compared with the respective air pollution limit values (Tab. I.1 and I.2), or with the permissible frequencies of these limits being exceeded, which are concentration levels that should not be exceeded under applicable legislation. Brief characteristics of

¹ Eutrophication is a process of enrichment in nitrogen and phosphorus, while acidification leads to increased acidity.

jejich emisních zdrojů a jejich dopadů jsou uvedeny v tab. I.5.

I.1 CÍLE PUBLIKACE

Ročenka „Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018“, společně s elektronicky publikovanou datovou ročenkou „Souhrnný tabelární přehled“, je uceleným přehledem informací o kvalitě ovzduší na území ČR v daném roce. Hodnocení kvality ovzduší vychází z naměřených údajů, shromážděných v Informačním systému kvality ovzduší (ISKO) Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), 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.

Grafická ročenka obsahuje třináct samostatných kapitol a přílohy. Souhrnná a úvodní kapitola obsahuje nejdůležitější informace o kvalitě ovzduší v daném roce a obecné informace k dané problematice. Obsahem dalších kapitol je podrobné zpracování jednotlivých témat týkajících se znečišťování a kvality ovzduší.

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

I.2 POLITICKÝ A LEGISLATIVNÍ RÁMEC OCHRANY ČISTOTY OVZDUŠÍ

Základním strategickým dokumentem EU v oblasti posuzování a řízení kvality ovzduší je Tematická strategie o znečišťování ovzduší (dále Strategie). Cílem Strategie, v souladu s 6. akčním programem pro životní prostředí, je dosáhnout „úrovně znečištění jakosti vzduchu, které nepředstavuje rizika pro lidské zdraví a pro životní prostředí, ani na ně nemá výrazně negativní dopad“. Na základě Strategie z roku 2005 provedla Evropská komise komplexní přezkum stávající politiky EU v oblasti ochrany ovzduší. Výsledkem bylo přijetí balíčku opatření (Clean Air Policy Package) v prosinci roku 2013. Balíček obsahuje např. programový dokument „Čistý vzduch pro Evropu“ s novými cíli kvality ovzduší pro období do roku 2030 (EC 2013a).

pollutants, overview of their emission sources and their impacts are given in Tab. I.5.

I.1 OBJECTIVES OF THE PUBLICATION

The "Air Pollution in the Czech Republic in 2018" yearbook, together with the electronically published "Summary Table Survey" data yearbook provide a comprehensive annual overview of information on the ambient air quality in the territory of the Czech Republic for the relevant year. The evaluation of air quality is based on the measured data, collected within the Air Quality Information System (AQIS) of the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) using additional data sources and mathematical tools. The data yearbook presents verified measured pollution data and information on the chemical composition of atmospheric precipitation from the individual locations, including aggregated data, while the graphic yearbook provides a commented summary of information in a form of overview maps, graphs and tables.

The graphic yearbook contains thirteen separate chapters and annexes. The summary and introductory chapter contains the most important information on air quality in a given year and general information on the issue. The next chapters contain detailed elaboration of individual topics related to pollution and air quality.

Ambient air quality yearbooks are intended for authorities and organisations dealing with and managing issues related to the environment and air protection in the Czech Republic as well as to professional and wider public. The yearbooks are publicly available on the CHMI website at www.chmi.cz. The publication is the basic information document on air quality in the Czech Republic. Its aim is to evaluate the air quality in a broader context based on available data and information.

I.2 POLITICAL AND LEGISLATIVE FRAMEWORK OF AMBIENT AIR QUALITY PROTECTION

The Thematic Strategy on Air Pollution (hereinafter the Strategy) is the basic EU strategic document in the area of assessing and managing ambient air quality. The objective of the Strategy, in accordance with the 6th Environment Action Programme, is to achieve "a level of ambient air quality which does not give rise to risks for human health and the environment and does not have markedly negative impacts on them". On the basis of the Strategy of 2005, the European Commission carried out a comprehensive review of current EU policy in the area of air protection. This resulted in the adoption of a package of measures (Clean Air Policy Package) in December 2013. The package contains, for example, the "Clean Air for Europe" programme

I. ÚVOD
I. INTRODUCTION

Tab. I.1 Imisní limity (LV) pro ochranu zdraví dle zákona č. 201/2012 Sb., 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

Tab. I.1 Limit values (LV) for the protection of health according to the Act No. 201/2012 Coll., as amended and Decree No. 330/2012 Coll., on the method of assessment and evaluation of ambient air pollution level, on the extent of informing the public about the level of ambient air pollution and during smog situations

Znečišťující látka <i>Pollutant</i>	Doba průměrování <i>Averaging interval</i>	Mez pro posuzování / Assessment threshold [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		Hodnota imisního limitu <i>Limit value [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] LV</i>
		Dolní / Lower LAT	Horní / Upper UAT	
SO₂	1 hodina / 1 hour	—	—	350 max. 24x za rok max. 24x/year
	24 hodin / 24 hours	50 max. 3x za rok max. 3x/year	75 max. 3x za rok max. 3x/year	125 max. 3x za rok max. 3x/year
NO₂	1 hodina / 1 hour	100 max. 18x za rok max. 18x/year	140 max. 18x za rok max. 18x/year	200 max. 18x za rok max. 18x/year
	kalendářní rok <i>calendar year</i>	26	32	40
CO	maximální denní 8h klouzávý průměr <i>max. daily 8-h running average</i>	5 000	7 000	10 000
benzen <i>benzene</i>	kalendářní rok <i>calendar year</i>	2	3.5	5
PM₁₀	24 hodin / 24 hours	25 max. 35x za rok max. 35x/year	35 max. 35x za rok max. 35x/year	50 max. 35x za rok max. 35x/year
	kalendářní rok <i>calendar year</i>	20	28	40
PM_{2,5}	kalendářní rok <i>calendar year</i>	12	17	25
Pb	kalendářní rok <i>calendar year</i>	0.25	0.35	0.5
As	kalendářní rok <i>calendar year</i>	0.0024	0.0036	0.006
Cd	kalendářní rok <i>calendar year</i>	0.002	0.003	0.005
Ni	kalendářní rok <i>calendar year</i>	0.010	0.014	0.020
benzo[a]pyren <i>benzo[a]pyrene</i>	kalendářní rok <i>calendar year</i>	0.0004	0.0006	0.001
O₃	maximální denní 8h klouzávý průměr <i>max. daily 8-h running average</i>	—	—	120 25x v průměru za 3 roky 25x in 3-year average

Dlouhodobé imisní cíle / Long-term objectives

Znečišťující látka <i>Pollutant</i>	Určení <i>Application</i>	Doba průměrování <i>Averaging interval</i>	Dlouhodobý imisní cíl <i>Long-term objective</i> [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
O₃	pro ochranu zdraví lidí <i>for the protection of human health</i>	maximální denní 8h klouzávý průměr <i>max. daily 8-h running average</i>	120

Tab. I.2 Imisní limity (LV) pro ochranu ekosystémů a vegetace dle zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění
Tab. I.2 Limit values (LV) for the protection of ecosystems and vegetation according to the Act No. 201/2012 Coll., as amended

Znečišťující látka <i>Pollutant</i>	Doba průměrování <i>Averaging interval</i>	Mez pro posuzování Assessment threshold [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		Hodnota imisního limitu Limit value [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] LV
		Dolní / Lower LAT	Horní / Upper UAT	
SO ₂	rok a zimní období (1. 10.–31. 3.) <i>year and winter period (1. 10.–31. 3.)</i>	8	12	20
NO _x	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	19.5	24	30
O ₃	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <i>AOT40, calculated from 1-h values between May and July</i>	—	—	18 000 průměr za 5 let <i>average for 5 years</i>

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

Note: AOT40 is the sum of differences between the hourly concentration higher than $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (= 40 ppb) and the value $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in the given period by using only hourly values measured every day between 8:00 and 20:00 CET.

Dlouhodobé imisní cíle / Long-term objectives

Znečišťující látka <i>Pollutant</i>	Určení <i>Application</i>	Doba průměrování <i>Averaging interval</i>	Dlouhodobý imisní cíl Long-term objective [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$]
O ₃	pro ochranu ekosystémů a vegetace <i>for the protection of ecosystems and vegetation</i>	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <i>AOT40, calculated from 1-h values between May and July</i>	6 000

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). Nově se jedná také o Směrnici komise (EU) 2015/1480 ze dne 28. srpna 2015, kterou se mění několik příloh směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/107/ES a 2008/50/ES, kterými se stanoví pravidla pro referenční metody, ověřování údajů a umístění míst odběru vzorků při posuzování kvality vnějšího ovzduší.

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

document, outlining new objectives in ambient air quality for the period up to 2030 (EC 2013a).

Within the framework of the EU, the main tools for ambient air quality protection and improvement are Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe, Directive 2004/107/EC relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air; Directive 2016/2284/EU on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, and European Parliament and Council Directive No. 2010/75/EU on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). Newly, EU Commission Decree 2015/1480 of 28 August 2015 amends several annexes to European Parliament and Council Directives 2004/107/ES and 2008/50/ES, which set the rules for reference methods, data verification and location of sampling sites for assessing ambient air quality.

Based on the requirement of the European Commission to prepare a coherent approach to air quality control in the Czech Republic, a Medium-Term Strategy (up to 2020) for improving air quality in the Czech Republic has been prepared. This conceptual document was approved in December 2015 and summarizes all the outputs of the National Emission Reduction Programme of the Czech Republic and ten programmes for improving air quality elaborated for designated

I. ÚVOD
I. INTRODUCTION

Tab. I.3 Doporučené hodnoty WHO pro ochranu lidského zdraví (WHO 2000, WHO 2005)
Tab. I.3 WHO Air Quality Guidelines for the protection of public health (WHO 2000, WHO 2005)

	Doba průměrování / <i>Averaging interval</i>	Směrná hodnota / <i>Guideline value</i>
PM ₁₀	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	20 µg.m ⁻³
	24 hodin / <i>24 hours</i>	50 µg.m ⁻³
PM _{2,5}	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	10 µg.m ⁻³
	24 hodin / <i>24 hours</i>	25 µg.m ⁻³
benzo[a]pyren ^{a)} benzo[a]pyrene ^{a)}		není stanovena / <i>not recommended</i>
NO ₂	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	40 µg.m ⁻³
	1 hodina / <i>1 hour</i>	200 µg.m ⁻³
O ₃	maximální denní 8h klouzavý průměr <i>max. daily 8-h running average</i>	100 µg.m ⁻³
benzen ^{a)} benzene ^{a)}		není stanovena / <i>not recommended</i>
Pb	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	0.5 µg.m ⁻³
Cd ^{a, b)}		není stanovena / <i>not recommended</i>
As ^{a)}		není stanovena / <i>not recommended</i>
Ni ^{a)}		není stanovena / <i>not recommended</i>
SO ₂	24 hodin / <i>24 hours</i>	20 µg.m ⁻³
	10 minut / <i>10 minutes</i>	500 µg.m ⁻³
CO	1 hodina / <i>1 hour</i>	30 000 µg.m ⁻³
	8 hodin / <i>8 hours</i>	10 000 µg.m ⁻³

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

These are human carcinogens therefore no safe level of the substance can be established. The WHO guideline value is not established. More information on the risks of cancer occurrence see WHO (2000). The WHO only determines the unit risk value (UCR) for non-threshold active substances.

b) Doporučená hodnota kadmia ve venkovním ovzduší k zabránění dalšího nárůstu tohoto prvku v zemědělských půdách je 0,005 µg.m⁻³.
The recommended value of cadmium concentration in ambient air to prevent further increase of this element in agricultural soils is 0.005 µg.m⁻³.

Tab. I.4 Doporučené hodnoty WHO pro ochranu vegetace (WHO 2000)
Tab. I.4 WHO Air Quality Guidelines for the protection of vegetation (WHO 2000)

	Doba průměrování <i>Averaging interval</i>	Vegetace <i>Vegetation category</i>	Doporučená hodnota <i>Guideline value</i>
NO ₂	kalendářní rok / <i>calendar year</i>		30 µg.m ⁻³
	24 hodin / <i>24 hours</i>		75 µg.m ⁻³
SO ₂	rok a zimní období <i>year and winter period</i>	zemědělské plodiny <i>agricultural crops</i>	30 µg.m ⁻³
	rok a zimní období <i>year and winter period</i>	lesy a přírodní vegetace <i>forests and natural vegetation</i>	20 µg.m ⁻³
	kalendářní rok / <i>calendar year</i>	lišejníky / <i>lichens</i>	10 µg.m ⁻³
O ₃	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <i>AOT40, calculated from 1-h values between May and July</i>	zemědělské plodiny <i>agricultural crops</i>	6 000 µg.m ⁻³
	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období duben–říjen <i>AOT40, calculated from 1-h values between April and October</i>	lesy <i>forests</i>	20 000 µg.m ⁻³
	AOT40, vypočten z 1h hodnot v období květen–červenec <i>AOT40, calculated from 1-h values between May and July</i>	přírodě blízké ekosystémy <i>semi-natural vegetation</i>	6 000 µg.m ⁻³

Z evropské legislativy vychází i národní legislativa, upravující hodnocení kvality ovzduší v ČR. Základní právní normou v ČR je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění (dále „zákon o ochraně ovzduší“), který mimo jiné vymezuje zóny a aglomerace, na jejichž úrovni se hodnotí kvalita ovzduší. Zónou je území vymezené MŽP pro účely sledování a řízení kvality ovzduší; aglomerací je sídelní seskupení, v němž žije nejméně 250 000 obyvatel. Zákon o ochraně ovzduší stanovuje tři aglomerace a sedm zón (obr. I.2). Podrobnosti pak dále specifikuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích.

Ročenka prezentuje hodnocení kvality ovzduší v roce 2018 podle požadavků české legislativy v oblasti ochrany ovzduší. V souladu se zákonem o ochraně ovzduší je hodnocení zaměřeno na vymezení území, kde jsou překračovány imisní limity pro ochranu zdraví a pro ochranu ekosystémů a vegetace (tab. I.1 a tab. I.2). V 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 počet překročení, 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. Při zpracování programu zlepšování kvality ovzduší přijme MŽP taková opatření, aby imisního limitu bylo dosaženo co nejdříve.

Hodnoty imisních limitů vycházejí z doporučených (směrných) hodnot Světové zdravotnické organizace (WHO), kterou byly určeny na základě řady epidemiologických studií nebo v případě bezprahově působících látek ze stanovených hodnot 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 vychází ze závěrů týkajících se zdravotních dopadů znečištění ovzduší a neberou v potaz otázky týkající se technické a ekonomické proveditelnosti a další politické a sociální faktory. Z tohoto důvodu mohou být hodnoty imisních limitů stanovených legislativou vyšší, ale proces směřující ke splnění směrných hodnot WHO musí být všeobecně podporován (WHO 2013).

zones and agglomerations. Among other things, it acts as a basic document for financing measures for decreasing emissions and improving air quality from EU funds via operational programmes (MŽP 2015).

The national legislation on air quality evaluation in the Czech Republic is based on the European legislation. The basic legislative norm in the CR is the Act No. 201/2012 Coll., on air protection, as amended (hereinafter the "Air Protection Act"), defining, among other things, the zones and agglomerations for which ambient air quality is being evaluated. A zone is a territory specified by the MoE for monitoring and managing the air quality; an agglomeration is a settlement area with at least 250 000 inhabitants. The Air Protection Act sets out three agglomerations and seven zones (Fig. I.2). Details are specified in Decree No. 330/2012 Coll., on the method of assessment and evaluation of ambient air pollution levels and on the extent of informing the public on the level of ambient air pollution and during smog situations.

This yearbook presents air quality evaluation in 2018 pursuant to the requirements of the Czech legislation on air quality protection. In accordance with the Air Protection Act, the evaluation is aimed at defining areas where the limit values for the protection of health and the protection of ecosystems and vegetation are exceeded (Tab. I.1 and I.2). Where a limit value is exceeded in a zone or agglomeration or if the limit value is exceeded in a zone or agglomeration multiple times and more than the permitted maximum number of instances, the Ministry of the Environment, in cooperation with the relevant regional or local authority, is obliged to develop a programme aimed to improve air quality in the given zone or agglomeration, which it must prepare within 18 months after the end of the calendar year. During the preparation of each programme to improve air quality, the MoE adopts measures to ensure that the pollution limit level is attained as soon as possible.

The pollution limit levels are based on the recommended (guideline) values set by the World Health Organization (WHO) based on a number of epidemiological studies or; in the case of substances without a set limit, from established carcinogenic risk values (Tab. I.3 and I.4). In the interests of protecting public health, WHO recommends maintaining pollutant concentrations at levels that are even lower than those at which negative effects on human health have been documented. Nonetheless, these values stem from conclusions regarding the impacts on health from ambient air pollution and do not take into account the aspects of technical and economic feasibility and further political and social factors. Consequently, the pollution limit levels set by the legislation may be higher, but the process heading towards meeting the WHO guideline values must be generally supported (WHO 2013).

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>Suspendované částice</p> <p>Atmosférický aerosol jsou pevné a kapalné částice suspendované v ovzduší produkované přírodními i antropogenními zdroji. K přírodním zdrojům patří vulkanická činnost, větrem unášený prach a pyl a přírodní požáry. Největším antropogenním zdrojem částic v ČR je vytápění domácností, silniční doprava, polní práce (sklizeň, orba, aj.) a veřejná energetika a výroba tepla.</p> <p>Suspendované částice mohou být primárního či sekundárního původu. Primární částice jsou do ovzduší emitovány přímo, sekundární částice v ovzduší vznikají procesem konverze plyn-částice (gas-to-particle conversion). Hlavními plynnými prekurzory sekundárních částic jsou SO₂, NO_x, NH₃ a VOC (Pöschl 2011; EEA 2013).</p> <p>Velikostní rozsah atmosférického aerosolu zahrnuje pět velikostních řádů – od jednotek nm po stovky μm (Hinds 1999; Seinfeld, Pandis 2006). Součástí aerosolu jsou např. i částice velikostní frakce PM₁₀ (částice o průměru ≤ 10 mikrometrů) a PM_{2,5} částice o průměru ≤ 2,5 mikrometrů), pro které je stanoven legislativní imisní limit.</p>	<p>Suspendované částice mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Účinek závisí na velikosti, tvaru a složení částic. Krátkodobé zvýšení denních koncentrací částic PM₁₀ 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 2018).</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 2018). Aerosolové částice PM samostatně, stejně jako celá směs látek působících znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) mezi prokázané lidské karcinogeny přispívající ke vzniku rakoviny plic.</p>	<p>Ovlivňují radiční bilanci Země, formování oblaků a srážek, dohlednost. Mají přímý (rozptýl přichozího slunečního záření) a nepřímý vliv (jako kondenzační jádra v oblacích ovlivňují odraz záření od oblaků). Částice 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 stejně jako na lidi; ovlivňují rostlinný růst a ekosystémové procesy; mohou poškodit a pošpinit budovy (EEA 2013).</p>
<p>Benzo[a]pyren</p> <p>Benzo[a]pyren, který se v ovzduší vyskytuje převážně navázaný na částice, je vhodným markerem znečištění ovzduší PAH. Důvodem je jeho stabilita a relativně konstantní příspěvek ke karcinogenní aktivitě směsi PAH vázaných na částicích (EC 2001a).</p> <p>Mezi hlavní zdroje benzo[a]pyrenu v ČR patří vytápění domácností a silniční doprava (nedokonalé spalování).</p>	<p>PAH představují skupinu látek, z nichž řada má toxické, mutagenní či karcinogenní vlastnosti, patří mezi endokrinní disruptory (látky poškozující funkci žláz s vnitřní sekrecí) a působí imunosupresivně. Ovlivňují růst plodu; prenatální expozice PAH souvisí s výrazně nižší porodní váhou (Choi et al. 2006) a pravděpodobně také s negativním ovlivněním kognitivního vývoje malých dětí (Edwards et al. 2010). Samotný benzo[a]pyren je klasifikován jako prokázaný lidský karcinogen (IARC 2019).</p>	<p>PAH mají schopnost bioakumulace, mohou přecházet do potravního řetězce (Brookes et al. 2013; EEA 2013).</p>
<p>Oxidy dusíku</p> <p>Jako oxidy dusíku (NO_x) jsou označovány oxid dusnatý (NO) a oxid dusičitý (NO₂).</p> <p>Více než 90 % antropogenních emisí NO_x představují emise NO. Hlavním antropogenním zdrojem NO_x v ČR je silniční doprava a mobilní zdroje v zemědělství a lesnictví, veřejná energetika a výroba tepla, spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (chemické produkty a ostatní procesy).</p>	<p>Z hlediska vlivu na lidské zdraví lze za nejvýznamnější formu považovat NO₂ (WHO 2005). NO₂ postihuje především dýchací systém. Hlavním efektem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest a z toho vyplývající nárůst obtíží astmatiků (Samet et al. 2000). Expozice NO₂ snižuje plicní funkce a zvyšuje u dětí riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci (EEA 2013; Peel et al. 2005). Působení NO₂ 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 2000), uhlovodíků, ozonu a dalších (Brauer et al. 2002).</p>	<p>NO_x přispívají k acidifikaci a eutrofizaci půd a vod. Vysoké koncentrace NO_x mohou poškodit rostliny. NO_x jsou prekurzory přízemního ozonu a částic (EEA 2013; Brookes et al. 2013).</p>
<p>Přízemní ozon</p> <p>Ozon (O₃) je sekundární znečišťující látka bez vlastního emisního zdroje. Vzniká jako součást fotochemického smogu za účinku slunečního záření soustavou reakcí zejména mezi NO_x, 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>Ozon má silně dráždivé účinky na oční spojivky a dýchací cesty a ve vyšších koncentracích způsobuje ztížené dýchání a zánětlivou reakci sliznic v dýchacích cestách. Zvýšeně citlivé vůči expozici ozonu jsou osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozonu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozonu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob (SZÚ 2018).</p>	<p>Poškozuje vegetaci, ovlivňuje rostlinný růst a zapříčiňuje ztrátu výnosů zemědělských plodin; jeho působením může dojít k poškození lesních ekosystémů a ke snížení biodiverzity (EEA 2013).</p>

Znečišťující látka a její zdroje	Zdravotní dopady	Environmentální dopady
<p>Benzen</p> <p>Benzen je v ovzduší přítomen zejména v důsledku antropogenní činnosti. Největším zdrojem emisí benzenu je nedokonalé spalování paliv vozidly (EEA 2013). K dalším významným zdrojům emisí benzenu v ČR patří vytápění domácností, plošné použití organických rozpouštědel nebo při těžba paliv.</p>	<p>Benzen patří mezi karcinogenní látky pro člověka (IARC 2019). Při vysokých koncentracích může mít hematotoxické, genotoxické a imunotoxické účinky (SZÚ 2018).</p>	<p>Schopnost bioakumulace; může poškodit listy zemědělských plodin a způsobit smrt rostlin (EEA 2013).</p>
<p>Olovo</p> <p>Většina olova obsaženého v atmosféře pochází z antropogenních emisí. Mezi hlavní zdroje v ČR patří silniční doprava (otěry pneumatik a brzd) a výroba železa a oceli, veřejná energetika a výroba tepla.</p>	<p>Při dlouhodobé expozici lidského organismu se projevují účinky na biosyntézu hemu, nervový systém a krevní tlak. Expozice olovu představuje riziko i pro vyvíjející se plod, může negativně ovlivnit vývoj mozku a následně ovlivnit duševní vývoj (Černá et al. 2011; EEA 2013). Z hlediska karcinogenity pro člověka je olovo zařazeno do skupiny 2B – možné karcinogenní účinky (IARC 2014).</p>	<p>Může se hromadit v tělech organismů (bioakumulace), jako jsou ryby, a může přecházet do potravního řetězce (Brookes et al. 2013; EEA 2013).</p>
<p>Kadmium</p> <p>Kadmium je navázáno převážně na částice s aerodynamickým průměrem do 2,5 µm (EC 2001b). Mezi hlavní zdroje v ČR patří lokální vytápění domácností, výroba železa a oceli a veřejná energetika a výroba tepla.</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>
<p>Arsen</p> <p>Arsen se vyskytuje převážně v částicích s aerodynamickým průměrem do 2,5 µm (EC 2001b). Mezi hlavní zdroje v ČR patří lokální vytápění domácností, veřejná energetika a výroba tepla a výroba olova.</p>	<p>Vysoké koncentrace způsobují poškození nervového systému (SZÚ 2018). 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>Nikl</p> <p>Nikl se vyskytuje v částicích v několika chemických sloučeninách, které se liší svou toxicitou pro lidské zdraví i pro ekosystémy. Mezi hlavní zdroje v ČR patří veřejná energetika a výroba tepla, spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (chemický průmysl) a lokální vytápění domácností.</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 sloučeniny jako možný karcinogen (IARC 2014).</p>	<p>Nikl může znečišťovat půdy a vodu.</p>
<p>Oxid siřičitý</p> <p>Oxid siřičitý (SO₂) je emitován do ovzduší při spalování paliv s obsahem síry. Mezi hlavní zdroje SO₂ v ČR patří veřejná energetika a výroba tepla a vytápění domácností.</p>	<p>Má dráždivé účinky na oči a dýchací soustavu. Vysoké koncentrace SO₂ mohou způsobit respirační potíže. Zánět dýchacích cest způsobuje kašel, vylučování hlenu, zhoršení astmatu a chronické bronchitidy a zvyšuje náchylnost k infekcím dýchacích cest. Lidé trpící astmatem a chronickým onemocněním plic jsou k působení SO₂ zvláště citliví (EC 1997; WHO 2014).</p>	<p>SO₂ přispívá k acidifikaci prostředí i ke vzniku sekundárních suspendovaných částic, u kterých je prokázán negativní dopad na lidské zdraví (EEA 2013).</p>
<p>Oxid uhelnatý</p> <p>Oxid uhelnatý (CO) je plyn, který vzniká v důsledku nedokonalého spalování fosilních paliv.</p> <p>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>Nebezpečná je expozice zvýšeným koncentracím nad 100 mg.m⁻³. 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 (EEA 2013). Toxické účinky CO se projevují nejvíce v orgánech a tkáních s vysokou spotřebou kyslíku, jako je mozek, srdce a kosterní svalstvo. Nejvíce citliví k působení CO jsou opět lidé s kardiovaskulárním onemocněním, pro které jsou nebezpečné i koncentrace nižší. 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>

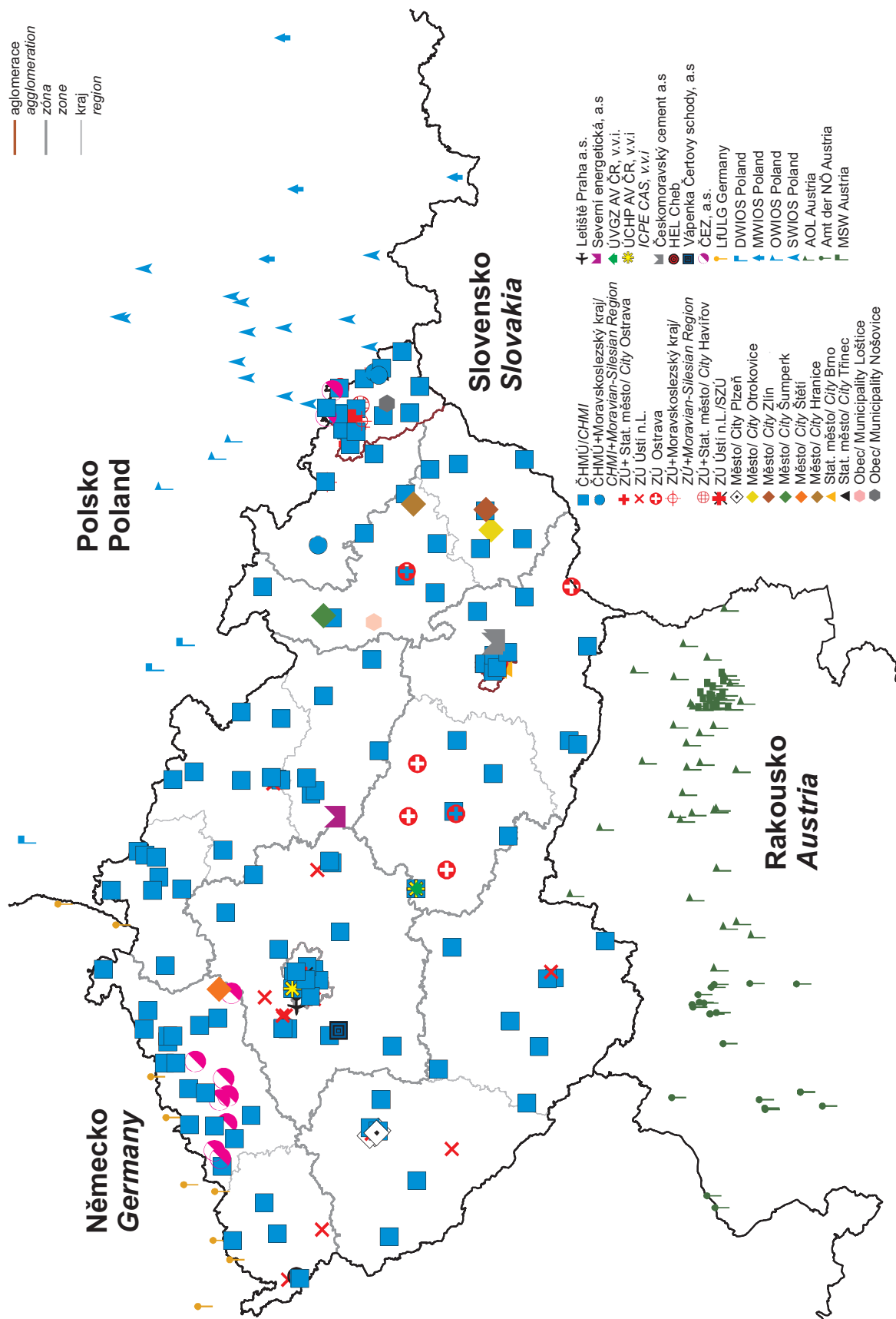
I. ÚVOD
I. INTRODUCTION

Tab. I.5 Brief characteristics, overview of major emission sources and major effects of ambient air pollutants

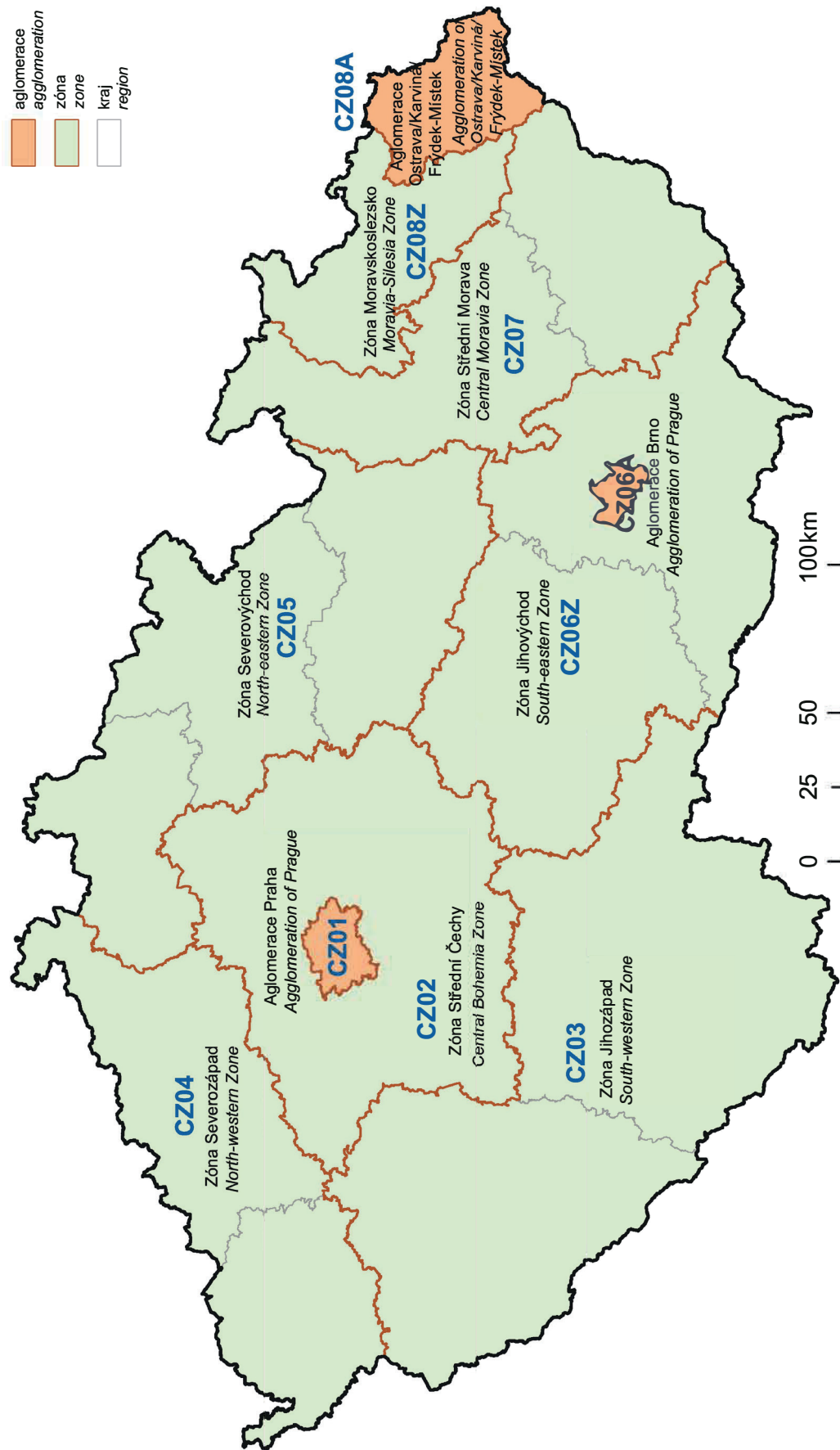
Pollutant and its sources	Health effects	Environmental effects
<p>Suspended particles</p> <p>Atmospheric aerosol consists of liquid or solid particles suspended in the air, originating from natural or anthropogenic processes. The natural sources include volcanic activity, wind borne dust particles and pollen, and natural fires. The largest anthropogenic source of suspended particles in the CR originates from residential combustion, road transport, farm-level agricultural operations (harvesting, tillage, etc.) and public energy and heat production.</p> <p>Suspended particles can be of primary or secondary origin. The primary particles are emitted directly into the air, the secondary particles are formed in the air by a gas-to-particle conversion. The main gas precursors of secondary particles are SO₂, NO_x, NH₃ and VOC (Pöschl 2011; EEA 2013).</p> <p>The size range of atmospheric aerosol covers five orders of magnitude – from units of nm up to hundreds of µm (Hinds 1999; Seinfeld, Pandis 2006). A part of the aerosol consists of, for example, also PM₁₀ size fraction particles (particles with a diameter of ≤ 10 micrometers) and PM_{2.5} (particles with a diameter of ≤ 2.5 micrometers), for which a legislative limit value is set.</p>	<p>Suspended particles cause a broad spectrum of effects on the cardiovascular and respiratory systems. The effect depends on the size, shape and composition of particles. Short-term increases of daily PM₁₀ concentrations contribute to increasing total morbidity and mortality caused mainly by cardiovascular diseases, to the growth of the number of persons hospitalized due to respiratory diseases, increasing infant mortality and increasing the frequency of coughing and breathing problems, mainly in asthmatics (SZÚ 2018).</p> <p>Long-term increased concentrations can result in reduced pulmonary function, increased morbidity due to respiratory diseases and increased incidence of chronic bronchitis symptoms and decreased lifespan, especially due to increased mortality of the elderly and sick persons due to cardiovascular and respiratory diseases, including lung cancer (SZÚ 2018).</p> <p>The PM aerosol particles, as well as the whole mixture of environmental pollution agents, are classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as a proven human carcinogen contributing to lung cancer.</p>	<p>They affect the Earth's radiation balance, cloud and precipitation formation, and visibility. They have a direct influence (by scattering of incoming solar radiation) and indirect influence (as condensation nuclei in the clouds affecting the reflection of radiation by the clouds). The particles reflect and / or absorb solar radiation and thus contribute to the cooling or warming of the Earth's climate system (IPCC 2013).</p> <p>Suspended particles affect both animals and also humans, affect plant growth and ecosystem processes, and may damage and tarnish buildings (EEA 2013).</p>
<p>Benzo[a]pyrene</p> <p>Benzo[a]pyrene, occurring in the atmosphere primarily bound to the particles, is a suitable marker of ambient air pollution caused by PAHs. The reason is its stability and relatively constant contribution to carcinogenic activity of the mixture of PAHs bound to the particles (EC 2001a).</p> <p>The major sources of benzo[a]pyrene in the Czech Republic are residential combustion and road transport (incomplete combustion).</p>	<p>PAHs represent a group of substances of which many have toxic mutagenic or carcinogenic properties, belong among endocrine disruptors (substances damaging the function of endocrine glands) or act immunosuppressively. They affect foetal growth. Prenatal exposure to PAH is related to markedly lower birth weight (Choi et al. 2006) and probably also adversely affects the cognitive development of young children (Edwards et al. 2010). Benzo[a]pyrene itself is classified as a proven human carcinogen (IARC 2019).</p>	<p>PAH can bioaccumulate and enter the food chain (Brookes et al. 2013, EEA 2013).</p>
<p>Nitrogen oxides</p> <p>The term "nitrogen oxides" (NO_x) refers to nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂).</p> <p>More than 90% of anthropogenic emissions of NO_x are represented by NO emissions. The major anthropogenic sources of NO_x in the Czech Republic are road transport, off-road vehicles and other machinery in agriculture and forestry, public electricity and heat production, stationary combustion in manufacturing industries and construction (chemicals and other processes).</p>	<p>As concerns the impact on human health, the most significant nitrogen oxide is NO₂ (WHO 2005). NO₂ can affect mainly the respiratory tract. The main effect of short-term exposure to high concentrations of NO₂ is increased reactivity of the respiratory tract and ensuing worsened symptoms in people with asthma (Samet et al. 2000). Exposure to NO₂ impairs lung functions and increases the risk of respiratory diseases in children due to reduced immunity to infections (EEA 2013, Peel et al. 2005). It is also linked to increase of the total, cardiovascular and respiratory mortality (Stieb et al. 2003, Samoli et al. 2003), however, it is difficult to separate the effects of NO₂ from other simultaneously acting substances, mainly aerosols (WHO 2000), hydrocarbons, ozone, and other substances (Brauer et al. 2002).</p>	<p>NO_x contribute to acidification and eutrophication of soil and water. High NO_x concentrations can lead to damage to plants. NO_x act as precursors of ground-level ozone and particulate matter (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>
<p>Ground-level ozone</p> <p>Ozone (O₃) is a secondary pollutant without its own emission source; it is formed as a part of photochemical smog under the influence of solar radiation during a series of reactions mainly between NO_x, VOC and oxygen. (EEA 2013). Ozone can be transported over long distances, accumulate and reach high concentrations far from its place of origin (Brookes et al. 2013).</p>	<p>Ozone has strong irritative effect on the conjunctiva. At higher concentrations, it causes breathing difficulties and inflammatory response of mucous membranes in the respiratory tract. People with chronic obstructive diseases of the lungs and asthma patients are more sensitive to ozone. Both short- and long-term exposure to ozone affects both respiratory morbidity and mortality. Chronic ozone exposure increases the frequency of hospitalizations for asthma aggravation in children and for acute aggravation of cardiovascular and respiratory diseases in the elderly people (EAA 2018).</p>	<p>Ground-level ozone damages vegetation, impairs plant growth and decreases crop yields; it can damage forest ecosystems and reduce biodiversity (EEA 2013).</p>

Pollutant and its sources	Health effects	Environmental effects
<p>Benzene</p> <p>Benzene is present in the atmosphere mainly due to anthropogenic activities. The largest source of benzene emissions is represented by incomplete combustion of fuels by vehicles (EEA 2013). Other significant sources of benzene emissions in the CR include domestic heating, surface application of organic solvents or fuel processing.</p>	<p>Benzene ranks among human carcinogens (IARC 2019). At high concentrations, it can have haematotoxic, genotoxic and immunotoxic effects (SZÚ 2018).</p>	<p>Benzene can bioaccumulate; it can damage leaves of agricultural crops and kill plants (EEA 2013).</p>
<p>Lead</p> <p>Most lead present in the atmosphere is released from anthropogenic emission sources. The main sources in the Czech Republic include road transport (tire and brake wear), iron and steel production, and public energy and heat production.</p>	<p>Long-term exposure is harmful to the biosynthesis of haem, the nervous system and blood pressure in humans. Exposure to lead also poses risks to developing foetus; it may negatively influence brain development and, consequently, mental development, (Černá et al. 2011; EEA 2013). As concerns its carcinogenic effects, lead is classified within group 2B – possibly carcinogenic to humans (IARC 2014).</p>	<p>Lead can accumulate in the bodies of organisms (bioaccumulation) such as fish and can enter the food chain (Brookes et al. 2013, EEA 2013).</p>
<p>Cadmium</p> <p>Cadmium is bound mainly to the particles with aerodynamic diameter of up to 2.5 µm (EC 2001b). The main sources in the Czech Republic are local household heating, iron and steel production, and public energy and heat production.</p>	<p>Long-term exposure to cadmium affects the function of kidneys. It can also have negative impacts on the respiratory tract; the effects of cadmium exposure also include lung cancer (WHO 2000).</p>	<p>Cadmium can bioaccumulate (EEA 2013).</p>
<p>Arsenic</p> <p>Arsenic occurs largely in particles with aerodynamic diameter up to 2.5 µm (EC 2001b). The main sources in the Czech Republic include local household heating, public energy and heat production, and manufacturing of lead.</p>	<p>High concentrations affect the nervous system (SZÚ 2015a). Lung cancer is considered to be the critical effect following the long-term inhalation (EC 2001b; WHO 2000).</p>	<p>Arsenic can bioaccumulate; it reduces plant growth and crop yields from soils containing arsenic (EEA 2013).</p>
<p>Nickel</p> <p>Nickel is found in particles in the form of several chemical compounds with various levels of toxicity to humans and also to ecosystems. The main sources in the Czech Republic are public electricity and heat production, stationary combustion in manufacturing industries and construction (chemical industry), and local household heating.</p>	<p>Nickel can affect the respiratory and immune systems in humans (WHO 2000, EEA 2013). Nickel compounds are classified as proven human carcinogens; metallic nickel and its alloys are classified as possibly carcinogenic to humans (IARC 2014).</p>	<p>Nickel may cause the pollution of soil and water.</p>
<p>Sulphur dioxide</p> <p>Sulphur dioxide (SO₂) is emitted into the atmosphere during the combustion of sulphur-containing fuels. The main sources in the Czech Republic are public electricity and heat production, and residential combustion.</p>	<p>SO₂ causes irritation of the eyes and respiratory tract. High SO₂ concentrations can lead to respiratory problems. Inflammation of the respiratory tract causes coughing, mucus secretion, aggravation of asthma and chronic bronchitis, and makes people more prone to infections of the respiratory tract. Those suffering from asthma and chronic lung disease are the most sensitive towards SO₂ exposure (EC 1997; WHO 2014).</p>	<p>SO₂ contributes to acidification of the environment. It also contributes to the formation of secondary suspended particles with a proven negative impact on human health (EEA 2013).</p>
<p>Carbon monoxide</p> <p>Carbon monoxide (CO) is a gas emitted due to incomplete combustion of fossil fuels.</p> <p>The largest sources of CO emissions in the Czech Republic are residential combustion, road transport, steel and stationary combustion in manufacturing industries and construction, and iron and steel production.</p>	<p>Exposure to elevated concentrations above 100 mg.m⁻³ is dangerous. CO binds to haemoglobin more strongly than oxygen and thus reduces the oxygen-carrying capacity of blood. The first subjective symptoms of poisoning are headaches followed by impaired coordination and reduced awareness (EEA 2013). Toxic effects of CO become evident in organs and tissues with high oxygen consumption such as the brain, the heart and skeletal muscles. Those suffering from cardiovascular disease are again the most sensitive towards CO exposure, while for them even lower concentrations can be dangerous. It is also dangerous to developing foetus (WHO 2000).</p>	<p>CO can contribute to the formation of ground-level ozone (EEA 2013, Brookes et al. 2013).</p>

I. ÚVOD
I. INTRODUCTION



Obr. I.1 Významné staniční sítě sledování kvality venkovního ovzduší, 2018
Fig. I.1 Major station networks of ambient air quality monitoring, 2018



Obr. 1.2 Zóny a aglomerace pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění
Fig. 1.2 The zones and agglomerations for ambient air quality assessment and evaluation of ambient air pollution level according to the Act No. 201/2012 Col. on Clean Air Protection, as amended

II. ZNEČIŠTOVÁNÍ OVZDUŠÍ

Pojem znečišťování ovzduší (emise) zahrnuje celou řadu procesů, při nichž dochází ke vnášení znečišťujících látek do ovzduší. Zdroje znečišťování ovzduší jsou přírodního nebo antropogenního původu, přičemž hranice mezi těmito typy není vždy úplně jednoznačná. Mezi zdroje přírodního původu se řadí sopečná činnost, požáry lesů, látky produkované rostlinami a podobně. Antropogenními zdroji jsou lidské aktivity. Primárním znečišťováním ovzduší se rozumí vstup znečišťujících látek do ovzduší přímo ze zdrojů, zatímco sekundární znečišťující látky vznikají jako důsledek fyzikálně-chemických reakcí v atmosféře (ozon, sekundární aerosolové částice, většina NO₂ apod.).

ČHMÚ hodnotí úroveň znečišťování ovzduší z pověření MŽP pro primární znečišťující látky antropogenního původu a skleníkové plyny. Základním podkladem je tzv. emisní inventura, která kombinuje přímý sběr údajů vykazovaných provozovateli zdrojů s modelovými výpočty z dat ohlášených provozovateli zdrojů nebo zjišťovaných v rámci statistických šetření prováděných především ČSÚ. Výsledné emisní inventury jsou prezentovány v podobě emisních bilancí v sektorovém a územním členění¹.

Emise látek znečišťujících ovzduší

Emisní databáze (Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší – REZZO) slouží k archivaci a prezentaci údajů o stacionárních a mobilních zdrojích znečišťování ovzduší a podle § 7 zákona o ochraně ovzduší je součástí Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) provozovaného ČHMÚ. Zdroje znečišťování ovzduší jsou z hlediska způsobu sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně. Od roku 2013 platí v souvislosti se změnami kategorizace zdrojů podle přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší nové členění REZZO (tab. II.1).

Pro mezinárodní ohlašování souhrnných emisních údajů je používáno tzv. sektorové členění zdrojů dané Klasifikací pro reporting (Nomenclature for Reporting Codes – NFR). Hlavní skupiny zdrojů tvoří spalovací zdroje včetně dopravy (NFR 1), technologické zdroje bez spalování, tzv. procesní emise (NFR 2), zdroje s použitím rozpouštědel (NFR 2D), zemědělské činnosti včetně chovů hospodářských zvířat (NFR 3B)

¹ Metodiky a výsledky emisních inventur: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html

II. AIR POLLUTION

The concept of air pollution (emissions) encompasses a range of processes that lead to emissions of pollutants into the air. Air pollution sources are natural or anthropogenic in origin and the borderline between these two types is not always unambiguous. Natural sources include volcanic activity, forest fires, substances produced by plants, etc. Anthropogenic sources involve human activities. Primary air pollution is understood to correspond to the emission of pollutants into the air directly from their sources, while secondary pollutants are formed as a result of physical-chemical reactions in the atmosphere (ozone, secondary aerosol particles, most NO₂ etc.).

CHMI evaluates the level of air pollution under authorisation by the Ministry of the Environment for primary pollutants and greenhouse gases. The basic background material for this evaluation consists of the "emission inventories" which combine direct collection of data reported by the operators of sources with model calculations of data reported by the operators of sources or determined in the context of statistical studies performed primarily by the Czech Statistical Office. The resulting emission inventories are presented in the form of emission balances in sectoral and territorial classifications¹.

Emissions of air pollutants

The emission database (Register of Emissions and Sources of Air Pollution – REZZO) serves as a repository and source for presentation of data on stationary and mobile pollution sources, pursuant to Article 7 of the Air Protection Act forms a part of the Air Quality Information System (AQIS – ISKO) operated by CHMI. From the viewpoint of the means of monitoring emissions, air pollution sources are divided into individually monitored sources and collectively monitored sources. Since 2013, new REZZO categorisation has been valid in connection with changes in the categorisation of sources pursuant to Annex No. 2 of the Air Protection Act (Tab. II.1).

International reporting of summary emission data is based on sectoral classification of sources following from the Nomenclature for Reporting Codes – NFR. The main groups of sources consist in combustion sources, including transport (NFR 1), technological sources without combustion, ter-

¹ The methodology and results of emission inventories can be found at: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emisnibilance_CZ.html

a nakládání s odpady (NFR 5). Ohlašovány jsou nejen emise hlavních znečišťujících látek, ale také emise částic PM₁₀ a PM_{2,5}, těžkých kovů a POP².

Emise jednotlivě sledovaných zdrojů v ČR

Jednotlivě jsou sledovány zdroje vyjmenované v příloze č. 2 zákona o ochraně ovzduší. Provozovatelé těchto 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. Dále jsou povinni každoročně ohlašovat údaje souhrnné provozní evidenci (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. Ohlášené údaje jsou tak k dispozici již počátkem dubna a v dalších měsících je prováděna kontrola a zpracování podaných hlášení doplněná výzvami k opravám chybných údajů³.

Emise znečišťujících látek, které provozovatelé nemají povinnost zjišťovat, jsou pro potřeby mezinárodního ohlašování a modelování kvality ovzduší dopočítávány v emisní databázi na základě ohlášených aktivitních údajů a emisních faktorů. Emisní faktory pro stacionární spalovací zdroje jsou rozlišeny podle druhu topeniště a tepelného výkonu, aktivitním údajem je spotřeba paliva. U ostatních zdrojů závisí emisní faktory na typu technologického procesu, druhu a množství výrobku a na způsobu snižování emisí.

Pro stanovení emisí PM₁₀ a PM_{2,5} jsou používány procentní podíly dané frakce PM v celkových emisích tuhých znečišťujících látek (TZL). Je-li zdroj vybaven zařízením ke snižování emisí TZL, závisí podíl frakce PM na odlučovací principu tohoto zařízení. U spalovacích zdrojů bez odlučovače jsou podíly frakcí stanovené podle druhu paliva, u ostatních zdrojů je rozhodující způsob vzniku TZL (Hnilicová 2012).

Emise hromadně sledovaných zdrojů v ČR

Hromadně sledované zdroje evidované v REZZO 3 zahrnují emise z nevyjmenovaných spalovacích

med process emissions (NFR 2), sources using solvents (NFR 2D), agricultural activities including livestock farming (NFR 3B) and waste management (NFR 5). Not only emissions of main pollutants are reported, but also emissions of PM₁₀ and PM_{2,5}, heavy metals and POP².

Emissions from individually monitored sources in the Czech Republic

The sources listed in Annex No. 2 of the Air Protection Act are monitored individually. Pursuant to Article 17 (3) (c), the operators of these sources are obliged to keep operating records of constant and variable data on stationary sources, describing the source and its operation, and also data on inputs and outputs from these sources. They are also obliged to annually report information on the summary operating records (SPE) through the Integrated system of fulfilling reporting obligations (ISPOP). ISPOP data are then collected in the REZZO 1 and REZZO 2 databases. Collection of data for the previous year takes place from January to the end of March. Reported data are available at the beginning of April and control and processing of the submitted reports then take place in the following months, supplemented by requests for correction of erroneous data³.

For international reporting and air quality modelling, pollutant emissions that operators are not obliged to determine are calculated in the emission database on the basis of reported activity data and emission factors. Emission factors for stationary combustion sources are differentiated according to the kind of furnace and thermal output, where the fuel consumption is the activity data. For other sources, the emission factor depends on the type of technological process, kind and amount of product and means of reducing emissions.

The PM₁₀ and PM_{2,5} emissions are determined on the basis of the percentage amounts of the given PM fraction in the overall TSP emissions. If the source is fitted with equipment for reducing TSP emissions, the amounts of the PM fractions depend on the separation principle of this equipment. For combustion sources without separators, the amounts of the individual fractions are determined according to the kind of fuel; for other sources, the means of formation of TSP is decisive (Hnilicová 2012).

² Emise ve struktuře NFR: www.ceip.at

³ Mechanismus kontroly SPE: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emise/evidence/aktual/spe_uvod_cz.html

² Emissions in the NFR structure: www.ceip.at

³ For the mechanisms of summary operating records (SPE), see: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emise/evidence/aktual/spe_uvod_cz.html

II. ZNEČIŠTOVÁNÍ OVZDUŠÍ II. AIR POLLUTION

Tab. II.1 Rozdělení zdrojů znečišťování podle způsobu sledování emisí
Tab. II.1 The classification of air pollution sources according to the method of emission monitoring

Druh zdroje <i>Type of source</i>	Vyjmenované stacionární zdroje <i>Specified stationary sources</i>	Nevyjmenované stacionární zdroje <i>Unspecified stationary sources</i>	Mobilní zdroje <i>Mobile sources</i>
Kategorie <i>Category</i>	REZZO 1, REZZO 2	REZZO 3	REZZO 4
Obsahuje Sources included	Stacionární zařízení ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu vyšším než 0,3 MW, spalovny odpadů, jiné zdroje (technologické spalovací procesy, průmyslové výroby, apod.). <i>Stationary combustion plants for combustion of fuels with a total heat consumption 0.3 MW and higher, waste incinerators other sources (technological combustion processes, industrial production etc.).</i>	Stacionární zařízení ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu do 0,3MW, nevymenované technologické procesy (použití rozpouštědel v domácnostech apod., stavební práce, zemědělské činnosti). <i>Stationary combustion plants for combustion of fuels with a total nominal heat consumption and lower 0.3 MW, non-specified technological processes (domestic solvent use etc., building and agricultural activities).</i>	Silniční, železniční, lodní a letecká doprava osob a přeprava nákladu, u silniční dopravy dále otěry brzd a pneumatik, abrazie vozovky** a odparý z palivových systémů benzinových vozidel, provoz nesilničních strojů a mechanismů při údržbě zeleně a lesů, apod. <i>Road, railway, water and air transport of persons and freight, for road transport also tyre and brake wear, road abrasion** and evaporation from fuel systems of vehicles using petrol, operation of off-road vehicles and machines used in maintenance of green spaces in parks and forests etc.</i>
Původ dat Origin of data	Ohlášené emisní údaje vyjma zjednodušených hlášení* podle přílohy č. 11 vyhlášky č. 415/2012 Sb. <i>Reported emission data except for the simple reports* pursuant to Annex No. 11 to the Decree No. 415/2012 Coll.</i>	Vypočtené emise z aktivních údajů, získaných např. ze SLDB, výrobních a energetických statistik, sčítání dopravy a registru vozidel apod., a emisních faktorů. <i>Calculated emissions from activity data, obtained e.g. from the Census, production and energy statistical surveys, road traffic census and the register of vehicles etc., and emission factors.</i>	
Způsob evidence Method of monitoring	Zdroje jednotlivě sledované REZZO 1 – ohlašované emise REZZO 2 – emise vypočítávané z ohlášených spotřeb paliv a emisních faktorů <i>Individually monitored sources</i> • REZZO 1 – reported emissions • REZZO 2 – emissions calculated from the reported data on fuel consumption and emission factors.	Zdroje hromadně sledované. <i>Sources monitored as area sources.</i>	Zdroje hromadně sledované. <i>Sources monitored as area sources.</i>

* provozovatel ohlašuje pouze spotřeby paliv a výtoč benzínu data
provider reports only the consumption of fuels and distribution of petrol

** resuspenze (opětovné zviření) prachových částic z povrchu vozovky není v inventuře zahrnuta
resuspension (repeated swirling) of dust particles from the road surface is not included in the inventory

zdrojů, stavební a zemědělské činnosti, plošného použití organických rozpouštědel, čerpacích stanic, těžby uhlí, požárů automobilů a budov a z nakládání s odpady a odpadními vodami. Emise z těchto zdrojů jsou zjišťovány s využitím údajů sledovaných národní statistikou a emisních faktorů. Výjimku představují přemístitelné stacionární zdroje (především část zdrojů zařazených pod kód 5.11. přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší), u kterých může docházet v průběhu roku ke změně místa jejich provozu. Emise z těchto zdrojů jsou zjišťovány přímo provozovateli zdrojů podle lokalit odpovídajících vyda-

Emissions from collectively monitored sources in the Czech Republic

Collectively monitored sources incorporated in REZZO 3 include emissions from unspecified combustion sources, construction and agricultural activities, surface use of organic solvents, filling stations, coal mining, fires of cars and buildings, and waste and waste-water treatment. Emissions from these sources are determined using data collected by national statistical surveys and emission factors. An exemption is represented by movable stationary sources (in particular some sources included under

nému povolení provozu v rámci kraje, a z toho důvodu jsou vedeny v kategorii REZZO 3. Ze skupiny nevyjmenovaných spalovacích zdrojů jsou samostatně vypočítávány emise ze sektoru domácnosti, sektoru obchodu, institucí a služeb a také ze sektoru armády (od roku 2017 nejsou součástí ohlašovaných údajů SPE armádní zdroje zařazené do přílohy č. 2 zákona o ochraně ovzduší). Odhad podílu jednotlivých typů spalovacích zařízení v domácnostech na spotřebě paliv byl proveden na základě výsledků statistického šetření ENERGO 2015, SLDB a statistiky prodeje kotlů, krbů a topidel.

Hromadně jsou sledovány také údaje o mobilních zdrojích (REZZO 4), které zahrnují emise ze silniční (včetně emisí VOC 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.). Inventarizaci emisí z mobilních zdrojů zajišťuje CDV Brno, v. v. i. a VÚZT Praha, v. v. i. Emise ze silniční dopravy jsou odhadovány mezinárodní metodikou COPERT 5. Pro stanovení podílu jednotlivých skupin vozidel na spotřebě pohonných hmot se uplatňují podklady dopravních statistik, údaje o prodeji pohonných hmot, údaje o skladbě vozového parku podle Registru vozidel ČR a údaje o ročním proběhu vozidel podle evidenčních výstupů Stanic technické kontroly. V souladu s požadavky Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 se v sektoru letecké dopravy započítávají pouze emise přistávacího a vzletového cyklu. Emise letové fáze (cca od 1 km výšky letu) a emise letadel přelétávajících území ČR emisní inventura nezahrnuje.

Vývoj emisí

Vývoj úrovně znečištění 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 1990–2017 v členění na hlavní plynné znečišťující látky, tuhé znečišťující látky, těžké kovy a POP je prezentována na obr. II.1 až II.4. Emise všech znečišťujících látek poklesly v tomto období o desítky procent. Emise benzo[a]pyrenu začaly po poklesu v období do roku 2008 opět narůstat a v roce 2012 se přiblížily úrovni roku 2001. Vlivem vyššího podílu spotřeby černého uhlí v do-

Code 5.11 of the Annex to the Air Protection Act) where a site of their operation may change during the year. Emissions from these sources are determined directly by the operators by localities corresponding to the operation permission issued within the region and therefore included under REZZO 3 category. Of the group of unspecified combustion sources the emissions from households, commerce, institutions and services sectors, and also from the army sector are separately determined (neither SPE data nor army sources included in Annex 2 of the Air Protection Act are included in reported data since 2017). An estimate of a share of a particular type of household combustion equipment on fuel consumption has been based on results of the ENERGO 2015 statistical survey, SLDB and statistics of sales of boilers, fireplaces and heaters.

Data from mobile sources are also monitored collectively (REZZO 4) and include emissions from road (including VOC emissions from vehicle fuel system petrol evaporation and emissions from brake, tyre and road abrasion), rail, water and air transport, and operation of off-road machinery and mechanisms (agricultural, forest and construction machinery, military vehicles, greenery maintenance, etc.). An inventory of emissions from mobile sources is maintained by CDV Brno, p. r. i. and VÚZT Praha, p. r. i. Emissions from road traffic are estimated using the international COPERT 5 methodology. Transport statistics, data on fuel sales, data on a composition of vehicle fleet according to the Register of Vehicles of the Czech Republic and data on annual mileage of vehicles according to the output of registers of the Technical Inspection Stations are used to determine a share of a particular group of vehicles on fuel consumption. In accordance with provisions of Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council, the emissions from landing and take-off cycle only of the aviation transport sector are considered. Emissions of the flight phase (approximately over 1 km of the flight altitude) and emissions from aircraft crossing the territory of the Czech Republic are not included in the emission inventory.

Emission trends

The trends in air pollution levels are closely connected with economic and social-political conditions and with development of knowledge about the environment permitting more complete and accurate emission inventories. A time series of the 1990–2017 period separated for the main gas polluting substances, solid polluting particles, heavy

mácnostech po roce 2010 došlo také ke zvýšení emisí HCB. V roce 2012 dosáhly o 35 % vyšší úrovně než v roce 2000. Emise ze stacionárních zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 výrazně poklesly vlivem zavedení systému řízení kvality ovzduší, který aplikuje na různých úrovních řadu nástrojů (normativní, ekonomické, informační atd.). Dopady těchto nástrojů se nejvíce projevíly koncem devadesátých let minulého století, tj. v období, kdy vstoupily v obecnou platnost emisní limity zavedené tehdy novou legislativou. Výrazným snížením produkce emisí z nejdůležitějších zdrojů došlo mj. k omezení dálkového přenosu znečišťujících látek. V oblasti dodržování imisních limitů však problémy nadále přetrvávají, a proto se pozornost v posledních letech soustřeďuje také na zdroje kategorie REZZO 3 a REZZO 4, u nichž sice také došlo k výraznému snížení emisí, ale jejich vliv na kvalitu ovzduší v obcích je významný a pro jejich regulaci zatím nebyla účinná opatření celoplošně uplatněna. Revize Göteborgského protokolu a Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 ukládá ČR závazky ke snížení emisí k roku 2020 u $PM_{2,5}$ o 17 %, SO_2 o 45 %, NO_x o 35 %, VOC o 18 % a NH_3 o 7 % a k roku 2030 $PM_{2,5}$ o 60 %, SO_2 o 66 %, NO_x o 64 %, VOC o 50 % a NH_3 o 22 % oproti roku 2005.

Nová legislativa pro oblast ochrany ovzduší byla připravena ve velmi krátké době po změně politické situace v roce 1989. 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. Časová prodleva měla umožnit přípravu zdrojů na nové podmínky provozu. Došlo k restrukturalizaci národního hospodářství, k modernizaci zdrojů a mnoho z nich ukončilo nebo omezilo provoz. Tyto změny se projevíly např. v sektoru výroby železa a oceli, kde došlo po roce 1990 k výraznému poklesu výroby (obr. II.5). Například ukončení výroby surového železa ve Vítkovických železárnách roku 1998 přispělo ke zlepšení kvality ovzduší přímo v centru města Ostravy. Ekologizací koksárenských baterií v roce 1998 bylo dosaženo výrazného snížení emisí včetně emisí benzo[a]pyrenu. Od roku 1991 docházelo v sektoru energetiky k odstavování a modernizaci starších kotlů, popř. k instalaci nových nízkoemisních fluidních kotlů. V letech 1996–1998 byly odsířeny uhelné elektrárny. U spalovacích

metals and POPs is presented in Fig. II.1 to Fig. II.4. The emissions of all the main polluting substances decreased in this period by tens of percent. After an initial decrease in the period up to 2008 the benzo[a]pyrene emissions started again to increase and by 2012 came close to the level of 2001. Due to higher rate of consumption of black coal in households after 2010 HCB emissions also increased. In 2012, they reached 35% higher levels than in 2000. Emissions from stationary sources in categories REZZO 1 and REZZO 2 decreased substantially as a result of introduction of an air quality control system, which employs a number of instruments at various levels (normative, economic, information, etc.). The impacts of these instruments were manifested to the greatest degree at the end of the nineteen nineties, i.e. at a time when the emission limits introduced by the then-new legislation came into general effect. A substantial reduction in the production of emissions from the most important sources led, amongst other things, to reduction of long-range transmission of air pollution. However, problems still persist in the area of compliance with pollution limit levels and thus attention has concentrated in recent years on emissions in categories REZZO 3 and REZZO 4, for which a substantial decrease also took place but their impact on air quality in municipalities remains significant and for which effective regulation measures have not yet been applied throughout all the territory. Revision of the Göteborg Protocol and Directive of the European Parliament and Council (EU) 2016/2284 imposes on the Czech Republic the obligation to reduce the emissions by 2020 for $PM_{2,5}$ by 17%, SO_2 by 45%, NO_x by 35%, VOC by 18% and NH_3 by 7% and by 2030 for $PM_{2,5}$ by 60%, SO_2 by 66%, NO_x by 64%, VOC by 50% and NH_3 by 22% compared to 2005.

New legislation for the area of air quality protection was prepared in a very short time after the change of political situation in 1989. In 1991, Act No. 309/1991 Coll., on protection of the air, came into force, supplemented by Act No. 389/1991 Coll., on state administration in air protection and fees for pollution thereof, which introduced emission limits with validity from 1998 for the first time in the history of the Czech Republic. The time delay was intended to enable preparation of sources for the new operating conditions. The national economy was restructured, sources were modernised and a great many of them were closed or reduced operations. These changes were manifested, e.g. in the iron and steel production sector, where there was a substantial reduction in production after

zdrojů s nižším tepelným výkonem (výtopny/kotelny) postupně docházelo k náhradě pevných a kapalných fosilních paliv zemním plynem (obr. II.6). Rozšířil se počet zpoplatněných znečišťujících látek a zvýšily se sazby za jejich vypouštění. Tato opatření vedla ke snížení emisí všech znečišťujících látek ze zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2.

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

Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu přirozené obnovy vozového parku. Ukončení prodeje olovnatého benzínu v roce 2001 způsobilo výrazné snížení emisí Pb do ovzduší (obr. II.3).

V roce 2002 vstoupila v platnost legislativa, která v sobě reflektovala řadu evropských směrnic. Byl přijat zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, který společně se zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, vytvořil základní rámec pro řešení problematiky znečišťování ovzduší. ČR se zavázala plnit národní emisní stropy pro emise SO₂, NO_x, VOC a NH₃ podle směrnice 2001/81/ES s platností k roku 2010. První významnější pokles emisí zdrojů kategorie REZZO 1 nastal v období po vstupu ČR do Evropské unie v důsledku naplnění Národního programu snižování emisí ze stávajících zvláště velkých spalovacích zdrojů (Nařízení vlády č. 372/2007 Sb.), který zavedl emisní stropy TZL, SO₂ a NO_x stanovené pro jednotlivé zdroje LCP⁴ od roku 2008. Ve snížení emisí z průmyslu se projevil útlum řady výrobních sektorů po roce 2007, způsobený ekonomickou krizí (obr. II.5). V sektoru výroby železa a oceli došlo k realizaci dalších opatření ke snížení emisí. Nejvýznamnější z nich se týkaly instalace tkaninových filtrů za stávající elektrostatické odlučovače na provozu Aglomerace 1 v podniku Třinecké železárny, a. s. v roce 2008 a na Aglomeraci Sever podniku ArcelorMittal Ostrava a. s. (nyní Liberty Ostrava a. s.) v roce 2011.

Příznivý trend snižování spotřeby pevných fosilních paliv v sektoru lokálního vytápění domácností již od roku 2001 nepokračoval, a to zejména z důvodu rostoucí ceny zemního plynu a elektřiny. V období let 2002–2008 mírně po-

1990 (Fig. II.2). For example, termination of the production of pig iron at Vítkovické železárny in 1998 contributed to improvement of the air quality directly in the centre of the city of Ostrava. A significant decrease of emissions including benzo[a]pyrene emissions was achieved through ecological improvements of the coal coke production complex. Since 1991, the energy production sector has witnessed shutting down or modernisation of old furnaces and/or the installation of new low-emission fluidised-bed furnaces. Sulphur-removal facilities were installed in coal-burning power plants in 1996–1998. Solid and liquid fossil fuels used for combustion sources with lower thermal output (heating plants, boiler rooms) were gradually replaced by natural gas. The number of pollutants subject to fees was extended and rates were increased for their discharge. These measures led to a reduction in the emissions of all the pollutants in categories REZZO 1 and REZZO 2.

Emissions from local household heating decreased most in the 1993–1997 period as a result of conversion to gas heating in municipalities and state support for heating with electricity. The consumption of household fossil fuels in 2001 was 60% lower compared with 1990 (Fig. II.7).

Emissions of the main polluting substances and particulates of the REZZO 4 sources decreased due to natural vehicle fleet renewal. Termination of sale of leaded petrol in 2001 led to a substantial decrease of Pb emissions into the air (Fig. II.3).

Legislation that reflected a number of European Directives came into effect in 2002. Act No. 86/2002 Coll., on protection of the air, was adopted and, together with Act No. 76/2002 Coll., on integrated pollution prevention and control, created the basic framework for dealing with the issue of air pollution. The Czech Republic undertook to meet the national emission ceilings for emissions of SO₂, NO_x, VOC and NH₃ according to Directive 2001/81/EC with validity as of 2010. First substantial decrease occurred in emissions from sources in the REZZO 1 category as a result of the Czech Republic joining the European Union through fulfilling the National programme to reduce emissions from existing very large combustion sources (Government Regulation No. 372/2007 Coll), which introduced emission ceilings for TSP, SO₂ and NO_x stipulated for individual LCP sources⁴ from 2008. Cut-backs in a number of production sectors after 2007, caused by the economic crisis, were manifested in a reduction in

⁴LCP – Large Combustion Plants – spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem vyšším než 50 MW.

⁴LCP – Large Combustion Plants – combustion facilities with a rated thermal input greater than 50 MW.

klesla spotřeba uhlí, které bylo nahrazeno stále oblíbenějším palivovým dřevem. Po roce 2009 spotřeba pevných paliv v domácnostech, zejména palivového dřeva, opět začala narůstat (obr. II.7). V letech 2009–2012 docházelo díky dotačnímu programu Zelená úsporám k zateplování budov a k náhradě neekologického vytápění nízkemisními zdroji.

Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu zavádění přísnějších emisních norem pro nové vozy uváděné na trh. Vliv nárůstu intenzity dopravy a spotřeby motorové nafty zapříčinil zvýšení emisí těžkých kovů a POP (obr. II.8).

V roce 2012 vstoupil v platnost zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, který zavedl přísnější emisní limity pro spalovací zdroje podle směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. Platnost některých nových emisních limitů je časově odstupňovaná, aby se provozovatelé zdrojů mohli na jejich plnění připravit. V souvislosti s vydáváním Závěrů o BAT dochází ke změnám integrovaných povolení průmyslových zdrojů zejména v oblasti stanovování a plnění emisních limitů. Mezi nejvýznamnější technická opatření ke snížení emisí v období 2013–2017 patřily instalace zařízení na odsiřování a denitrifikaci spalin (např. Elektrárna Třebovice, Teplárna Karviná, Teplárna České Budějovice, a. s.) nebo instalace tkaninových filtrů za stávající elektrostatische odlučovače na provozu Aglomerace 2 v podniku Třinecké železárny, a. s. v roce 2015 a v provozu Aglomerace Jih podniku Liberty Ostrava a. s. v roce 2016.

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

Meziroční vývoj emisí znečišťujících látek v roce 2018 i nadále potvrzuje očekávané dopady změny legislativy v roce 2012, především v oblasti významných spalovacích zdrojů, které se podílejí na dalším snížení emisí. Pokles počtu denostupňů

industrial emissions (Fig. II.5). Further measures to reduce emissions were introduced in the iron and steel sector. The most important of them was related to the installation of bag filters on the existing electrostatic separators at Aglomerace 1 operations in Třinecké železárny, a.s., in 2008 and Aglomerace Sever operations at Liberty Ostrava a.s. in 2011.

The favourable trend in reducing consumption of fossil fuels in the local household heating sector did not continue after 2001, mainly because of the increasing prices of natural gas and electricity. In the 2002–2008 period, the consumption of coal slightly decreased and was replaced by increasingly popular heating with wood. After 2009 the consumption of fossil fuels in households, particularly firewood, started again to increase (Fig. II.7). In 2009–2012, the Green Light for Savings programme helped in buildings being insulated and environmentally unsound heating being replaced by low-emission sources.

Emissions of the main polluting substances and emission of particulates of the REZZO 4 sources decreased due to introduction of stricter emission standards for new vehicles placed on market. The impact of increased intensity of transport and consumption of diesel fuel led to increase of emission of heavy metals and POPs (Fig. II.8).

The Air Protection Act No. 201/2012 Coll. came into force in 2012, introducing stricter emission limits for combustion sources pursuant to Directive 2010/75/EU on industrial emissions. The validity of some new emission limits is progressive, so that the operators of sources are able to prepare for their fulfilment. In connection with issuing of the BAT conclusions, changes are being made in the integrated permits for industrial sources, especially in the areas of stipulating and fulfilling emission limits. The most important technical measures to reduce emissions in the 2013–2016 period included installation of sulphur-removal and nitrogen-removal equipment for combustion products (e.g. Elektrárna Třebovice power plant, Teplárna Karviná heating plant and Teplárna České Budějovice, a. s. heating plant) and installation of bag filters on the existing electrostatic separators at Aglomerace 2 operations of Třinecké železárny, a.s. in 2015 and at Aglomerace Jih operations of Liberty Ostrava a.s. in 2016.

The new legislation concentrated more also on reducing emissions from the local household heating sector by introducing minimum emission parameter values for combustion sources with overall rated thermal input of up to 300 kW as they came on the market between 2014 and 2018. From 2022,

Tab. II.2 Srovnání emisí hlavních znečišťujících látek v letech 2017–2018 (předběžné údaje)
Tab. II.2 The comparison of emissions of main pollutants, 2017–2018 (preliminary data)

Kategorie zdrojů Emission source category	TZL / TSP		SO ₂		NO _x		CO		VOC		NH ₃	
	kt.rok ⁻¹ / kt.year ⁻¹											
Rok / Year	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
REZZO 1	7.9	7.6	86.7	76.3	76.3	74.4	158.9	164.2	20.9	20.9	0.4	0.6
REZZO 2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.6	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
REZZO 3	47.3	45.1	22.6	21.2	16.1	15.3	556.9	515.2	170.1	162.2	65.7	64.1
CELKEM stac. zdroje TOTAL stat. resources	55.2	52.7	109.5	97.7	93.0	90.4	716.0	679.6	191.2	182.3	66.1	64.7
REZZO 4	7.0	7.3	0.2	0.2	70.2	69.6	102.8	104.7	16.2	17.1	0.9	1.1
CELKEM / TOTAL	62.2	60.0	109.9	97.9	163.2	160.0	818.8	784.3	207.4	199.4	67.0	65.8

v topném období roku 2018 vedl ke snížení odhadovaných emisí z vytápění domácností. Na celkovém snížení emisí SO₂ (o cca 11 %), CO (o cca 4 %) a VOC (o cca 4 %) se podílí vyjmenované zdroje a vytápění domácností. Na poklesu celkových emisí TZL (o cca 4 %) se podílí významněji sektor vytápění domácností, ale i u vyjmenovaných zdrojů došlo k mírnému snížení (o cca 3 %). Nárůst spotřeby pohonných hmot a s tím souvisejících přepravních výkonů vedl k mírnému zvýšení téměř u všech sledovaných emisí. Podrobnější vyhodnocení vývoje emisí znečišťujících látek lze nalézt v jednotlivých podkapitolách kapitoly IV.

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.

Emisní projekce pro období 2020–2030 (obr. II.9) byla sestavena podle scénáře WM (bez dodatečných opatření) a WaM (s dodatečnými opatřeními) pro účely aktualizace Národního programu snižování emisí. Projekce pro emise NO_x, VOC, SO₂, NH₃ a částice PM_{2,5} vychází především z odborného vyhodnocení budoucích emisí a aktivitních dat pro významné kategorie zdrojů, jako jsou například energetika, doprava, zemědělství, používání rozpouštědel nebo nakládání s odpady.

Do roku 2030 se předpokládá snížení emisí všech znečišťujících látek, vycházející z obměny zdrojů tepla v sektoru lokálního vytápění domácností, obnovy vozového parku vč. podpory nízkoemis-

it will be possible to operate only boilers complying with emission class 3 in this group of sources, which should lead to removal of old types of boilers and their replacement by more modern equipment with lower emissions. Replacement of boilers is taking place gradually and, together with reducing the energy demands of buildings, these measures are supported by the subsidy policies at national and regional levels.

The inter-annual trend in pollutant emissions in 2018 continues to confirm the anticipated impacts of the legislative changes taking place in 2012, especially in the area of significant combustion sources contributing to a gradual decrease in emissions. The decrease of the degree-day number in the heating period of 2018 led to a decrease in the estimated emissions from household heating. Indicated sources and household heating contribute to the overall reduction of SO₂ (by approx. 11%), CO (by approx. 4%) and VOC (by approx. 4%) emissions. The household heating sector contributes more significantly to the decrease in total SP emissions (by approx. 4%) but there was also a slight decrease (by approx. 3%) in the mentioned sources. The increase in fuel consumption and related transport performance led to a slight increase in almost all monitored emissions. A more detailed evaluation of the evolution of pollutant emissions can be found in the specific subchapters of Chapter IV.

Projections of emissions

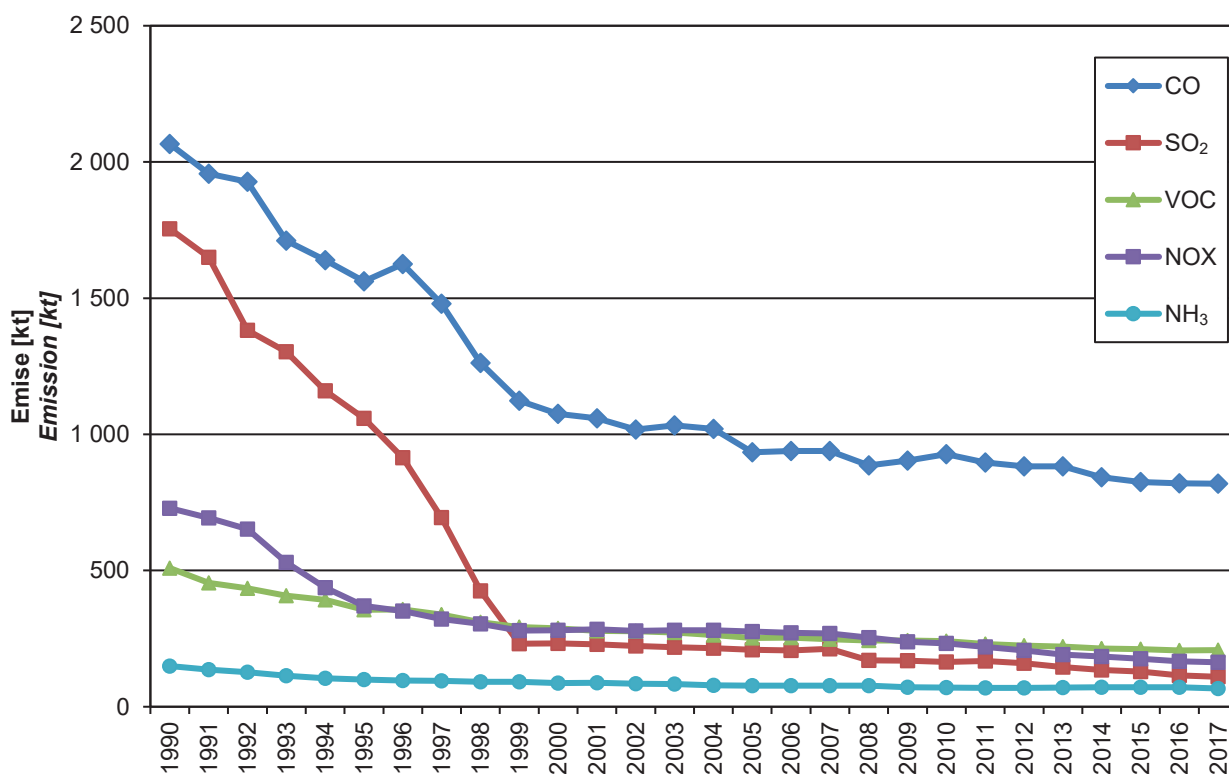
Within the framework of reporting in relation to the Czech Republic's international obligations (CLRTAP) and Directive 2016/2284/EU, CHMI provides projections based on emission inventories, trends of socio economic indicators, legislation valid in the projection horizon and further emission reduction measures.

II. ZNEČIŠTOVÁNÍ OVZDUŠÍ II. AIR POLLUTION

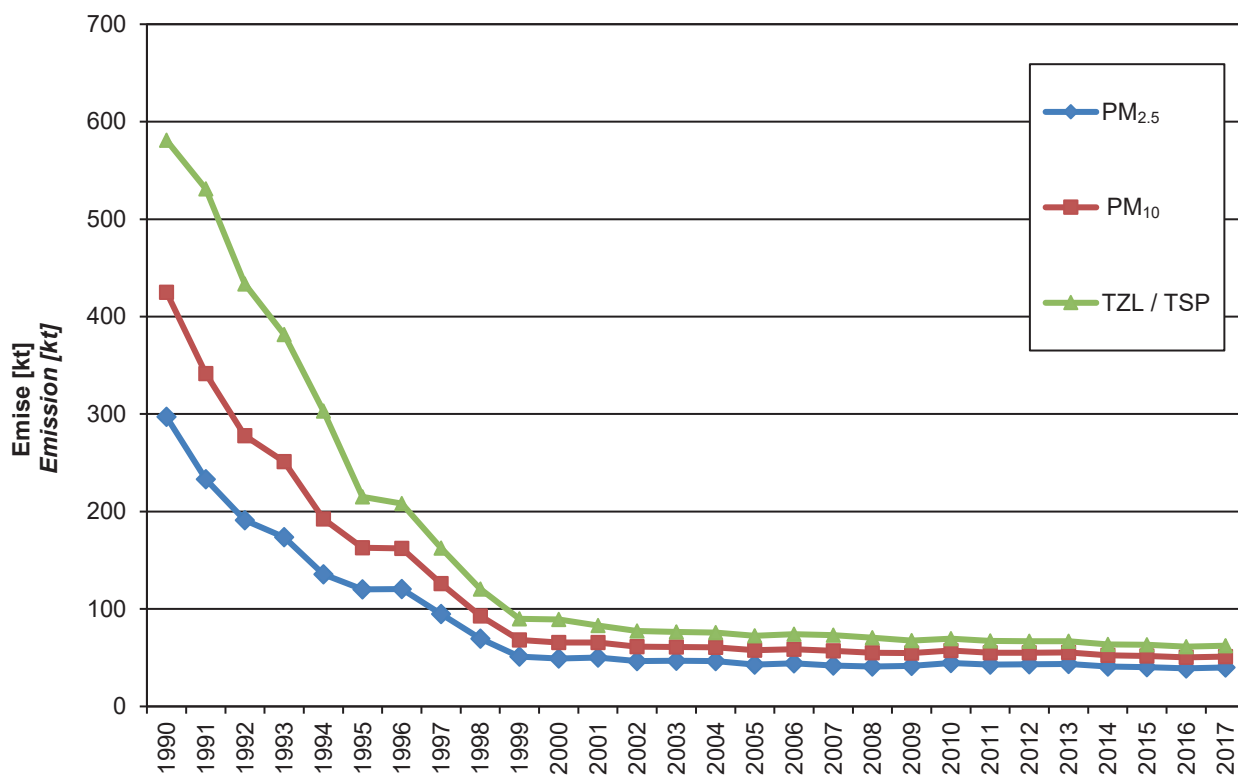
ních a bezemisních vozidel, větší míry podpory obnovitelných zdrojů energie, zpřísnění povinností při skladování a aplikaci hnojiv a dalších opatření.

The emission projection for the period 2020–2030 (Fig. II.9) was compiled according to the WM (without additional measures) and WaM (with additional measures) scenarios for the purpose of updating the National Emission Reduction Programme. The projections for NO_x, VOC, SO₂, NH₃, and PM_{2.5} particles are based primarily on expert evaluation of future emissions and activity data for significant source categories such as energy, transport, agriculture, solvent use or waste management.

By 2030, it is anticipated that emissions of all pollutants will be reduced, resulting from the replacement of heating facilities in the sector of the local household heating, vehicle fleet renewal including support for low-emission and zero-emission vehicles, greater support for renewable energy, tightening of obligations for the storage and application of fertilizers and other measures.

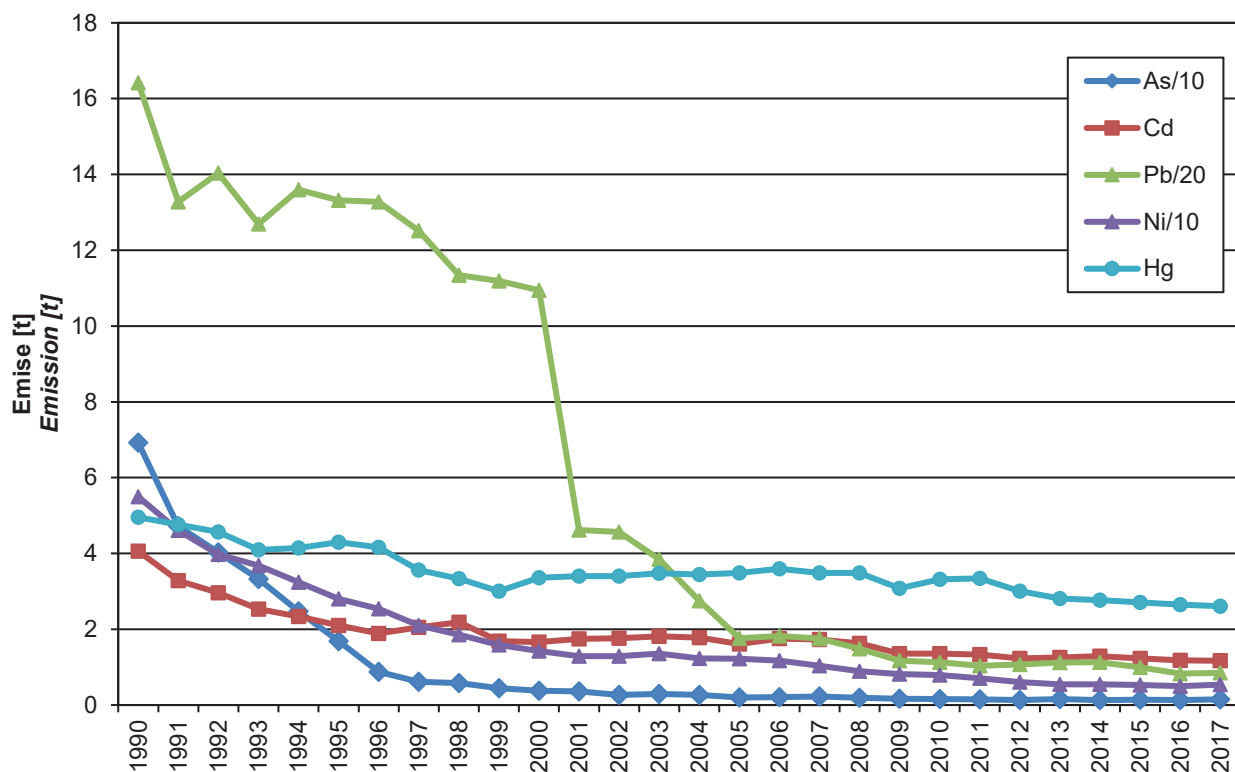


Obr. II.1 Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek, 1990–2017
Fig. II.1 The development of main pollutants total emissions, 1990–2017



Obr. II.2 Vývoj celkových emisí částic, 1990–2017

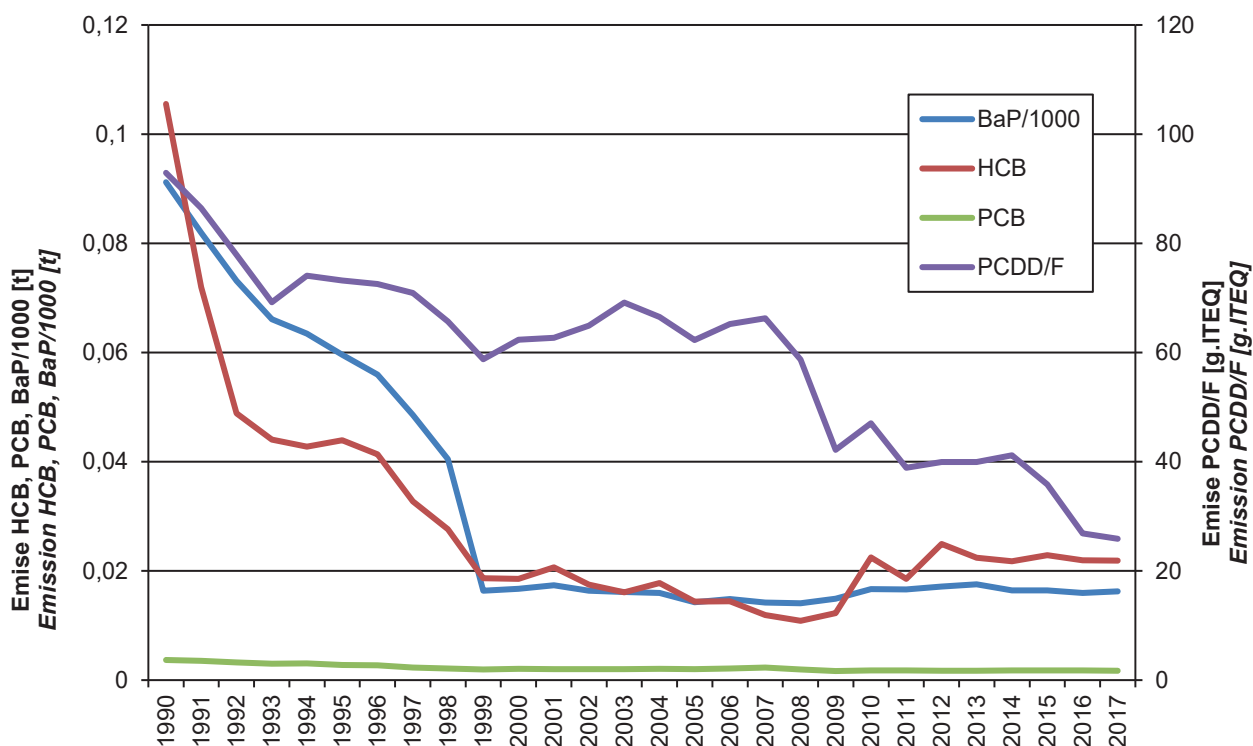
Fig. II.2 The development of particulate matter total emissions, 1990–2017



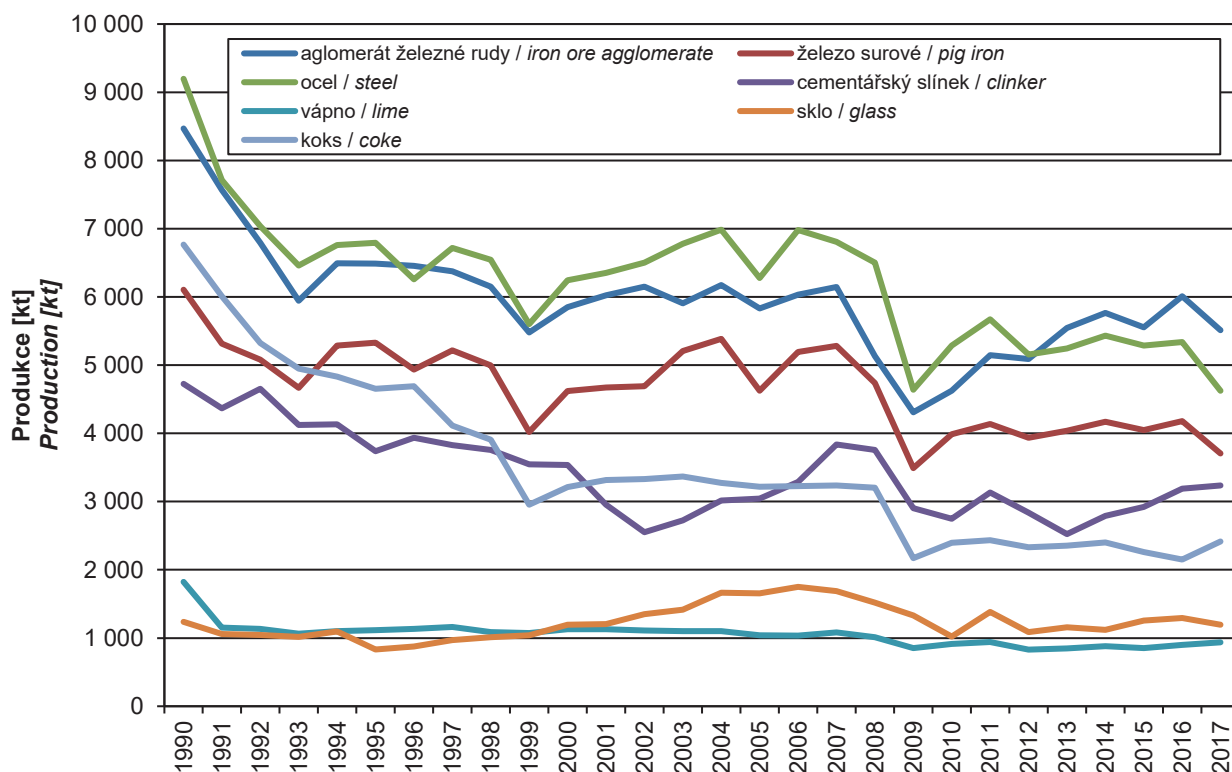
Obr. II.3 Vývoj celkových emisí těžkých kovů, 1990–2017

Fig. II.3 The development of heavy metals total emissions, 1990–2017

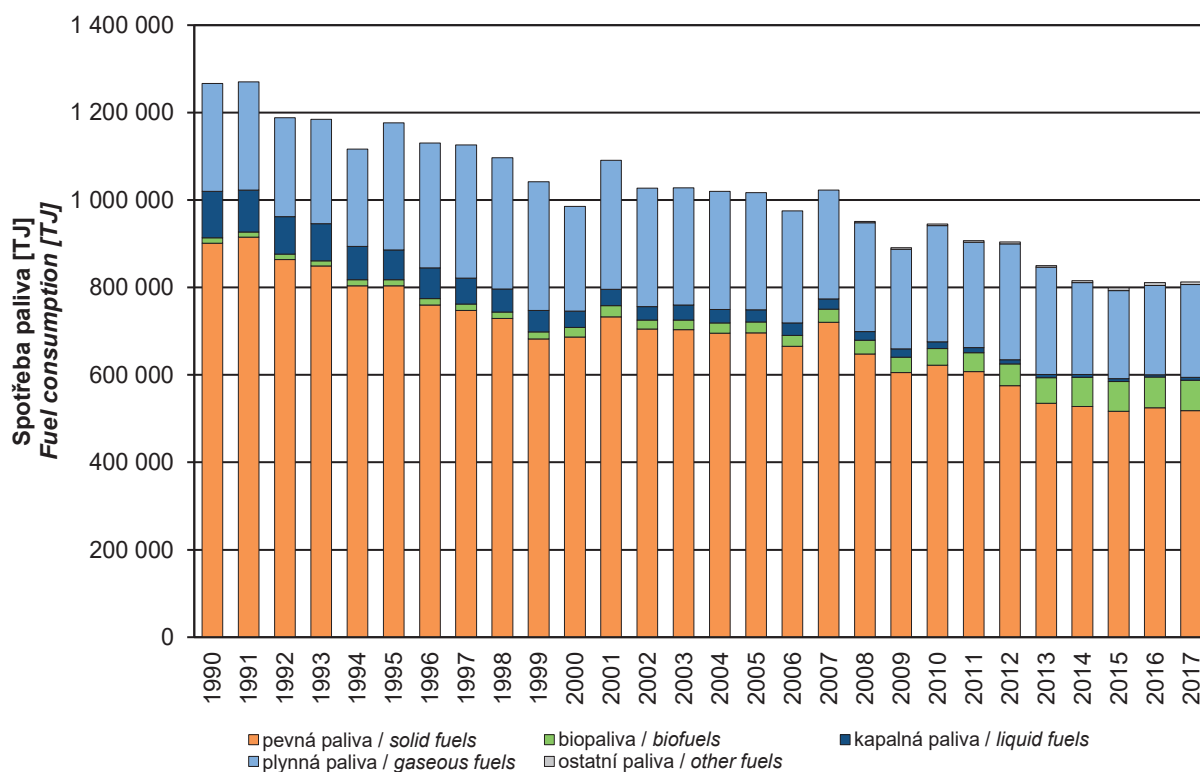
II. ZNEČIŠTOVÁNÍ OVZDUŠÍ II. AIR POLLUTION



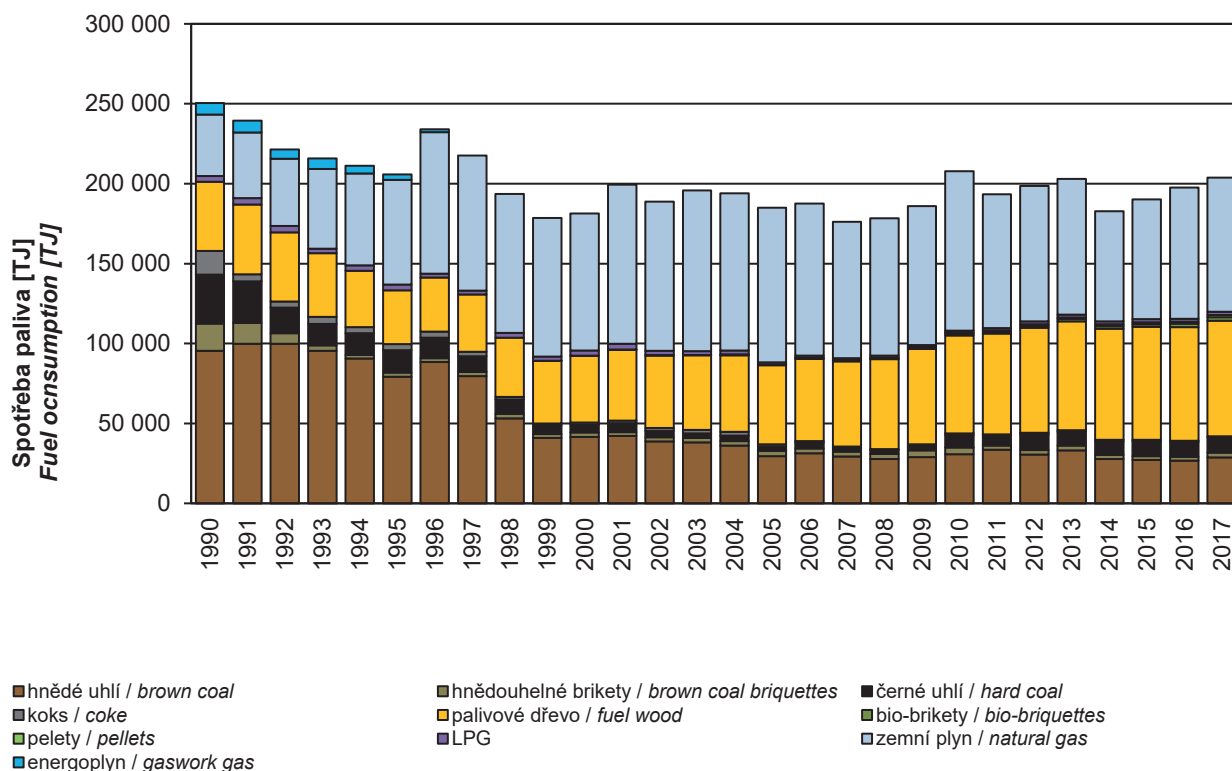
Obr. II.4 Vývoj celkových emisí POP, 1990–2017
Fig. II.4 The development of POP total emissions, 1990–2017



Obr. II.5 Produkce základních průmyslových výrobků, 1990–2017
Fig. II.5 The output of basic industrial products, 1990–2017

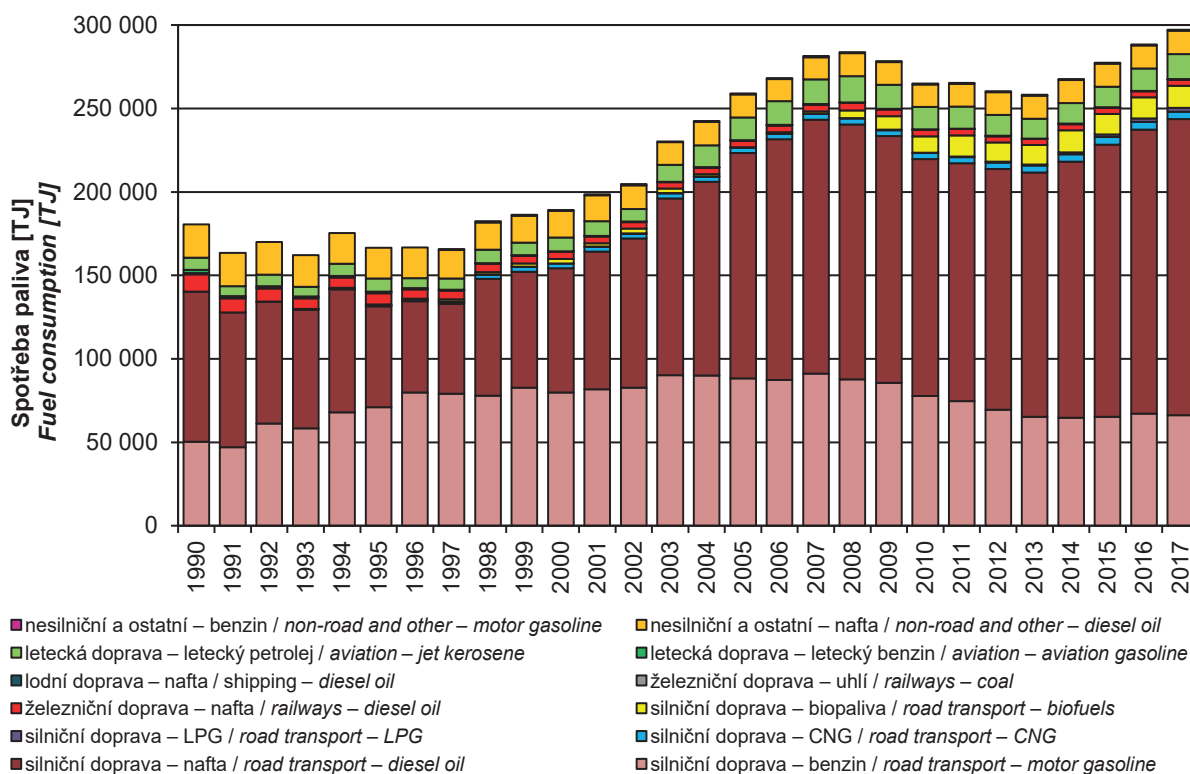


Obr. II.6 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 1 a REZZO 2, 1990–2017
Fig. II.6 Fuel consumption in REZZO 1 and REZZO 2 sources, 1990–2017

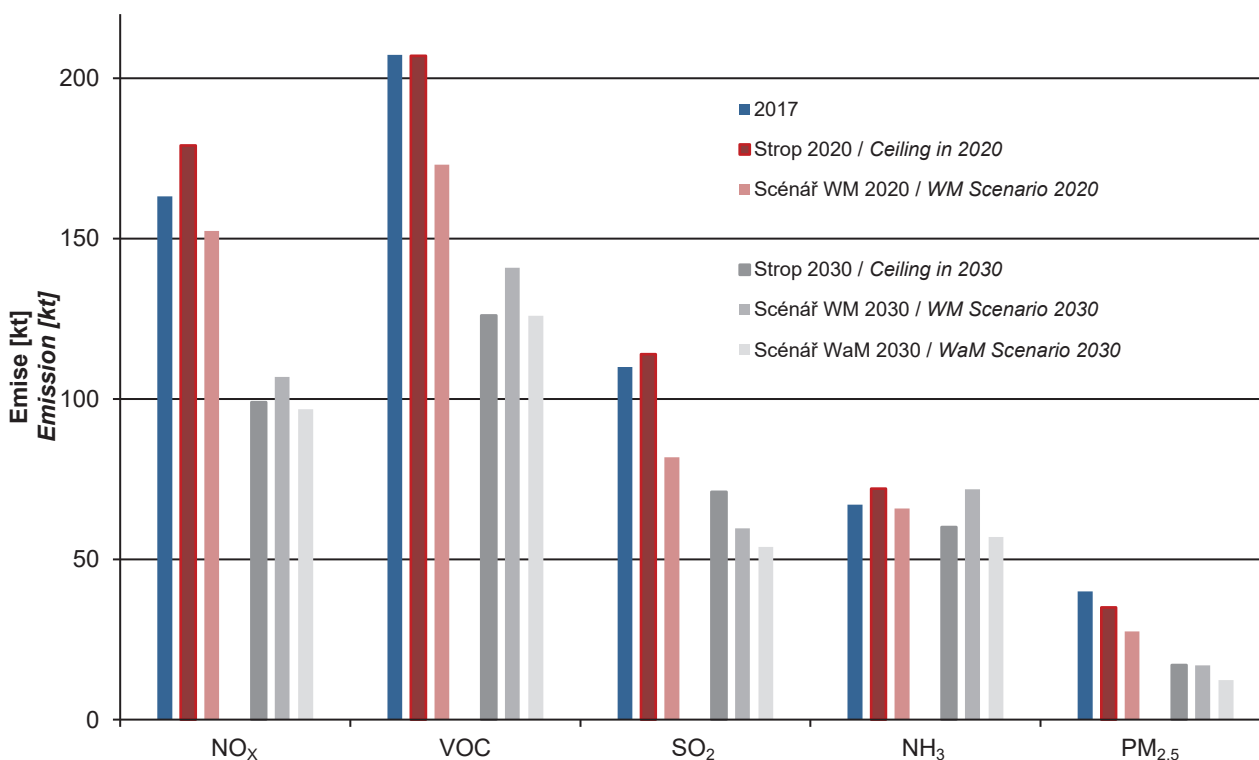


Obr. II.7 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 3 (domácnosti), 1990–2017
Fig. II.7 Fuel consumption in REZZO 3 sources (households), 1990–2017

II. ZNEČIŠTOVÁNÍ OVZDUŠÍ II. AIR POLLUTION



Obr. II.8 Spotřeba paliv zdrojů REZZO 4, 1990–2017
Fig. II.8 Fuel consumption in REZZO 4 sources, 1990–2017



Obr. II. 9 Srovnání emisních stropů a scénářů emisních projekcí hlavních znečišťujících látek
Fig. II.9 Comparison of emission ceilings and emission projection scenarios of main air pollutants

III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY

Kromě vlastních zdrojů znečišťování ovzduší výrazně ovlivňují kvalitu ovzduší meteorologické podmínky. Umožňují rozptyl znečišťujících látek v ovzduší, mají vliv na množství emisí z antropogenních i přírodních zdrojů, ovlivňují tvorbu sekundárních znečišťujících látek i rychlost jejich odstraňování z ovzduší.

Meteorologické podmínky v roce 2018

Teplotně byl rok 2018 mimořádně nadnormální. Průměrná roční teplota vzduchu byla na území ČR 9,6 °C, což je o 1,7 °C vyšší než normál 1981–2010¹. Rok 2018 se tak stává nejteplejším rokem od roku 1961. Během roku byly zaznamenány pouze dva měsíce se zápornou odchylkou průměrné měsíční teploty od normálu, a to únor (odchylka –2,6 °C) a březen (odchylka –2,1 °C). Oba tyto měsíce hodnotíme jako teplotně podnormální. V ostatních měsících byla hodnota průměrné teploty vyšší než normál a – kromě listopadu – jsou hodnoceny jako teplotně nadnormální až mimořádně nadnormální. Mimořádně teplé byly měsíce duben (odchylka +4,8 °C) a květen (odchylka +3,2 °C). Měsíce leden (odchylka +3,8 °C), červen (odchylka +1,7 °C) a srpen (odchylka +3,3 °C) hodnotíme pak jako silně nadnormální (obr. III.1).

Srážkově byl rok 2018 silně podnormální. Průměrný roční úhrn srážek na území ČR činil 518 mm, což představuje 76 % normálu 1981–2010. Jedná se tak o druhý nejsušší rok za období od roku 1961, rokem s nejnižším úhrnem srážek (503 mm) zůstává rok 2003. Srážkové úhrny se po většinu měsíců roku pohybovaly pod hodnotami normálu. Srážkově mimořádně podnormální byl listopad, kdy na území ČR spadlo pouze 37 % normálu 1981–2010. Srážkově silně podnormální byly měsíce duben (48 % normálu), červenec (47 % normálu) a srpen (45 % normálu), jako podnormální pak hodnotíme únor (37 % normálu). Nadnormální úhrn srážek byl zaznamenán pouze v prosinci, kdy spadlo 140 % srážkového normálu (obr. III.2).

V roce 2018 panovaly v porovnání s dlouhodobým průměrem 2007–2017 zlepšené rozptylové pod-

¹ Standardní klimatické normály podle WMO jsou počítány jako 30leté průměry teploty, srážek a dalších klimatických prvků. Tyto normály jsou aktualizovány každých 30 let, v současnosti je tedy platné normálové období 1961–1990. Vzhledem k probíhajícímu klimatickým změnám WMO doporučuje přepočítávat klimatické normály pro operativní účely každých deset let. Současným standardním klimatickým normálem je tedy normál spočtený za období 1981–2010.

III. METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS

Apart from the respective air pollution sources, air quality is significantly affected by meteorological conditions. These conditions enable the dispersion of polluting substances in the air, influence the amount of emissions from anthropogenic or natural sources, and affect the formation of secondary pollutants as well as the rate of their removal from the air.

Meteorological conditions in 2018

In terms of temperature, the year 2018 was extremely above normal. The average annual temperature over the territory of the Czech Republic reached 9.6 °C, which is 1.7 °C above the normal of 1981–2010¹. Consequently, 2018 becomes the warmest year since 1961. During the year, only two months were recorded having negative deviation from the monthly temperature normal, namely February (deviation of –2.6 °C) and March (deviation of –2.1 °C). Both of these months can be classified as subnormal in terms of temperature. In other months, the average temperature was higher than normal and, except for November, they are rated as above-normal to extremely over the normal. The months of April (deviation +4.8 °C) and May (deviation +3.2 °C) were extremely warm. January (deviation +3.8 °C), June (deviation +1.7 °C) and August (deviation +3.3 °C) can then be evaluated as highly above normal (Fig. III.1).

Precipitation in 2018 was strongly below normal. The average total annual precipitation over the territory of the Czech Republic reached 518 mm, corresponding to 76% of the normal value of the 1981–2010 period. So, this is the second driest year since 1961, as 2003 remains the year with the lowest precipitation total (503 mm). Precipitation totals were below the normal for most months of the year. The precipitation was extremely subnormal in November, when only 37% of the 1981–2010 normal was recorded on the territory of the Czech Republic. The precipitation was strongly subnormal in April (48% of the normal), July (47% of the normal) and August (45% of the normal). The above-average precipitation was recorded only in December, reaching 140% of the precipitation normal (Fig. III.2).

¹ According to WMO, the standard climate normals are calculated as 30-year average values of temperature, precipitation and other climate parameters. The normals are updated every 30 years, so currently the period of 1961–1990 is in validity. In view of ongoing climate change, the WMO recommends recalculating climate normals for operational purposes every ten years. The current standard climate normal is therefore the normal calculated for the period of 1981–2010.

mínky, které lze charakterizovat jako silně nadnormální. V celorepublikovém průměru se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v 91 % případů, což představuje 120 % dlouhodobého průměru. Na základě hodnocení ventilačního indexu zprůměrovaného pro jednotlivé kraje a aglomerace se nepříznivé rozptylové podmínky během roku vyskytly ve všech krajích a aglomeracích (obr. III.3). Nejčastěji se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v Jihomoravském kraji bez aglomerace Brno (93 %) a ve Zlínském kraji (92 %). Během roku byly nejlepší rozptylové podmínky v květnu a v srpnu (100 %), naopak nejméně často se dobré rozptylové podmínky vyskytovaly v lednu (87 %), únoru (82 %), září (83 %), říjnu (81 %) a listopadu (80 %). V lednu a únoru došlo navíc i k výskytu nepříznivých rozptylových podmínek (obr. III.4).

Vliv meteorologie na rozptylové podmínky

Rozptylové podmínky jsou určeny především stabilitou mezní vrstvy² atmosféry a rychlostí proudění v této vrstvě.

Čím větší je stabilita mezní vrstvy, tím méně dochází k vertikálnímu promíchávání vzduchu. Stabilita přitom závisí na průběhu teploty s výškou. Při nejstabilnějších situacích teplota vzduchu s výškou roste (inverzní zvrstvení) a podmínky pro vertikální promíchávání jsou nejméně příznivé. V důsledku toho dochází k hromadění znečišťujících látek v atmosféře a následně tedy ke zvýšení jejich koncentrací. Při nestabilním zvrstvení klesá teplota s výškou rychleji, než by odpovídalo běžným podmínkám v atmosféře. Projevuje se pak uspořádaná termická konvekce a termická turbulence (Bednář 2008). Rychlost a směr větru ovlivňuje horizontální rozptyl emisí, což vede k jejich rychlejšímu naředění. Tím se koncentrace znečišťujících látek snižují a ovzduší se rychle vyčistí. Kromě toho vede silnější vítr k rozvoji mechanické turbulence, a přispívá tak k vertikálnímu promíchávání.

Jedna z možností, jak číselně vyjádřit rozptylové podmínky, je tzv. **ventilační index (VI)**, který je definován jako součin výšky směšovací vrstvy a průměrné rychlosti větru v ní³. Takto vyjádřený ventilační index nabývá v podmínkách ČR zpra-

In 2018, the dispersion conditions were improved compared to the long-term average of 2007–2017, which can be characterized as highly above the normal. On a national average, good dispersion conditions occurred in 91% of cases, representing 120% of the long-term average. Based on the evaluation of the ventilation index averaged for regions and agglomerations, unfavourable dispersion conditions occurred in all regions and agglomerations during the year (Fig. III.13). The most common dispersion conditions occurred in the South Moravian region without Brno agglomeration (93%) and in the Zlín region (92%). During the year there were the best dispersion conditions in May and August (100%), while the least frequent good dispersion conditions were in January (87%), February (82%), September (83%), October (81%) and November (80%). In addition, unfavourable dispersion conditions also occurred in January and February (Fig. III.4).

The effect of meteorology on dispersion conditions

Dispersion conditions are determined primarily by the stability of the boundary layer² of the atmosphere and the velocity of flow in this layer. The boundary layer refers to the part of the atmosphere adjacent to the surface of the Earth in which, as a consequence of interactions with the surface of the Earth, mechanical and thermal turbulence is induced and leads to intense vertical transfer of momentum, temperature, water vapour and pollutants.

The greater the stability of the boundary layer, the less vertical mixing of the air occurs. Simultaneously, the stability depends on the temperature changes with altitude. Under the most stable conditions, the air temperature increases with height (inverse layering) and the conditions for vertical mixing are the least favourable. As a result, pollutants accumulate in the atmosphere and consequently their concentration increases. In unstable layering, the temperature decreases with height more rapidly than would correspond to normal conditions in the atmosphere. This is then manifested in ordered thermal convection and thermal turbulence (Bednář 2008). The wind speed and direction affect horizontal emission dispersion which results in their more rapid dilution. This reduces pollutant concentrations and cleans the air quickly. In addition, stronger wind leads to the development of mechanical turbulence and thus contributes to vertical mixing.

² Mezní vrstvou označujeme část atmosféry přiléhající k zemskému povrchu, v níž je v důsledku interakce se zemským povrchem rozvinuta mechanická a termická turbulence a dochází v ní k intenzivnímu vertikálnímu přenosu hybnosti, tepla, vodní páry a znečišťujících příměsí.

³ Směšovací vrstvou rozumíme vrstvu ovzduší mezi zemským povrchem a spodní hranicí nejnižší zádržné teplotní vrstvy.

² The boundary layer is the part of the atmosphere that is adjacent to the Earth's surface, where the mechanical and thermal turbulence develops as a result of the interaction with the Earth's surface, resulting in an intense vertical transmission of momentum, heat, water vapour and polluting materials.

vidla hodnot od stovek do desetitisíců $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, přičemž hodnoty nad $3\,000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ označujeme jako dobré rozptylové podmínky, hodnoty mezi $1\,100$ a $3\,000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ jako mírně nepříznivé a pod $1\,100 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ za nepříznivé. Situace s nepříznivými rozptylovými podmínkami neznámá nutně výskyt vysokých koncentrací znečišťujících látek. Důležitá je délka trvání situace, výchozí úroveň znečištění, rozložení zdrojů a jejich emisí do vrstvy pod inverzí. Naopak k výraznému a plošně rozsáhlému překračování imisních limitů dochází téměř výhradně za mírně nepříznivých a nepříznivých rozptylových podmínek. Četnost výskytu různých typů rozptylových podmínek je významně závislá na denní době a části roku.

Vliv meteorologických podmínek na emise

Meteorologické podmínky mají největší vliv na antropogenní emise z vytápění. Emise z vytápění jsou stanovovány na základě počtu otopných dnů a teplot, které se během nich vyskytly. Dálkové zásobování teplem je upraveno vyhláškou č. 194/2007 Sb.⁴. Domácnosti s vlastním spalovacím zařízením se chovají poněkud odlišně od centrálních dodavatelů tepla. Proto se pro účely této ročenky na rozdíl od vyhlášky považují za otopné ty dny, v nichž průměrná denní teplota v daném místě klesla pod $13 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplotní poměry v otopné sezoně (leden–květen, září–prosinec) nebo její části jsou charakterizovány pomocí tzv. **denostupňů**, tedy součtu rozdílů referenční vnitřní teploty a průměrné denní venkovní teploty v otopných dnech:

$$D_{t_{ref}} = \sum_{\substack{\text{otopné} \\ \text{dny}}} (t_{ref} - t_d)$$

kde $D_{t_{ref}}$ jsou denostupně, t_{ref} referenční teplota vnitřního vzduchu ($21 \text{ }^\circ\text{C}$) a t_d je průměrná denní teplota v jednotlivých otopných dnech. Níže uváděné denostupně pro území ČR (obr. III.5 a III.6) odpovídají průměrným hodnotám z více než 200 klimatologických stanic ČHMÚ. Z porovnání ob-

*One of the ways in which the dispersion conditions can be expressed numerically is in terms of the **ventilation index (VI)**, which is defined as the product of the mixing depth of the layer and the average transport wind speed in $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Under the conditions in the Czech Republic, the ventilation index expressed in this way generally attains values from hundreds up to tens of thousands $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, where values above $3,000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ are designated as good dispersion conditions, values between $1,100$ and $3,000 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ are considered slightly unfavourable and values below $1,100 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ as unfavourable. Situations with unfavourable dispersion conditions do not necessarily mean occurrence of high pollutant concentrations. Important is the duration of the situation, the starting level of pollution, the distribution of sources, and their emissions to the layer under the inversion. On the contrary, substantial and extensive exceeding of the pollution level limits occurs almost exclusively under slightly unfavourable and unfavourable dispersion conditions. The frequency of the occurrence of various types of dispersion conditions strongly depends on the time of day and season of the year.*

The effect of meteorological conditions on emissions

*Meteorological conditions have the greatest effect on anthropogenic emissions from heating. Emissions from heating are determined on the basis of calculation of heating days and the temperatures that occurred during these days. Long-distance heat supply is regulated by Decree No. 194/2007 Coll.⁴. Households with their own heating equipment behave somewhat differently from central heat suppliers. Consequently, for the purposes of this yearbook, in contrast to the Decree, heating days are considered to be days during which the average daily temperature at the relevant site decreased below $13 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperature conditions in the heating season (January–May, September–December) or parts thereof are characterized in terms of **degree-days** – i.e. the sum of the differences in the reference indoor tempe-*

⁴Podle vyhlášky č. 194/2007 Sb. se dodávka tepla zahájí v otopném období (tj. období od 1. září do 31. května), klesne-li průměrná denní teplota venkovního vzduchu v místě pod $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ ve dvou po sobě následujících dnech a podle vývoje počasí nelze očekávat zvýšení této teploty nad $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ v následujícím dni. Vytápění se v otopném období omezí nebo přerušit tehdy, jestliže průměrná denní teplota venkovního vzduchu v příslušném místě nebo lokalitě vystoupí nad $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ ve dvou po sobě následujících dnech a podle vývoje počasí nelze očekávat pokles této teploty pro následující den. Při následném poklesu průměrné denní teploty venkovního vzduchu pod $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ se vytápění obnoví.

³The mixing layer is understood as the layer of air between the Earth's surface and the lower boundary of the lowest temperature-blocking layer.

⁴According to Decree No. 194/2007 Coll., supply of heat is commenced in the heating season (i.e. the period from 1 September to 31 May), if the average daily temperature of the outdoor air at the site decreases below $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ on two subsequent days and, according to the development of the weather, an increase in this temperature above $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ cannot be expected on the following days. Heating in the heating season is reduced or interrupted if the average daily temperature of the outdoor air at the relevant site or location increases above $+13 \text{ }^\circ\text{C}$ on two subsequent days and, following the development of the weather, a decrease in this temperature cannot be expected on the next day. Heating is renewed if the average daily temperature of the outdoor air decreases below $+13 \text{ }^\circ\text{C}$.

rázku III.5 a II.7 je zřejmé, že vyšší spotřeba paliv v roce 2010 odpovídá silně nadnormálním hodnotám a naopak nižší spotřeba paliv v roce 2014 podnormálním hodnotám denostupňů.

Nízké teploty mohou navyšovat spalovací emise z motorových vozidel, obzvláště při studených startech (ATEM 2012; Chan et al. 2013; Vojtíšek 2013). Na teplotě jsou závislé také emise těkavých organických látek (VOC) z rozpouštědel a skladování a distribuce benzínu. Teplota a fotosynteticky aktivní složka slunečního záření mají vliv na biogenní emise nemetanických těkavých organických látek (např. isoprenu a terpenů), které působí jako prekurzor sekundárních organických aerosolů i přízemního ozonu. Významné jsou přitom hlavně emise z lesních porostů (např. Bednář et al. 2013; Zemánková et al. 2010). Vítr s rychlostí přibližně nad $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ může způsobovat resuspenzi, tedy zvýšení a opětovný vnos již sedimentovaných částic zpět do ovzduší. Meteorologické podmínky ovlivňují také míru a rychlost vytěkávání perzistentních organických látek z půdy, kam se dostaly zejména v důsledku zemědělské činnosti.

Vliv meteorologických podmínek na tvorbu sekundárních polutantů a chemismus atmosféry

Meteorologické podmínky, a to zejména teplota, relativní vlhkost vzduchu a sluneční záření, přímo ovlivňují chemické a fyzikální procesy probíhající mezi znečišťujícími látkami v ovzduší (např. Baek et al. 2004). Vliv meteorologických podmínek může být i nepřímý, např. v důsledku intenzivního promíchávání dochází k naředění emitovaných látek, a tedy i ke snížení rychlosti reakcí. Pro průběh fotochemických reakcí je rozhodující sluneční záření. V letním období vysoké teploty a zejména intenzivní sluneční záření přispívají k vysokým koncentracím přízemního ozonu (Blažek et al. 2013).

ratuures and the average daily outdoor temperatures on heating days:

$$D_{t_{ref}} = \sum_{\text{heating days}} (t_{ref} - t_d)$$

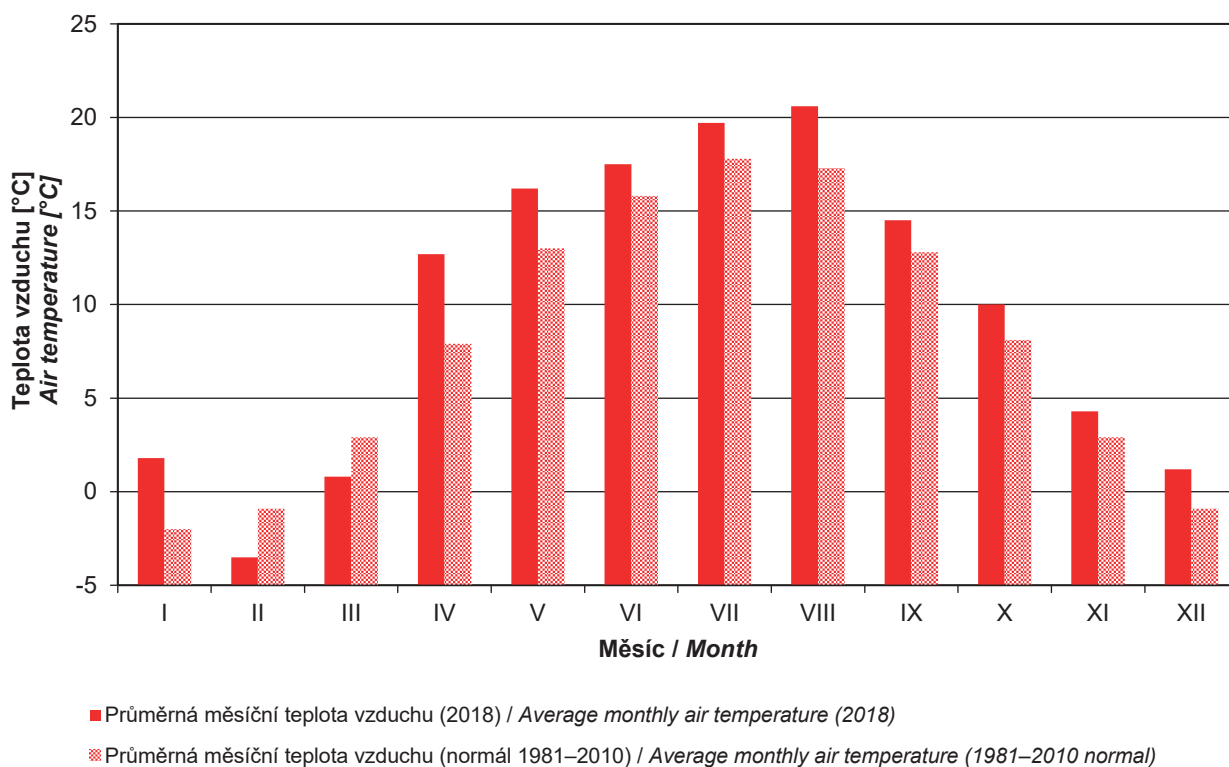
where $D_{t_{ref}}$ are degree-days, t_{ref} is the reference temperature of the indoor air ($21 \text{ }^\circ\text{C}$) and t_d is the average daily temperature on the individual heating days. The degree-days given below for the territory of the Czech Republic (Fig. III.5 and III.6) correspond to the average values for more than 200 CHMI climatological stations. It is apparent from comparison of Fig. III.5 and II.7 that the higher fuel consumption in 2010 corresponded to highly above-normal levels and, on the other hand, the lower fuel consumption in 2014 corresponded to subnormal degree-day values.

Lower temperatures can lead to increase of combustion emissions from motor vehicles, especially during cold starts (ATEM 2012; Chan et al. 2013; Vojtíšek 2013). Volatile organic compounds (VOCs) emissions from solvents and storage and distribution of petrol also depend on the temperature. The temperature and photosynthetically active components of solar radiation affect biogenic emissions of non-methane volatile organic compounds (e.g. isoprene and terpenes), which act as precursors for secondary organic aerosols and ground-level ozone. Emissions from forested areas are especially important (e.g. Bednář et al. 2013; Zemánková et al. 2010). Wind of a speed above approximately $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ can cause resuspension, i.e. eddying and repeated lifting of already settled particles back into the air. Meteorological conditions also affect the degree and rate of evaporation of persistent organic substances from the soil, where they were deposited mainly through agricultural activities.

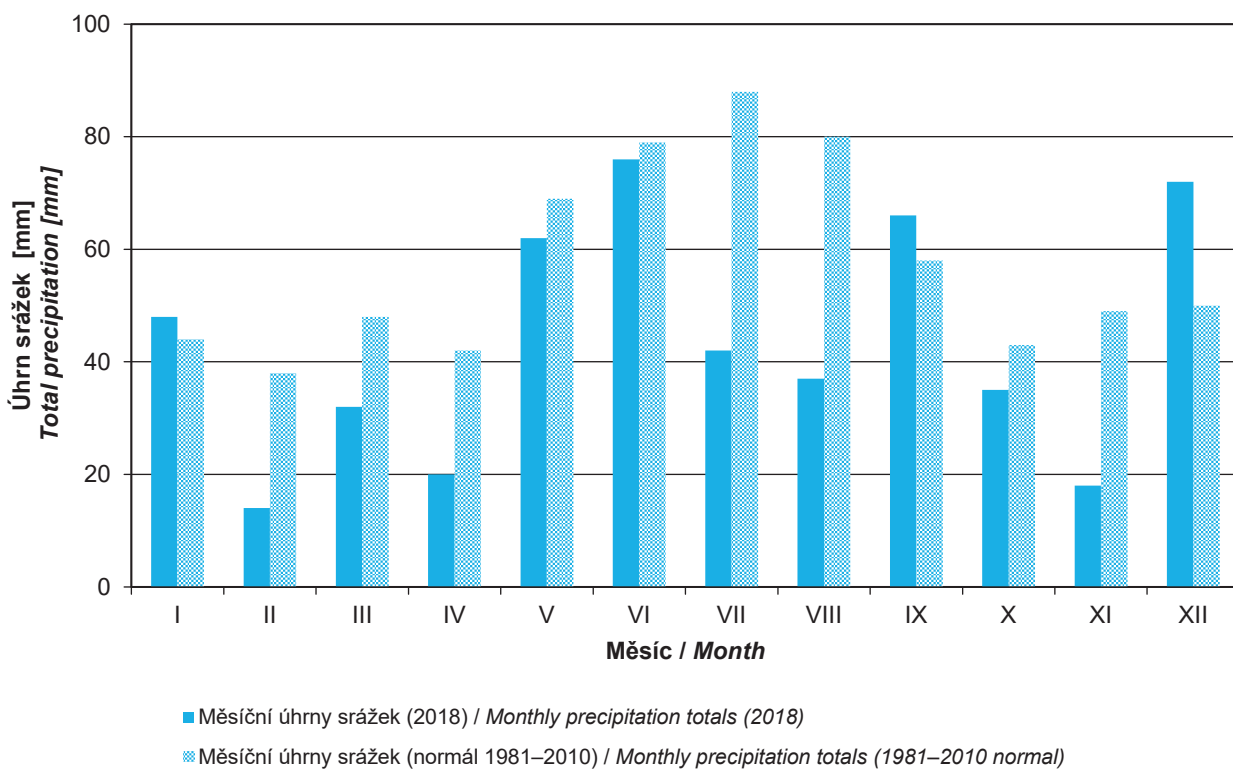
The effect of meteorological conditions on the formation of secondary pollutants and the chemistry of the atmosphere

Meteorological conditions, especially the temperature, relative humidity of the air and solar radiation, directly affect the chemical and physical processes taking place among the pollutant substances in the air (e.g. Baek et al. 2004). Meteorological conditions can also have an indirect impact, e.g. intense mixing can lead to dilution of emitted substances and thus to a reduction in the rate of a reaction. Solar radiation is decisive during photochemical reactions. In the summer, high temperatures and especially intense solar radiation contribute to high ground-level ozone concentrations (Blažek et al. 2013).

III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY III. METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS



Obr. III.1 Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2018 v porovnání s normálem 1981–2010
Fig. III.1 Average monthly air temperature in 2018 compared to the long-term temperature mean 1981–2010



Obr. III.2 Měsíční úhrny srážek v roce 2018 v porovnání s normálem 1981–2010
Fig. III.2 Monthly precipitation totals compared to the long-term precipitation mean 1981–2010

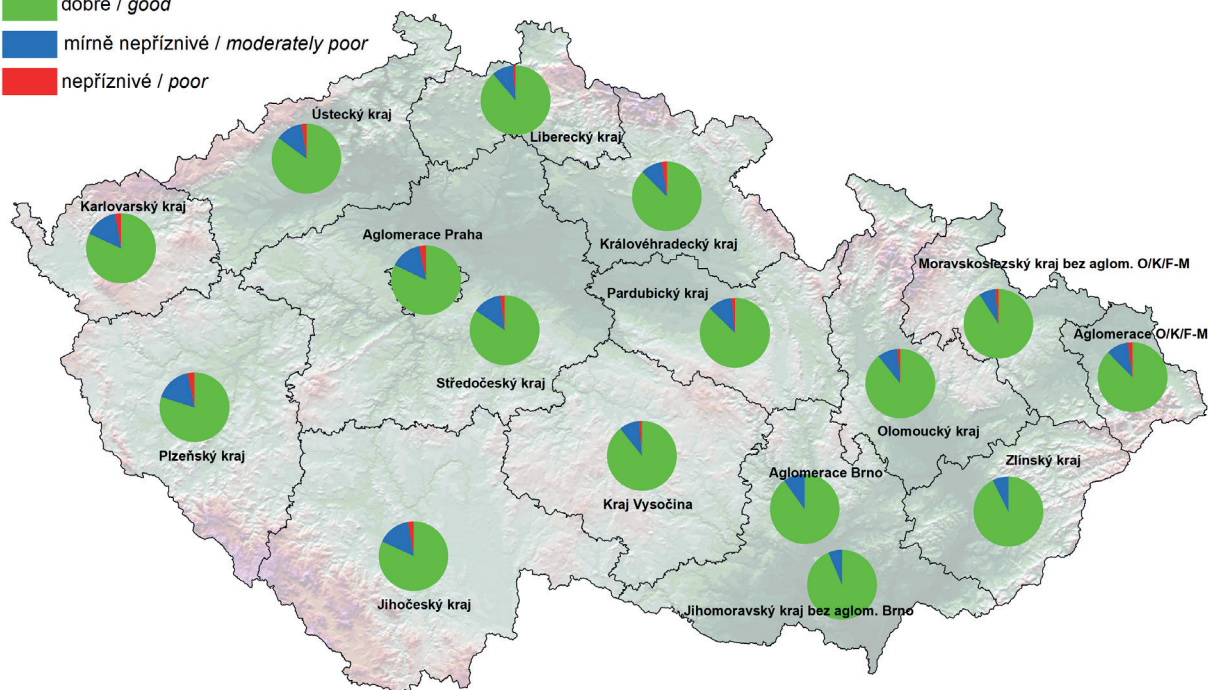
III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY III. METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS

Rozptylové podmínky / Dispersion conditions

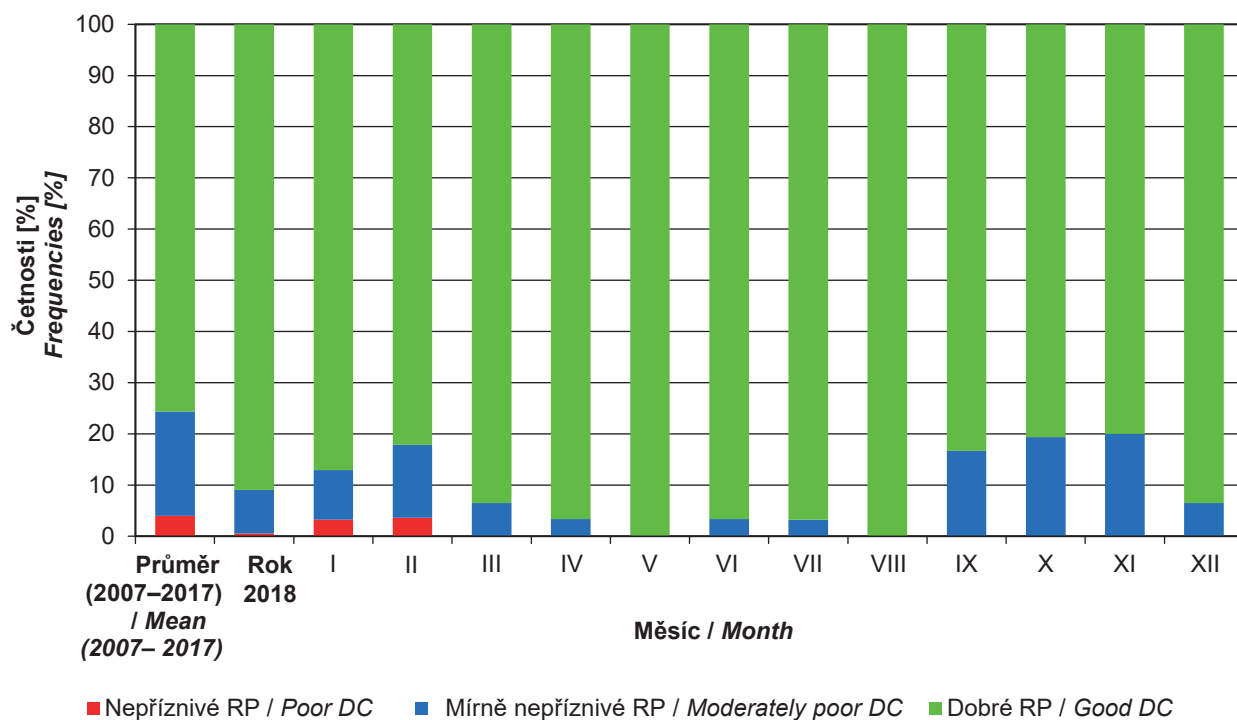
dobré / good

mírně nepříznivé / moderately poor

nepříznivé / poor

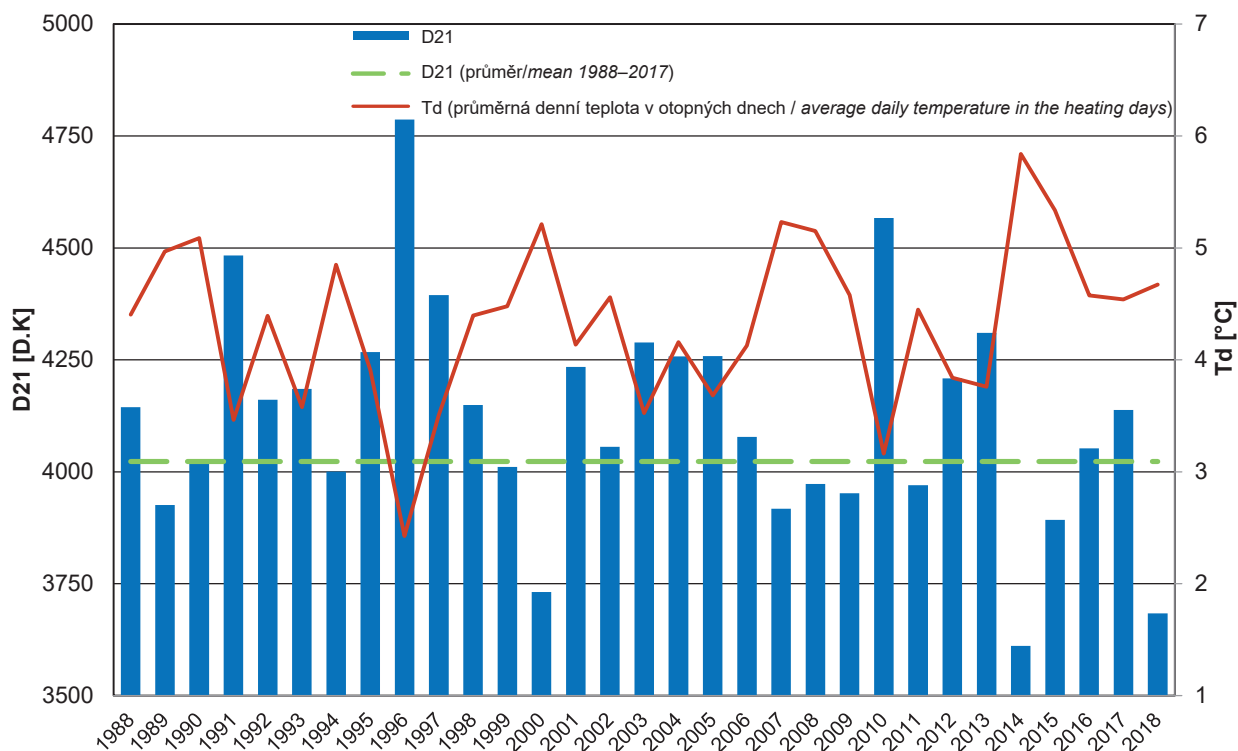


Obr. III.3 Skladba denních průměrů ventilačního indexu v krajích a aglomeracích České republiky
Fig. III.3 Composition of daily averages of ventilation index in regions and agglomerations of the Czech Republic

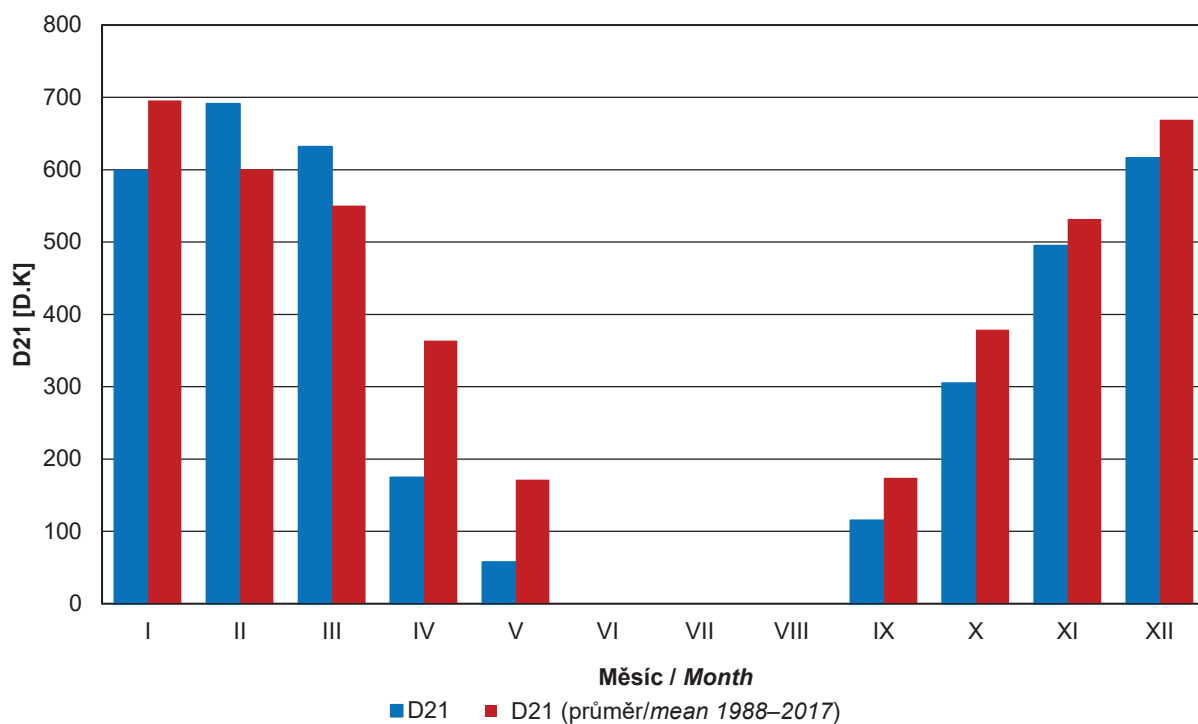


Obr. III.4 Četnosti výskytu rozptylových podmínek (RP) v jednotlivých měsících, 2018
Fig. III.4 Frequency of occurrence of dispersion conditions (DC) by months, 2018

III. METEOROLOGICKÉ A ROZPTYLOVÉ PODMÍNKY III. METEOROLOGICAL AND DISPERSION CONDITIONS



Obr. III.5 Roční otopné sezony v ČR vyjádřené v denostupních (D21) a jejich průměr za období 1988–2017
Fig. III. 5 Annual heating seasons in the CR expressed in degree days (D21) and their average for the period 1988–2018



Obr. III.6 Roční chod denostupňů na území ČR v otopné sezoně 2018 (I–V, IX–XII) v porovnání s průměrem 1988–2017
Fig. III.6 Annual course of degree days in the territory of the CR in the heating season 2018 (I–V, IX–XII) in comparison with the average for 1988–2017

IV. KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Hodnocení kvality ovzduší se provádí s ohledem na ochranu zdraví populace a na ochranu ekosystémů a vegetace. 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 nová jednotná barevná škála, kde jednotlivé barvy odpovídají dané úrovni znečištění ovzduší (obr. IV.1). V některých mapách znečišťujících látek, kde jsou vysoké hodnoty koncentrací, je barevná škála rozšířena o tmavě hnědou barvu, značící velmi vysoké úrovně znečištění ovzduší v daném území.

IV.1 SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} zůstává jedním z hlavních problémů, které je třeba řešit při zajišťování kvality ovzduší ČR. Překračování imisních limitů PM₁₀ a PM_{2,5} se stále významným způsobem podílí na vymezování oblastí s nadlimitním znečištěním ovzduší.

IV.1.1 Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi v roce 2018

Suspendované částice PM₁₀

K překročení 24hodinového imisního limitu PM₁₀ došlo v roce 2018 na 31 % stanic (45 stanic z celkového počtu 144 s dostatečným počtem dat pro hodnocení; tab. XIII.1, obr. IV.1.2). V porovnání s rokem 2017, kdy bylo překročení denního

IV. AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC

The evaluation is implement in relation to protection of the health of the population and protection of ecosystems and vegetation. Map interpretation is an essential starting point for indication of areas where the pollutant limit levels are exceeded from the viewpoint of protection of human health, for which the legislation requires preparation of programmes to improve the ambient air quality or regulatory codes.

A new common colour scale has been introduced to improve orientation in the maps of areas of polluting substances where a specific colour corresponds to a particular level of the air pollution (Fig. I.1). In some of the maps of pollution substances the colour scale is extended newly by dark brown signifying very high level of the air pollution in the specific area.

IV.1 SUSPENDED PARTICULATE MATTER

Air pollution by suspended particulate matter of PM₁₀ and PM_{2,5} fractions remains one of the main problems to be resolved in ensuring air quality in the Czech Republic. Exceeding of the pollution limit levels for PM₁₀ and PM_{2,5} continues to make a significant contribution to the extent of areas with above-limit air pollution.

IV.1.1 Air pollution by suspended particulates in 2018

Suspended particulate matter PM₁₀

The 24-hour pollution limit level for PM₁₀ was exceeded in 2018 at 31% of stations (45 stations of a total number of 144 with a sufficient amount of data for the evaluation; Tab. XIII.1, Fig. IV.1.2).

	≤ dolní mez pro posuzování (LAT) ≤ lower assessment threshold (LAT)
	dolní mez pro posuzování (LAT) – horní mez pro posuzování (UAT) lower assessment threshold (LAT) – upper assessment threshold (UAT)
	horní mez pro posuzování (UAT) – imisní limit (LV) upper assessment threshold (UAT) – limit value (LV)
	> imisní limit (LV) > limit value (LV)

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

Fig. IV.1 Colours scale in the legend of the areal maps of polluting substances for classification of areas by assessment thresholds and areas above the pollutin limit

imisičního limitu PM_{10} zaznamenáno na 35 % stanic (50 stanic ze 143) se jedná o mírný pokles (obr. IV.1.13). Překročení povoleného počtu překročení hodnoty imisičního limitu většinou nastalo během října až prosince.

Imisiční limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM_{10} byl v roce 2018 překročen na 3,2 % území ČR s cca 13,8 % obyvatel (obr. IV.1.1).

V porovnání s rokem 2017 (8,3 %) došlo ke zmenšení plochy území ČR vystavené nadlimitní koncentraci PM_{10} (36. nejvyšší 24hod. koncentraci), nicméně v letech 2015 a 2016 byla situace podobná jako v roce 2018 (2,5 % a 1,4 % plochy území).

Meziroční snížení plochy s překročením 24hodinového limitu se projevilo zejména ve Zlínském, Olomouckém, Středočeském a Ústeckém kraji. Nejvíce zatíženou souvislou oblastí byla, stejně jako v předešlých letech (obr. IV.1.9 a IV.1.10), aglomerace O/K/F-M, ve které byl denní imisiční limit PM_{10} v roce 2018 překročen na většině stanic. 24hodinový imisiční limit PM_{10} však bývá překračován i v dalších zónách a aglomeracích. V roce 2018 byly nadlimitní koncentrace naměřeny v aglomeraci O/K/F-M, v Moravskoslezském kraji bez aglomerace O/K/F-M, dále v krajích Ústeckém, Středočeském, Zlínském, Olomouckém, Pardubickém a v aglomeracích Praha a Brno.

V aglomeracích Praha a Brno se překročení imisičního limitu vyskytuje spíše na dopravních lokalitách, v aglomeraci O/K/F-M na průmyslových i pozadíových lokalitách a v ostatních zónách také na pozadíových stanicích (obr. IV.1.2 a IV.1.12).

Imisiční limit pro průměrnou roční koncentraci PM_{10} byl v roce 2018 překročen na 2,1 % stanic, tj. na 2 z celkového počtu 146 stanic v ČR s dostatečným počtem dat pro hodnocení, a to na průmyslové lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ a Ostrava-Prívov a na venkovské lokalitě Věřňovice (obr. IV.1.4; tab. XIII.2 a XIII.5). Všechny lokality se nachází v aglomeraci O/K/F-M. O rok dříve, v roce 2017, došlo k překročení ročního imisičního limitu na dvou lokalitách ze 146.

V případě průměrné roční koncentrace PM_{10} došlo v roce 2018 k překročení imisičního limitu na 0,1 % území ČR s cca 0,3 % obyvatel (obr. IV.1.3). V roce 2017 byl roční imisiční limit překročen na 0,02 % území s 0,01 % obyvatel. V roce 2016 se pouze lokální překročení nepromítlo do mapy roční průměrné koncentrace v rozlišení měřítka, ve kterém je prezentována.

Koncentrace PM_{10} vykazují zřetelný roční chod s nejvyššími hodnotami v chladných měsících

It is a slight decrease compared to the year 2017 when exceeding of the daily PM_{10} limit value was recorded at 35% of stations (50 stations out of 143; Fig. IV.1.13). The excess of the permitted number of cases exceeding the pollution limit level occurred mostly between October and December.

The pollution limit level for the average 24-hour concentration of PM_{10} was exceeded in 2018 over 3.2% of the territory of the Czech Republic with approx. 13.8% of the population (Fig. IV.1.1). Compared to 2017 (8.3%), the area of the Czech Republic exposed to the above-limit PM_{10} concentration (the 36th highest 24-hour concentration) decreased, but in 2015 and 2016 the situation was similar to that in 2018 (2.5% and 1.4% of the area).

Inter-annual decrease of the territory where the 24-hour limit value was exceeded was apparent particularly in the Zlín, Olomouc, Central Bohemian and Ústí nad Labem region. The most exposed continuous area, as in previous years (Fig. IV.1.9 and IV.1.10), was the O/K/F-M agglomeration, where the daily pollution limit level for PM_{10} was exceeded at the majority of stations in 2018. However, the 24-hour pollution limit value for PM_{10} is being exceeded in other zones and agglomerations. In 2018, above-limit concentrations were measured in the O/K/F-M agglomeration, in the Moravian-Silesian region without the O/K/F-M agglomeration, as well as in the Ústí nad Labem, Central Bohemian, Zlín, Olomouc, and Pardubice regions and Prague and Brno agglomerations.

Exceeding of the pollution limit levels in Prague and Brno occurs mostly at traffic localities, in the O/K/F-M agglomeration at industrial and background localities and in other zones also at the background stations (Fig. IV.1.2 and IV.1.12).

The pollution limit level for the average annual concentration of PM_{10} was exceeded in 2018 at 2.1% of stations, i.e. at 2 of the total number of 146 stations in the Czech Republic with a sufficient amount of data for the evaluation, namely at the Ostrava-Radvanice ZÚ and Ostrava-Prívov industrial locations and in the Věřňovice rural location (Fig. IV.1.4; Tab. XIII.2 and XIII.5). All the locations are situated in the O/K/F-M agglomeration. A year earlier, in 2017, the annual pollution limit level was exceeded at two localities out of 146.

In the case of the average annual PM_{10} concentration, in 2018, the limit value was exceeded in 0.1% of the territory of the Czech Republic with approximately 0.3% of the population (Fig. IV.1.3). In 2017,

roku (obr. IV.1.14). Vyšší koncentrace PM_{10} v ovzduší během chladného období roku souvisejí jak s vyššími hodnotami emisí částic ze sezonně provozovaných tepelných zdrojů, tak i se zhoršenými rozptylovými podmínkami. Např. lokální topeniště se na emisích PM_{10} resp. $PM_{2,5}$ v ČR podílejí více než 59 % resp. 74 % (obr. IV.1.20 a IV.1.22).

Roční chod koncentrací PM_{10} v roce 2018 měl typický průběh s jasnou dominancí podzimních a zimních měsíců, pro které je příznačný nejméně častý výskyt dobrých rozptylových podmínek. V roce 2018 byly nejvyšší až nadlimitní koncentrace PM_{10} naměřeny v měsících únor, březen a listopad, což koresponduje s výskytem mírně nepříznivých až nepříznivých podmínek v únoru a mírně nepříznivých podmínek v březnu a listopadu. Během měsíců únor a březen, které navíc byly teplotně podprůměrné v porovnání s normálem 1981–2010 (více viz kap. III), došlo k vyhlášení smogových situací a regulací z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic (kap. III a VI).

Suspendované částice $PM_{2,5}$

Imisní limit pro průměrnou roční koncentraci $PM_{2,5}$ byl v roce 2018 překročen na 1,2 % území ČR s cca 6,1 % obyvatel (obr. IV.1.5) V roce 2017 se jednalo o 0,9 % plochy s 4,9 % obyvatel, v roce 2016 o 0,5 % plochy s 3 % obyvatel. Překročení imisního limitu bylo zaznamenáno na 13 stanicích (16 %) z celkového počtu 80 (tab. XIII.3; obr. IV.1.13), v roce 2017 na 10 stanicích (12,7 %) z celkového počtu 79 a v roce 2016 na 10 stanicích (12,3 %) z 81. Všechny stanice, u nichž došlo v roce 2018 k překročení ročního imisního limitu, leží na území Moravskoslezského kraje převážně v aglomeraci O/K/F-M (obr. IV.1.6 a IV.1.11).

Vyšší hodnoty koncentrací $PM_{2,5}$ se vyskytují zejména v chladném období roku (obr. IV.1.15) a jsou, podobně jako u PM_{10} , důsledkem emisí z vytápění a zhoršených rozptylových podmínek. Měsíční koncentrace $PM_{2,5}$ vykazují chod velice podobný ročnímu chodu PM_{10} .

V roce 2020 vstoupí v platnost nový imisní limit pro roční průměrnou koncentraci $PM_{2,5}$. Vyhodnocení situace vzhledem k budoucímu imisnímu limitu ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na základě koncentrací naměřených v roce 2018 lze nalézt v Příloze II.

Suspendované částice PM_1

Jemná frakce částic PM_1 byla v roce 2018 měřena na 23 lokalitách, z toho 9 lokalit mělo dostatečný

the annual limit value was exceeded in 0.02% of the territory with 0.01% of the population. In 2016, local above-limit value was the only not reflected in the map of annual average concentration in the scale in which it is presented.

The PM_{10} concentrations exhibit a clear annual variation with the highest values in the colder months of the year (Fig. IV.1.14). Higher PM_{10} concentrations in the air during the colder season are related both to greater emissions of particulates from the seasonally operated heating sources and also to deteriorated dispersion conditions. For example, local heating sources contribute more than 59% to PM_{10} emissions and 74% to $PM_{2,5}$ emissions in the Czech Republic (Fig. IV.1.20 and IV.1.22).

The annual variation of PM_{10} concentrations in 2018 demonstrated a typical shape with a clear dominance of autumn and winter months characterized by the least frequent occurrence of good dispersion conditions. In 2018, the highest or above-limit concentrations of PM_{10} were measured in February, March and November which corresponds to the occurrence of slightly to quite unfavourable conditions in February and slightly unfavourable conditions in March and November. During the months of February and March, which were also below-average in terms of temperature compared to the normal of 1981–2010 (for details see Chap. III), smog situations and regulations were announced due to high concentrations of suspended particles (Chap. III and VI).

Suspended particulate matter $PM_{2,5}$

The pollution limit level for the average annual concentration of $PM_{2,5}$ was exceeded, in 2018, over 1.2% of the territory of the Czech Republic with approx. 6.1% of the population (Fig. IV.1.5). In 2017, it concerned 0.9% of the area with 4.9% of the population, in 2016, the indicators were 0,5% of the area with 3% of the population. Exceeding of the pollution limit level was recorded at 13 (16%) of a total of 80 stations (Tab. XIII.3; Fig. IV.1.13). In 2017, the values were 10 stations (12.7%) out of a total of 79 stations and in 2016 at 10 stations (12.3%) out of 81. All the stations with the annual pollution limit exceeded in 2018 are located in the territory of the Moravian-Silesian region, mostly in the O/K/F-M agglomeration (Fig. IV.1.6 and IV.1.11).

Higher concentrations of $PM_{2,5}$ occur mainly in the colder part of the year (Fig. IV.1.15) and, similar to PM_{10} , are a consequence of emissions from heating

počet dat pro hodnocení. Jedná se o dvě stanice v Plzni a po jedné stanici v okrese Brno-město, v okrese Brno-venkov, v aglomeraci O/K/F-M, v okrese Zlín, v aglomeraci Praha a v okresech Ústí nad Labem a Litoměřice (tab. XIII.4). Nejvyšší roční koncentrace ($24,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) i maximální denní koncentrace ($187,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla naměřena na předměstské lokalitě Třinec-Kanada.

Poměr suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10}

Poměr frakcí $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10} není konstantní, vykazuje sezonní průběh a je zároveň závislý na charakteru lokality (obr. IV.1.16). V roce 2018 se tento poměr pohyboval v průměru z 64 lokalit v ČR, kde se současně měří $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10} a lokality mají dostatečný počet měření pro toto hodnocení, v rozmezí 0,65 (červenec a srpen) až 0,88 (únor) s nižšími hodnotami v letním období. V Praze, kde je roční chod ovlivněn vysokým podílem dopravních lokalit, byl tento poměr v rozmezí 0,60 (květen) až 0,83 (listopad), v Brně 0,69 (srpen) až 0,92 (únor), v Moravskoslezském kraji 0,65 (duben, květen a červenec) až 0,91 (únor) a v Ústeckém kraji 0,61 (srpen) až 0,83 (březen).

Při porovnání poměru frakcí $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10} podle klasifikace lokalit je na venkovských lokalitách poměr v rozmezí 0,63 (červenec) až 0,86 (únor), na městských 0,67 (červenec) až 0,89 (únor), na předměstských 0,66 (duben) až 0,89 (únor), na dopravních lokalitách je poměr v rozmezí 0,62 (srpen) až 0,82 (únor) a na průmyslových 0,65 (červenec) až 0,91 (únor).

Roční chod poměru frakcí $\text{PM}_{2,5}$ a PM_{10} souvisí se sezonním charakterem některých emisních zdrojů. Emise ze spalovacích zdrojů vykazují vyšší zastoupení frakce $\text{PM}_{2,5}$ než např. emise ze zemědělské činnosti a resuspenze při suchém a větrném počasí. Vytápění v zimním období může být tedy důvodem vyššího podílu frakce $\text{PM}_{2,5}$ ve frakci PM_{10} . Pokles během jarního období a začátku léta je v některých studiích vysvětlován také nárůstem množství větších biogenních částic, např. pylu (Gehrig, Buchmann 2003).

Na dopravních lokalitách je poměr $\text{PM}_{2,5}$ vůči PM_{10} nejnižší (obr. IV.1.16). Při spalování paliv v dopravě se emitované částice nalézají především ve frakci $\text{PM}_{2,5}$, a poměr by měl tudíž být u dopravních lokalit vysoký. To, že tomu tak není, zdůrazňuje význam emisí větších částic z otěrů pneumatik, brzdového obložení a ze silnic. Zastoupení hrubé frakce na dopravních stanicích narůstá i v důsledku resuspenze částic ze zimního

sources and of unfavourable dispersion conditions. Monthly $\text{PM}_{2,5}$ concentrations show a variation very similar to the annual variation of PM_{10} .

A new pollution limit value for the annual average $\text{PM}_{2,5}$ concentration will come into force in 2020. An evaluation of the situation with respect to the future limit value ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) based on the concentrations measured in 2018 can be found in Annex II.

Suspended particulate matter PM_1

The fine particulate PM_1 fraction was measured at 23 locations in 2018, of which 9 locations possessed a sufficient amount of data for the evaluation. These included two stations in Plzeň and one station in each the Brno-město and Brno-venkov districts, the O/K/F-M agglomeration, the Zlín district, the Prague agglomeration, and the Ústí nad Labem and Litoměřice districts (Tab. XIII.4). The highest annual concentration ($24.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and the maximum daily concentration ($187.6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) were measured in the Třinec-Canada suburban locality.

Ratio of the $\text{PM}_{2,5}$ and PM_{10} suspended particle fractions

The ratio of the $\text{PM}_{2,5}$ and PM_{10} fractions is not constant but exhibits seasonal variations and is also dependent on the character of the location (Fig. IV.1.16). In 2018, this ratio varied on an average from measurements at 64 locations in the Czech Republic, where $\text{PM}_{2,5}$ and PM_{10} are measured and, simultaneously, the locations have a sufficient number of measurements for the evaluation, in the range from 0.65 (July and August) to 0.88 (February) with lower values in summer. In Prague, where the annual variations are affected by the high fraction of traffic locations, this ratio was in the range from 0.60 (May) to 0.83 (November), in Brno from 0.69 (August) to 0.92 (February), in the Moravian-Silesian region from 0.65 (April, May, and July) to 0.91 (February) and in the Ústí nad Labem region from 0.61 (August) to 0.83 (March).

When the ratio of $\text{PM}_{2,5}$ and PM_{10} fractions is compared by a type of location, the ratio at rural locations ranges from 0.63 (July) to 0.86 (February), at urban from 0.67 (July) to 0.89 (February), at suburban from 0.66 (April) to 0.89 (February), at traffic locations from 0.62 (August) to 0.82 (February), and at industrial locations from 0.65 (July) to 0.91 (February).

The annual variation in the ratio of the $\text{PM}_{2,5}$ and PM_{10} fractions is related to a seasonal character of certain emission sources. Emissions from combus-

posypu. K navýšení koncentrace PM_{10} může dojít i v důsledku zvýšené abrazie silničního povrchu posypem a následnou resuspenzí obroušeného materiálu (EC 2011). Naproti tomu vyšší poměr frakcí $PM_{2,5}$ a PM_{10} v důsledku emisí ze spalovacích procesů je pozorován na průmyslových stanicích.

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

V roce 2008 byly nižší koncentrace částic pravděpodobně dány i výraznějším poklesem emisí některých prekurzorů částic při přechodném útlumu některých hospodářských odvětví v důsledku ekonomické krize. Následný vzestup koncentrací suspendovaných částic v roce 2010 byl zapříčiněn zejména opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v zimním období a nejchladnější topnou sezonou od roku 1996 (obr. III.1). V období 2011–2016 je u většiny imisních charakteristik pozorován pokles koncentrací (obr. IV.1.17–19). Pokles koncentrací PM_{10} se projevil na lokalitách všech kategorií (obr. IV.1.17). V roce 2017 došlo k mírnému nárůstu koncentrací, a to převážně z důvodu nepříznivých rozptylových podmínek z počátku roku. V roce 2018 nárůst koncentrací pokračoval s výjimkou nevýrazného poklesu 36. nejvyšší koncentrace PM_{10} na dopravních a městských lokalitách. Nicméně celorepublikový průměr 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM_{10} v roce 2018 ($49,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a roční průměrné koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ v roce 2018 ($28,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $21,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) se výrazně neliší od průměrů za předešlé desetileté období 2008–2017 ($51 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $28,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a $21,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Roční průměrné koncentrace PM_{10} dlouhodobě zůstávají pod hodnotou imisního limitu, naopak roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ a nejvyšší 36. denní koncentrace PM_{10} kolísají kolem hodnoty imisního limitu (ve všech případech zprůměrováno pro všechny typy lokalit a celou ČR; obr. IV.1.18 a IV.1.19).

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

tion sources exhibit a greater content of the $PM_{2,5}$ fraction than, e.g., emissions from agricultural activities and resuspension during dry and windy weather. Heating in winter can thus lead to a greater content of the $PM_{2,5}$ fraction in the PM_{10} fraction. The decrease during the spring and beginning of the summer is explained by some studies also as being a result in the amount of larger biogenic particulates, e.g. pollen (Gehrig, Buchmann 2003).

The $PM_{2,5}$ to PM_{10} ratio is the smallest at traffic locations (Fig. IV.1.16). In combustion of fuel in traffic, the particulates belong mainly to the $PM_{2,5}$ fraction and the ratio should therefore be high at traffic locations. The fact that this is not the case emphasises the importance of emissions of the largest particulates from abrasion of tyres, brake linings and roads. The content of the larger fraction at traffic stations also increases as a consequence of resuspension of particulates from winter grit scattering. An increase in the PM_{10} concentration can also occur as a result of greater abrasion of the road surface by grit and subsequent resuspension of the abraded material (EC 2011). On the contrary, the higher ratio of $PM_{2,5}$ and PM_{10} fractions resulting from emissions from combustion processes is observed at industrial stations.

IV.1.2 Trends in the concentrations of suspended particulates PM_{10} and $PM_{2,5}$

In 2008, lower concentrations of particulates were probably a result of the substantial reduction in emissions of some precursors during temporarily reduced operations in some branches of the economy as a consequence of the economic crisis. The subsequent increase in the concentrations of suspended particulates in 2010 was caused especially by the occurrence of unfavourable meteorological conditions in winter and the coldest heating season since 1996 (Fig. III.1). In the period 2011–2016, the majority of air pollution characteristics showed a decrease in concentrations (Fig. IV.1.17–19). A decrease in the PM_{10} concentrations was manifested at locations in all the categories (Fig. IV.1.17). A slight increase of concentrations occurred in 2017 mainly due to unfavourable dispersion conditions at the beginning of the year. In 2018, the increase in concentrations continued, except for a slight decrease of the 36th highest PM_{10} concentration in traffic and urban localities. However, the nationwide average of the 36th highest 24-hour PM_{10} concentrations in 2018 ($49.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and annual average PM_{10} and $PM_{2,5}$ concentrations in 2018 ($28.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ and $21.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) do not differ

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 PM₁₀ a PM_{2,5}.

Emisní inventury PM₁₀ a PM_{2,5} prováděné podle současných metodik zahrnují pouze primární emise těchto látek. Na koncentracích PM₁₀ a PM_{2,5} měřených v ovzduší se přitom významně podílí sekundární aerosolové částice vznikající přímo v ovzduší z plynných 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). Příspěvek sekundárních organických aerosolů biogenního původu může v evropských podmínkách činit 2–4 µg.m⁻³ (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 komínem nebo výduchy (průmyslové zdroje, lokální topeniště, doprava), pochází významné množství emisí PM ze zdrojů fugitivních (kamenolomy, skládky prašných materiálů, operace s prašnými materiály apod.). Zahrnuty jsou rovněž emise z otěrů pneumatik, brzdového obložení a abraze vozovek vypočítávané z dopravních výkonů. Kvalitu ovzduší ovlivňuje rovněž resuspenze částic (znovuzvíření), která do standardně prováděných emisních inventur není zahrnuta. Mezi hlavní zdroje emisí částic v roce 2017 patřil sektor 1A4bi – Lokální vytápění domácností, který se podílel na znečištění ovzduší v celorepublikovém měřítku látkami PM₁₀ 59,1 % a PM_{2,5} 74,3 %. Mezi další významné zdroje emisí PM₁₀ patřil sektor 3Dc – Polní práce, kde tyto emise vznikají při obdělávání půdy, sklizni a čištění zemědělských plodin. Tento sektor představoval 8,7 % emisí PM₁₀. 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). Doprava se na emisích PM₁₀ podílela 10,7 % a na emisích PM_{2,5} 10,3 % (obr. IV.1.20 a obr. IV.1.22).

Spotřebu pevných paliv v domácnostech v období 2008–2017 lze charakterizovat rostoucím trendem, souvisejícím pravděpodobně s ekonomickou situací, který se ustálil až po roce 2013. Proti tomuto vlivu působila přirozená obnova

signifikantně od průměrů pro předchozí desetiletí (51 µg.m⁻³, 28.5 µg.m⁻³ a 21.3 µg.m⁻³).

The average annual concentrations of PM₁₀ have long remained below the pollution limit value, while the annual average PM_{2,5} concentration and the highest 36th daily concentration of PM₁₀ vary around the pollution limit level value (in all cases averaged for all types of locations and all the Czech Republic; Fig. IV.1.18 and IV.1.19).

IV.1.3 Emissions of PM₁₀ and PM_{2,5}

Aerosols originating from fuel combustion and other industrial activities can exist in a form of solid, liquid or mixed suspended matter. In their complexity, these aerosols are denoted as solid pollutants (SP) in the Czech legislation and as Total Suspended Particulates (TSP) in foreign literature. SP emissions have varying size and chemical composition resulting from the characteristics of the source and the mode of formation. They can contain heavy metals and act as a carrier medium for VOC and PAH. PM₁₀ and PM_{2,5} size fractions are most frequently distinguished in emission inventories in relation to pollution limit levels.

Emission inventories of PM₁₀ and PM_{2,5} prepared according to current regulations include only the primary emissions of these substances. Simultaneously, a considerable contribution to concentrations of PM₁₀ and PM_{2,5} measured in the air comes from secondary suspended particulates formed directly in the air from gaseous precursors by physical-chemical reactions. The fraction of secondary suspended inorganic particulates in total PM_{2,5} concentrations in urban environments can vary between 20 and 40% (Vlček, Corbet 2011). The contribution of secondary suspended organic particulates of biogenic origin under European conditions can equal 2–4 µg.m⁻³ (Fuzzi et al. 2015).

Compared to emissions of other pollutants, particulate matter emissions in the air originate from a great many significant groups of sources. In addition to sources from which these substances are emitted through controlled chimneys or stacks (industrial sources, local heating units, transport), significant amounts of PM emissions originate from fugitive sources (quarries, dusty material dumps, operations involving dusty materials, etc.). Emissions from abrasion of tyres, brake linings and abrasion of roads calculated from traffic levels are also included. The quality of the air is also affected by resuspension of particles (stirring-up), which is not included in the

vozového parku, snížení zemědělské produkce a aplikace nejlepších dostupných technik pro snižování emisí TZL (tkaninové filtry) v energetice a průmyslu. Celkové emise PM_{10} a $PM_{2,5}$ v období 2008–2017 mají klesající trend (obr. IV.1.21 a obr. IV.1.23).

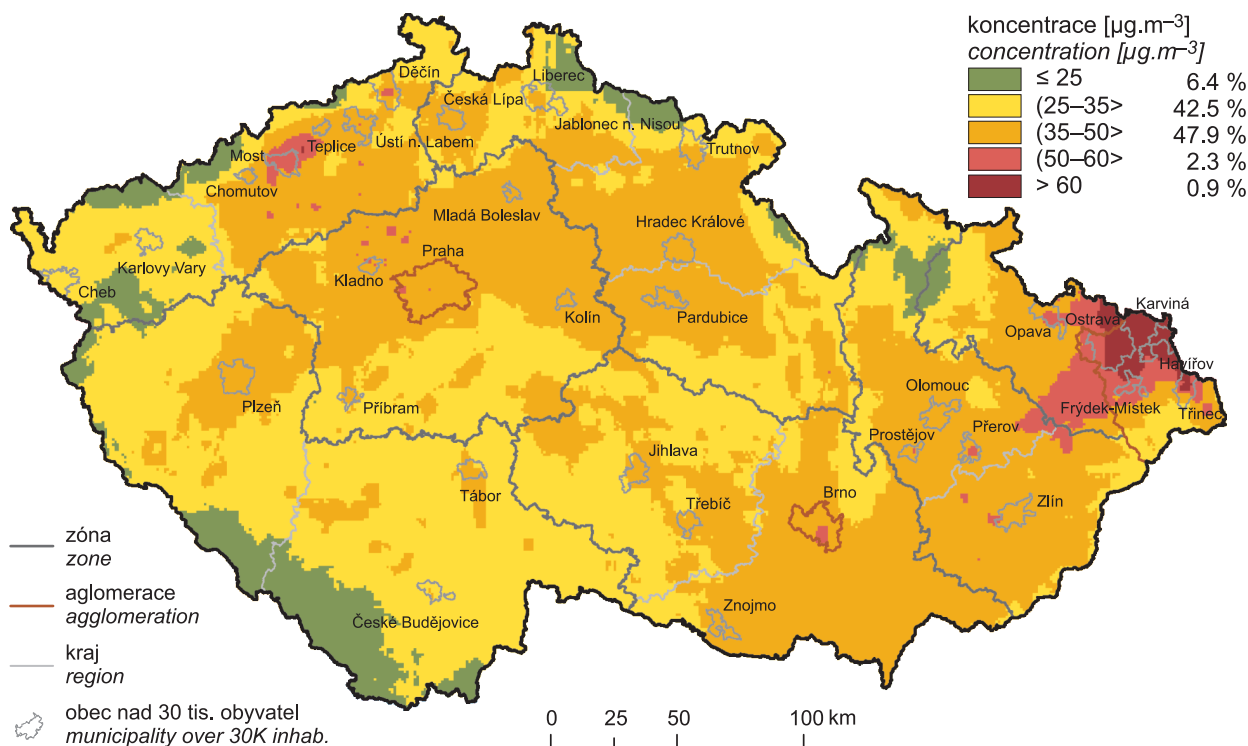
V jednotlivých oblastech ČR se podíl sektorů na celkových emisích liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Vzhledem k tomu, že hlavní zdroj emisí PM_{10} a $PM_{2,5}$ představuje lokální vytápění, je i produkce emisí těchto látek rozložena po celém území ČR s obytnou zástavbou (obr. IV.1.24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

standard emission inventories. The main sources of particulate matter emissions in 2017 included IA4bi sector — Residential: Stationary, which contributed to air pollution on a country-wide scale with 59.1% PM_{10} substances and 74.3% $PM_{2,5}$ substances. Further important sources of PM_{10} emissions included the 3Dc sector – Farm-level agricultural operations including storage, handling and transport of agricultural products where these emissions are formed during tillage of the soil, harvesting and cleaning agricultural crops. This sector represented 8.7% of PM_{10} emissions. A substantial risk to human health is caused by particulates coming from transport, especially from fuel combustion in diesel engines which produce particles with a size of units to hundreds of nanometres (Vojtíšek 2010). Transport contributed 10.6% to PM_{10} emissions and 10.0% to $PM_{2,5}$ emissions (Fig. IV.1.20 and Fig. IV.1.22).

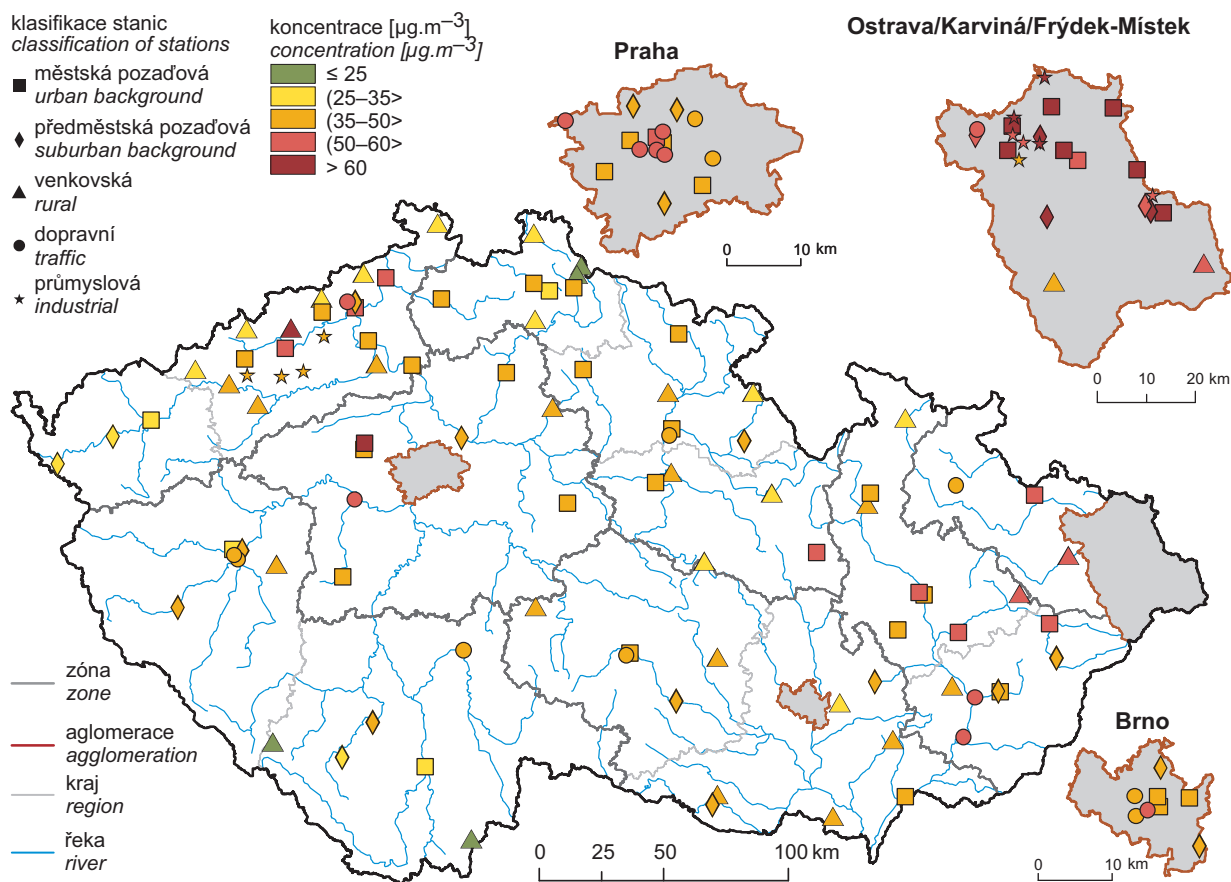
Consumption of solid fuels by households in the 2008–2017 period can be characterised by an increasing trend stabilised just after 2013 related probably to economic conditions. Against this influence natural renewal of the vehicle fleet, reduction of agricultural production and application of the best available technology (textile filters) for reducing SP acted towards the reduction in emissions in the energy and industry sector. The total PM_{10} and $PM_{2,5}$ emissions in the 2008–2017 period exhibit decreasing trend (Fig. IV.1.21 and Fig. IV.1.23).

In individual regions of the Czech Republic, the contribution by sectors varies depending on the composition of sources in a given area. As the main source of PM_{10} and $PM_{2,5}$ emissions is represented by local heating, the production of these substances is also distributed throughout the territory of the Czech Republic with residential buildings (Fig. IV.1.24 and Fig. IV.1.25). When the territory of the Czech Republic is divided into 5×5 km grid, areas with higher emissions correspond to sites where important energy sources burning solid fossil fuels (the Ústí nad Labem region) and large industrial complexes (the Moravian-Silesian region) are located. The fraction of emissions from transport is greater primarily in large cities.

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
 IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

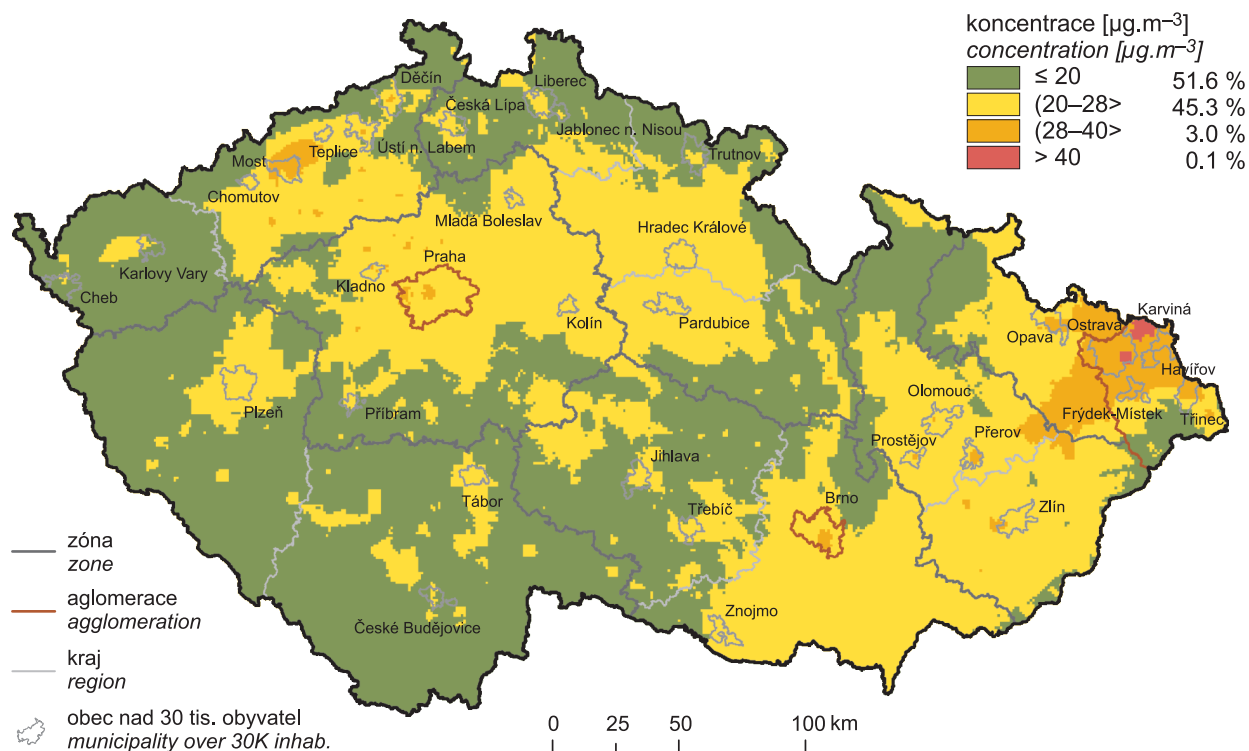


Obr. IV.1.1 Pole 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM_{10} , 2018
 Fig. IV.1.1 Field of the 36th highest 24-hour concentration of PM_{10} , 2018

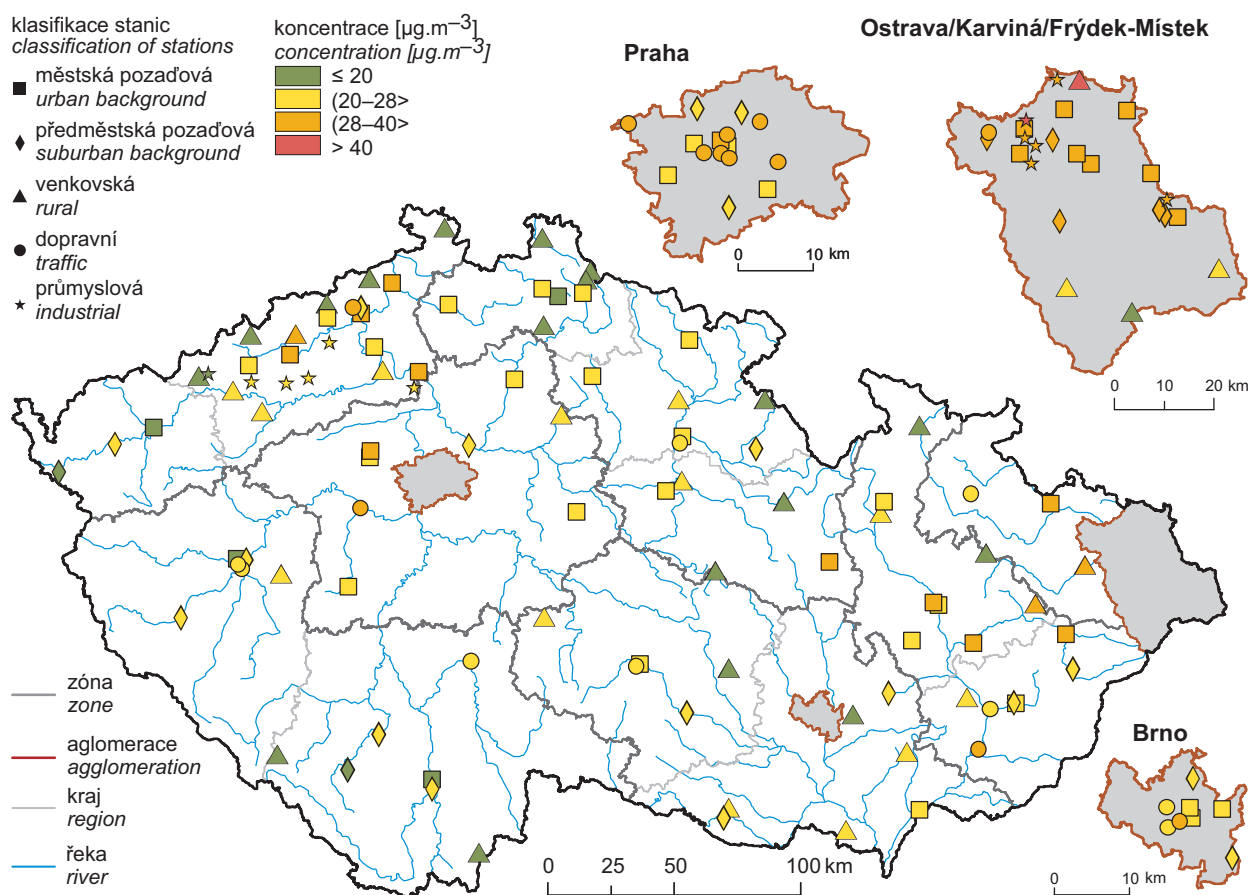


Obr. IV.1.2 36. nejvyšší 24 hod. koncentrace PM_{10} měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
 Fig. IV.1.2 36th highest concentrations of PM_{10} in the ambient air quality network, 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

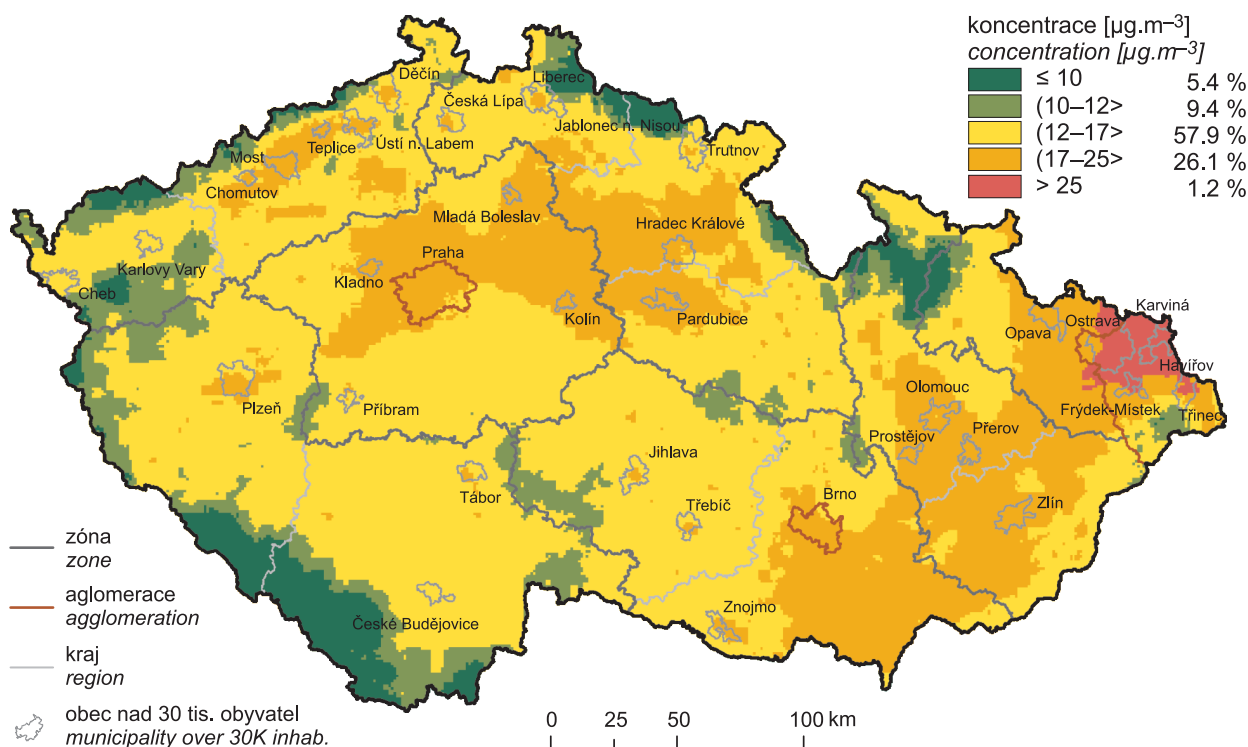


Obr. IV.1.3 Pole roční průměrné koncentrace PM_{10} , 2018
Fig. IV.1.3 Field of annual average concentration of PM_{10} , 2018

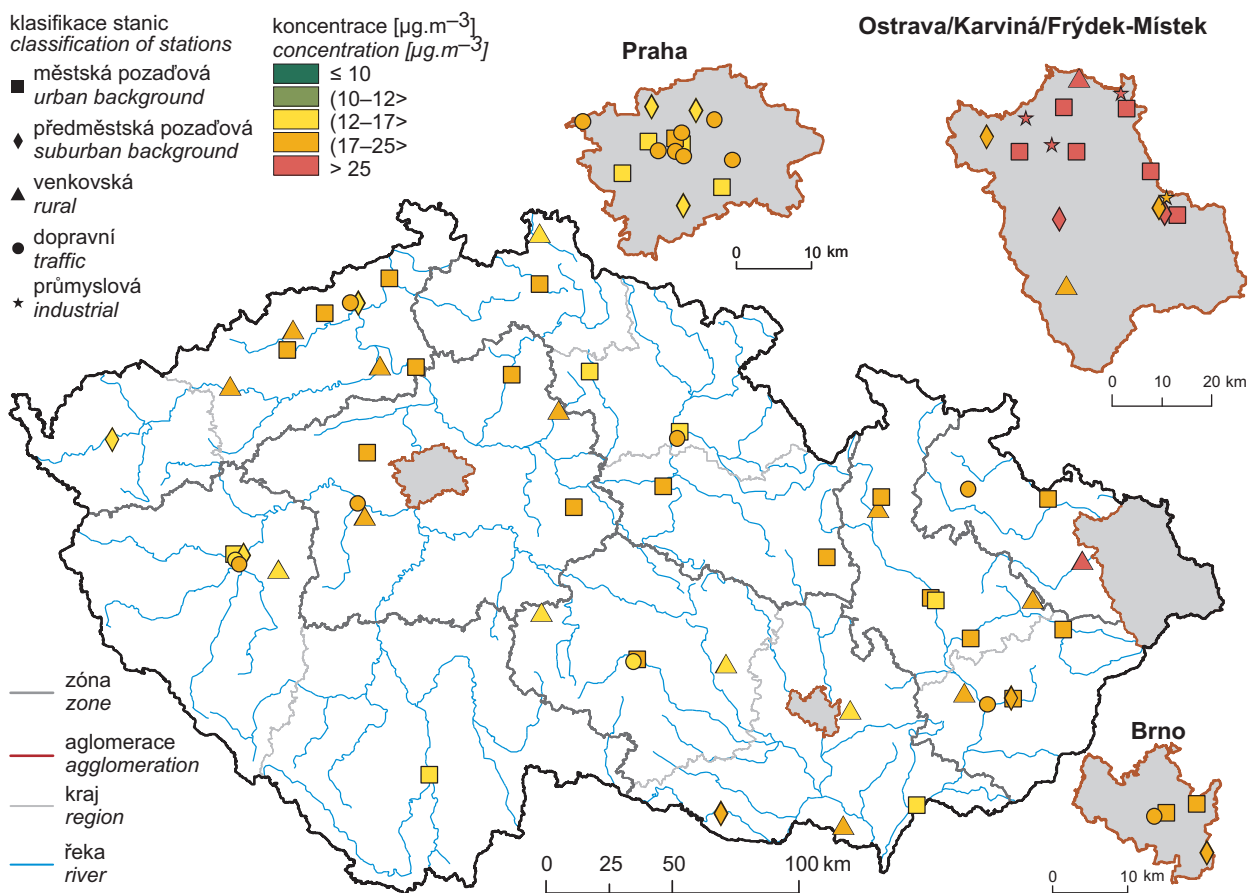


Obr. IV.1.4 Roční průměrné koncentrace PM_{10} měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.1.4 Annual average concentrations of PM_{10} in the ambient air quality network, 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
 IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

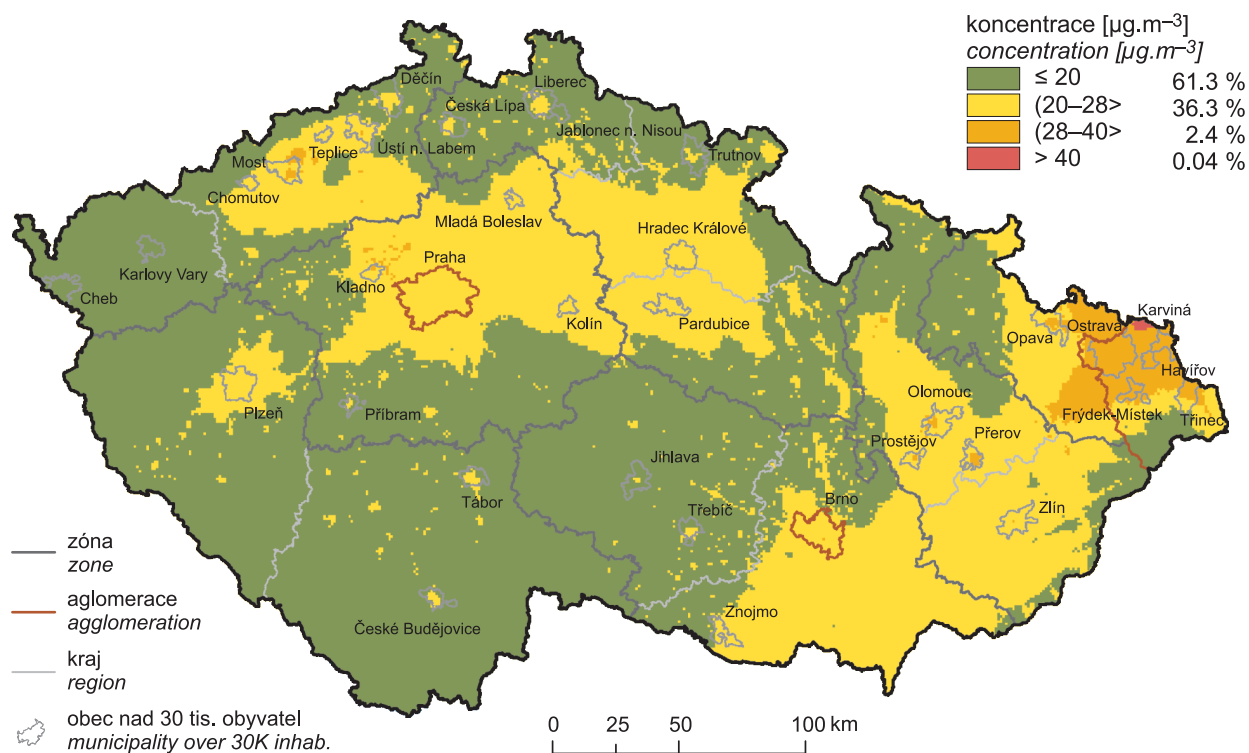


Obr. IV.1.5 Pole roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2.5}$, 2018
 Fig. IV.1.5 Field of annual average concentration of $\text{PM}_{2.5}$, 2018

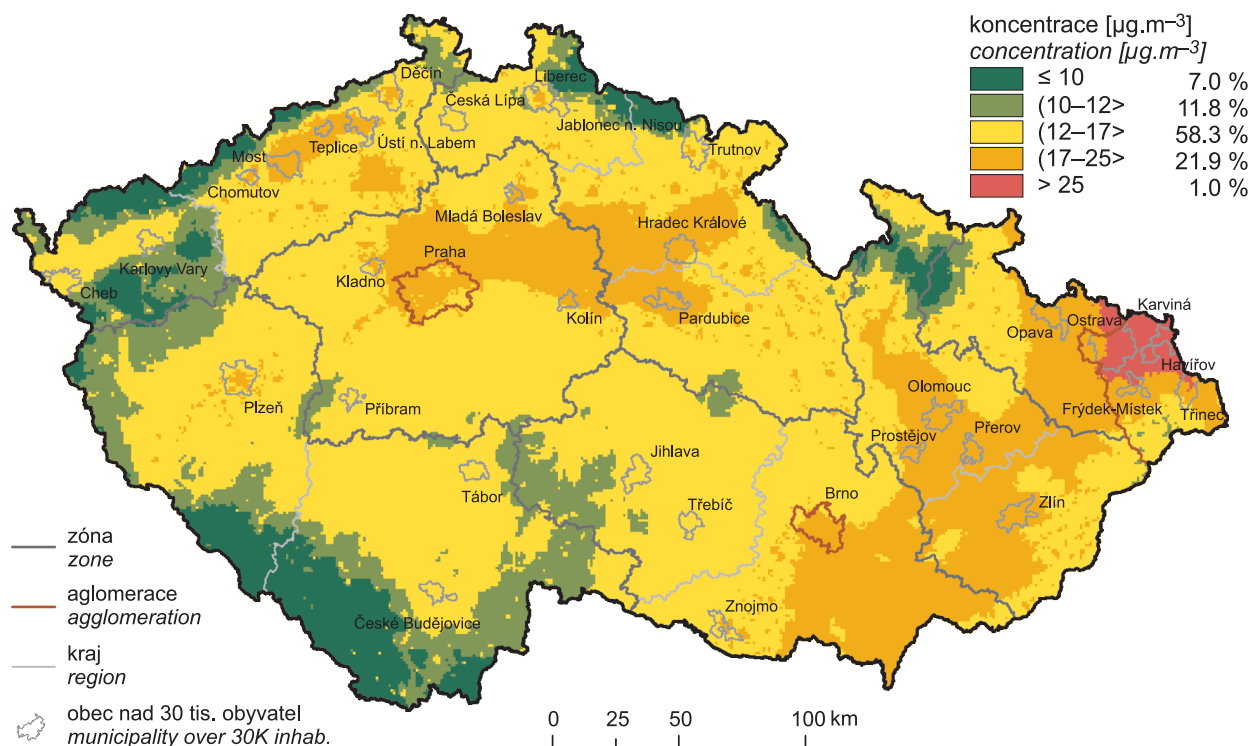


Obr. IV.1.6 Roční průměrné koncentrace $\text{PM}_{2.5}$ měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
 Fig. IV.1.6 Annual average concentrations of $\text{PM}_{2.5}$ in the ambient air quality network, 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

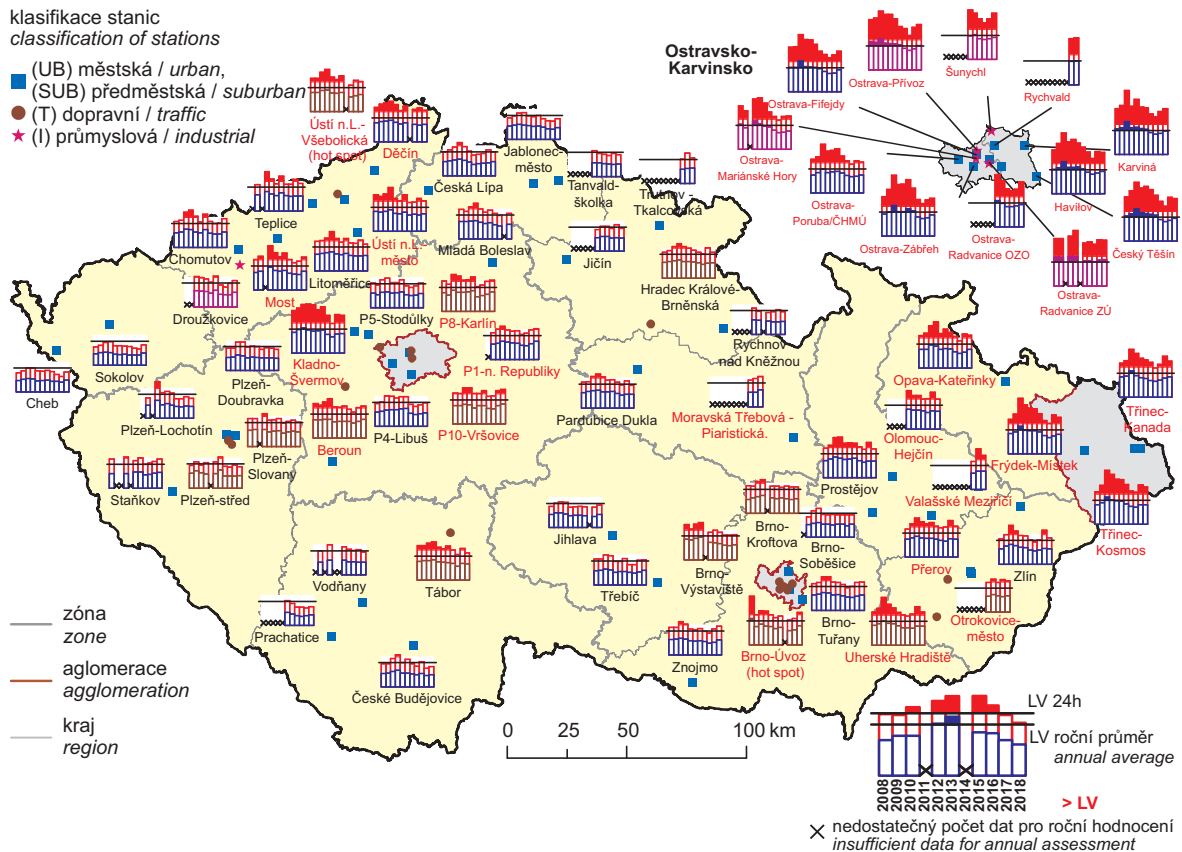


Obr. IV.1.7 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací PM_{10} , 2014–2018
Fig. IV.1.7 Five-year average of annual average concentrations of PM_{10} , 2014–2018

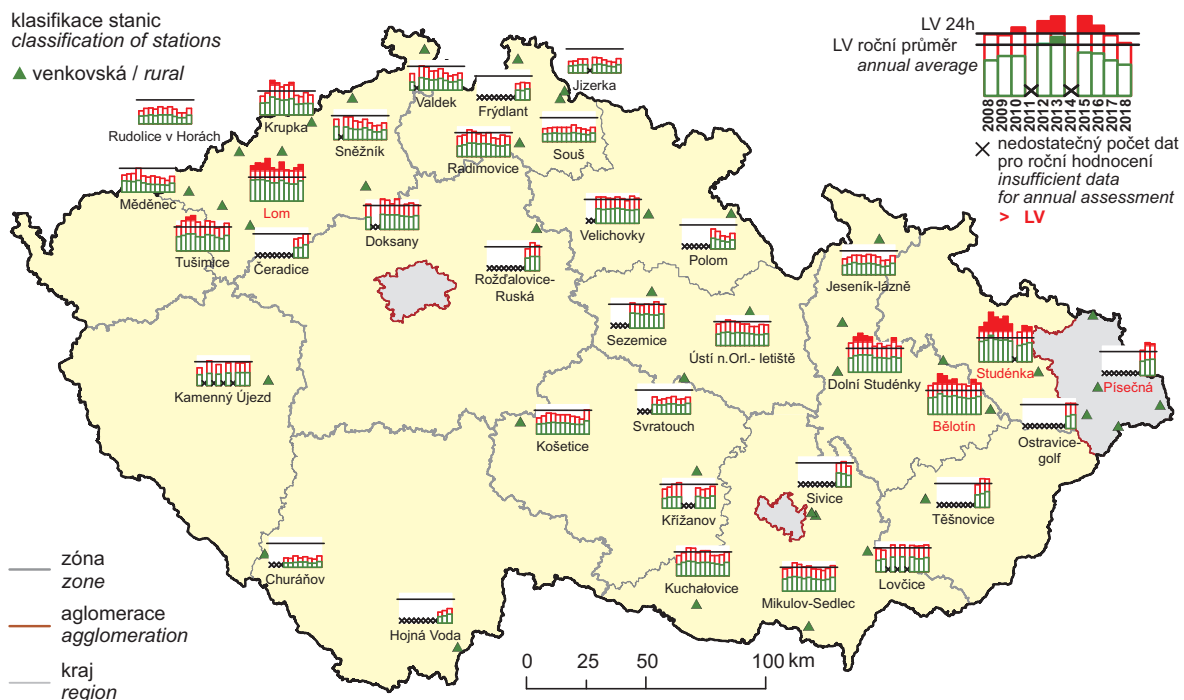


Obr. IV.1.8 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací $\text{PM}_{2.5}$, 2014–2018
Fig. IV.1.8 Five-year average of annual average concentrations of $\text{PM}_{2.5}$, 2014–2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

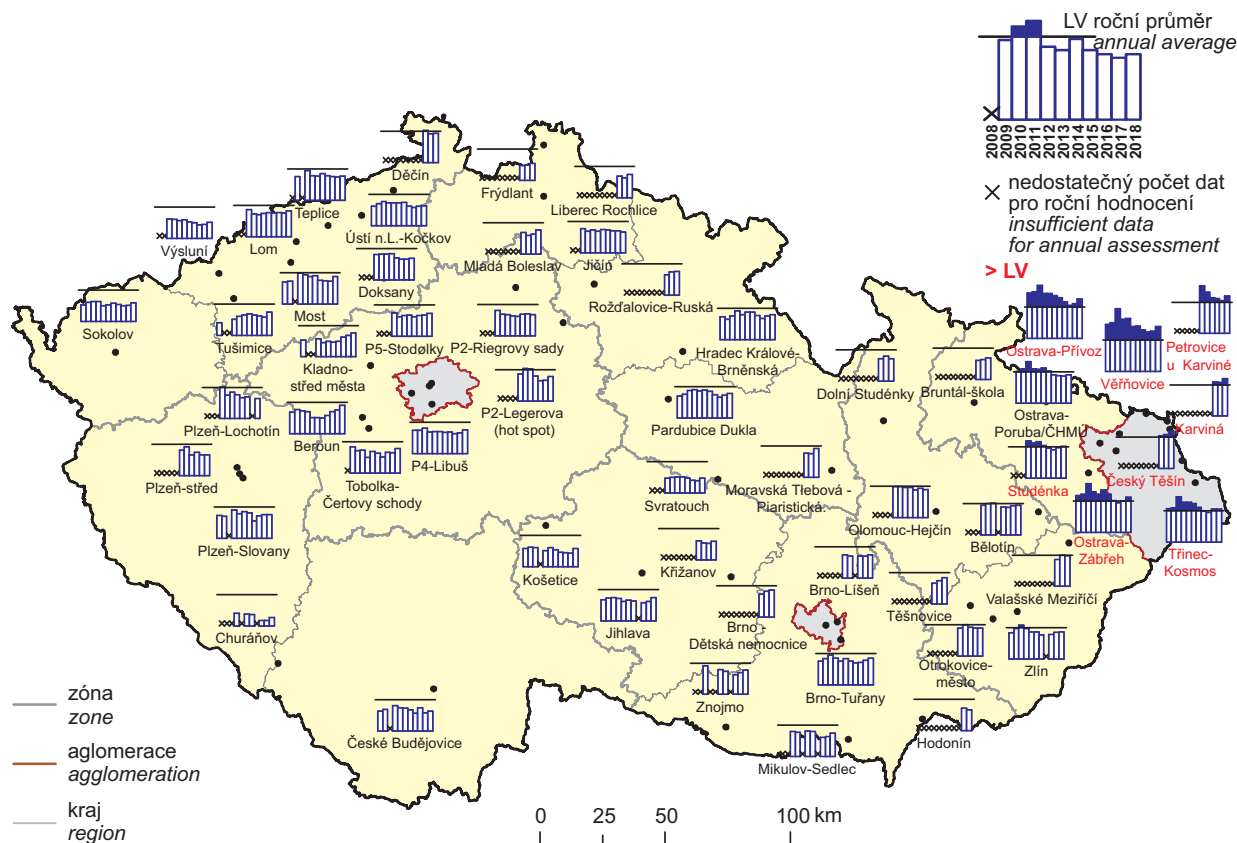


Obr. IV.1.9 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM_{10} na vybraných stanicích s klasifikací UB, SUB, T a I, 2008–2018
Fig. IV.1.9 36th highest 24-hour concentrations and annual average concentrations of PM_{10} at selected stations with UB, SUB, T and I classification, 2008–2018

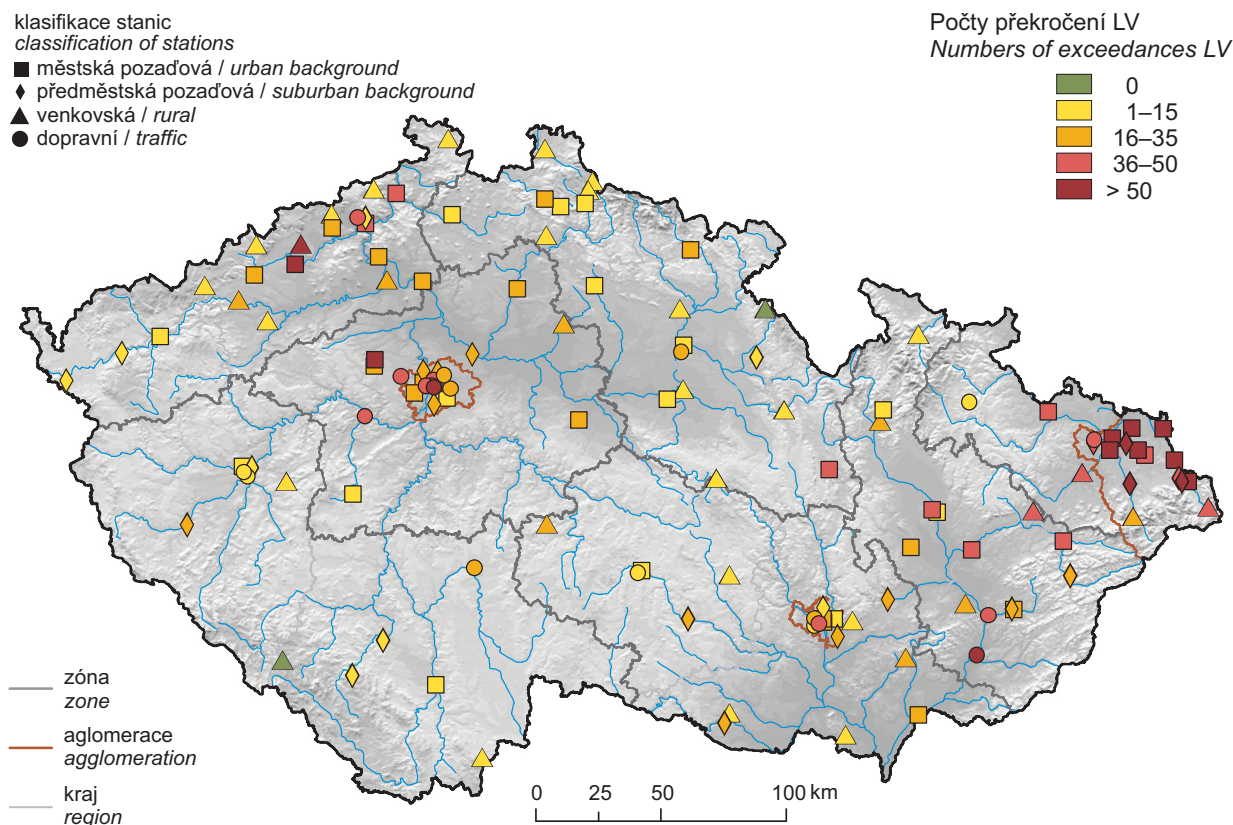


Obr. IV.1.10 36. nejvyšší 24hod. koncentrace a roční průměrné koncentrace PM_{10} na vybraných venkovských (R) stanicích, 2008–2018
Fig. IV.1.10 36th highest 24-hour concentrations and annual average concentrations of PM_{10} at selected rural (R) stations, 2008–2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

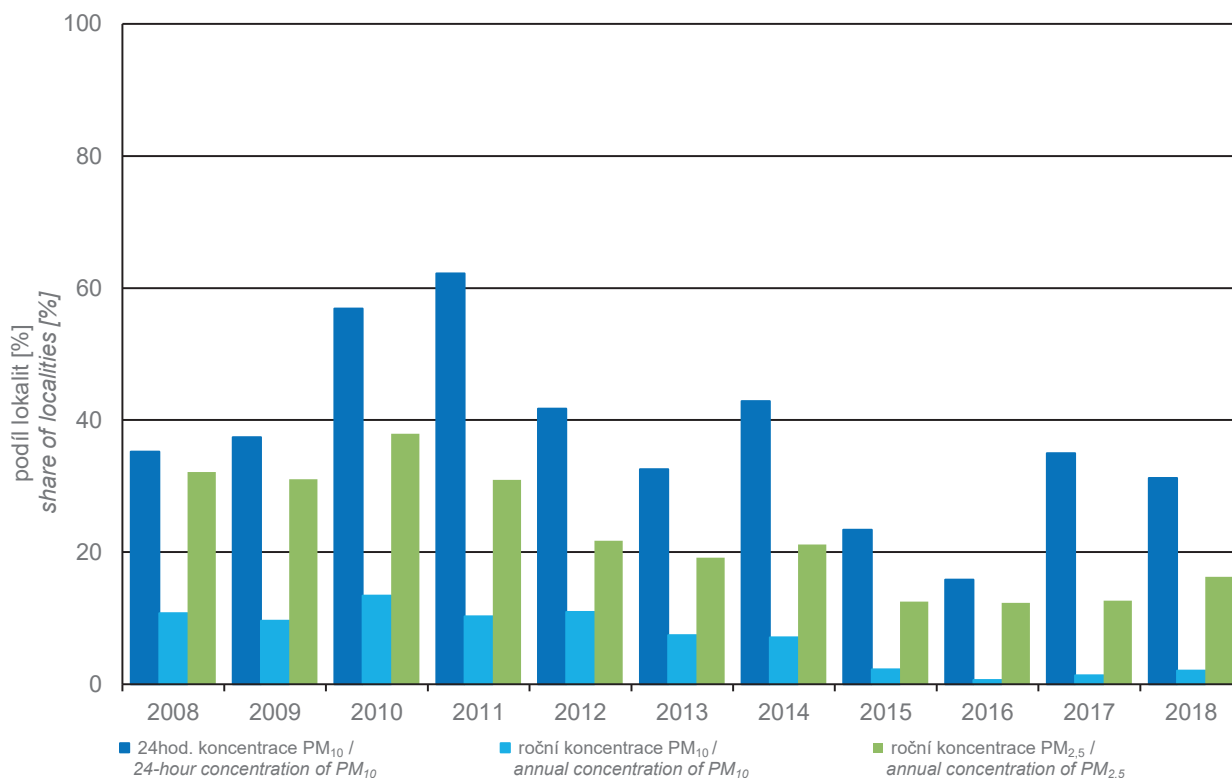


Obr. IV.1.11 Roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ v ovzduší na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.1.11 Annual average concentrations of $PM_{2,5}$ in the ambient air at selected stations, 2008–2018



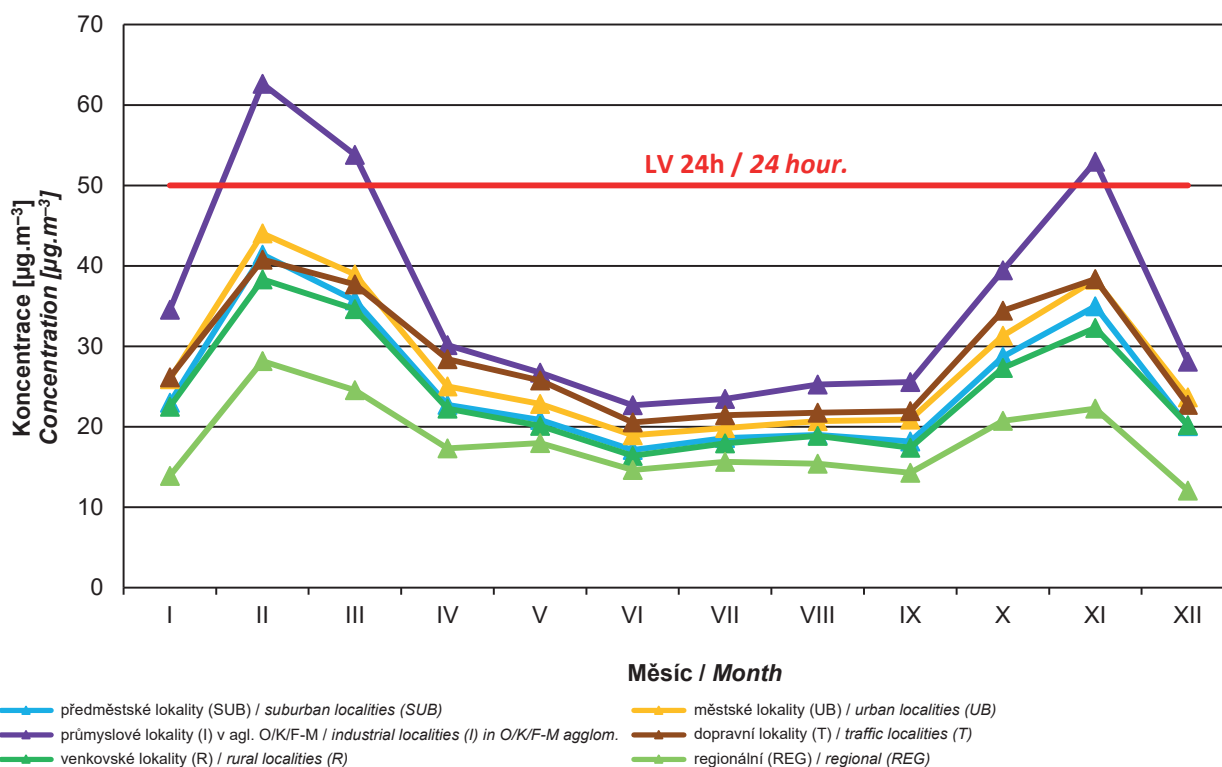
Obr. IV.1.12 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro 24hod. koncentrace PM_{10} , 2018
Fig. IV.1.12 Numbers of exceedances of the limit value for 24-hour concentration of PM_{10} , 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
 IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER



Obr. IV.1.13 Podíl lokalit, kde došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24hod. koncentraci PM₁₀ a průměrnou roční koncentrací PM₁₀ a PM_{2,5}, 2008–2018

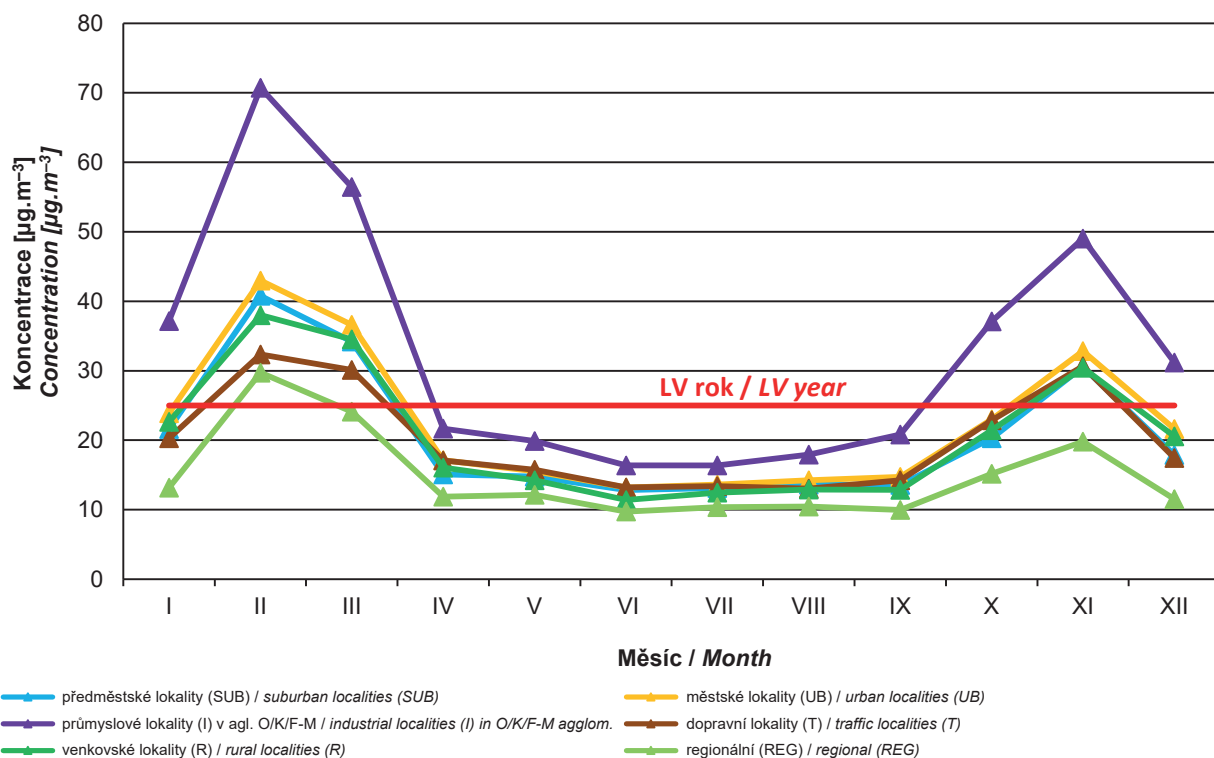
Fig. IV.1.13 Share of localities with the exceedance of the limit value for 24-hour concentration of PM₁₀ and annual average concentrations of PM₁₀ and PM_{2,5}, 2008–2018



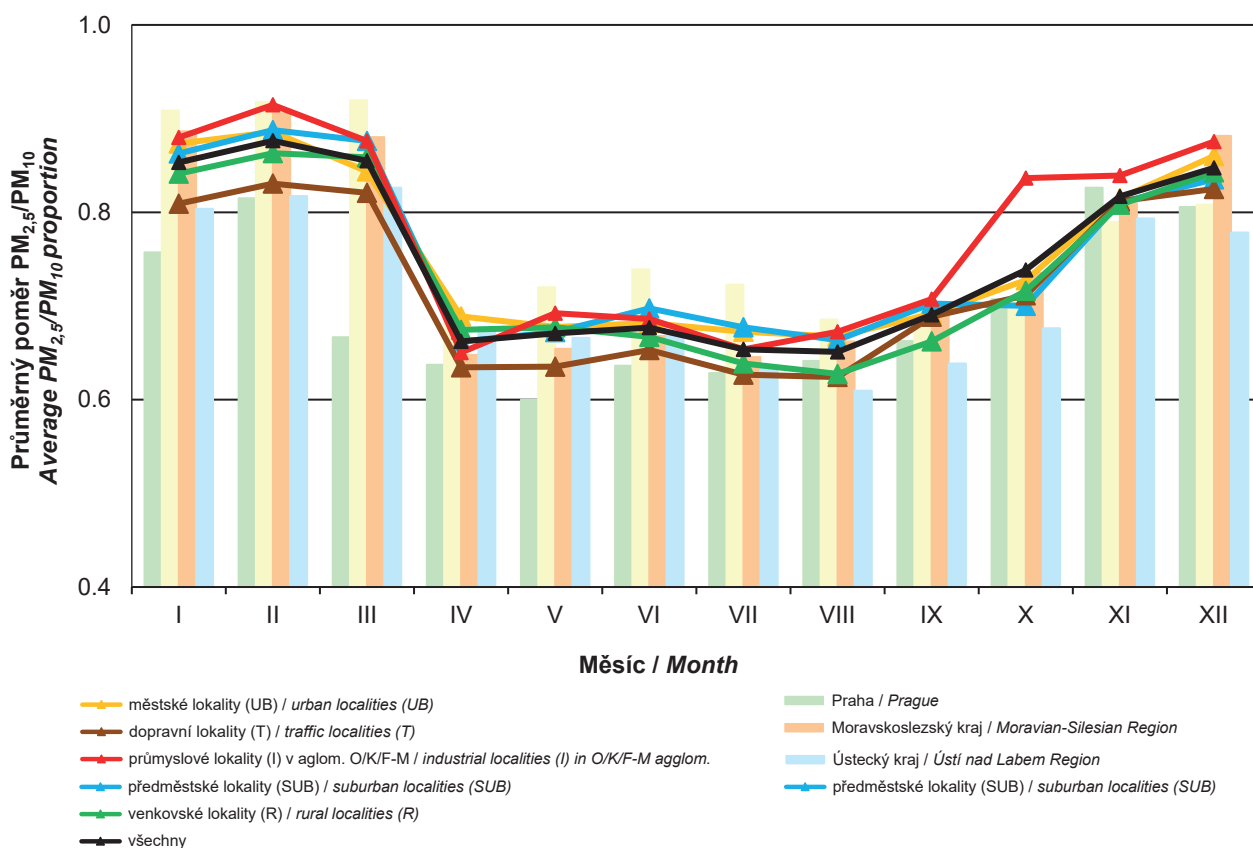
Obr. IV.1.14 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM₁₀, 2018

Fig. IV.1.14 Annual course of average monthly concentrations of PM₁₀, 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
 IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

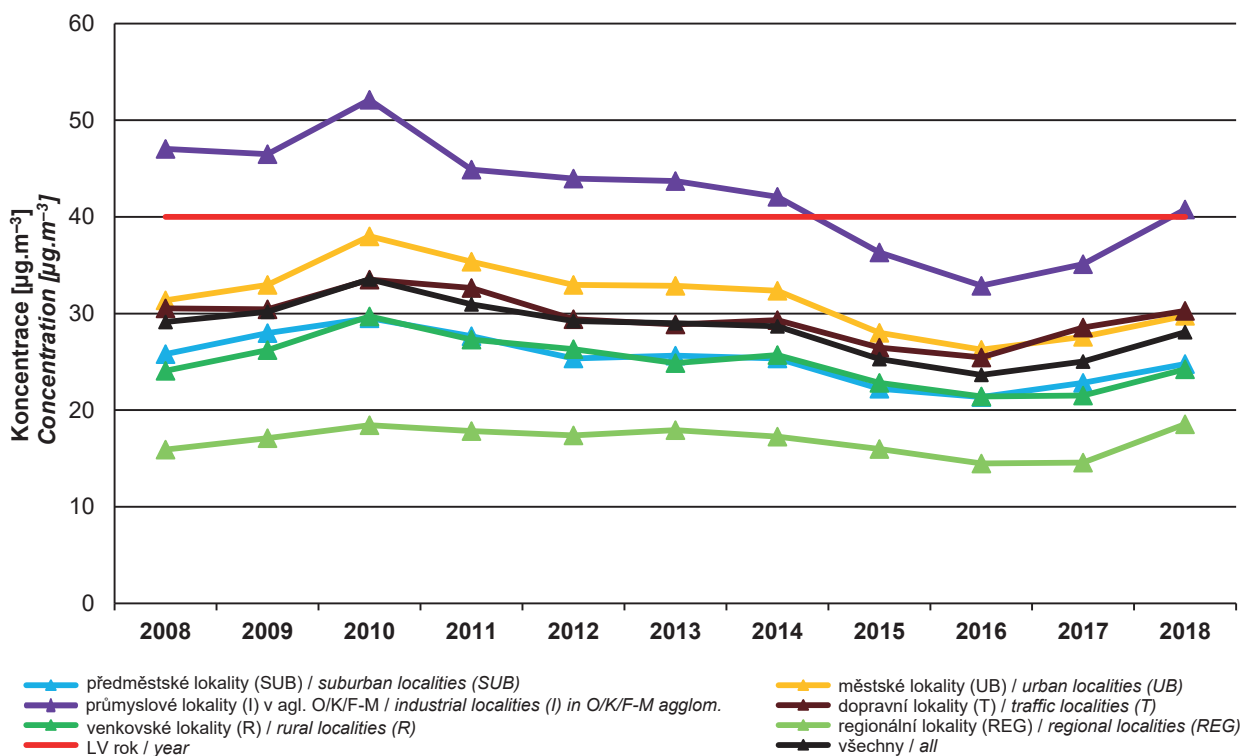


Obr. IV.1.15 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{2.5}, 2018
 Fig. IV.1.15 Annual course of average monthly concentrations of PM_{2.5}, 2018

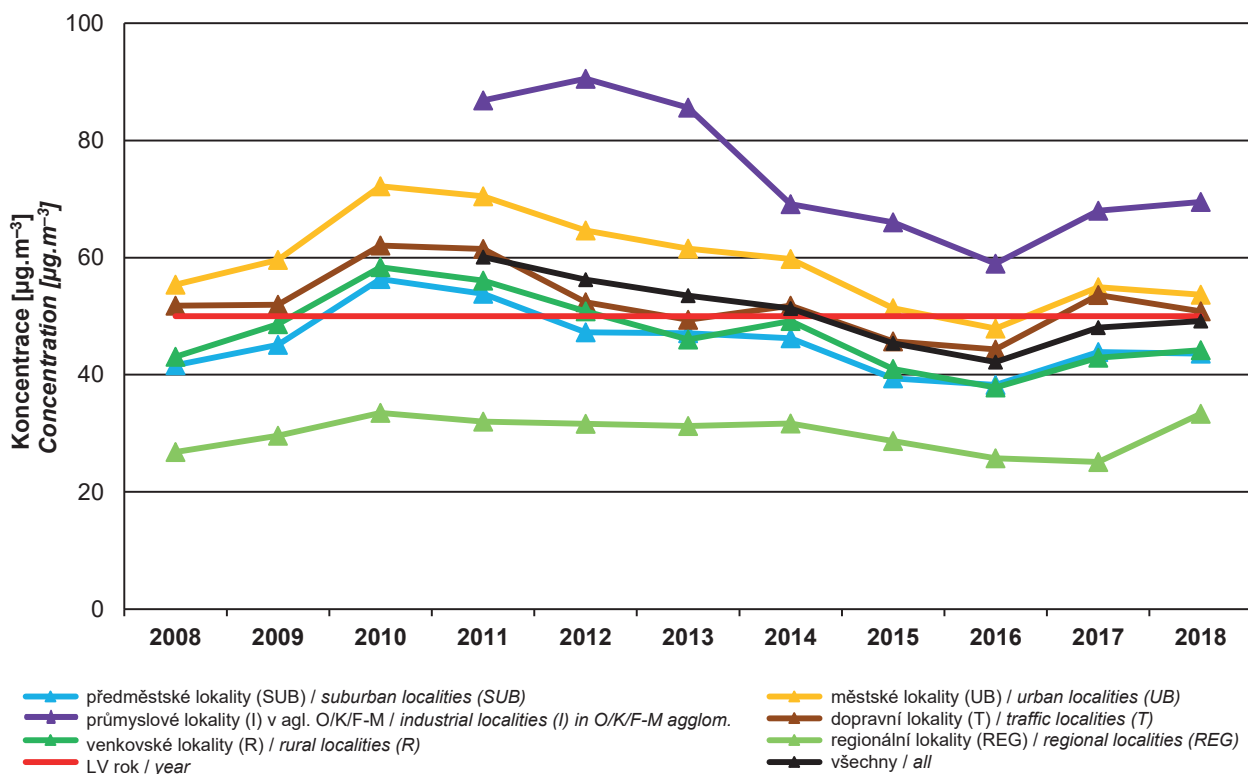


Obr. IV.1.16 Průměrné měsíční poměry PM_{2.5}/PM₁₀, 2018
 Fig. IV.1.16 Average monthly PM_{2.5}/PM₁₀ ratio, 2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
 IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

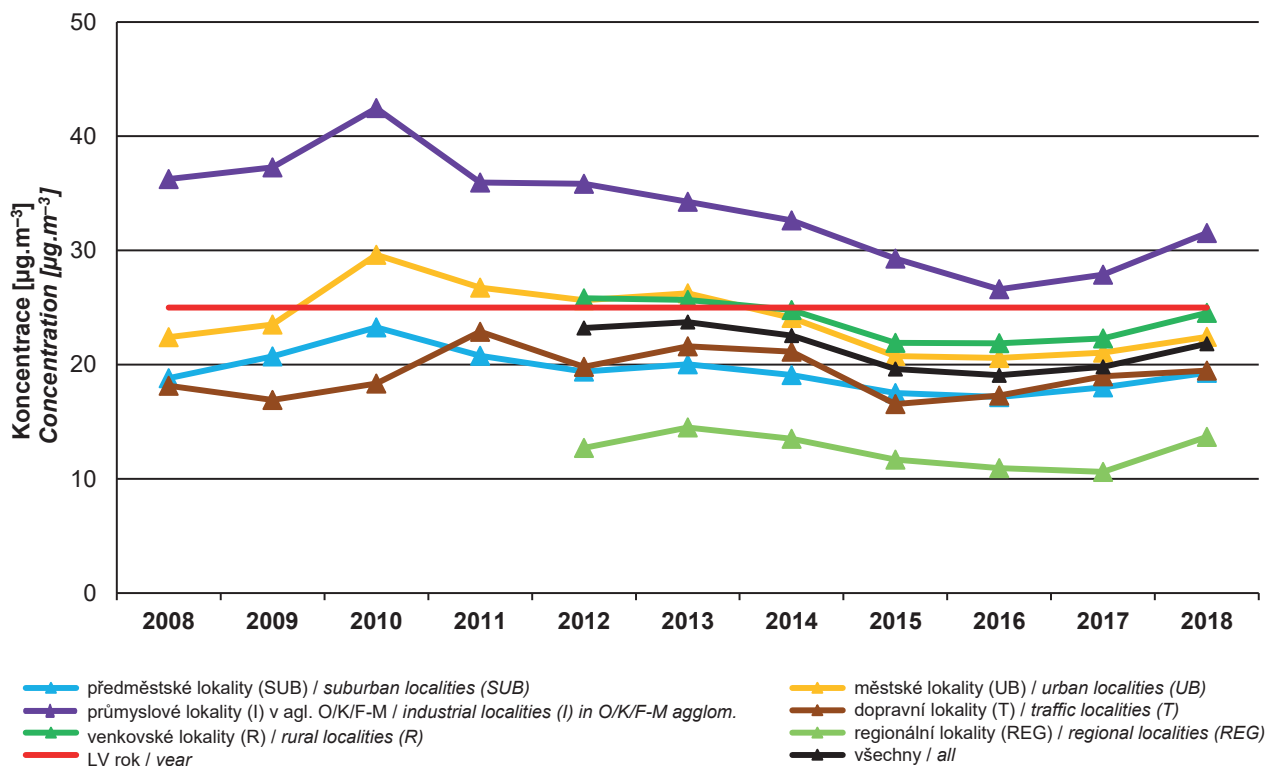


Obr. IV.1.17 Trend roční průměrné koncentrace PM₁₀ v České republice, 2008–2018
 Fig. IV.1.17 Trend of annual average concentration of PM₁₀ in the Czech Republic, 2008–2018

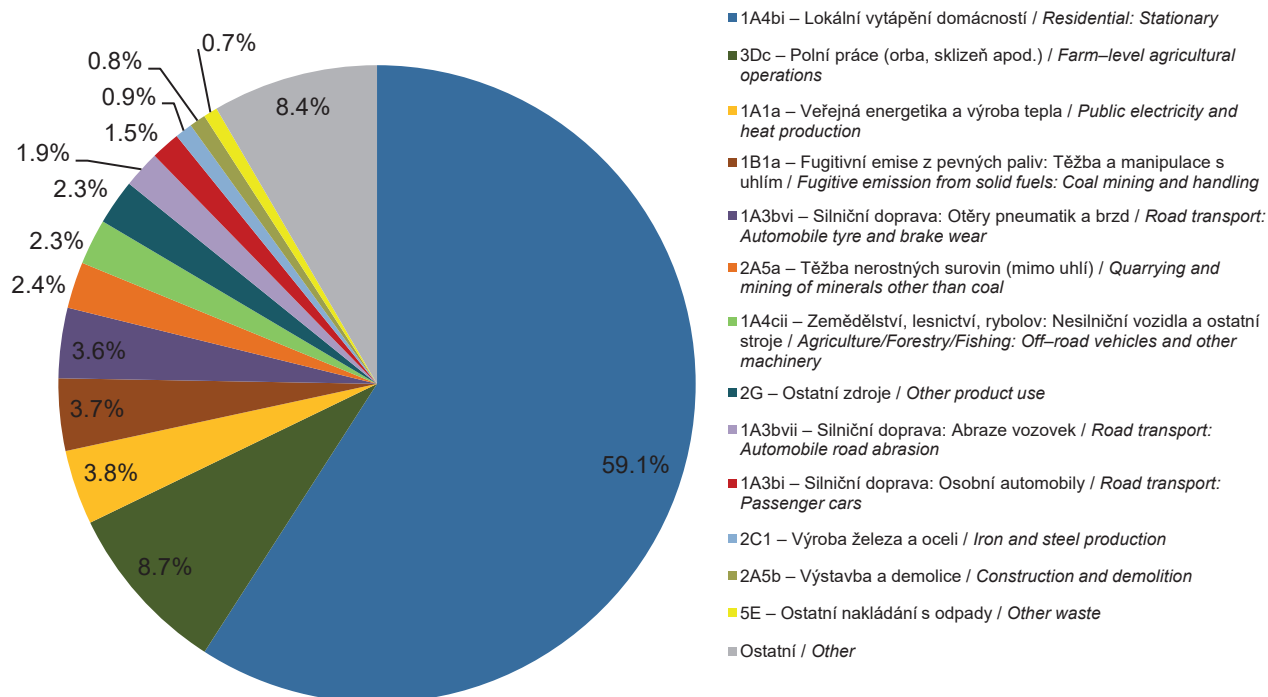


Obr. IV.1.18 Trend 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM₁₀ v České republice, 2008–2018
 Fig. IV.1.18 Trend of the 36th highest 24-hour concentration of PM₁₀ in the Czech Republic, 2008–2018

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

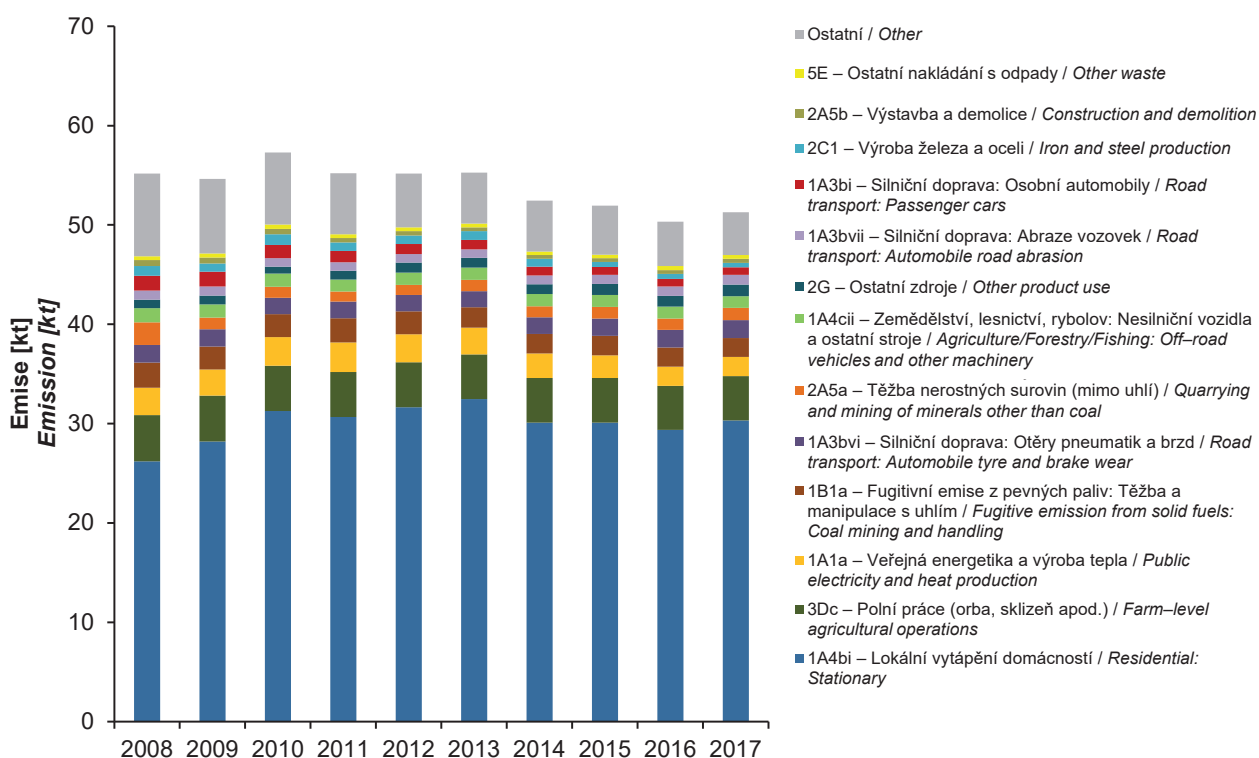


Obr. IV.1.19 Trend roční průměrné koncentrace PM_{2.5} v České republice, 2008–2018
Fig. IV.1.19 Trend of annual average concentration of PM_{2.5} in the Czech Republic, 2008–2018

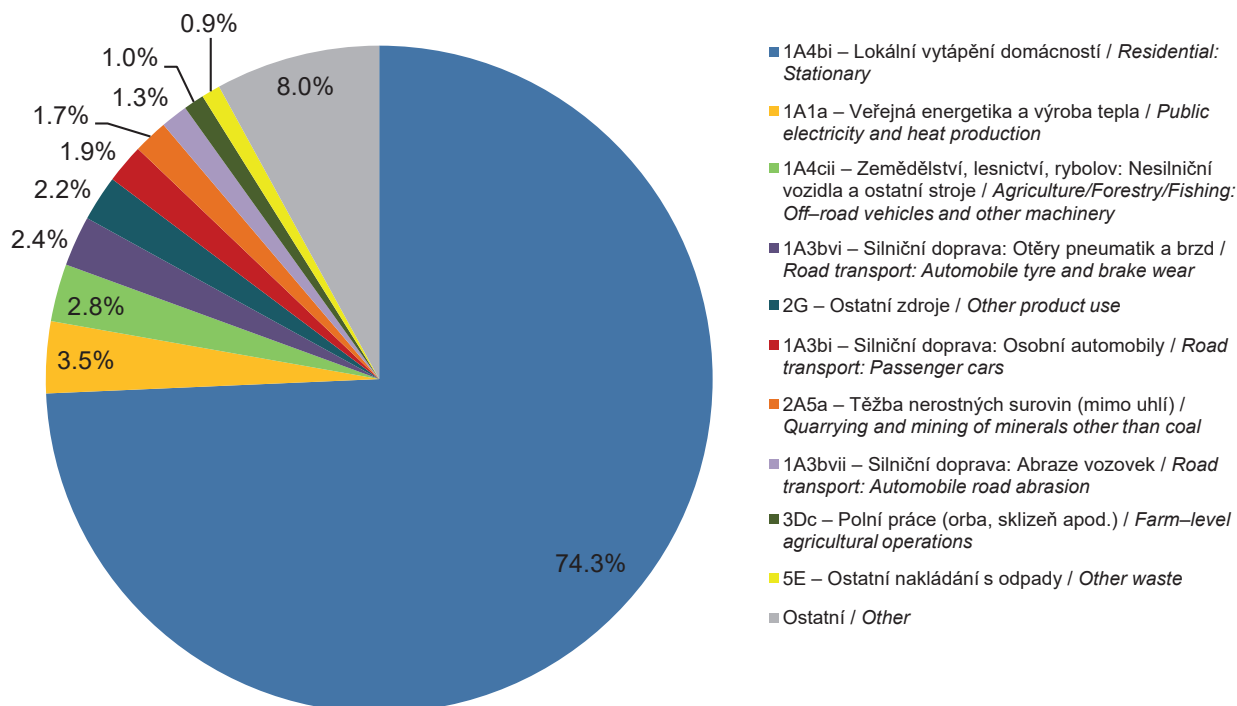


Obr. IV.1.20 Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM₁₀, 2017
Fig. IV.1.20 Total emissions of PM₁₀ sourced out by NFR sectors, 2017

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

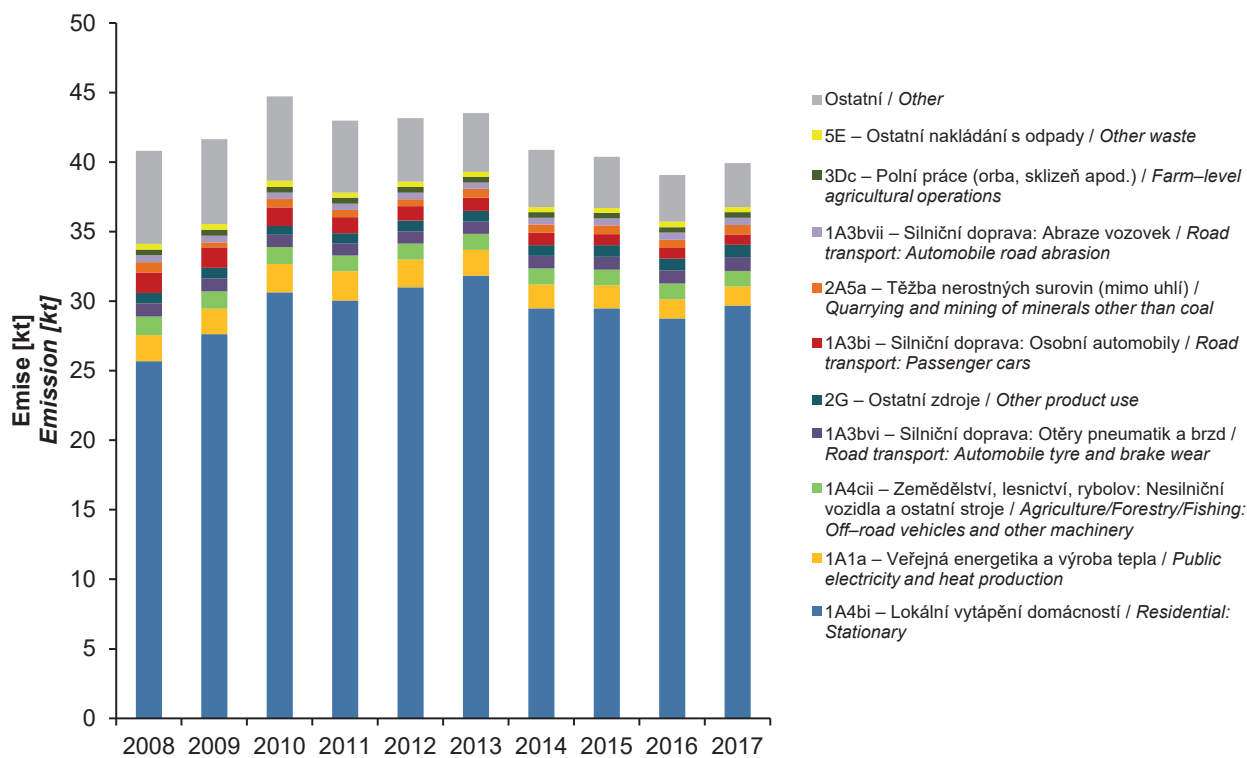


Obr. IV.1.21 Vývoj celkových emisí PM₁₀, 2008–2017
Fig. IV.1.21 The development of PM₁₀ total emissions, 2008–2017

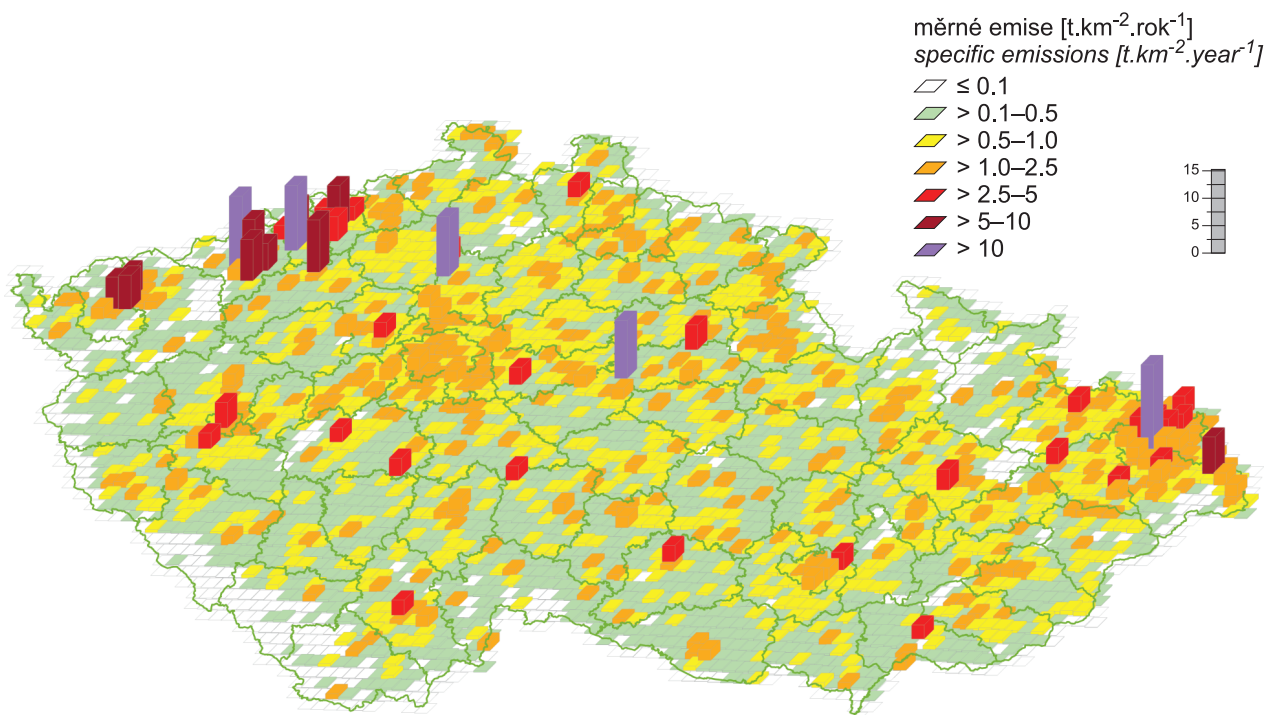


Obr. IV.1.22 Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM_{2.5}, 2017
Fig. IV.1.22 Total emissions of PM_{2.5} sorted out by NFR sectors, 2017

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER

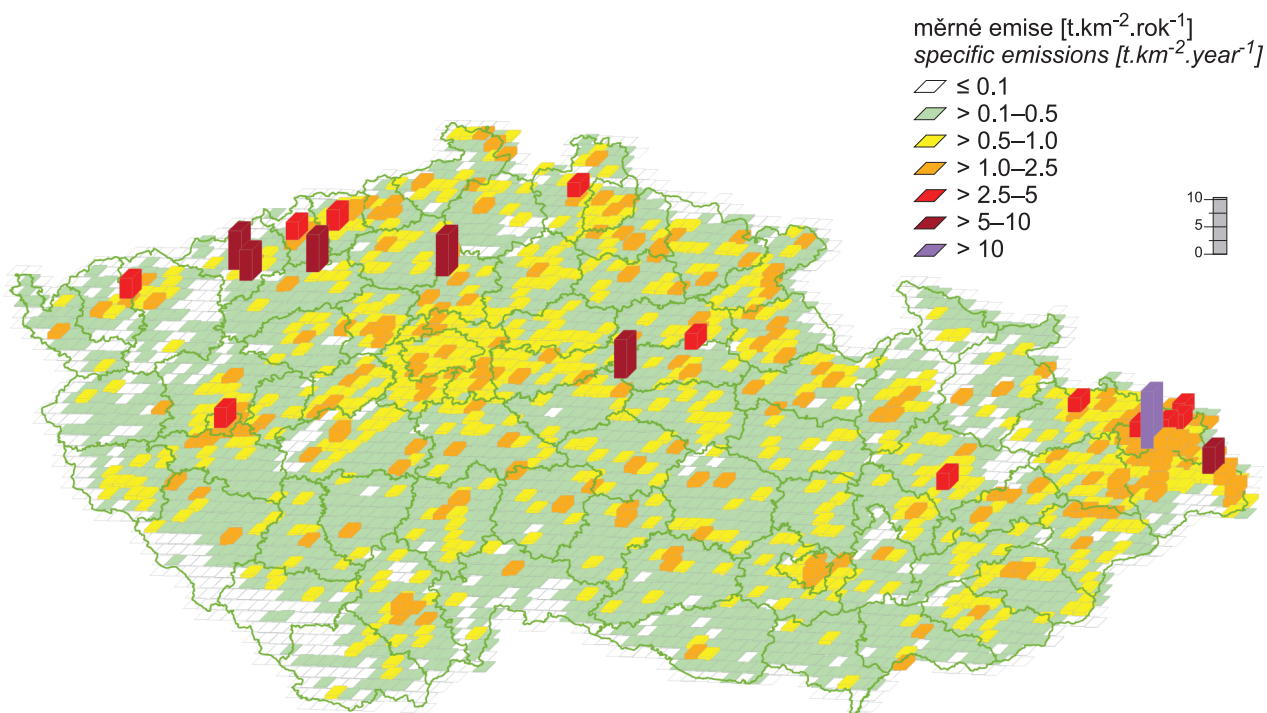


Obr. IV.1.23 Vývoj celkových emisí PM_{2,5}, 2008–2017
Fig. IV.1.23 The development of PM_{2,5} total emissions, 2008–2017



Obr. IV.1.24 Emisní hustoty PM₁₀ ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.1.24 PM₁₀ emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.1 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE
IV.1 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SUSPENDED PARTICULATE MATTER



Obr. IV.1.25 Emisní hustoty $PM_{2,5}$ ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.1.25 $PM_{2,5}$ emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.2 BENZO[A]PYREN

IV.2.1 Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem v roce 2018

Znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem patří k hlavním problémům zajištění kvality ovzduší v ČR. V roce 2018 překročily roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu imisní limit ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) na téměř 56 % stanic (tj. na 22 z celkového počtu 39 stanic s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení; obr. IV.2.2 a IV.2.8). V meziročním srovnání tak došlo k poklesu, neboť v roce 2017 bylo zaznamenáno překročení na 66 % stanic (tj. na 25 z 38 stanic s dostatečným počtem naměřených dat pro hodnocení).

Řada měst a obcí byla vyhodnocena, stejně jako v předchozích letech, jako území s překročeným imisním limitem (obr. IV.2.1). V roce 2018 se zmenšila plocha s nadlimitními koncentracemi benzo[a]pyrenu a imisní limit byl překročen na 12,6 % plochy území ČR (v roce 2017 na 26 % plochy území ČR) s cca 35,5 % obyvatel ČR (v roce 2017 přibližně 61,8 %). K největšímu úbytku plochy, na které došlo k překročení imisního limitu benzo[a]pyrenu oproti předchozímu roku 2017, došlo v oblasti Polabí a v Plzni. Nejvíce zatíženou oblastí s nejvyššími hodnotami koncentrací benzo[a]pyrenu stále zůstávají kraje Moravskoslezský, Zlínský a Olomoucký.

Je třeba mít na zřeteli, že odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu (obr. IV.2.1) je zatížen výrazně většími nejistotami ve srovnání s ostatními mapovanými látkami. Na nejistotě mapy se podílí nedostatečný 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. Větší nejistotou je tedy zatíženo i posuzování meziroční změny podílu zasaženého území a obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím benzo[a]pyrenu. Počet lokalit s měřením benzo[a]pyrenu je limitován zejména vysokými náklady na laboratorní analýzy a kapacitou laboratoře pro zpracování vzorků benzo[a]pyrenu. Nejistoty map jsou podrobně popsány v Příloze I.

Nejvyšší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu jsou dlouhodobě zaznamenávány na celém území aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M) (obr. IV.2.2) v důsledku nejvyššího emisního zatížení v rámci ČR (z různých typů zdrojů) a vlivu přeshraničního přenosu z Polska

IV.2 BENZO[A]PYRENE

IV.2.1 Air pollution by benzo[a]pyrene in 2018

Air pollution by benzo[a]pyrene is one of the main problems associated with ensuring air quality in the Czech Republic. In 2018, the annual average concentration of benzo[a]pyrene exceeded the pollution limit value ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) at almost 56% of stations (i.e. 22 of a total of 39 stations with sufficient number of measurements for evaluation; Fig. IV.2.2 and IV.2.8). Thus, there was an inter-annual decrease, as exceeding of the limit was recorded at 66% of stations in 2017 (i.e. at 25 of 38 stations with sufficient number of stations for evaluation).

A number of cities and municipalities, similar to previous years, were evaluated as territories where the pollution limit levels were exceeded (Fig. IV.2.1). In 2018, the area with above the limit concentrations of benzo[a]pyrene decreased and the pollution limit was exceeded, compared to the previous year, over 12.6% of the area of the Czech Republic (in 2017 over 26% of the area of the CR) with approx. 35.5% of the population of the CR (in 2017 with approx. 61.8%). The largest decrease of the area in which the limit value of benzo[a]pyrene was exceeded in comparison with the previous year 2017 occurred in the Polabí area and in Plzeň. The regions with the highest concentrations of benzo[a]pyrene remain the Moravian-Silesian, Zlín and Olomouc regions.

It must be borne in mind that the estimate of the fields of annual average concentrations of benzo[a]pyrene (Fig. IV.2.1) is accompanied by considerably greater uncertainties than for the other mapped substances. The uncertainty of the map is a result of the inadequate number of measurements at rural regional stations and the absence of more extensive measurements in smaller settlements in the Czech Republic where the air pollution by benzo[a]pyrene would demonstrate the fundamental effect of local heating units. Thus, assessment of the inter-annual changes in the territory affected and population exposed to above-limit concentrations of benzo[a]pyrene will also be accompanied by a greater error. The number of locations with measurements of benzo[a]pyrene is limited particularly by the high costs for laboratory analyses and a capacity of the laboratory for processing the benzo[a]pyrene samples. The uncertainties in the maps are described in detail in Annex No. 1.

The highest annual average concentrations of benzo[a]pyrene have long been recorded in the whole

(podrobněji kap. IV.2.3). Stejně jako v minulých letech i v roce 2018 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu ($7,7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) zaznamenána na průmyslové lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ a hodnota imisního limitu byla tedy překročena více než sedminásobně. Mimo aglomeraci O/K/F-M jsou ve spojitosti s hustou zástavbou rodinných domů s lokálními topeništi zaznamenávány vyšší koncentrace benzo[a]pyrenu na Kladensku (stanice Kladno-Švermov). Nadlimitní hodnoty lze očekávat i v dalších obcích s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy, kde se benzo[a]pyren rutinně neměří. Naopak nejnižší roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu jsou naměřeny v místech vzdálených od přímého působení emisních zdrojů (přírodní oblasti). Nejnižší naměřená průměrná roční koncentrace ($0,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) byla na lokalitě Košetice, což je venkovská regionální stanice, která monitoruje požadované koncentrace znečišťujících látek v ČR. Relativně nízké hodnoty koncentrací benzo[a]pyrenu jsou zaznamenávány i ve velkých městech (Praha, Brno) v místech s vysokým podílem dálkového centrálního vytápění.

Nadlimitní úrovně benzo[a]pyrenu jsou zatíženy i obce, ve kterých nejsou jeho koncentrace rutinně sledovány. Tato skutečnost je opakovaně potvrzována proměřováním různých lokalit dotovaných z rozpočtu Moravskoslezského kraje¹, například Třinec-Konská ($3,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v $\text{PM}_{2,5}$), Třinec-Nebory ($2,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v $\text{PM}_{2,5}$) v roce 2018 a Český Těšín-autobusové nádraží ($4,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$), Vražné ($3,3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) a Opava-Univerzitní zahrada ($1,8 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) v roce 2017. Vysoké hodnoty denních koncentrací benzo[a]pyrenu v zimních měsících spojené s lokálním vytápěním domácností byly zaznamenány také během tříletého (2015–2017) kampaňového měření v malých sídlech Ostopovice a Moravany na území Jihomoravského kraje (ČHMÚ 2018). V rámci projektu TITSMZP704 – Měření a analýza znečištění ovzduší s důrazem na vyhodnocení podílu jednotlivých skupin zdrojů – financovaném se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu BETA2 jsou v 8 lokalitách (malých sídlech) pomocí kampaňového měření sledovány úrovně koncentrací benzo[a]pyrenu v ovzduší. Jedná se o případovou studii, která sleduje variabilitu krátkodobých koncentrací benzo[a]pyrenu měřené během topné sezony v lokálních podmínkách malých sídel. Obr. IV.2.6 ukazuje dílčí naměřené denní koncentrace benzo[a]pyrenu v listopadu 2018 na 3 projektových lokalitách (Hřivice, Příšov, Černí-

area of the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration (O/K/FM) (Fig. IV.2.2) due to the highest emission load in the Czech Republic (from various types of sources) and the impact of cross-border transmission from Poland (for details see Chap. IV.2.3). As in previous years, in 2018, the highest annual average concentration of benzo[a]pyrene ($7.7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) was recorded at the Ostrava – Radvanice ZÚ industrial site where the limit value was thus exceeded more than seven times. Apart from the O/K/FM agglomeration, higher concentrations of benzo[a]pyrene linked to the dense development of family houses with local heating units are recorded in the Kladno area (Kladno – Švermov station). Above-the-limit values can also be expected in other municipalities with a higher proportion of household heating with solid fuels, where benzo[a]pyrene is not routinely measured. On the contrary, the lowest annual average concentrations of benzo[a]pyrene are measured in places distant from direct exposure to emission sources (natural areas). The lowest average annual concentration ($0.4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) was measured at the Košetice locality, which is a rural regional station that monitors background concentrations of polluting substances in the country. Relatively low levels of benzo[a]pyrene are recorded in large cities (Prague, Brno) in areas with a high proportion of remote central heating.

Above-the-limit levels of benzo[a]pyrene present exposure also to municipalities in which its concentrations are not routinely monitored. This is repeatedly confirmed by measuring various locations subsidized from the budget of the Moravian-Silesian region¹, such as Třinec-Konská ($3.1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ in $\text{PM}_{2,5}$) and Třinec-Nebory ($2.4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ in $\text{PM}_{2,5}$) in 2018 and Český Těšín-bus station ($4.4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$), Vražné ($3.3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$), and Opava-University garden ($1.8 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) in 2017. High values of daily benzo[a]pyrene concentrations in winter months associated with local heating of households were also recorded during three-year (2015–2017) campaign measurements in small settlements of Ostopovice and Moravany in the South Moravian region (CHMI 2018). Within the project TITSMZP704 – Measurement and Analysis of Air Pollution with Emphasis on the Evaluation of the Share of Individual Groups of Sources – funded with the state support of the Technology Agency of the Czech Republic under the BETA2 Programme, the levels of benzo[a]pyrene concentration in the air are monitored by means of campaign measurement in 8 localities (small settlements). It is a case study that monitors the variability of short-term

¹ Podrobné každoroční vyhodnocení viz www.chmi.cz.

¹ For detailed annual evaluation see www.chmi.cz.

ny) spolu s daty z lokality ČHMÚ Praha 2-Riegrovy sady, kde jsou domácnosti v nejbližším okolí napojeny na centrální zdroj tepla. Je zřejmé, že zjištěné koncentrace benzo[a]pyrenu v malých sídlech (zejména Příšov a Hřivice) v tomto případě několikanásobně převyšují hodnoty z Prahy. Nízký počet hodnot koncentrací získaných kampaňovým měřením pouze v zimních sezonách neumožňuje výpočet ročních průměrných koncentrací. Nicméně při celoročním monitoringu by k překročení imisního limitu v těchto obcích pravděpodobně mohlo docházet. Na základě výše uvedeného lze předpokládat, že v malých sídlech, kde koncentrace benzo[a]pyrenu nejsou pravidelně monitorovány a převládá zde vytápění domácností pevnými palivy, mohou být koncentrace karcinogenního benzo[a]pyrenu na nadlimitní úrovni.

Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu na lokalitách v posledních deseti letech kolísají a nevykazují výrazný trend (obr. IV.2.4). V meziročním srovnání 2017/2018 došlo k poklesu na 22 stanicích z 33 (tj. na 67 %), která měla data pro oba porovnávané roky. Největší pokles byl zaznamenán na průmyslové lokalitě Ostrava-Radvanice, a to o $1,9 \text{ ng.m}^{-3}$, nicméně je to stále lokalita s nejvyššími hodnotami koncentrací benzo[a]pyrenu na území ČR. Značný pokles koncentrací (o $0,6 \text{ ng.m}^{-3}$) byl zaznamenán na obou lokalitách (Zlín a Valašské Meziříčí) ve Zlínském kraji, hodnoty však opět překročily imisní limit. K poklesu hodnoty ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu ve většině krajů výrazně přispěly dobré rozptylové podmínky a celkově teplý charakter zimního období v roce 2018, jež pozitivně ovlivnil roční otopnou sezonu vyjádřenou v denostupních, která byla v porovnání s dlouhodobým průměrem značně podnormální (obr. III.5). Nižší počet otopných dnů se projevuje v nižší spotřebě paliv. Mírný nárůst průměrných ročních koncentrací benzo[a]pyrenu byl zaznamenán na 8 lokalitách, z toho bylo 6 na území Moravskoslezského kraje, a dále na stanicích Doksany a Hodonín, kde se roční průměrná koncentrace zvedla jen nepatrně o $0,1 \text{ ng.m}^{-3}$. Největší nárůst o $1,2 \text{ ng.m}^{-3}$ byl zjištěn na průmyslové lokalitě Ostrava-Přívov (4,7 ng.m^{-3}).

Koncentrace benzo[a]pyrenu vykazují výrazný roční chod (obr. IV.2.7) s maximy v zimním období, které souvisejí s emisemi ze sezonních antropogenních zdrojů – z lokálních topenišť (tj. nejvýznamnějšího zdroje emisí benzo[a]pyrenu; obr. IV.2.10) a se zhoršenými rozptylovými podmínkami. V letním období naopak dochází k po-

benzo[a]pyrene concentrations measured during the heating season under local conditions of small settlements. Fig. IV.2.6 shows selected measured daily concentrations of benzo[a]pyrene in November 2018 at three project locations (Hřivice, Příšov, Černín) together with data from the CHMI Prague 2-Riegrovy sady locality where households in the immediate vicinity are connected to the provider of central heating. It is evident that the concentrations of benzo[a]pyrene in small settlements (especially Příšov and Hřivice) in this case are several times higher than the values from Prague. The low number of concentration data obtained by campaign measurement only in winter seasons does not allow calculation of annual average concentrations. Nevertheless, during the year-round monitoring, the limit value in these municipalities could probably be exceeded. On the basis of the above observations, it can be assumed that in small settlements where benzo[a]pyrene concentrations are not regularly monitored and where solid fuel heating predominates, carcinogenic benzo[a]pyrene levels may reach above the limit level.

The average annual concentrations of benzo[a]pyrene at localities have been fluctuating in the last ten years and do not show a significant trend (Fig. IV.2.4). In the year-on-year comparison 2017/2018 there was a decrease at 22 stations out of 33 (i.e. to 67%) that had data available for both years compared. The highest decrease, by 1.9 ng.m^{-3} , was recorded in the Ostrava-Radvanice industrial site but it is still the locality with the highest values of benzo[a]pyrene concentrations in the Czech Republic. A significant decrease of concentrations (by 0.6 ng.m^{-3}) was recorded in both localities in the Zlín region (Zlín and Valašské Meziříčí) but again the values exceeded the limit value. Good dispersion conditions and the overall warm character of the winter period in 2018 contributed positively to the decrease in annual average benzo[a]pyrene concentrations in most regions having a positive effect on the annual heating season expressed in degree-days which was considerably below normal (Fig. III.5). Lower number of heating days results in lower fuel consumption. A slight increase in the average annual concentrations of benzo[a]pyrene was recorded in 8 localities of which 6 were in the Moravian-Silesian region and further at the Doksany and Hodonín stations where the annual average concentration increased only slightly by 0.1 ng.m^{-3} . The highest increase of 1.2 ng.m^{-3} was identified at the Ostrava-Přívov industrial site (4.7 ng.m^{-3}).

klesu koncentrací díky zlepšení rozptylových podmínek, zvýšení chemického a fotochemického rozkladu PAH za vyšší intenzity slunečního záření a vysokých teplot a samozřejmě také díky poklesu emisí z antropogenních zdrojů (Li et al. 2009; Ludykar et al. 1999; Teixeira et al. 2012). Průměrné měsíční koncentrace benzo[a]pyrenu v létě se na pozadových stanicích nezdá pohybovat kolem meze detekce ($0,02 \text{ ng.m}^{-3}$), naopak na průmyslových lokalitách v aglomeraci (O/K/F-M) se vyskytují i denní koncentrace vyšší než 1 ng.m^{-3} , což dokládá celoroční vliv emisí v těchto oblastech.

IV.2.2 Vývoj koncentrací benzo[a]pyrenu

Ve sledovaném období (2008–2018) byl zaznamenán nevýrazný mírně klesající trend. Od roku 2014 již roční průměrná koncentrace ze všech typů lokalit nepřekračuje hodnotu 2 ng.m^{-3} (obr. IV.2.5), nicméně stále zůstává dlouhodobě nadlimitní, a to přibližně dvojnásobně. V meziročním srovnání 2017/2018 lze konstatovat stagnaci koncentrací na venkovských a předměstských lokalitách či velmi mírný pokles koncentrací na všech ostatních typech lokalit. K mírnému zlepšení situace přispěly dobré rozptylové podmínky a celkově teplý charakter zimního období v roce 2018.

IV.2.3 Emise benzo[a]pyrenu

PAH, z nichž je v oblasti ochrany ovzduší sledován zejména benzo[a]pyren, jsou produkovány téměř výhradně spalovacími procesy, při nichž nedochází k dostatečné oxidaci přítomných organických spalitelných látek. Benzo[a]pyren je produktem nedokonalého spalování při teplotách 300 až 600 °C. Mezi jeho nejvýznamnější zdroje se proto řadí spalování pevných paliv v kotlích nižších výkonů, především v domácích topeništích.

Sektor 1A4bi – Lokální vytápění domácností se na emisích benzo[a]pyrenu v roce 2017 v celorepublikovém měřítku podílel 98,3 %. Hlavní příčinou takto vysokého podílu je spalování pevných paliv, především uhlí, v kotlích starších typů (odhořivací a prohořivací způsob spalování). Podle výsledků statistického šetření ENERGO představovaly v roce 2015 odhořivací a prohořivací kotle až 79 % všech kotlů na spalování pevných paliv v domácnostech ČR. Vliv sektoru dopravy je odhadován na 1,3 % (obr. IV.2.9).

Vzhledem k dominantnímu podílu sektoru 1A4bi jsou emise benzo[a]pyrenu rozloženy na území obydlené zástavby celé ČR a jejich množství v období 2008–2017 bylo závislé především na vývo-

Benzo[a]pyrene concentrations exhibit a significant annual progression (Fig. IV.2.7) with maxima in winter that are related to emissions from seasonal anthropogenic sources – local heating units (i.e. the most significant source of benzo[a]pyrene emissions; Fig. IV.2.10) and worsening dispersion conditions. In summer, on the other hand, concentrations decrease due to improved dispersion conditions, increased chemical and photochemical decomposition of PAHs at higher levels of solar radiation and high temperatures, and of course also due to decreased emissions from anthropogenic sources (Li et al. 2009; Ludykar et al. 1999; Teixeira et al. 2012). The average monthly concentrations of benzo[a]pyrene in summer at background stations often range around the limit of detection (0.02 ng.m^{-3}) while at industrial locations in the agglomeration (O/K/FM) daily concentrations reach even more than 1 ng.m^{-3} which shows the year-round effect of emissions in these areas.

IV.2.2 Trends in benzo[a]pyrene concentrations

In the period under review (2008–2018) a slight downward trend was indicated. Since 2014, the annual average concentration at all types of localities has not exceeded 2 ng.m^{-3} (Fig. IV.2.5), however, in the long term, it remains above the limit, approximately twice. The inter-annual comparison of 2017/2018 indicates stagnation of concentrations in rural and suburban localities, or very slight decrease of concentrations in all other types of localities. Good dispersion conditions and the overall warm character of winter in 2018 contributed to a slight improvement of the situation.

IV.2.3 Emissions of benzo[a]pyrene

PAHs, of which benzo[a]pyrene is monitored in view of air protection in particular, are produced almost exclusively by combustion processes during which the organic combustible substances present are not sufficiently oxidised. Benzo[a]pyrene is a product of incomplete combustion at temperatures of 300 to 600 °C. Thus, one of its most important sources is the combustion of solid fuels in low-capacity boilers, particularly household heating systems.

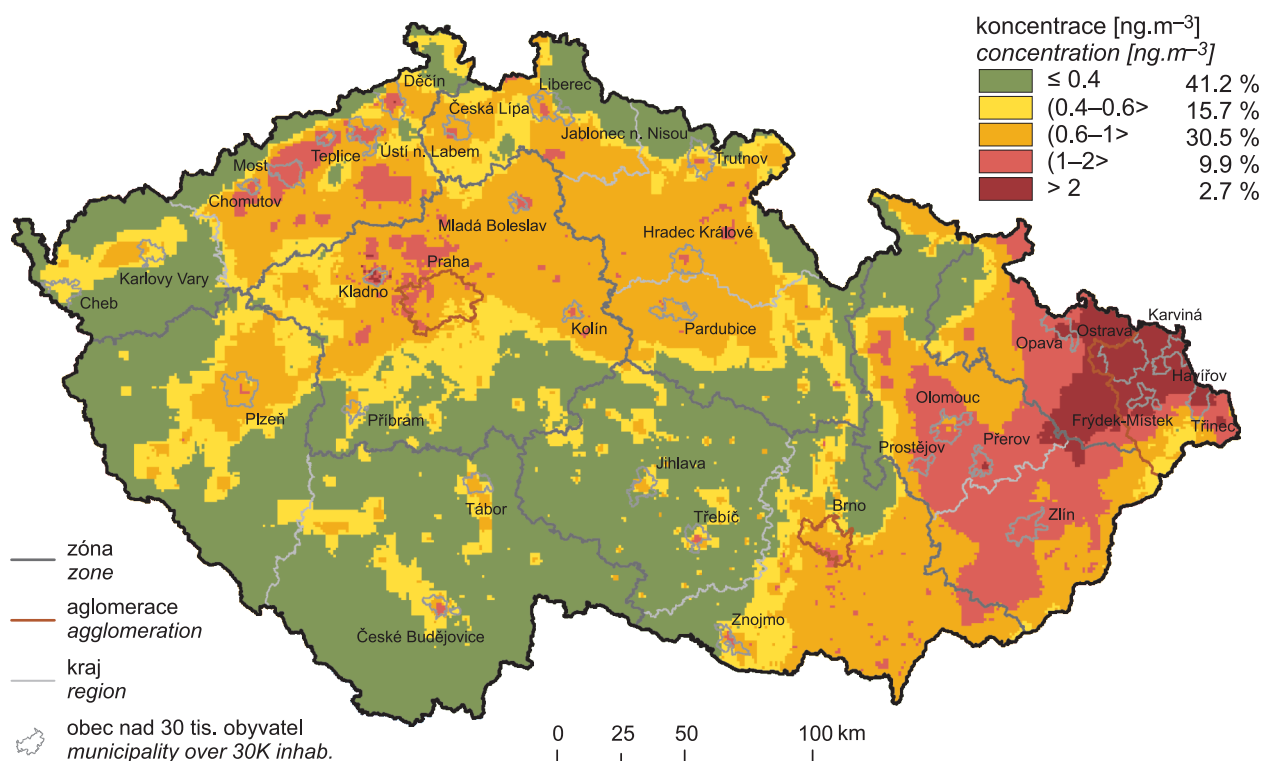
Sector 1A4bi – Residential: Stationary contributed 98.3% to national benzo[a]pyrene emissions in 2017. The combustion of solid fuels, especially coal, in older types of boilers (top-burning and bulk-burning type of combustion) is the main reason for such a large percentage. According to results of

ji spotřeby pevných paliv v domácnostech (obr. IV.2.10). Vliv dopravy se uplatňuje především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a na území větších městských celků. Největšími emisemi benzo[a]pyrenu je zatížen Moravskoslezský kraj z důvodu vyššího podílu spalování černého uhlí v domácnostech v kotlích prohořivacího typu (obr. IV.2.11). Celoroční průměrné koncentrace ovlivňují rovněž průmyslové zdroje, především výroba koksu, železa a oceli.

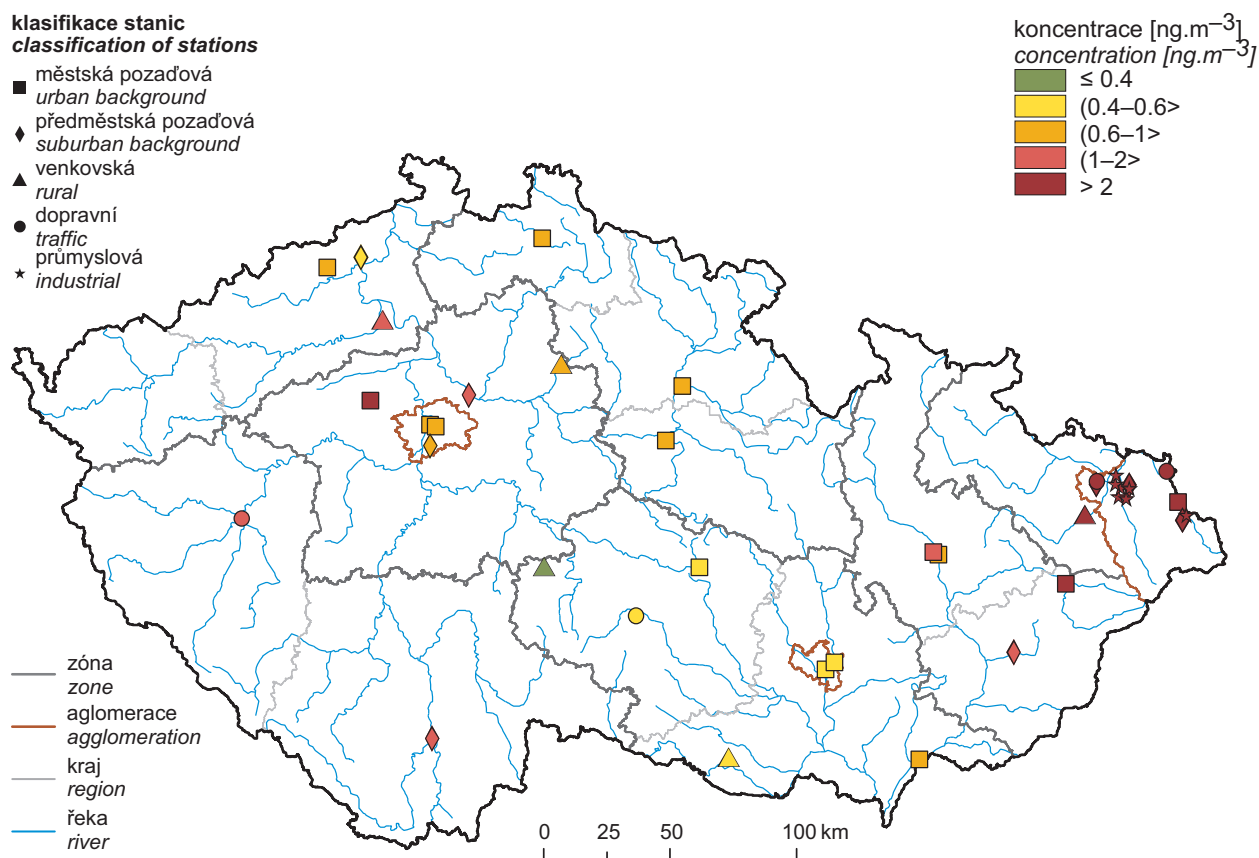
the ENERGO statistical evaluation up to 79% of all boilers for burning solid fuel in households in the Czech Republic in 2015 consisted of top-burning and bulk-burning boilers. The impact of the transport sector is estimated at 1.3% (Fig. IV.2.9).

In view of predominant contribution of sector 1A4bi emissions of benzo[a]pyrene are distributed over the territory of residential buildings throughout the Czech Republic and their amounts in the 2008–2017 period depended primarily on evolution of consumption of solid fuels in households (Fig. IV.2.10). The impact of transportation is apparent mainly along motorways, roadways with high traffic and in the territories of larger urban units. The greatest burden by emissions of benzo[a]pyrene occurs in the Moravian-Silesian region due to higher proportion of black coal combustion in bulk-burning type boilers in households (Fig. IV.2.11). Annual average concentrations are also affected by industrial sources, particularly by the production of coal coke, iron and steel.

IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN
 IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE

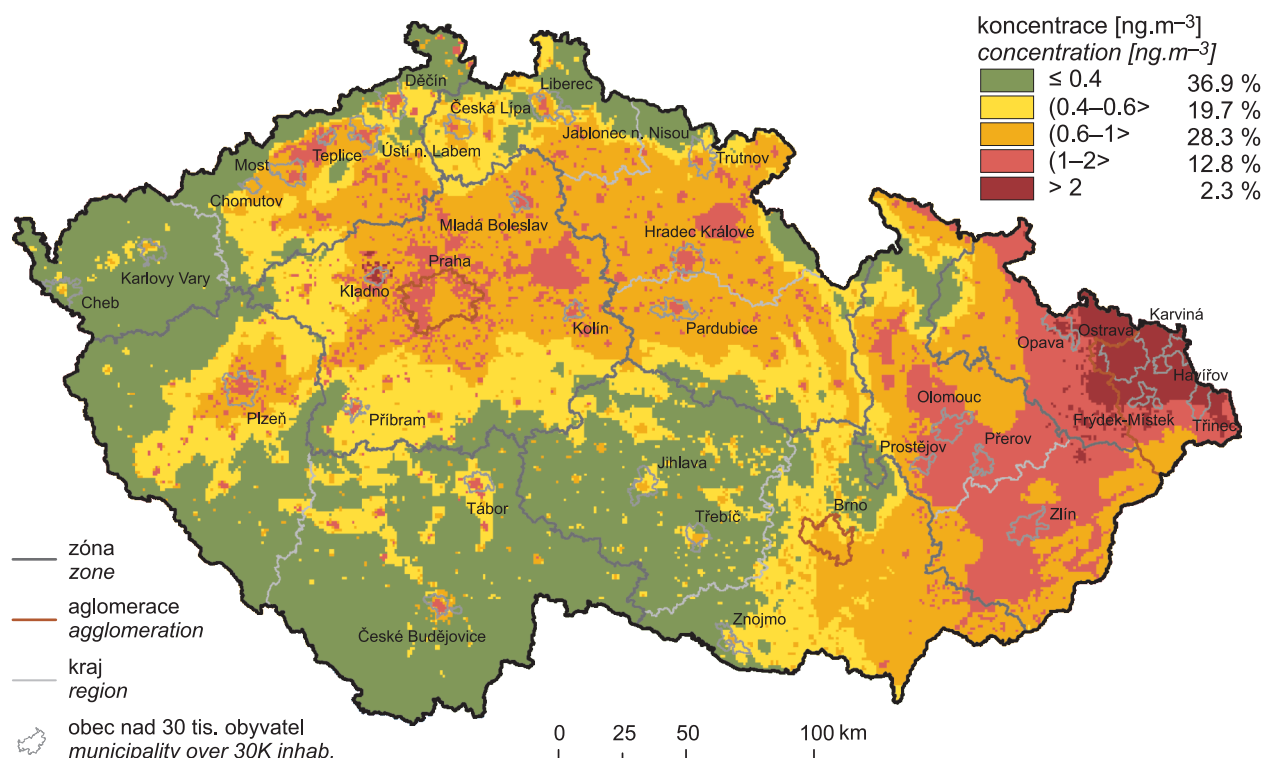


Obr. IV.2.1 Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2018
 Fig. IV.2.1 Field of annual average concentration of benzo[a]pyrene, 2018

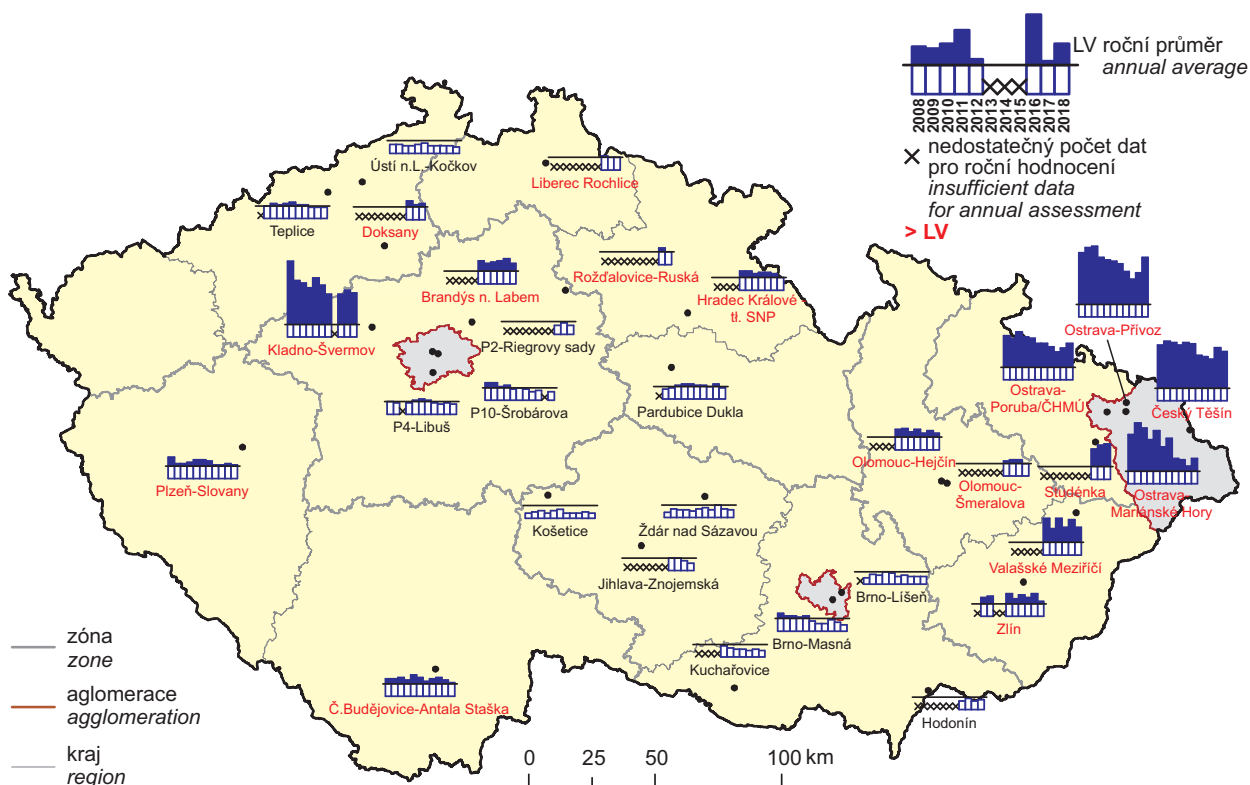


Obr. IV.2.2 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
 Fig. IV.2.2 Annual average concentrations of benzo[a]pyrene in the ambient air quality network, 2018

IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN
 IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE

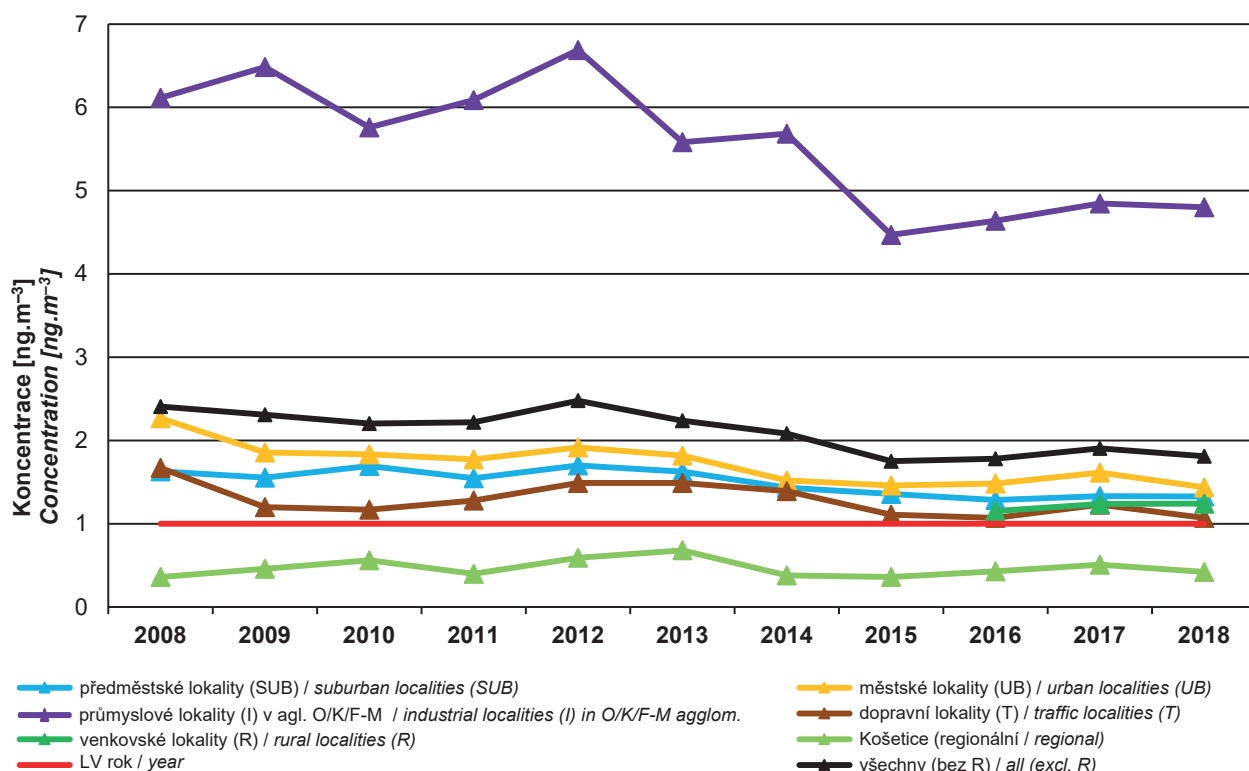


Obr. IV.2.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu, 2014–2018
 Fig. IV.2.3 Five-year average of annual average concentrations of benzo[a]pyrene, 2014–2018

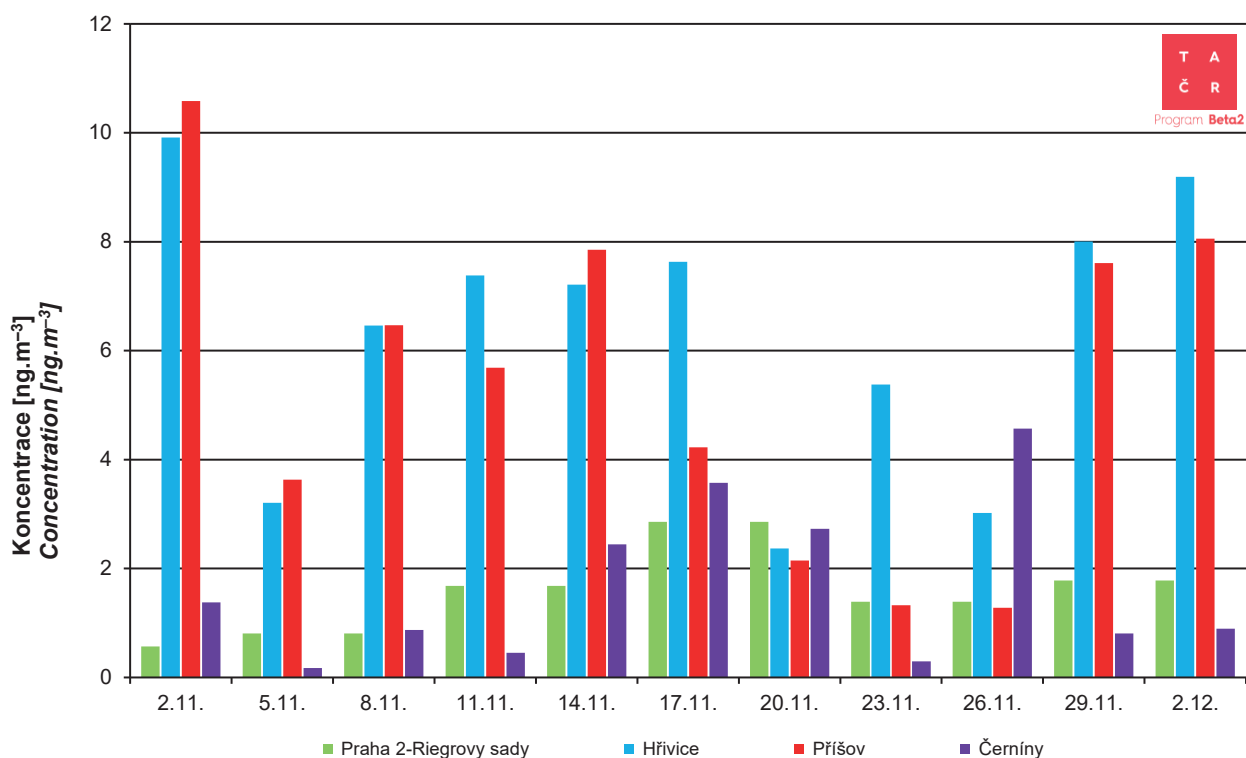


Obr. IV.2.4 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v ovzduší na vybraných stanicích, 2008–2018
 Fig. IV.2.4 Annual average concentrations of benzo[a]pyrene in the ambient air at selected stations, 2008–2018

IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN
IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE

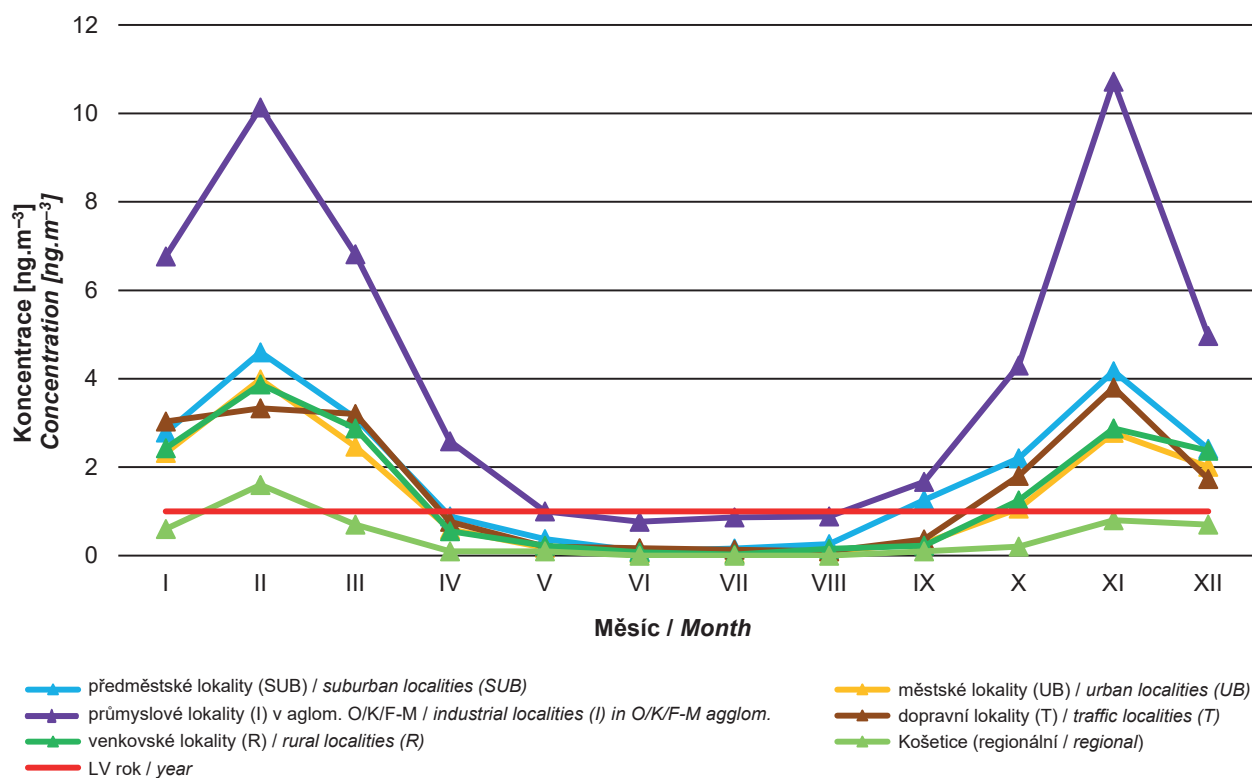


Obr. IV.2.5 Trend roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v České republice, 2008–2018
Fig. IV.2.5 Trend of annual average concentration of benzo[a]pyrene in the Czech Republic, 2008–2018



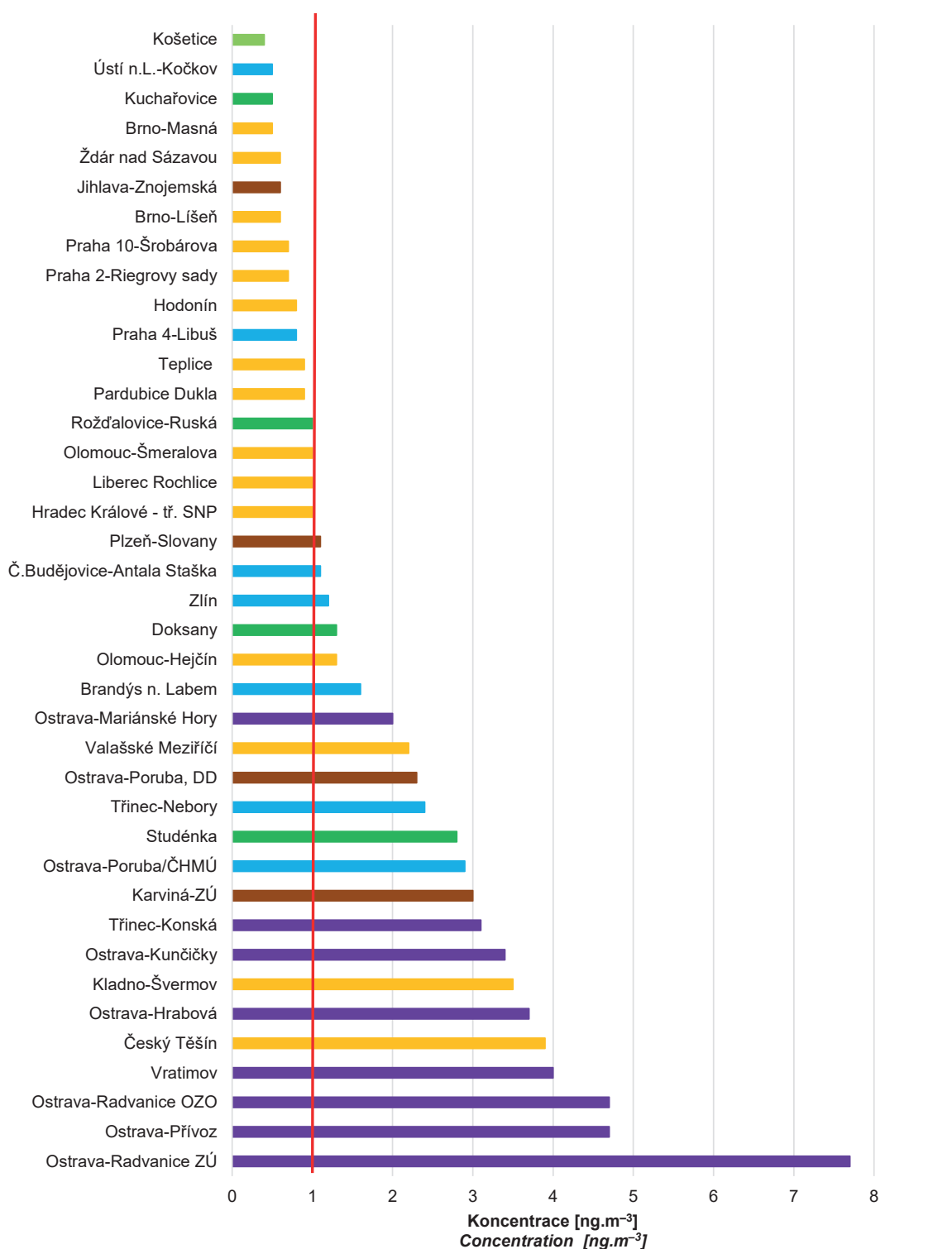
Obr. IV.2.6 24hodinové koncentrace benzo[a]pyrenu měřené v malých sídlech v rámci projektu TAČR, 2018
Fig. IV.2.6 24-hour concentrations of benzo[a]pyrene measured in small settlements within a project under the Technology Agency of the Czech Republic, 2018

IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN
 IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE



Obr. IV.2.7 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací benzo[a]pyrenu, 2018
 Fig. IV.2.7 Annual course of average monthly concentrations of benzo[a]pyrene, 2018

IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE



— předměstské lokality (SUB) / suburban localities (SUB)

— průmyslové lokality (I) v aglom. O/K/F-M / industrial localities (I) in O/K/F-M agglom.

— venkovské lokality (R) / rural localities (R)

— LV rok / year

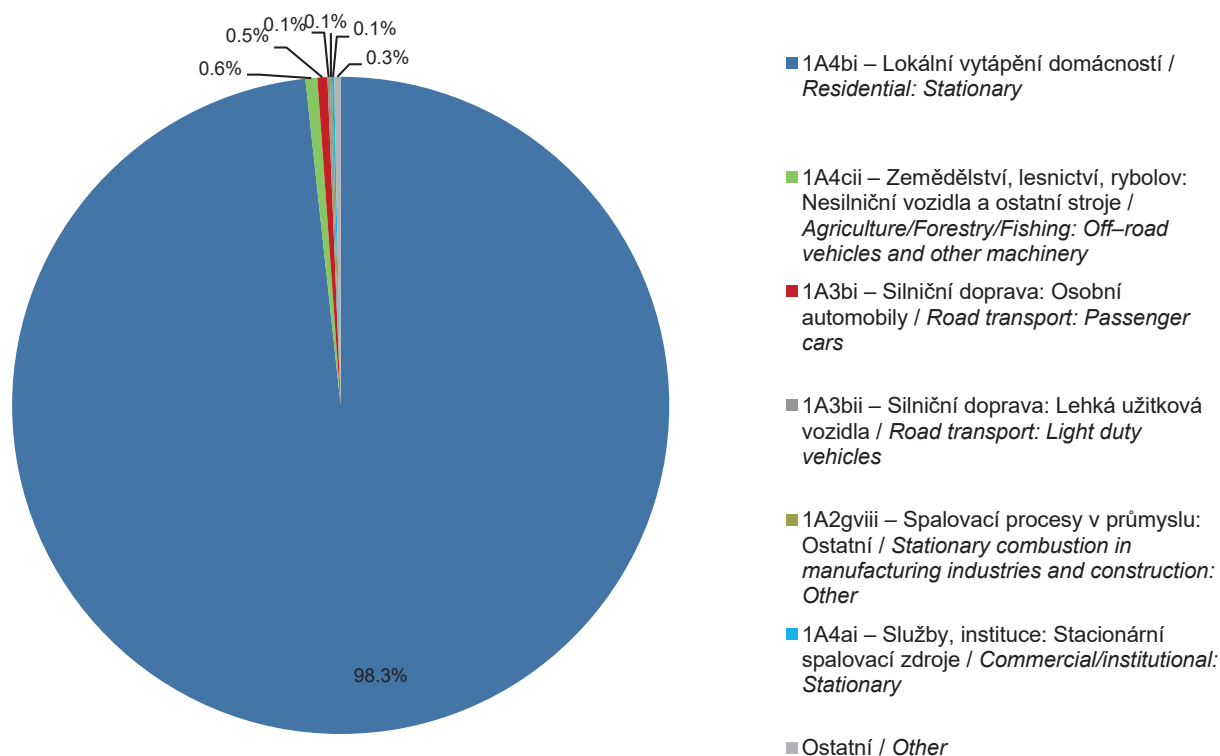
— městské lokality (UB) / urban localities (UB)

— dopravní lokality (T) / traffic localities (T)

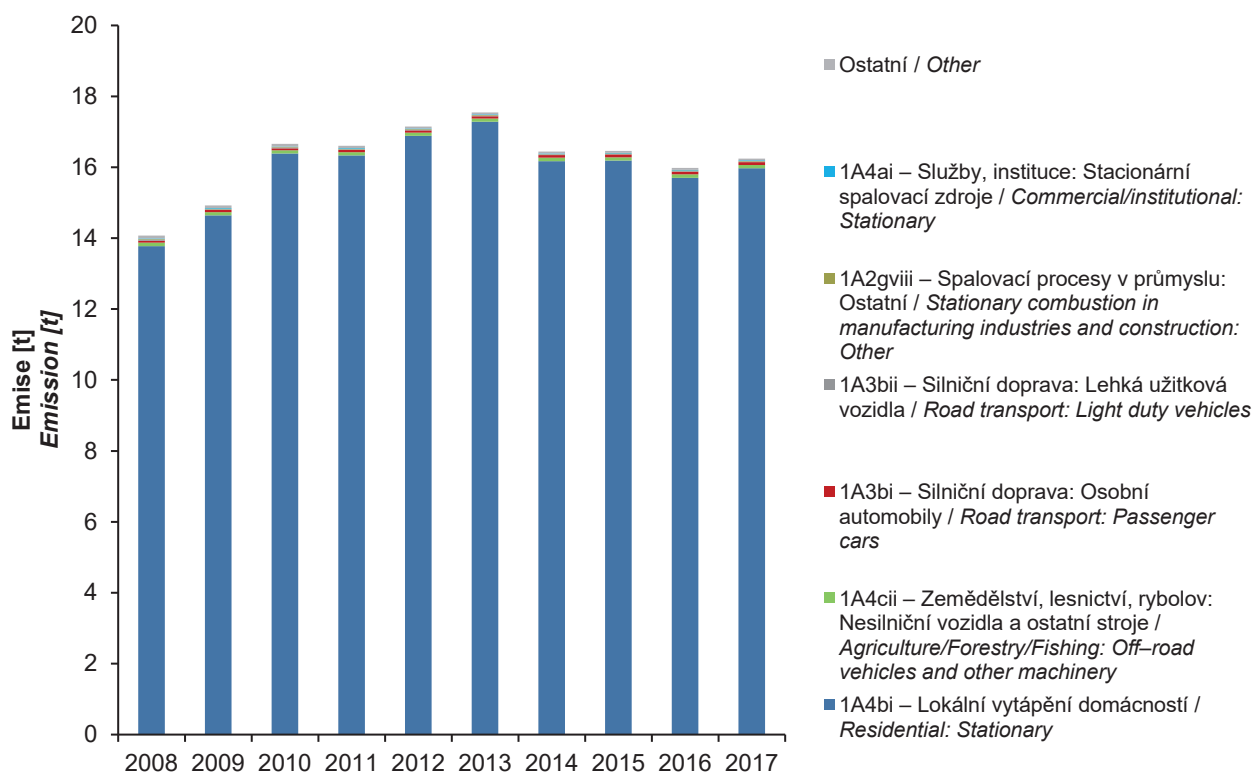
— Košetice (regionální / regional)

Obr. IV.2.8 Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu na měřicích stanicích, 2018
Obr. IV.2.8 Annual average concentrations of benzo[a]pyrene at monitoring stations, 2018

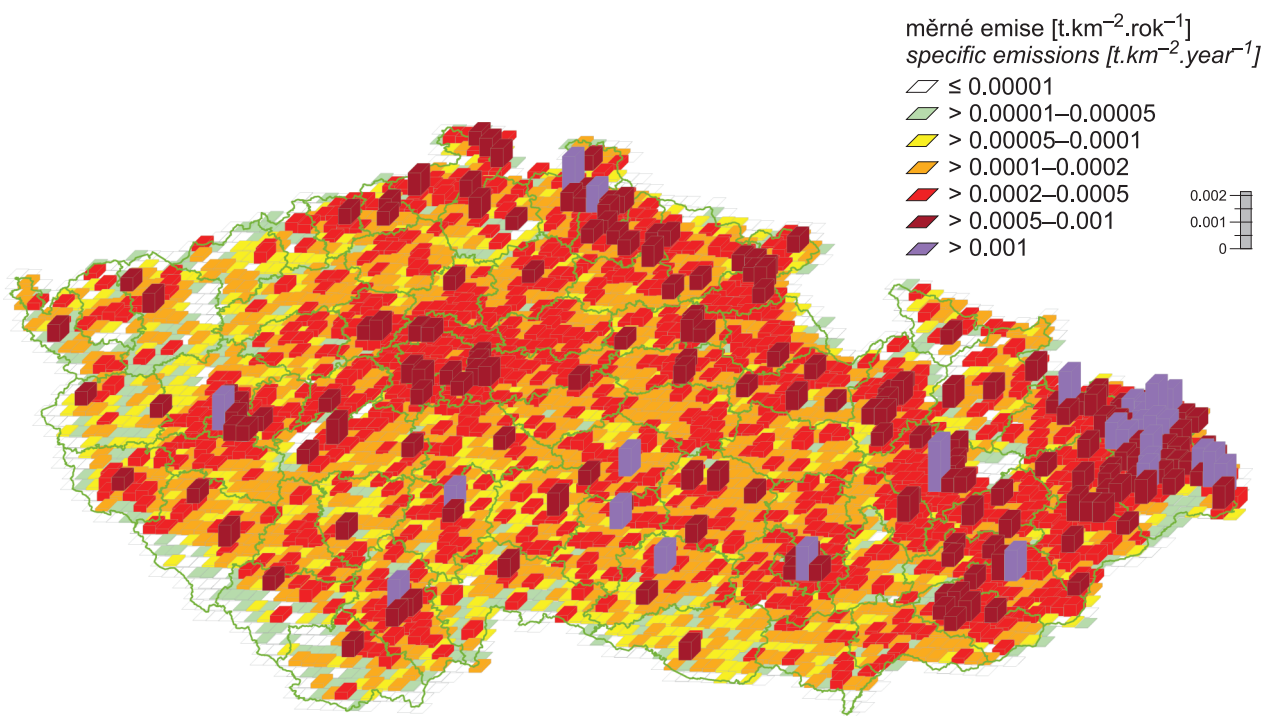
IV.2 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZO[A]PYREN IV.2 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZO[A]PYRENE



Obr. IV.2.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích benzo[a]pyrenu, 2017
Fig. IV.2.9 Total emissions of benzo[a]pyrene sorted out by NFR sectors, 2017



Obr. IV.2.10 Vývoj celkových emisí benzo[a]pyrenu, 2008–2017
Fig. IV.2.10 The development of benzo[a]pyrene total emissions, 2008–2017



Obr. IV.2.11 Emisní hustoty benzo[a]pyrenu ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.2.11 Benzo[a]pyrene emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.3 OXIDY DUSÍKU

IV.3.1 Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2018

Při sledování a hodnocení kvality venkovního ovzduší se pod termínem oxidy dusíku (NO_x) rozumí směs oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO_2). Imisní limit pro ochranu lidského zdraví je stanoven pro NO_2 , limit pro ochranu ekosystémů a vegetace je stanoven pro NO_x .

Znečištění ovzduší oxidem dusičitým v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

K překračování ročního imisního limitu NO_2 dochází pouze na omezeném počtu stanic (od 2 do 4 % lokalit v posledních pěti letech), a to na dopravně exponovaných lokalitách aglomerací a velkých měst. Z celkového počtu 95 lokalit s dostatečným množstvím dat pro hodnocení, došlo v roce 2018 na 3 % lokalit (3 lokality) k překročení ročního imisního limitu $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. XIII.8; obr. IV.3.2). Všechny tři tyto stanice – Praha 2-Legerova (hot spot), Praha 5-Smíchov a Brno-Svatoplukova – jsou klasifikovány jako dopravní městské. Překročení limitní hodnoty na těchto stanicích se vzhledem k jejich malému poloměru reprezentativnosti nepromítlo do map roční průměrné koncentrace (obr. IV.3.1). Stanice Praha 2-Legerova (hot spot) je navíc umístěna v husté zástavbě, která výrazně snižuje provětrávání.

V roce 2018 nebyla na žádné lokalitě překročena hodnota imisního limitu pro hodinovou koncentraci NO_2 $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. XIII.7).

Nejvyšších hodnot koncentrací NO_2 je dosahováno v Praze, Brně a Ostravě (obr. IV.3.1 a IV.3.5). Větší znečištění měst oxidy dusíku v porovnání s mimoměstskými lokalitami je způsobeno převážně dopravou. Vyšší koncentrace NO_2 lze očekávat i v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí. Na většině území ČR (99,9 %) však byla průměrná roční koncentrace nižší než $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tj. pod hodnotou dolní meze pro posuzování.

Na městských lokalitách (pozařových i dopravních), kde jsou hlavním zdrojem NO_x emise z dopravy a kde jsou zaznamenávány nejvyšší hodnoty koncentrací NO_2 , vykazují průměrné měsíční koncentrace NO_2 výrazný roční chod s maximy v zimním období, které jsou spojené s meteorologickými podmínkami (nižší intenzita sluneční

IV.3 NITROGEN OXIDES

IV.3.1 Air pollution by nitrogen oxides in 2018

In monitoring and evaluating the quality of ambient air, the term nitrogen oxides (NO_x) is understood to refer to a mixture of nitrogen oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO_2). The pollution limit level for protection of human health is set for NO_2 ; the limit level for protection of ecosystems and vegetation is set for NO_x .

Air pollution by nitrogen dioxide in 2018 in relation to the pollution limit level for protection of human health

The annual pollution limit level for NO_2 is exceeded only at a limited number of stations (from 2% to 4% of sites in the last five years) in locations with high traffic intensity in agglomerations and large cities. Of the total number of 95 locations with a sufficient amount of data for evaluation, the annual pollution limit level of $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was exceeded at 3% of localities (3 localities) in 2018 (Tab. XIII.8; Fig. IV.3.2). All three stations – Prague 2-Legerova (hot spot), Prague 5-Smíchov and Brno-Svatoplukova) – are classified as urban traffic stations. Exceeded limit values at these stations did not affect the maps of the annual average concentration considering their low range of representativeness (Fig. IV.3.1). The Prague 2-Legerova (hot spot) station is moreover located in densely built-up areas which substantially decrease ventilation.

In 2018, the limit value for hourly NO_2 concentration of $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was not exceeded at any location (Tab. XIII.7).

The highest concentrations of NO_2 are attained in Prague, Brno and Ostrava (Fig. IV.3.1 and IV.3.5). Greater pollution of cities by nitrogen oxides compared to non-urban locations is mainly caused by traffic. Higher NO_2 concentrations can be expected also in the vicinity of local roads in municipalities with intensive traffic, higher development and a dense local transport network. However, over most of the territory of the Czech Republic (99.9%), the average annual concentration was below $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, i.e. the value of the lower assessment limit.

In urban localities (background and traffic) where NO_x emissions from transport are the main source of NO_x and the highest NO_2 concentrations are recorded, average monthly NO_2 concentrations show a distinct annual course with peaks in

ho záření a zhoršené rozptylové podmínky) (obr. IV.3.6). Naopak v období duben–září je obecně patrný pokles koncentrací NO₂. Důvodem tohoto poklesu je vyšší intenzita slunečního záření především o vlnových délkách < 400 nm v tomto ročním období, která má za následek fotodisociaci NO₂ na NO a O (Warneck 2000). Z produktů fotodisociace se za vhodných podmínek vytváří přízemní ozon, a proto jsou v období duben–září koncentrace přízemního ozonu vyšší (obr. IV.4.8). Na regionálních venkovských lokalitách, vzdálených od přímého působení emisních zdrojů, jsou hodnoty průměrné měsíční koncentrace NO₂ nejnižší a pohybují se hluboko pod dolní mezí pro posuzování (LAT), a vykazují tak méně výrazný roční chod. V zimních měsících dochází k navýšení pozadových koncentrací NO₂ převážně kvůli horším rozptylovým podmínkám, nižší intenzitě slunečního záření, případně působení sezonních emisních zdrojů.

Znečištění ovzduší oxidy dusíku v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit pro roční průměrné koncentrace NO_x (30 μg.m⁻³) nebyl v roce 2018 překročen ani na jedné z 19 venkovských stanic s dostatečným množstvím dat pro hodnocení (tab. XIII.9). Konstrukce mapy plošného rozložení ročních průměrných koncentrací NO_x zahrnuje kombinaci měření a modelování. Pro přípravu mapy pole NO_x byly použity všechny stanice měřící NO_x a přihlíželo se i k výše zmíněným údajům o emisích z mobilních zdrojů v ČR. Vyšší koncentrace NO_x mohou být také v blízkosti místních komunikací v obcích s intenzivní dopravou a hustou místní dopravní sítí, kde nejsou v současnosti koncentrace měřeny. Na mapě jsou formou bodových značek vyznačeny pouze stanice venkovské, protože jen na těchto lokalitách se dle platné české legislativy hodnotí úroveň ročních koncentrací NO_x vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace (obr. IV.3.3).

IV.3.2 Vývoj koncentrací oxidů dusíku

V průběhu 90. let došlo k výraznému poklesu jak ročních průměrných koncentrací NO₂ a NO_x, tak i 19. nejvyšší hodinové koncentrace NO₂. Důvodem byl prudký pokles emisí v tomto období v důsledku nabytí účinnosti zákona č. 309/1991 Sb. a na něj navazujícího zavádění nových technologických opatření ke snižování emisí. Vliv měla také změna skladby průmyslové výroby

winter associated with meteorological conditions (lower intensity of solar radiation and deteriorated dispersion conditions) (Fig. IV.3.6.). On the contrary, in the period April–September there is generally a decrease in NO₂ concentrations. The reason for this decrease is the higher intensity (solar radiation at wavelengths mainly < 400 nm) in this time of year which results in photodissociation of NO₂ to NO and O (Warneck 2000). Ground-level ozone is formed from photodissociation products under appropriate conditions and therefore ground-level ozone concentrations are higher in the April–September period (Fig. IV.4.8). At regional rural localities remote from direct exposure to emission sources, the average monthly NO₂ concentration is the lowest and is well below the lower assessment threshold (LAT), showing thus less distinct annual course. In the winter months, background concentrations of NO₂ increase mainly due to worse dispersion conditions, lower intensity of solar radiation, eventually the effect of seasonal emission sources.

Air pollution by nitrogen oxides in 2018 in relation to the pollution limit level for protection of ecosystems and vegetation

The pollution limit level for the average annual concentration of NO_x (30 μg.m⁻³) was not exceeded in 2018 at any of 19 rural stations with a sufficient amount of data for the evaluation (Tab. XIII.9). Construction of the map of the areal distribution of average annual NO_x concentrations encompasses a combination of measuring and modelling. Values from all the stations measuring NO_x were employed to prepare the map of NO_x field and the above-mentioned information on emissions from mobile sources in the Czech Republic were taken into consideration. Higher NO_x concentrations can also occur in the vicinity of local roadways in municipalities with heavy traffic intensity and dense traffic networks where, however, concentrations are currently not measured. On the map, point symbols designate only rural stations because only at these locations the average annual NO_x concentrations are evaluated following the Czech legislation in force in relation to the pollution limit levels for protection of ecosystems and vegetation (Fig. IV.3.3).

IV.3.2 Trends in nitrogen oxide concentrations

During the 1990s there was a marked decrease in the average annual concentrations of both

a vozového parku a složení pohonných hmot. Velký vliv na průběh meziroční proměnlivosti koncentrací NO_2 a NO_x , ale i dalších znečišťujících látek, mají meteorologické a rozptylové podmínky. Relativně strmě klesající trend z 90. let minulého století trval až do roku 2000. Od tohoto roku dochází střídavě k nárůstům a poklesům jak průměrných ročních koncentrací, tak i 19. nejvyšší hodinové koncentrace. Ve sledovaném období 2008–2018 (obr. IV.3.7 a IV.3.9) byly zaznamenány vyšší koncentrace v roce 2010, pravděpodobně v důsledku nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek. Od roku 2011 je možné pozorovat velmi pozvolně klesající trend všech sledovaných charakteristik oxidů dusíku. V meziročním porovnání 2017/18 došlo ke stagnaci průměrné roční koncentrace NO_2 a NO_x na všech typech stanic vyjma regionálních venkovských stanic, které monitorují pozadové koncentrace v ČR a na kterých došlo k mírnému poklesu průměrných ročních koncentrací. Průměrné 19. nejvyšší hodinové koncentrace NO_2 (obr. IV.3.8) vykazují v roce 2018 zřetelný pokles na všech typech lokalit. Ke zlepšení situace přispěly dobré rozptylové podmínky a celkově teplý charakter zimního období v roce 2018 (kap. III).

IV.3.3 Emise oxidů dusíku

Oxidy dusíku (NO_x) se tvoří při spalování paliv v závislosti na teplotě spalování, obsahu dusíku v palivu a přebytku spalovacího vzduchu a vznikají i při některých chemicko-technologických procesech (výroba kyseliny dusičné, amoniaku, hnojiv apod.). Zatímco při spalování paliv v kotlích se podíl NO_2 v emisích NO_x pohybuje obvykle do 5 %, u některých chemicko-technologických procesů může podíl NO_2 představovat až 100 % emisí NO_x (Neužil 2012). Emise NO_x s vyšším podílem NO_2 (10–55 %) produkují diesellové motory (Carslaw et al. 2011).

Největší množství emisí NO_x pochází z dopravy. Sektory 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily, 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 t, 1A3bii – Lehká užitková vozidla a 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje se na celorepublikových emisích NO_x v roce 2017 podílely 40,1 %. Ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla bylo do ovzduší vneseno 25,7 % emisí NO_x (obr. IV.3.10). Klesající trend emisí NO_x v období let 2008–2017 souvisí především s přirozenou obnovou vozového parku a se zavedením emisních stropů a přísnějších emisních limitů pro emise

NO_2 and NO_x and also in the 19th highest hourly NO_2 concentration. This was a result of the sharp decrease in emissions in this period as a result of the legal force of Act No. 309/1991 Coll., and the related introduction of new technological measures to reduce emissions. This was also affected by a change in the composition of industrial production and the vehicle fleet and also in the composition of automotive fuels. Meteorological and dispersion conditions have a great impact on inter-annual variations in NO_2 and NO_x concentrations and also on the concentrations of other pollutants. The relatively sharp decreasing trend in the 1990s lasted until 2000. Since then, there have been alternating increases and decreases in both the average annual concentrations and also in the 19th highest hourly concentration. In the period under consideration between 2008 and 2018 (Fig. IV.3.7 and IV.3.9), higher concentrations were recorded in 2010, probably due to unfavourable meteorological and dispersion conditions. Since 2011, it has been possible to observe a rather slow decreasing trend in all the monitored characteristics of nitrogen oxides. In inter-annual comparison 2017/2018, stagnation occurred in the average annual concentration at all types of stations except for regional rural stations that monitor background concentrations in the CR and which experienced a slight decrease in average annual concentrations. The average 19th highest hourly NO_2 concentrations (Fig. IV.3.8) show a marked decrease in all types of localities in 2018. Good dispersion conditions and the overall warm character of the winter period in 2018 (Chap. III) contributed to the improvement of the situation.

IV.3.3 Nitrogen oxide emissions

Nitrogen oxides (NO_x) are formed in the combustion of fuels in dependence on the temperature of combustion, nitrogen content of the fuel and excess of combustion air and are also formed in some chemical-technological processes (production of nitric acid, ammonia, fertilisers, etc.). While in combustion of fuels in boilers the fraction of NO_2 in NO_x emissions is usually up to 5%, the fraction of NO_2 in some chemical-technological processes can reach up to 100% of total NO_x emissions (Neužil 2012). NO_x emissions with higher fraction of NO_2 (10–55%) are produced by diesel engines (Carslaw et al. 2011).

The greatest amounts of NO_x emissions are produced by transportation. Sectors 1A3bi – Road transport: Passenger cars, 1A3biii – Road trans-

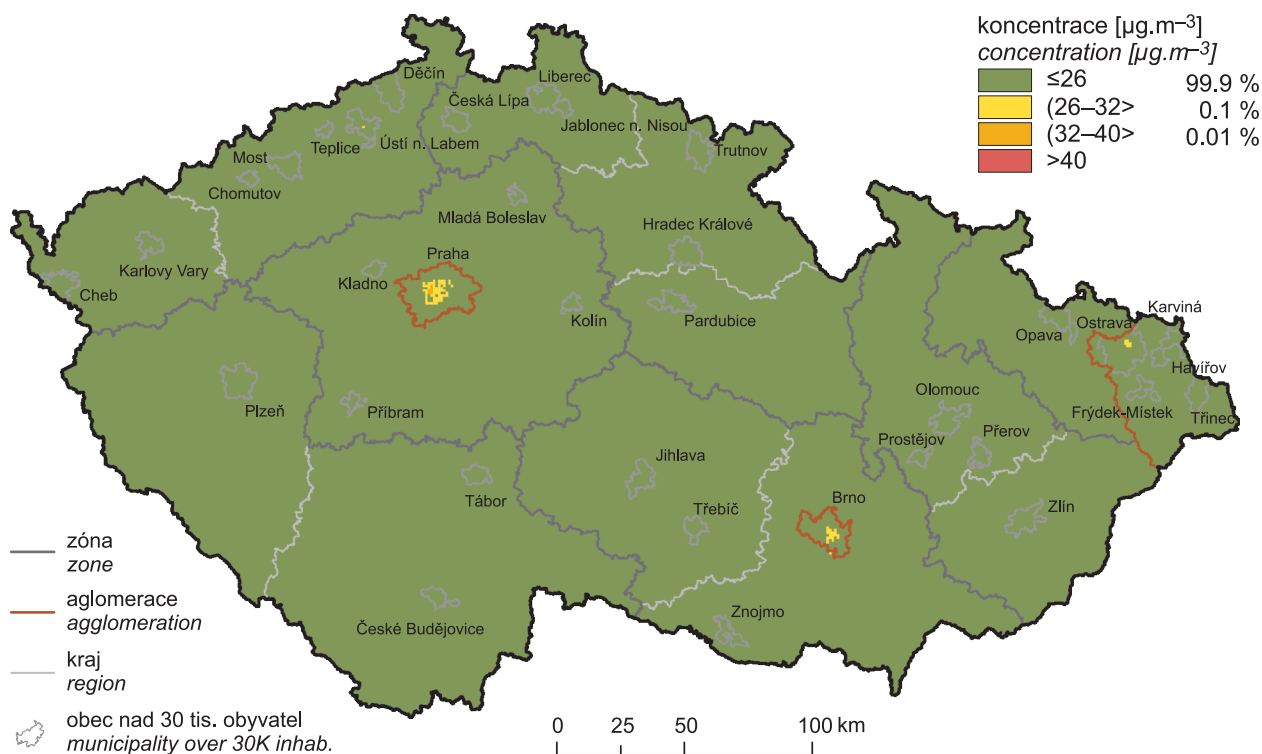
NO_x ze zdrojů v sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla (obr. IV.3.11).

Podíl jednotlivých typů zdrojů na celkových emisích se liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti. Produkce emisí NO_x je soustředěna především podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou, ve velkých městech a v krajích (Ústecký, Středočeský, Moravskoslezský), kde jsou umístěny významnější energetické výrobní celky (obr. IV.3.12).

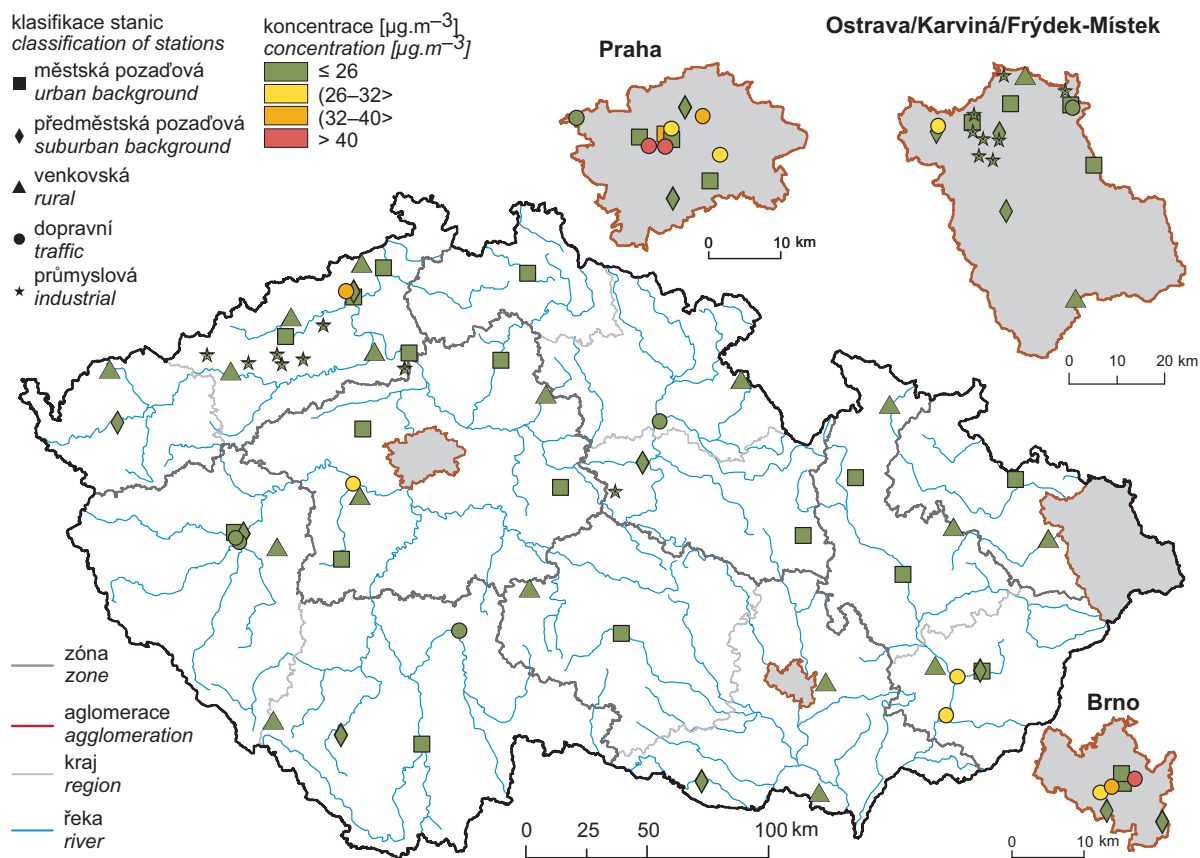
port: Heavy duty vehicles over 3.5 tons, 1A3bii – Road transport: Light duty vehicles and 1A4cii – Agriculture/Forestry/Fishing: Off-road vehicles and other machinery contributed 40.1% to national NO_x emissions in 2017. An amount of 25.7% of NO_x emissions was emitted into the air in sector 1A1a – Public electricity and heat production (Fig. IV.3.10). The decreasing trend in NO_x emissions in the 2008–2017 period is related primarily to natural renewal of the vehicle fleet and the introduction of emission ceilings and stricter emission limit levels for NO_x emissions from sources in sector 1A1a – Public electricity and heat production (Fig. IV.3.11).

The contributions of particular emission sources differ depending on the composition of sources in a given area. The production of NO_x emissions is concentrated primarily along motorways, roadways with heavy traffic and in large cities and in the regions where more significant energy production facilities are located (Ústí, Central Bohemian and Moravian-Silesian) (Fig. IV.3.12).

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU
IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

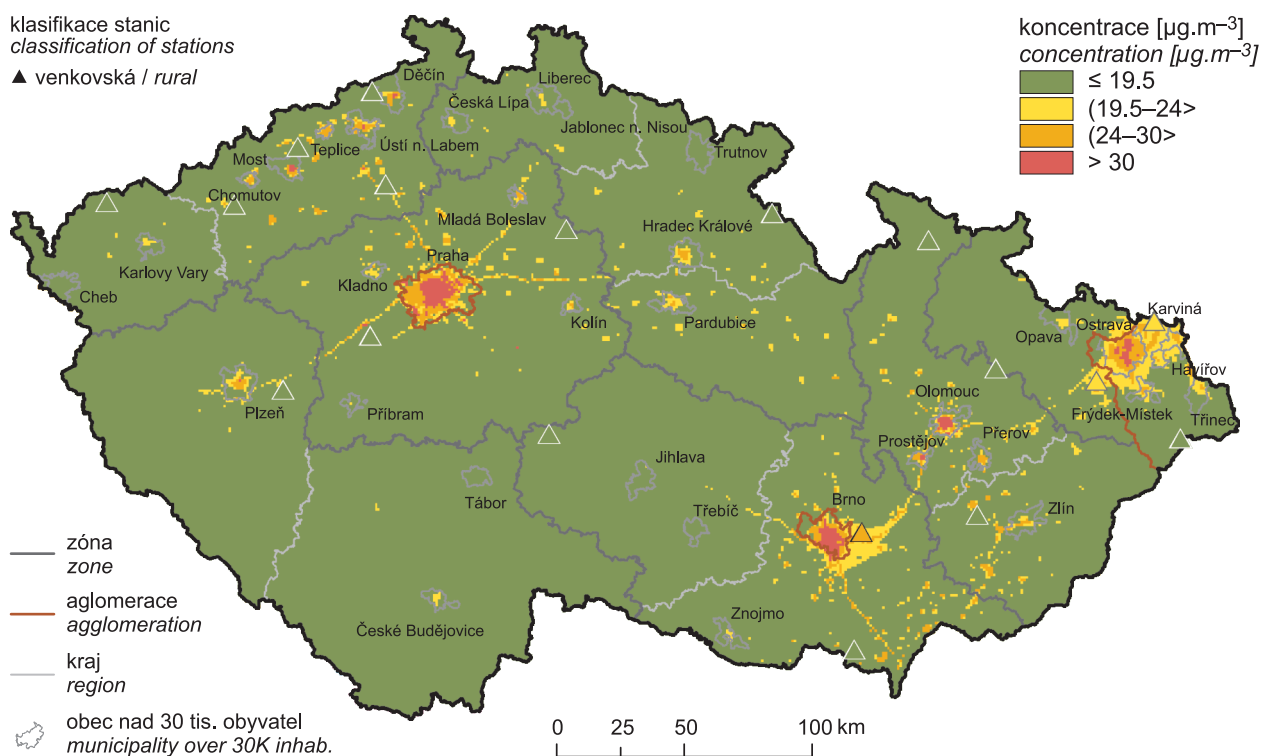


Obr. IV.3.1 Pole roční průměrné koncentrace NO₂, 2018
Fig. IV.3.1 Field of annual average concentration of NO₂, 2018

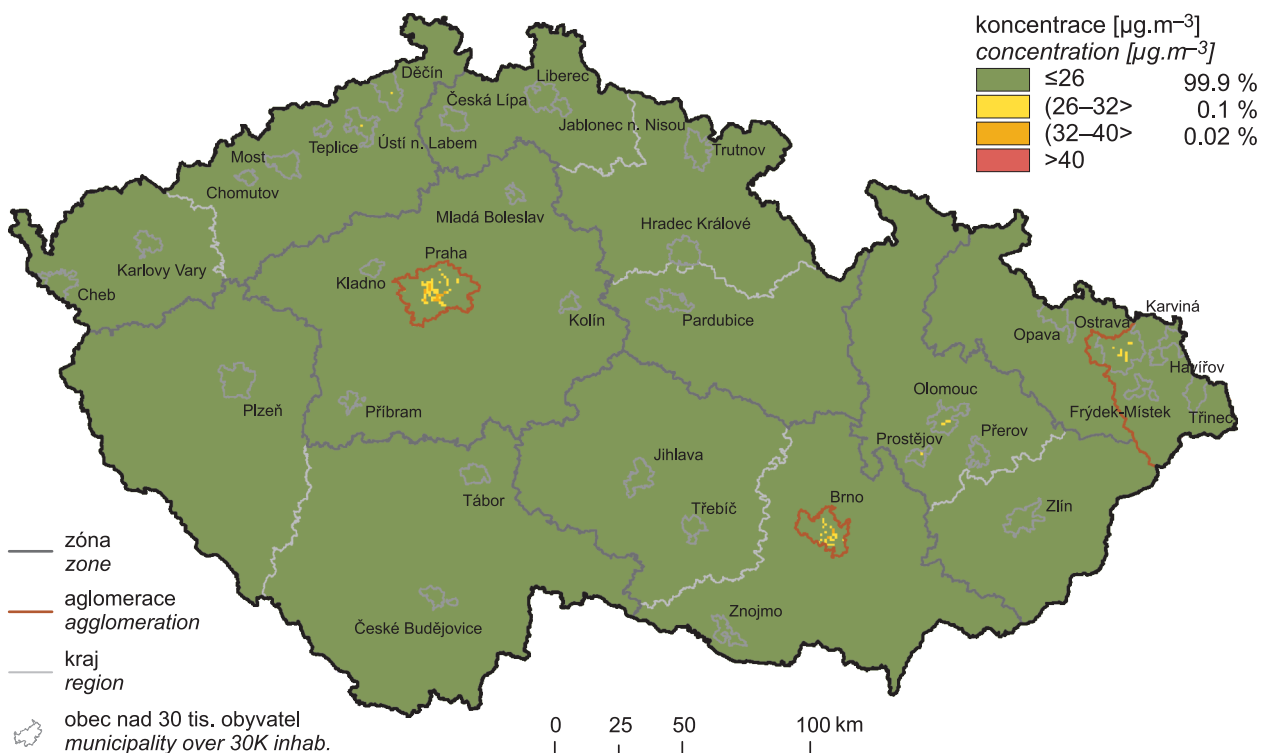


Obr. IV.3.2 Roční průměrné koncentrace NO₂ měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.3.2 Annual average concentrations of NO₂ in the ambient air quality network, 2018

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES



Obr. IV.3.3 Pole roční průměrné koncentrace NO_x , 2018
Fig. IV.3.3 Field of annual average concentration of NO_x , 2018

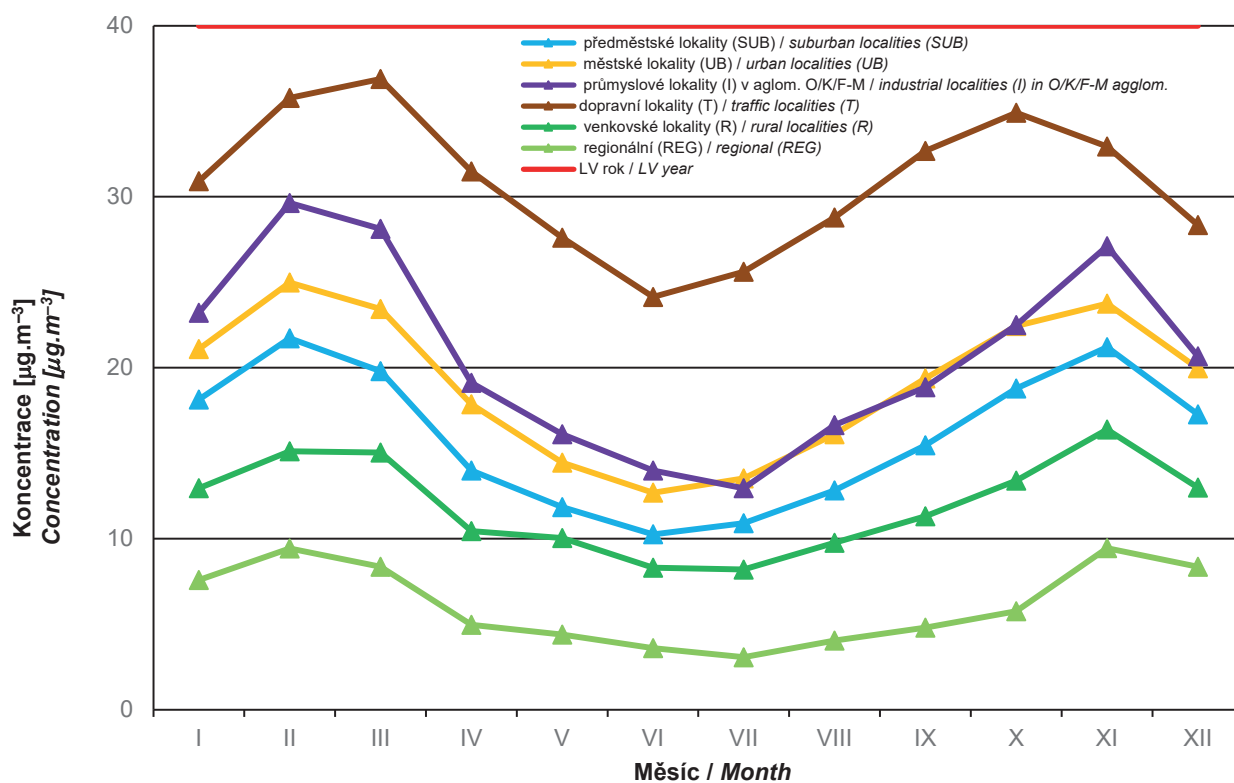


Obr. IV.3.4 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací NO_2 , 2014–2018
Fig. IV.3.4 Five-year average of annual average concentrations of NO_2 , 2014–2018

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

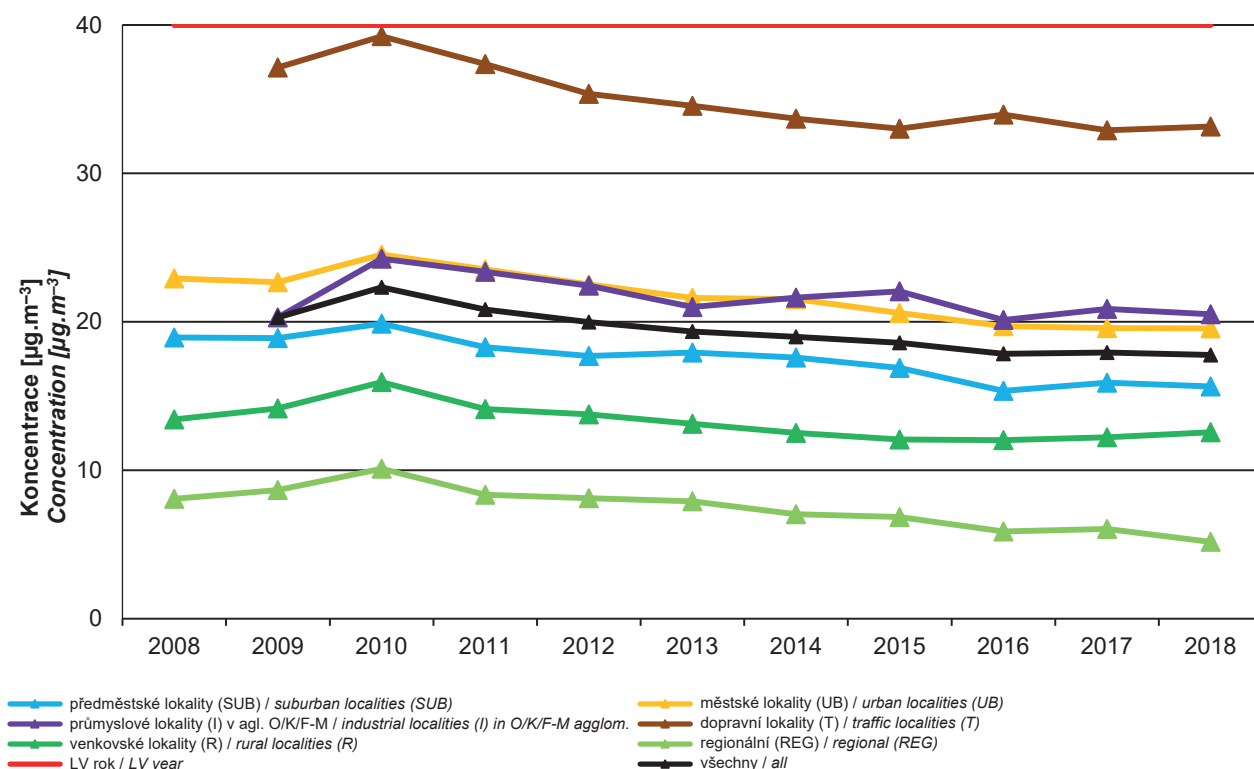


Obr. IV.3.5 19. nejvyšší hodinové koncentrace a roční průměrné koncentrace NO₂ na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.3.5 19th highest hourly concentrations and annual average concentrations of NO₂ at selected stations, 2008–2018

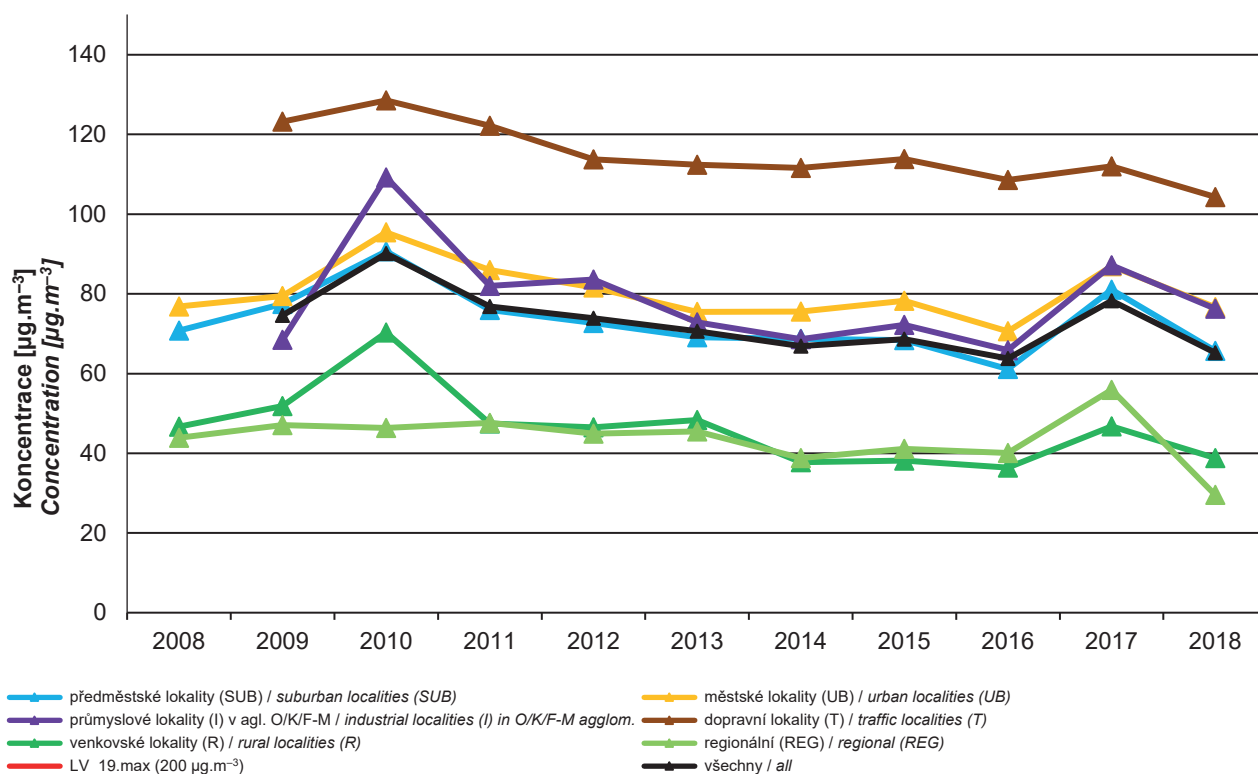


Obr. IV.3.6 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací NO₂, 2018
Fig. IV.3.6 Annual course of average monthly concentrations of NO₂, 2018

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU
IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

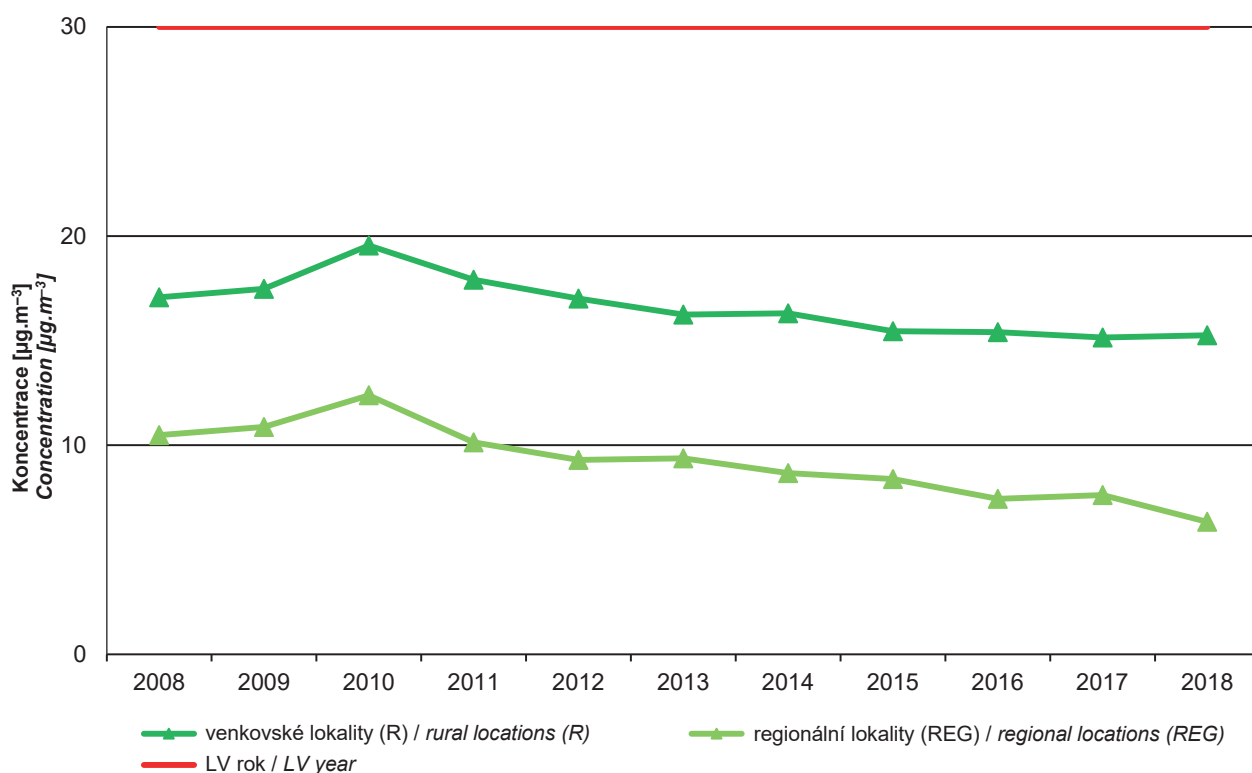


Obr. IV.3.7 Trend roční průměrné koncentrace NO₂ v České republice, 2008–2018
Fig. IV.3.7 Trend of annual average of concentration of NO₂ in the Czech Republic, 2008–2018

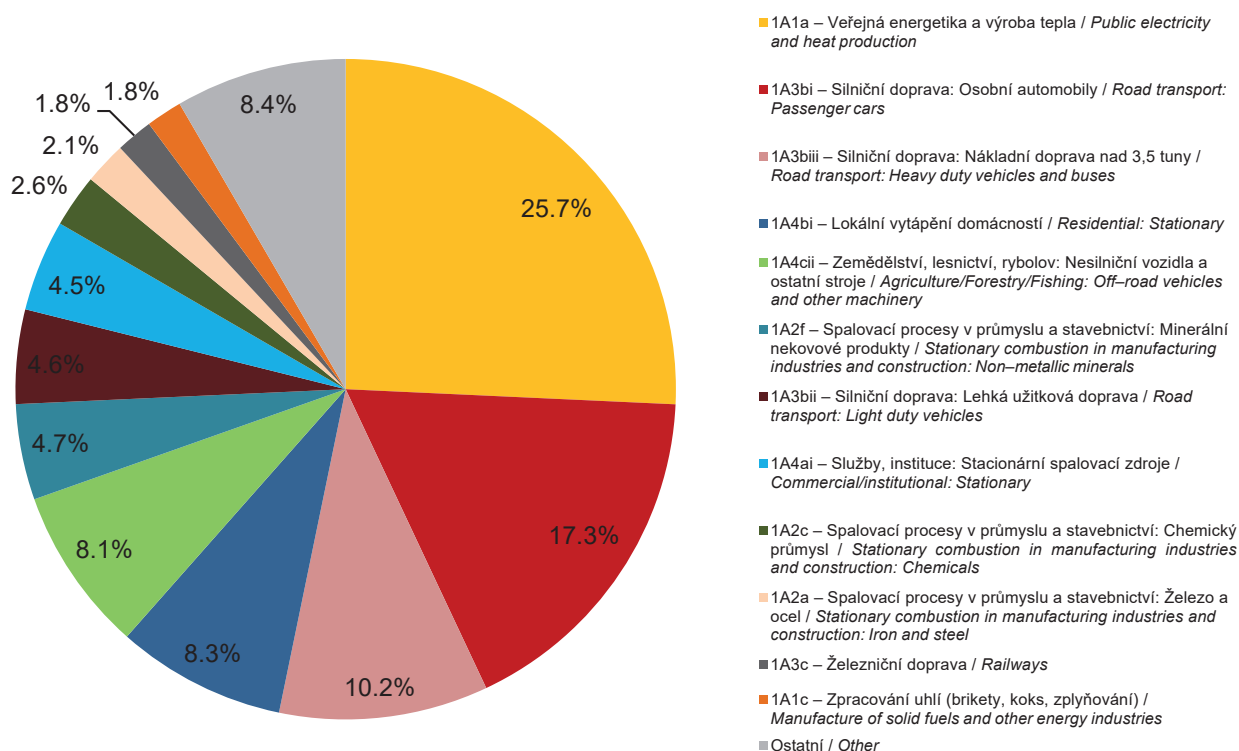


Obr. IV.3.8 Trend 19. nejvyšší 1hod. koncentrace NO₂ v České republice, 2008–2018
Fig. IV.3.8 Trend of the 19th highest 1-hour concentration of NO₂ in the Czech Republic, 2008–2018

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU
IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES

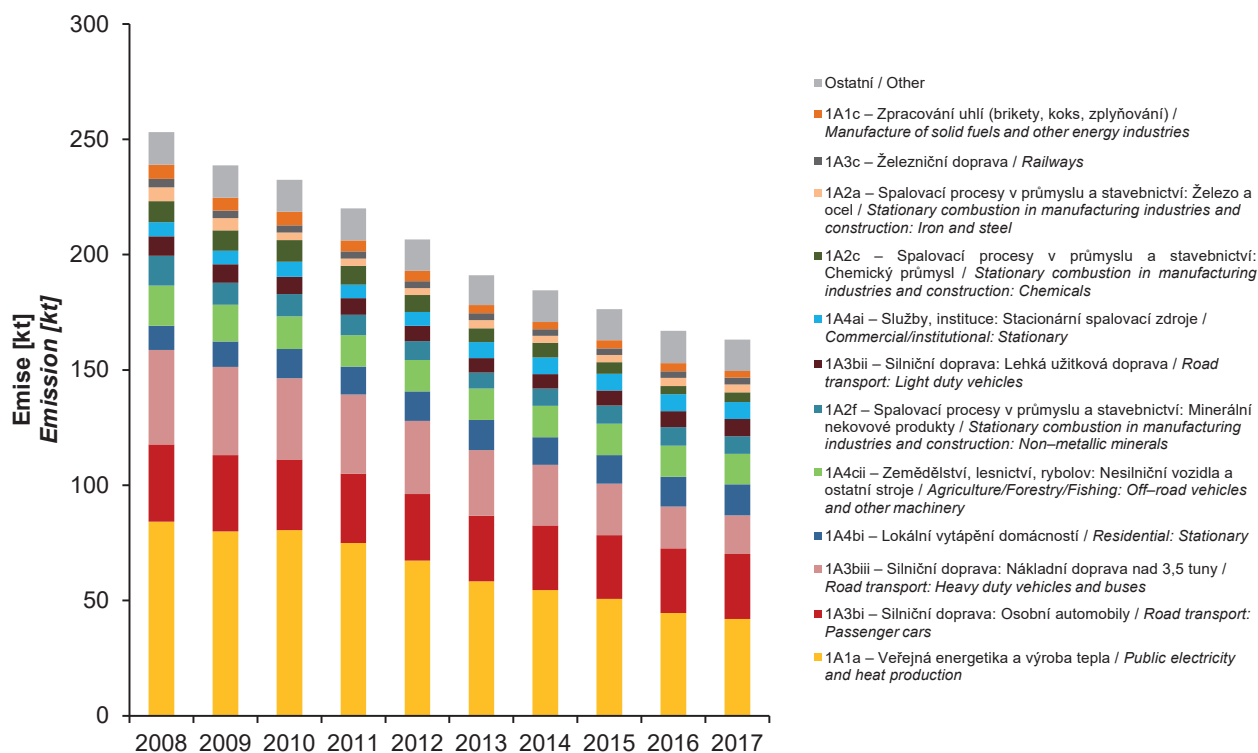


Obr. IV.3.9 Trendy ročních charakteristik NO_x v České republice, 2008–2018
Fig. IV.3.9 Trend of annual average of concentration of NO_x in the Czech Republic, 2008–2018

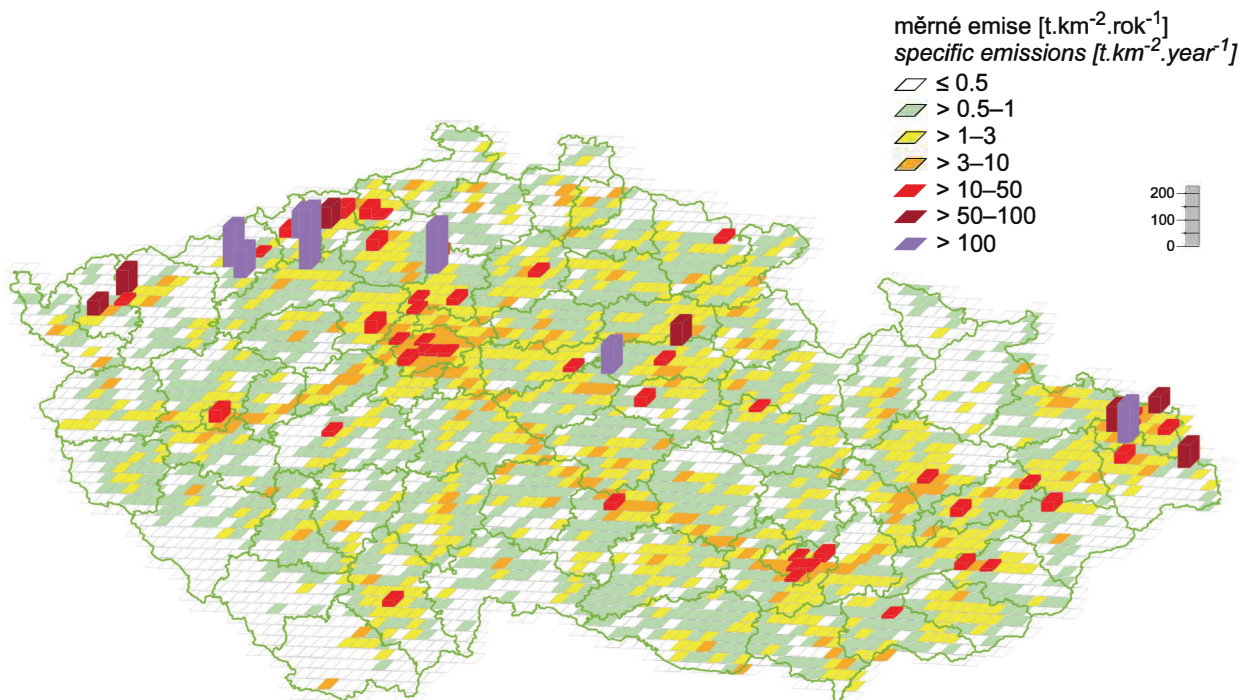


Obr. IV.3.10 Podíl sektorů NFR na celkových emisích NO_x, 2017
Fig. IV.3.10 Total emissions of NO_x sorted out by NFR sectors, 2017

IV.3 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXIDY DUSÍKU IV.3 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – NITROGEN OXIDES



Obr. IV.3.11 Vývoj celkových emisí NO_x, 2008–2017
Fig. IV.3.11 The development of NO_x total emissions, 2008–2017



Obr. IV.3.12 Emisní hustoty oxidů dusíku ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.3.12 Nitrogen oxide emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.4 PŘÍZEMNÍ OZON

IV.4.1 Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2018

Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Imisní limit přízemního ozonu (O_3) byl za tříleté období 2016–2018¹ překročen na 51 % lokalit, tj. na 33 ze 65 lokalit, na kterých byly koncentrace O_3 měřeny (tab. XIII.10; obr. IV.4.2 a IV.4.4). Za předchozí tříletá období 2015–2017 a 2014–2016 byl imisní limit přízemního O_3 překročen na 21 z 71 (30 %) resp. na 22 z 75 (29 %) lokalit. V porovnání s předchozím obdobím 2014–2016 došlo k nárůstu koncentrací (26. max. 8hod. průměr) na 73 % lokalit (49 lokalit), na 19 % (13 lokalit) došlo k poklesu a na 7 % (5 lokalit) nebyl zaznamenán rozdíl (hodnoceno na základě stejného souboru stanic za obě tříletá období).

K překročení imisního limitu O_3 došlo ve tříletém období 2016–2018 na 80 % území ČR s cca 52 % obyvatel (obr. IV.4.1). V porovnání s předchozími obdobími 2015–2017 (31,2 % území a 8,6 % obyvatel) a 2014–2016 (18,1 % plochy a 3,5 % obyvatel) se plocha území i procento obyvatel vystavených nadlimitním koncentracím O_3 výrazně zvýšila. Důvodem jsou extrémně příznivé meteorologické podmínky pro vznik přízemního ozonu (obr. IV.4.10), které se v roce 2018 často vyskytovaly nejen na území ČR (více viz kap. III) a které vedly k navýšení koncentrací a častějšímu překročení hodnoty imisního limitu O_3 v roce 2018 (obr. IV.4.3).

Roční chod průměrných měsíčních a denních koncentrací O_3 (maximální 8hodinový průměr za daný měsíc a den) je charakterizován nárůstem koncentrací v jarních a letních měsících (obr. IV.4.8, IV.4.10) z důvodu výskytu příznivých meteorologických podmínek pro vznik O_3 . V roce 2018 se průměrné měsíční koncentrace pohybovaly nad hodnotu imisního limitu O_3 již od dubna až do září; v předešlých letech se jednalo spíše o období od května do srpna (např. ČHMÚ 2016, ČHMÚ 2017).

Z tohoto hodnocení je zřejmé, že nejnižší hodnoty koncentrací jsou měřeny na dopravně zatížených lokalitách (obr. IV.4.8, IV.4.9), kde je O_3 odbouráván chemickou reakcí s NO. Lze předpokládat,

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 26krát v průměru za 3 roky.

IV.4 GROUND-LEVEL OZONE

IV.4.1 Air pollution by ground-level ozone in 2018

Air pollution by ground-level ozone in 2018 in relation to the pollution limit values for protection of human health

The ground-level ozone pollution limit value (O_3) was exceeded in 51% of localities in the three-year period 2016–2018¹, i.e. in 33 out of 65 localities where the O_3 concentrations were measured (Tab. XIII.10; Fig. IV.4.2 and IV.4.4). For the previous three-year periods 2015–2017 and 2014–2016, the ground-level O_3 limit value was exceeded at 21 out of 71 (30%) and at 22 of 75 (29%) locations respectively. Compared to the previous period 2014–2016, concentrations (26th maximum 8-hour average) increased in 73% of localities (49 localities), decreased in 19% (13 localities), and no difference was recorded in 7% (5 localities) (evaluated on the basis of the same set of stations for both three-year periods).

The O_3 pollution limit value was exceeded in the three-year period 2016–2018 over 80% of the territory of the Czech Republic with approximately 52% of the population (Fig. IV.4.1). Compared to the previous periods of 2015–2017 (31.2% of the territory and 8.6% of the population) and 2014–2016 (18.1% of the territory and 3.5% of the population), both the area and the percentage of the population exposed to above-the-limit O_3 concentrations increased significantly. The reason is extremely favourable meteorological conditions for the formation of ground-level ozone (Fig. IV.4.10) which often occurred not only in the Czech Republic in 2018 (see Chap. III) and which led to increased concentrations and more frequent cases exceeding the O_3 pollution limit value in 2018 (Fig. IV.4.3).

The annual course of average monthly and daily concentrations of O_3 (maximum 8-hour average for a given month and day) is characterized by an increase in concentrations in spring and summer months (Fig. IV.4.8 and IV.4.10) due to favourable meteorological conditions for formation of O_3 . In 2018, the average monthly concentrations were above the O_3 pollution limit value already from April to September; in previous years it was rather the period from May to August (e.g. ČHMÚ 2016, ČHMÚ 2017).

From this evaluation it is evident that the lowest concentrations are measured at localities subject

¹ The limit value is exceeded if the O_3 maximum daily 8-hour running average was higher than $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ at least 26 times in 3 years average.

že koncentrace O_3 jsou nižší až podlimitní i v dalších dopravně zatíženějších oblastech, ve kterých však z důvodu absence měření nelze pomocí stávající metodiky konstrukce map toto pravděpodobné snížení dokladovat. Hodnoty koncentrací na venkovských, předměstských a městských stanicích jsou v porovnání s koncentracemi na dopravních stanicích vyšší a dosahují podobných úrovní (obr. IV.4.9). 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 (Paoletti et al. 2014). 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 (Sicard et al. 2013).

Tab. XIII.12 prezentuje počty hodin překročení informativní prahové hodnoty pro O_3 (tj. hodinové průměrné koncentrace $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) za období měření 2004–2018 na vybraných stanicích AIM. Podrobnější vyhodnocení týkající se překračování prahové hodnoty $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze nalézt v kapitole VI.

Znečištění ovzduší přízemním ozonem v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit O_3 pro ochranu vegetace $18\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ byl překročen na 23 lokalitách (61 %) z celkového počtu 38 venkovských a předměstských stanic (obr. IV.4.6), pro které byl podle legislativy relevantní výpočet expozičního indexu AOT40 (jedná o průměr za roky 2014–2018). Nejvyšší hodnoty AOT40 byly naměřeny na stanicích Kuchařovice, Rudolice v Horách, Brno-Tuřany, Červená hora (tab. XIII.11). Oproti předchozímu hodnocenému pětiletí 2012–2016 (překročení na 8 z 36 lokalit tj. 22 % lokalitách) a 2013–2017 (překročení na 7 z 35 lokalit tj. 20 % lokalitách) došlo k navýšení počtu lokalit s překročením na 20 lokalit (57 %) z celkového počtu 35 lokalit. Zároveň došlo i k navýšení plochy území s výskytem nadlimitních hodnot AOT40 (obr. IV.4.5). Nárůst hodnoty expozičního indexu AOT40 za rok 2018 byl oproti roku 2017 zaznamenán na všech 35 lokalitách hodnocených v obou obdobích, a to o 474 až $3\,916 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$.

IV.4.2 Vývoj koncentrací přízemního ozonu

Vývoj koncentrací přízemního ozonu, na rozdíl od předcházejících hodnocení založených převážně na

to traffic load (Fig. IV.4.8 and IV.4.9) where O_3 is decomposed by chemical reactions with NO . It can be assumed that the O_3 concentrations are also lower or below the limit in other areas with heavy traffic where, however, because of the lack of measurements, this probable reduction cannot be documented using current methods of map construction. Values of concentrations at rural, suburban and urban stations are higher compared to concentrations at traffic stations and reach similar levels (Fig. IV.4.9). This is also confirmed by the study by Paoletti et al. (2014) when, between 1990 and 2010, a decreased difference was observed among the concentrations measured at rural and urban locations at stations in Europe and the USA. Simultaneously, the maximum values measured at these stations also decreased. The mentioned decrease in the concentrations of ground-level O_3 is attributed, amongst other things, to a reduction in emissions of precursors, especially of NO_x in advanced countries (Sicard et al. 2013).

Tab. XIII.12 lists the numbers of hours when the informative threshold value for O_3 was exceeded (i.e. an hourly average concentration of $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) over the 2004–2018 measuring period at selected AIM stations. More detailed evaluation related to exceeding of the threshold value of $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ can be found in Chap. VI.

Air pollution by ground-level ozone in 2018 in relation to the pollution limit for protection of ecosystems and vegetation

The pollution limit for O_3 for protection of vegetation of $18,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ was exceeded at 23 localities (61%) of the total number of 38 rural and suburban stations (Fig. IV.4.6) for which calculation of the exposure index AOT40 is relevant according to the legislation (for the 2014–2018 average). The highest AOT40 values were measured at the Kuchařovice, Rudolice v Horách, Brno-Tuřany, and Červená hora stations (Tab. XIII.11). Compared to the previous evaluated five-year period 2012–2016 (the limit exceeded in 8 out of 36 localities, i.e. in 22% of localities) and 2013–2017 (the limit exceeded in 7 out of 35 localities, i.e. in 20% of localities), the number of localities exceeding the limit increased to 20 localities (57%) of the total of 35 localities. At the same time, the area of the territory with the occurrence of above-the-limit AOT40 values also increased (Fig. IV.4.5). The increase in the AOT40 exposure index value for 2018 compared to 2017 occurred at all 35 localities evaluated in both periods, that is by 474 to $3916 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$.

tříletých obdobích, vychází z imisní charakteristiky v jednom roce, resp. z průměrné maximální denní 8hod. koncentrace pro daný typ lokalit a pro všechny lokality. Tuto imisní charakteristiku je možné porovnávat s dlouhodobým imisním cílem pro přízemní ozon ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, tab. I.2). Maximální denní 8hod. koncentrace (průměr pro všechny lokality, pro které je k dispozici měření za celé hodnocené období) se v letech 2008–2018 pohybovaly v rozmezí od cca $135 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ do $170 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Koncentrace O_3 nevykazují od roku 2008 výrazný trend; nejvyšší koncentrace byly naměřeny v letech 2013, 2015 a 2018 (obr. IV.4.9). Všechny tyto roky jsou charakterizovány výskytem příznivých meteorologických podmínek pro vznik ozonu – v roce 2013 došlo k výskytu vysokých koncentrací O_3 zejména na přelomu července a srpna během teplotně nadprůměrných až tropických dnů. Roky 2015 a 2018 byly teplotně nadprůměrné a srážkově podprůměrné.

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 (Blanchard et al. 2010; Ooka et al. 2011). Vztah mezi množstvím emitovaných prekurzorů a koncentracemi přízemního O_3 však není lineární. Tato nelinearita je způsobena komplikovanou atmosférickou chemií vzniku a zániku O_3 , dálkovým přenosem O_3 a jeho prekurzorů a dalšími faktory, mezi které se řadí meteorologické podmínky (kap. IV.4.3.) a změna klimatu, emise nemetanických těkavých organických látek (NMVOC) z vegetace a požáry lesních porostů (EEA 2013). Vzhledem k výše uvedeným faktorům a též k závislosti imisních koncentrací O_3 nejen na absolutním množství, ale i na relativním zastoupení jeho prekurzorů v ovzduší, je obtížné meziroční změny blíže komentovat.

Na základě výsledků dlouhodobého monitoringu v ČR, kdy je k dispozici na řadě stanic již 25letá řada imisních koncentrací O_3 , je možné – navzdory vysoké meziroční variabilitě O_3 – smysluplně hodnotit jeho dlouhodobé trendy (Weatherhead et al. 1998). Detailní analýza časoprostorových trendů dlouhodobého měření 26 stanic různého typu (městské, venkovské, horské) za období 1994–2015 ukázala, že navzdory podstatnému snížení emisí prekurzorů i snížení imisních koncentrací O_3 na většině stanic představuje O_3 v ČR stále značný problém. Jasně se prokázalo, že pro žádoucí snížení imisních úrovní O_3 je kritický poměr NO/NO_2 , a samotný současný významný

IV.4.2 Trends in the concentration of ground-level ozone

The development of ground-level ozone concentrations, unlike previous assessments based mainly on three-year periods, is based on air pollution characteristics in one year, specifically, on average maximum daily 8-hour concentration for a given type of site and for all sites. This air pollution characteristic can be compared with the long-term air pollution target for ground-level ozone ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Tab. I.2). Maximum daily 8-hour concentration (average for all localities for which the measurement is available for the whole evaluated period) ranged from approx. $135 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ to $170 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in the 2008–2018 period.

O_3 concentrations have not shown a significant trend since 2008; the highest concentrations were measured in 2015, 2013 and 2018 (Fig. IV.4.9). All these years are characterized by the occurrence of favourable meteorological conditions for the formation of ozone – in 2013 high concentrations of O_3 occurred especially at the turn of July and August during days with temperatures above average to tropical levels. 2015 and 2018 were above average in terms of temperature and below average in terms of precipitation.

Emissions of precursors and meteorological conditions, i.e. intensity and length of sunshine, temperature, wind speed and precipitation or relative humidity, respectively, play a crucial role in evaluating concentrations (Blanchard et al. 2010; Ooka et al. 2011). However, the relationship between the amount of precursors emitted and ground-level O_3 concentrations is not linear. This non-linearity is caused by complicated atmospheric chemistry of O_3 formation and extinction, long-range transport of O_3 and its precursors and other factors including meteorological conditions (Chap. IV.4.3), and climate change, emissions of non-methane volatile organic compounds (NMVOC) from vegetation and forest fires (EEA 2013). With regard to the above mentioned factors and also to the dependence of O_3 air pollution concentrations not only on absolute quantity but also on the relative representation of its precursors in the air, it is difficult to comment on the year-on-year changes.

Based on the results of long-term monitoring in the CR where a 25-year series of O_3 air pollution concentrations is available at a number of stations, its long-term trends can be meaningfully evaluated despite the high year-on-year variability of O_3 (Weatherhead et al. 1998). A detailed analysis of ti-

pokles celkových emisí NO_x není tedy pro snížení O_3 postačující (Hůnová, Bäumelt 2018). Analýza změn prostorového rozložení O_3 , konkrétně charakteristiky expozičního indexu AOT40 za období 2000–2015 indikovala, že území permanentně zatížené vysokou expozicí je zejména jižní část ČR, a to patrně v souvislosti s délkou a intenzitou slunečního záření (Hůnová et al. 2019b). Signifikantní vliv meteorologických podmínek a znečištění ovzduší na denní variabilitu koncentrací O_3 byl potvrzen i na naměřených datech. Kromě vlivu jednotlivých vysvětlujících proměnných na denní koncentrace O_3 se ukázaly jako statisticky významné pro denní variabilitu O_3 i interakce mezi některými meteorologickými charakteristikami, jako např. mezi teplotou a slunečním zářením, teplotou a relativní vlhkostí a slunečním zářením a relativní vlhkostí (Hůnová et al. 2019a).

IV.4.3 Vznik přízemního ozonu

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 O_3 jsou oxidy dusíku (NO_x) a nemetanické těkavé organické látky (NMVOC), v globálním měřítku hrají roli i metan (CH_4) a oxid uhelnatý (CO). Důležitou reakcí je fotolýza NO_2 slunečním zářením o vlnové délce 280–430 nm, při které vzniká NO a atomární kyslík. Reakcí atomárního a molekulárního kyslíku 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 radikály, jeho koncentrace v atmosféře roste. Důležitou úlohu při těchto reakcích hraje zejména radikál OH.

NO_x vznikají při veškerých spalovacích procesech. NMVOC jsou emitovány z celé řady zdrojů antropogenních (doprava, manipulace s ropou a jejími deriváty, rafinerie, použití barev a rozpouštědel atd.), ale i přirozených (např. biogenní emise z vegetace).

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

me-space trends of long-term monitoring by 26 stations of varying types (urban, rural, mountain) for the 1994–2015 period indicated that despite substantial decrease of precursors emissions and of O_3 pollution concentrations at a majority of stations, O_3 represents still a considerable problem for the Czech Republic. It has been clearly demonstrated that for the appropriate decrease of O_3 pollution levels the NO/NO_2 ratio is critical and a concurrent substantial decrease of NO_x emissions alone is not therefore sufficient for decrease of O_3 concentrations (Hůnová, Bäumelt 2018).

The analysis of changes in the spatial distribution of O_3 , specifically the characteristics of the AOT40 exposure index for the 2000–2015 period indicated that the area permanently affected by high exposure is mainly the southern part of the Czech Republic, probably related to the length and intensity of solar radiation (Hůnová et al. 2019b). The significant influence of meteorological conditions and air pollution on the daily variability of O_3 concentrations was confirmed also through the measured data. In addition to the influence of individual explanatory variables on the daily O_3 concentrations, the interactions between certain meteorological characteristics, such as between temperature and solar radiation, temperature and relative humidity, and solar radiation and relative humidity, have also been statistically significant for daily variability of O_3 (Hůnová et al. 2019a).

IV.4.3 Formation of ground-level ozone

O_3 does not have a significant source of its own in the atmosphere. This is a “secondary” substance formed by a number of complicated non-linear photochemical reactions (e.g. Seinfeld and Pandis 2006). Precursors of O_3 include nitrogen oxides (NO_x) and non-methane volatile organic compounds (NMVOC), while methane (CH_4) and carbon monoxide (CO) play a role on a global scale. The photolysis of NO_2 by solar radiation with wavelength of 280–430 nm is an important reaction, forming NO and atomic oxygen. O_3 molecules are formed by the reaction of atomic and molecular oxygen in the presence of a catalyst. Simultaneously, O_3 is titrated with nitrogen oxide, NO, with the formation of NO_2 and O_2 . If O_3 is replaced by radicals in this reaction, its concentration increases in the atmosphere. The OH radical plays an especially important role in this reaction.

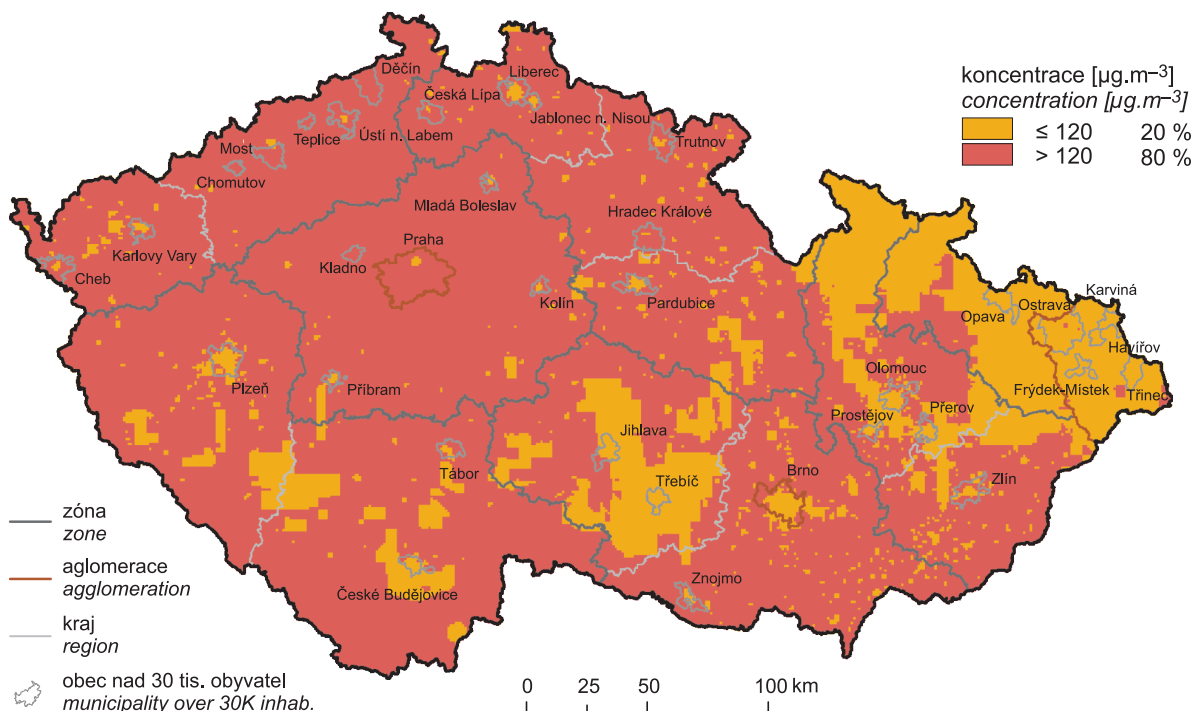
NO_x are formed in all combustion processes. NMVOC are emitted from a number of anthropogenic sources (transport, manipulation with petroleum

limitovaným VOC dochází k poklesu koncentrací O_3 s rostoucími koncentracemi NO_x a k nárůstu koncentrací O_3 s rostoucími koncentracemi VOC. Oblasti s vysokým poměrem NO_x/VOC jsou typicky znečištěné oblasti okolo center velkých měst. Závislost vzniku O_3 na počátečních koncentracích VOC a NO_x se často vyjadřují na diagramech ozonových isopleť. Jedná se o zobrazení maximální dosažené koncentrace ozonu jako funkce počáteční koncentrace NO_x a VOC (Moldanová 2009). Významnou roli při vzniku O_3 hrají nejen koncentrace prekurzorů, ale i meteorologické podmínky (Colbeck, Mackenzie 1994). Imisní koncentrace O_3 rostou s rostoucím ultrafialovým zářením a teplotou, naopak klesají s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu. Vysoké koncentrace bývají spojeny s déletrvající anticyklonální situací. Kromě výše popsaného fotochemického mechanismu se koncentrace O_3 mohou zvyšovat i epizodicky v důsledku průniku stratosférického O_3 do troposféry a také při bouřkách. V poslední době se rovněž zvyšuje význam dálkového přenosu O_3 v rámci proudění na severní polokouli do Evropy a Severní Ameriky ze zdrojových oblastí jihovýchodní Asie. O_3 je z atmosféry odstraňován reakcí s NO a suchou či mokrou depozicí a interakcí s rostlinami (stomatárním tokem).

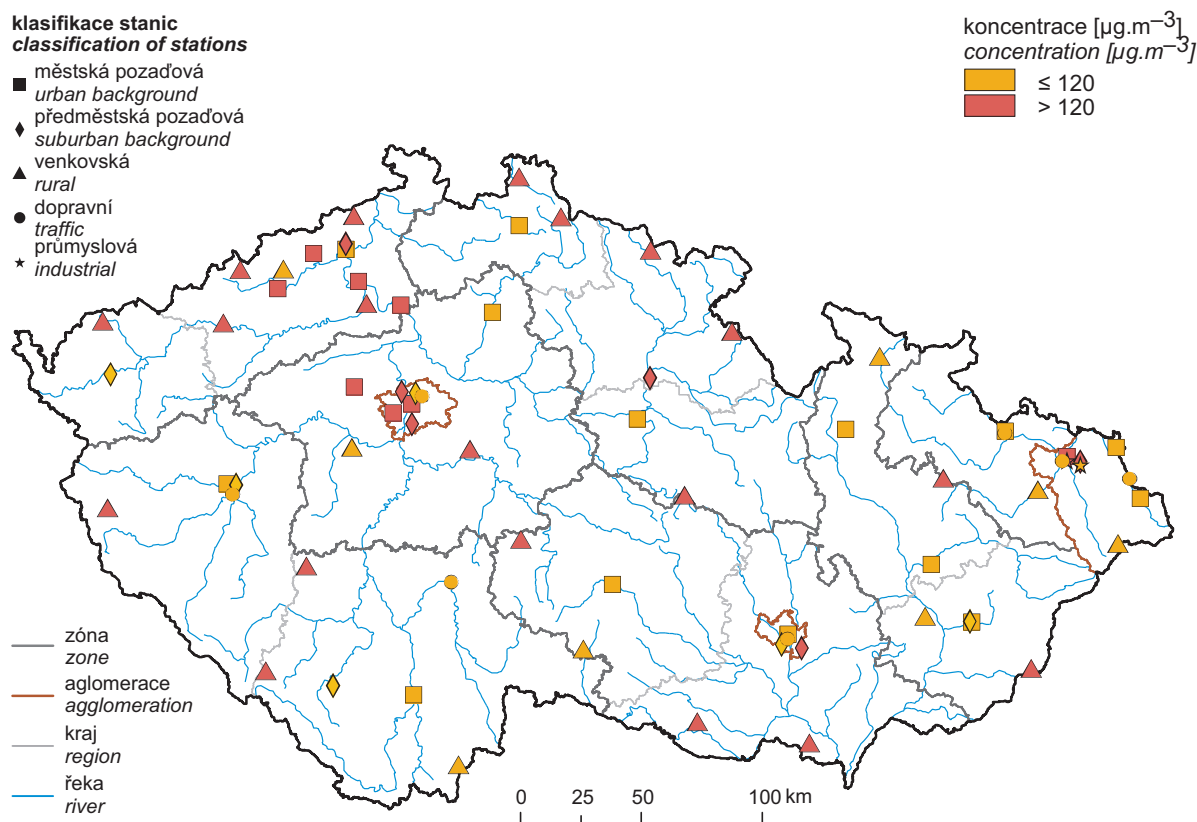
and its derivatives, refineries, the use of coatings and solvents, etc.), and also natural sources (e.g. biogenic emissions from vegetation).

In the formation of O_3 not only the absolute amount of precursors is important but also their mutual ratio (Sillman et al. 1990; Fiala, Závodský 2003). In areas where the regime is limited by NO_x , characterized by relatively low concentrations of NO_x and high concentrations of VOC, the O_3 concentrations increase with increasing NO_x concentrations, but only minimally with increasing VOC concentrations. On the other hand, in areas with a regime limited by VOC, the O_3 concentrations decrease with increasing NO_x concentrations and the O_3 concentrations increase with increasing VOC concentrations. Areas with a high NO_x/VOC ratio are typically polluted areas around the centres of large cities. The dependence of the formation of O_3 on the initial concentrations of VOC and NO_x is frequently expressed by ozone isopleth diagrams, which depict the maximum attained ozone concentration as a function of the initial NO_x and VOC concentrations (Moldanová 2009). Not only the concentrations of precursors, but also meteorological conditions, play an important role in the formation of O_3 (Colbeck, Mackenzie 1994). The pollution concentrations of O_3 increase with increasing ultraviolet radiation and temperature but decrease with increasing relative atmospheric humidity. High concentrations are often connected with prolonged anticyclone situations. In addition to the above-described photochemical mechanisms, the concentrations of O_3 can also increase in episodes as a result of penetration of stratospheric O_3 into the troposphere and also during thunderstorms. Recently, there has also been an increase in the importance of long-range transmission of O_3 in the air streams in the northern hemisphere to Europe and North America from source areas in south-east Asia. O_3 is removed from the atmosphere by reaction with NO and dry or wet deposition and interactions with plants (stomatal flow).

IV.4 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – PŘÍZEMNÍ OZON
 IV.4 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – GROUND-LEVEL OZONE

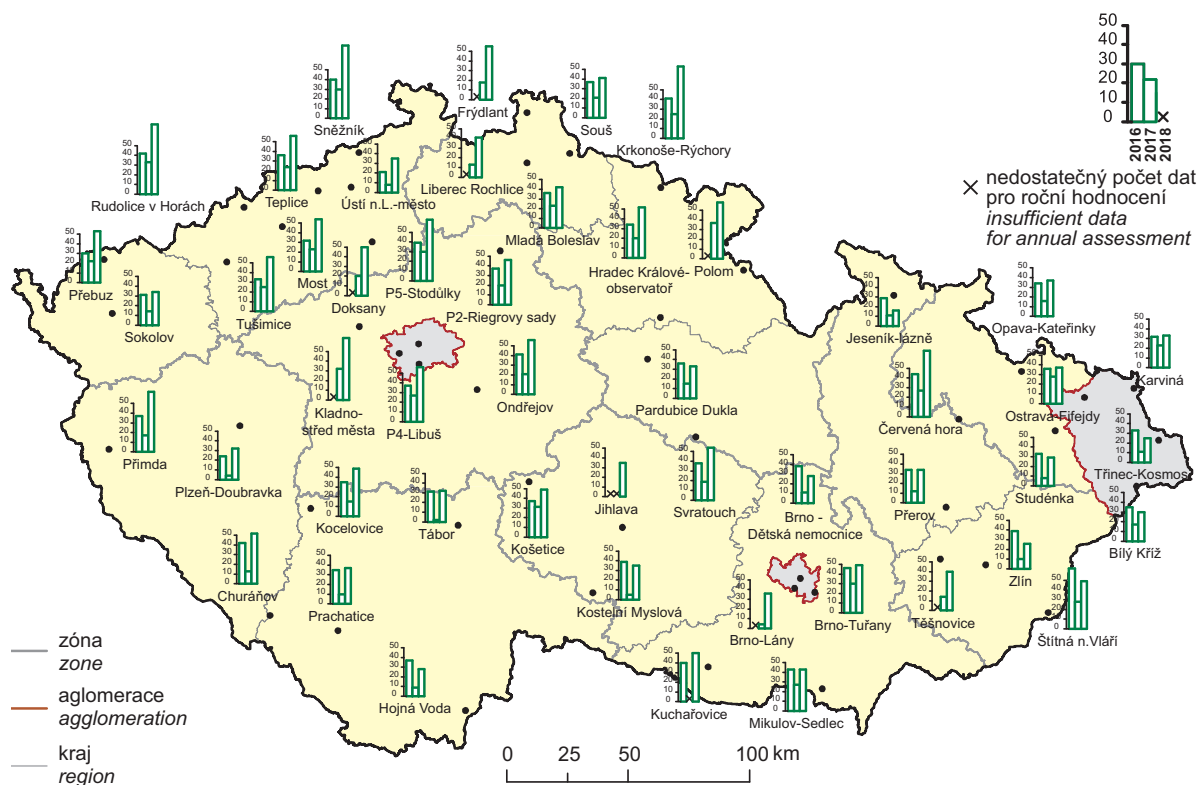


Obr. IV.4.1 Pole 26. nejvyššího maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2016–2018
 Fig. IV.4.1 Field of the 26th highest maximum daily 8-hour running average of ground-level ozone concentration in three-year average, 2016–2018



Obr. IV.4.2 26. nejvyšší hodnoty maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního ozonu v průměru za 3 roky měřené na stanicích imisního monitoringu, 2016–2018
 Fig. IV.4.2 26th highest values of maximum daily 8-hour running average of ground-level ozone concentrations (three-year average) in the ambient air quality network, 2016–2018

IV.4 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – PŘÍZEMNÍ OZON
 IV.4 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – GROUND-LEVEL OZONE



Obr. IV.4.3 Počet překročení hodnoty 8hod. imisního limitu přízemního ozonu za rok na vybraných stanicích, 2016–2018

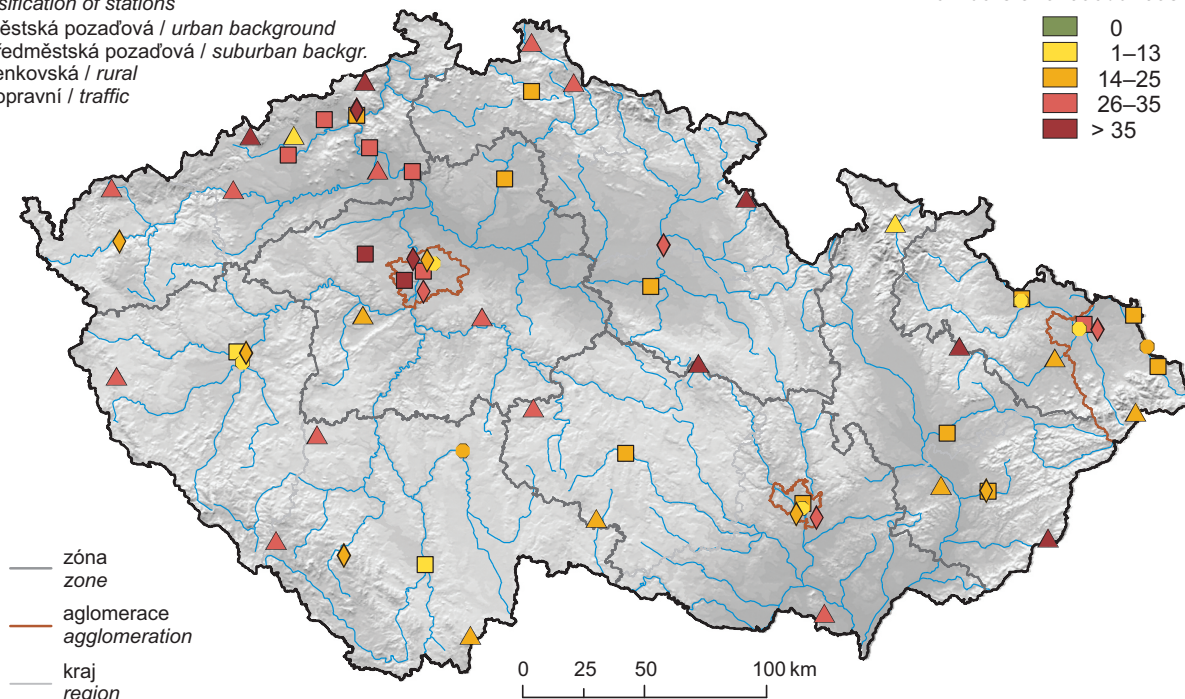
Fig. IV.4.3 Number of instances exceeding 8-hour limit ground-level of ozone per year for selected stations, 2016–2018

klasifikace stanic
 classification of stations

- městská pozadová / urban backgr.
- ◆ předměstská pozadová / suburban backgr.
- ▲ venkovská / rural
- dopravní / traffic

Počty překročení LV
 Numbers of exceedances LV

- 0
- 1–13
- 14–25
- 26–35
- > 35



Obr. IV.4.4 Počty překročení hodnoty imisního limitu pro maximální denní 8hod. klouzavý průměr koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2016–2018

Fig. IV.4.4 Numbers of exceedances of the limit value for the maximum daily 8-hour running average of ground-level ozone concentrations in three-year average, 2016–2018

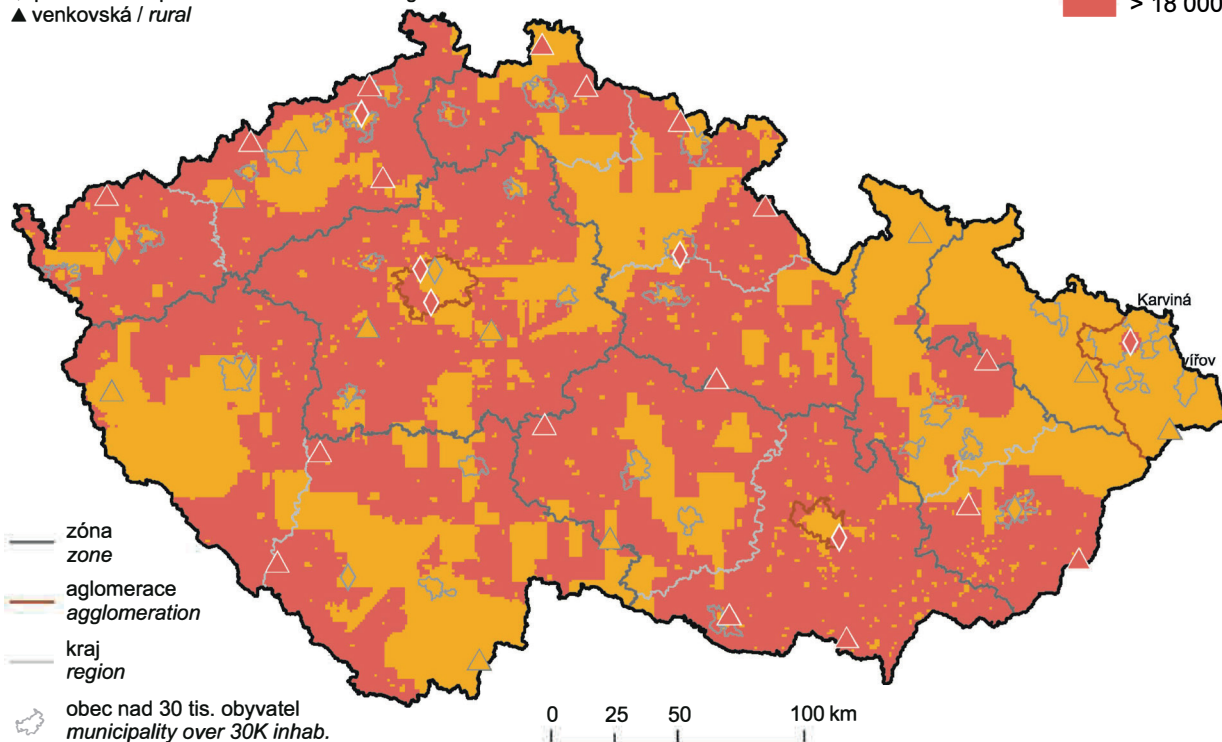
IV.4 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – PŘÍZEMNÍ OZON IV.4 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – GROUND-LEVEL OZONE

klasifikace stanic
classification of stations

- ◆ předměstská pozadová / suburban background
- ▲ venkovská / rural

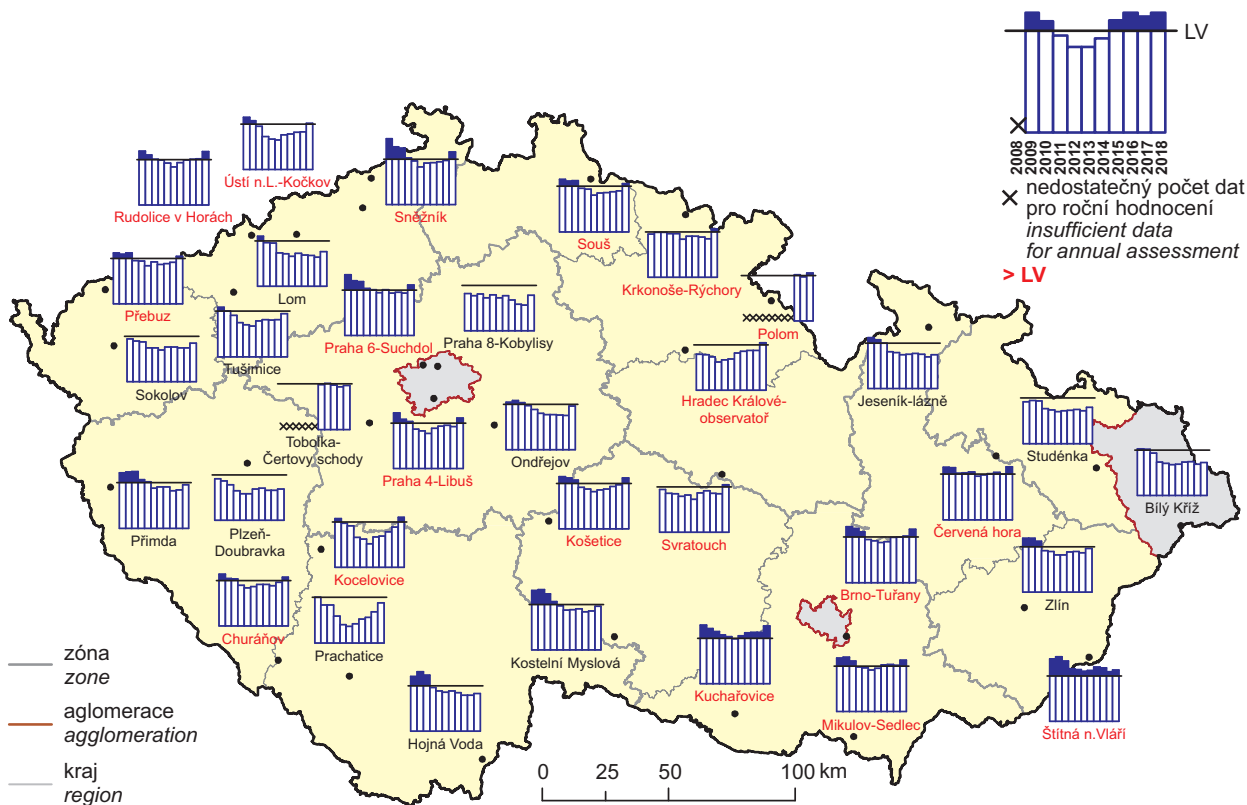
AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$]

- $\leq 18\,000$
- $> 18\,000$



Obr. IV.4.5 Pole hodnot expozičního indexu AOT40, průměr za 5 let, 2014–2018

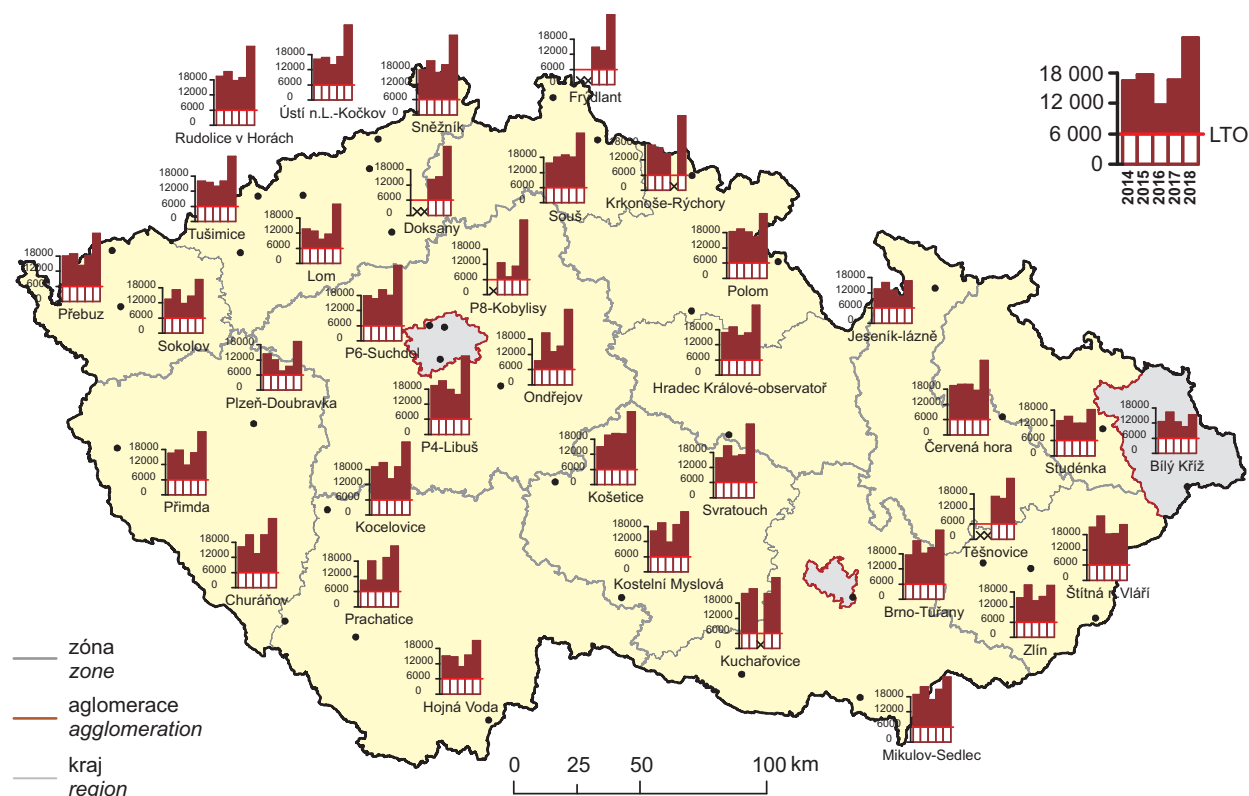
Fig. IV.4.5 Field of AOT40 exposure index values, average of 5 years, 2014–2018



Obr. IV.4.6 Hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích, průměr za 5 let, 2008–2018

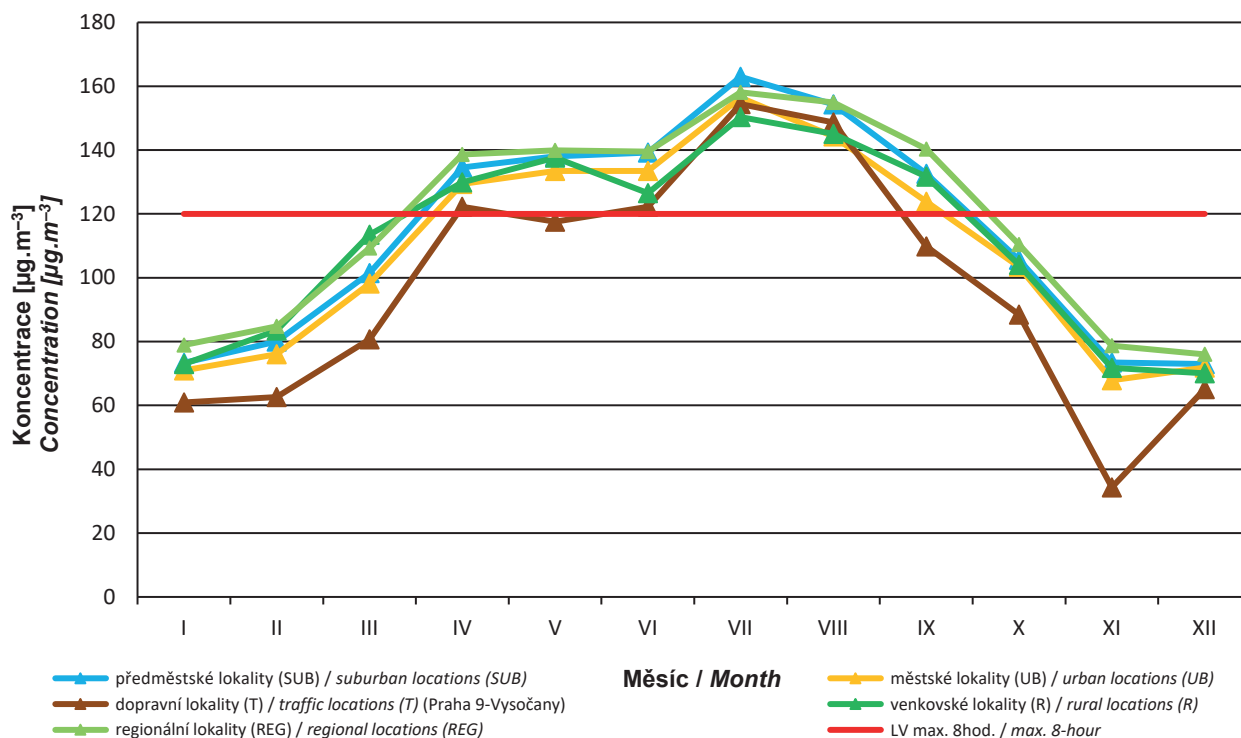
Fig. IV.4.6 Exposure index AOT40 values at selected stations, average of 5 years, 2008–2018

IV.4 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – PŘÍZEMNÍ OZON IV.4 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – GROUND-LEVEL OZONE



Obr. IV.4.7 Roční hodnoty expozičního indexu AOT40 na vybraných stanicích v porovnání s dlouhodobým cílem, 2014–2018

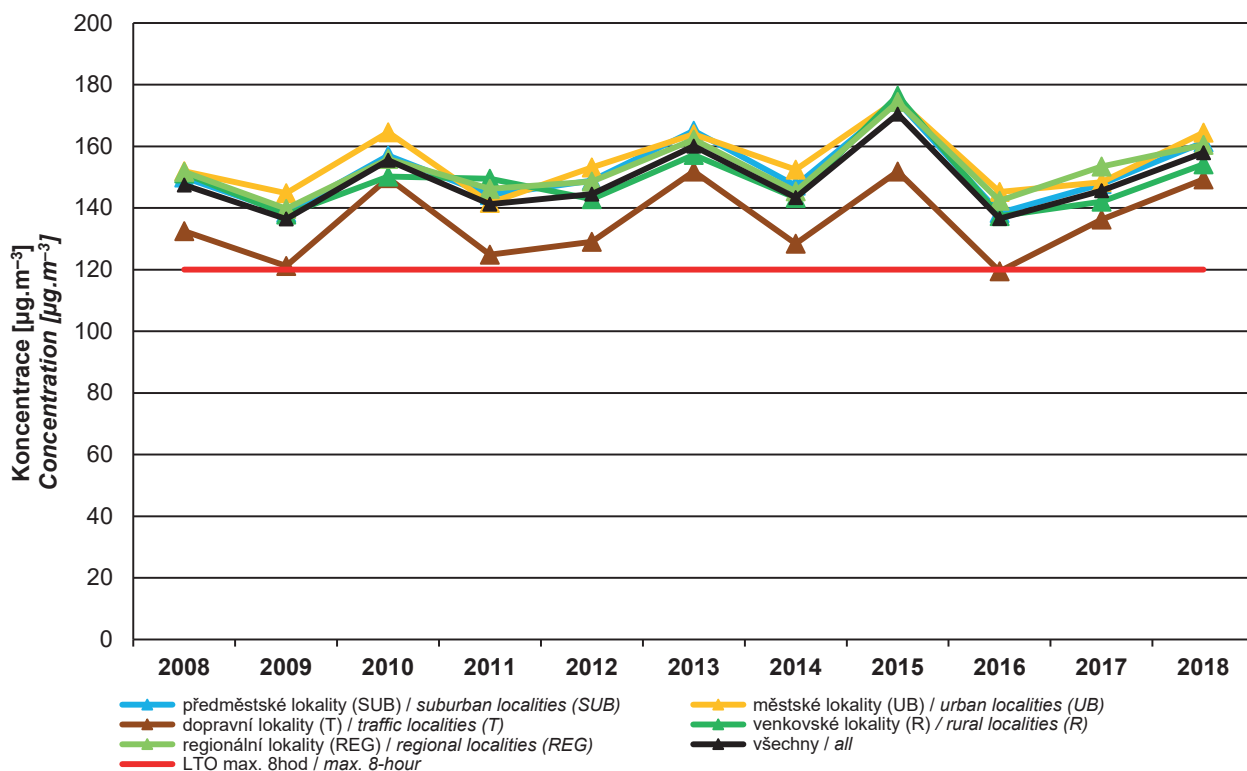
Fig. IV.4.7 Annual exposure index AOT40 values at selected stations in comparison with the long-term objective, 2014–2018



Obr. IV.4.8 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací max. 8hod. klouzavého průměru O_3 (průměry pro daný typ stanice), 2018

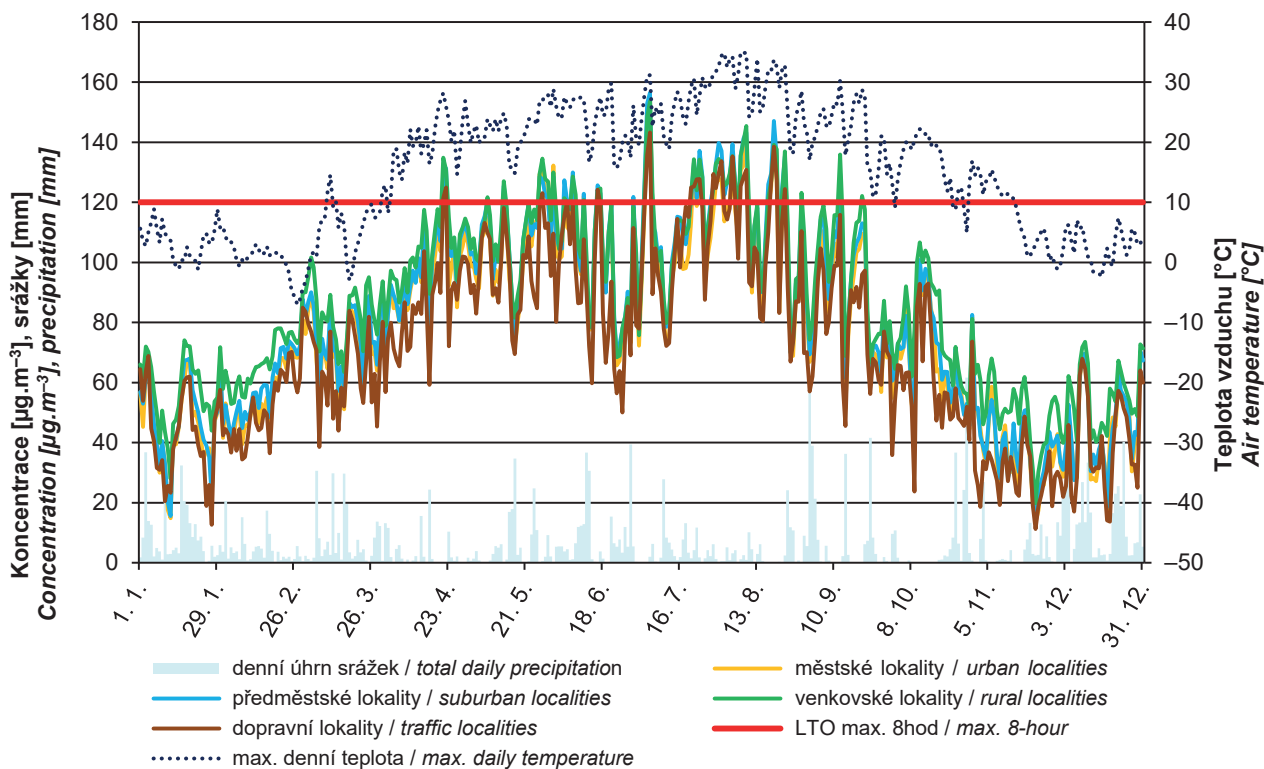
Fig. IV.4.8 Annual course of average monthly concentrations of max. 8-hour running average of O_3 (averages for the given type of station), 2018

IV.4 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – PŘÍZEMNÍ OZON
IV.4 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – GROUND-LEVEL OZONE



Obr. IV.4.9 Trend maximálního denního 8hod. klouzavého průměru koncentrací přízemního ozonu, 2008–2018

Fig. IV.4.9 Trend of maximum daily 8-hour running average of ground-level ozone, 2008–2018



Obr. IV.4.10 Vývoj průměrných maximálních denních 8hodinových koncentrací O₃, celorepublikových maxim teploty a srážkových úhrnů (max. denní teplota a srážky podle modelu ALADIN), rok 2018
Fig. IV.4.10 Evolution of the average daily maximum 8-hour O₃ concentration, regional maximum temperature and daily sum of precipitation (max. daily temperature and precipitation depending on the model ALADIN), 2018

IV.5 BENZEN

IV.5.1 Znečištění ovzduší benzenem v roce 2018

Roční imisní limit benzenu C_6H_6 ($5 \mu g \cdot m^{-3}$) byl v roce 2018 překročen pouze na jedné lokalitě z 35 lokalit s platným ročním průměrem, a to na průmyslové lokalitě Ostrava-Přívoz. Koncentrace se zde oproti roku 2017 zvýšily z $3,8 \mu g \cdot m^{-3}$ na $5,1 \mu g \cdot m^{-3}$. V aglomeraci O/K/F-M jsou nejvyšší koncentrace dosahovány dlouhodobě (obr. IV.5.1, obr. IV.5.2). Problematika zatížení dané oblasti je popsána v kapitole V.3.

Dlouhodobě jsou koncentrace benzenu na území ČR, s výjimkou aglomerace O/K/F-M, velmi nízké a nedosahují ani poloviny imisního limitu, tj. hodnoty dolní meze pro posuzování $2 \mu g \cdot m^{-3}$ (obr. IV.5.3). Z celkového počtu 28 lokalit, které na území ČR měřily koncentrace benzenu v roce 2017 i 2018, došlo k nárůstu roční průměrné koncentrace na 15 lokalitách, tj. 52 %, zatímco k poklesu na 14 lokalitách, tj. 48 %.

IV.5.2 Vývoj koncentrací benzenu

Roční průměrná koncentrace benzenu v ČR od roku 2008 pozvolna klesala až do roku 2016, v roce 2017 a 2018 opět mírně stoupla (obr. IV.5.5).

Nejvyšší roční průměrné koncentrace jsou měřeny na průmyslových lokalitách, které se vyskytují převážně v aglomeraci O/K/F-M (obr. IV.5.4). Nejnížší roční průměrné koncentrace jsou měřeny na venkovských a regionálních lokalitách. Je to dáno umístěním stanic a malým ovlivněním zdroji emisí.

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 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 644,8 tun benzenu. Nejvíce se na emisích benzenu podílely zdroje ka-

IV.5 BENZENE

IV.5.1 Air pollution by benzene in 2018

The annual pollution limit value for benzene C_6H_6 ($5 \mu g \cdot m^{-3}$) was exceeded in 2018 at only one locality out of the total 35 localities with valid annual average, namely the industrial Ostrava-Přívoz locality. Compared to 2017, concentrations increased from $3.8 \mu g \cdot m^{-3}$ to $5.1 \mu g \cdot m^{-3}$. The highest concentrations are long reached in the O/K/F-M agglomeration (Fig. IV.5.1, Fig. IV.5.2). The topic of the pollution load of the area is described in Chap. V.3.

In the long term, benzene concentrations in the Czech Republic, except for the O/K/F-M agglomeration, are very low and do not even reach half of the pollution limit value, i.e. the lower assessment limit value of $2 \mu g \cdot m^{-3}$ (Fig. IV.5.3). From the total of 28 localities measuring benzene concentrations in the Czech Republic in 2017 and 2018, the annual average concentration increased in 15 localities, i.e. in 52% of the localities, while it decreased in 14 localities, i.e. in 48%.

IV.5.2 Trends in benzene concentrations

The annual average benzene concentration in the Czech Republic has been gradually decreasing since 2008 until 2016 and slightly rising again in 2017 and 2018 (Fig. IV.5.5).

The highest annual average concentrations are observed at industrial sites which are situated mostly in the O/K/F-M agglomeration (Fig. IV.5.4). The lowest annual average concentrations are observed at rural and regional localities. This is due to the location of the stations and little impact by the emission sources.

IV.5.3 Benzene emissions

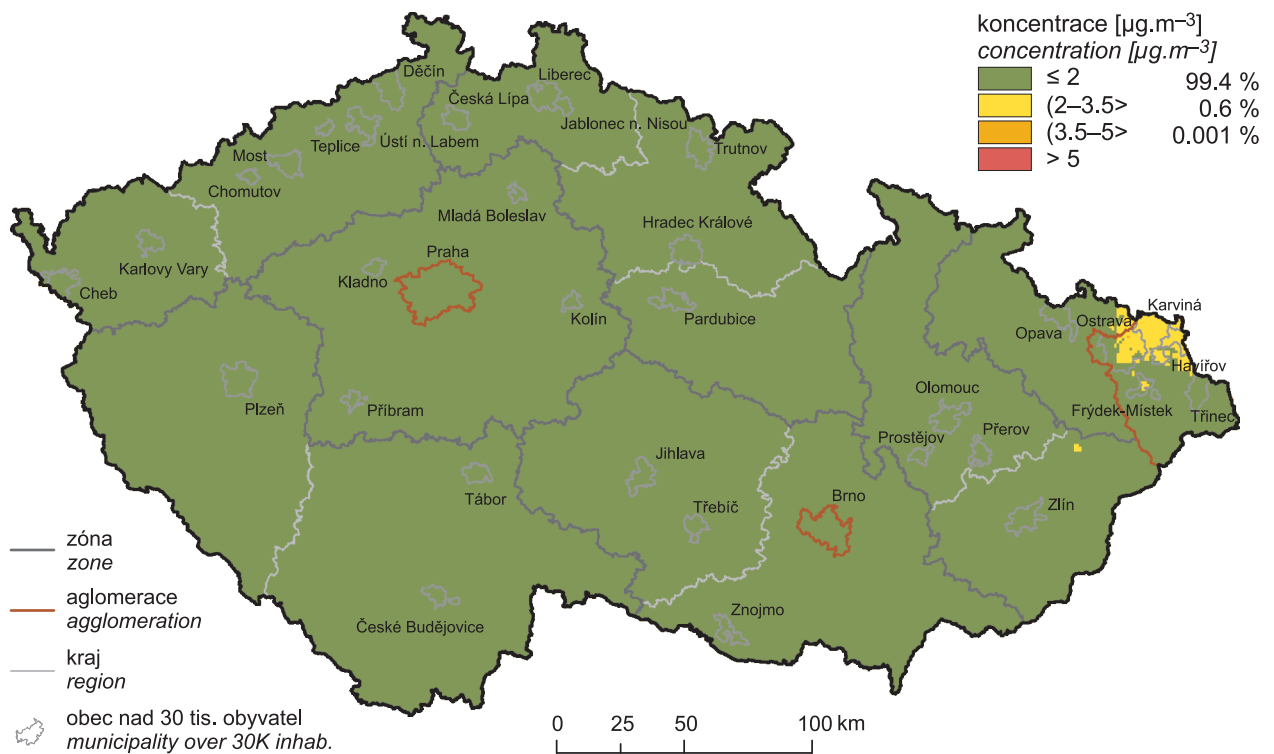
Benzene belongs to the group of organic compounds and it is used as a solvent or raw material for production of a range of chemical substances. Benzene is a part of crude oil and it is added to automotive petrol to improve its octane number. It is produced mainly by processing the crude oil and from coal tar yielded during coal coke production. Together with other VOCs it also originates from incomplete combustion.

Benzene does not belong to the range of pollutants covered by the LRTAP Convention and therefore its inventory is not available according to the NFR sectors structure but by the REZZO categories only. According to the evaluation carried out for the pur-

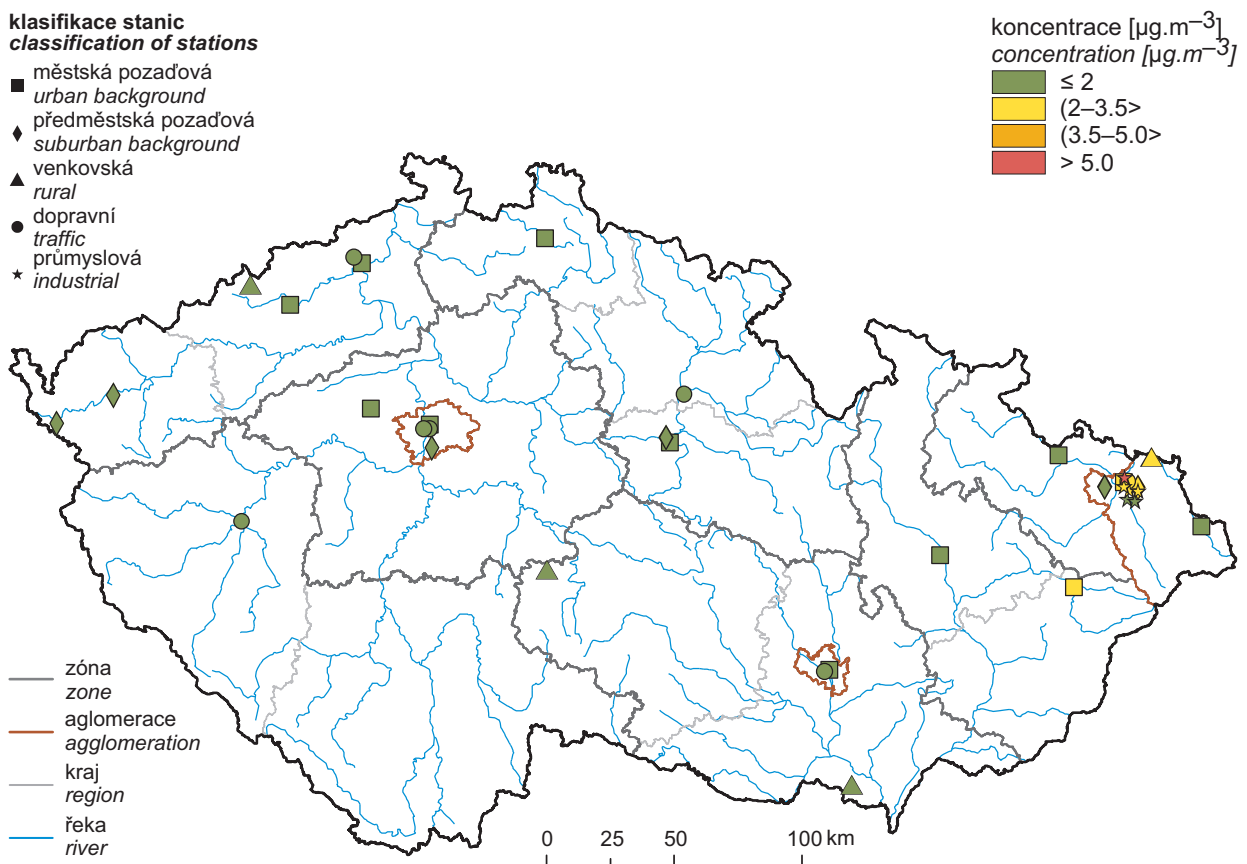
tegorie REZZO 4 (71,9 %), ze kterých je benzen do ovzduší vnášen výfukovými plyny i odpařováním z palivových systémů vozidel. Významné množství emisí benzenu vznikalo u zdrojů kategorie REZZO 3 při spalování pevných paliv v domácnostech (14,9 %), při plošném použití organických rozpouštědel (4,7 %) nebo při těžbě paliv (4,2 %). Příspěvek zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 činil 4,2 % na celkových emisích benzenu, z toho nejvýznamnější podíl připadal zdrojům v sektoru Energetika – spalování paliv (kód 1.1.–1.4. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 1 % a sektoru Energetika – ostatní (kód 3.1.–3.7. přílohy č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší) s podílem 1,2 %.

pose of updating the PZKO, 644.8 tonnes of benzene were released into the air in 2016. The biggest benzene emissions were produced by REZZO 4 category sources (71.9%) of which benzene is emitted through exhaust gasses and by leaking from vehicle fuel systems. A significant amount of benzene emissions were produced by REZZO 3 category sources through household combustion of solid fuels (14.9%), flat use of organic solvents (4.7%) or fuel extraction (4.2%). A contribution of REZZO 1 and REZZO 2 category sources amounted 4.2% to the total benzene emissions of which the major share related to the Energy – fuel combustion (1.1.–1.4. codes of the Annex No. 2 to the Act No. 201/2012 Coll. on Clean Air Protection) reaching 1.0% and the Energy – other (3.1.–3.7. codes of the Annex No. 2 to the Act No. 201/2012 Coll. on Clean Air Protection) reaching 1.2%.

IV.5 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZEN
IV.5 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZENE

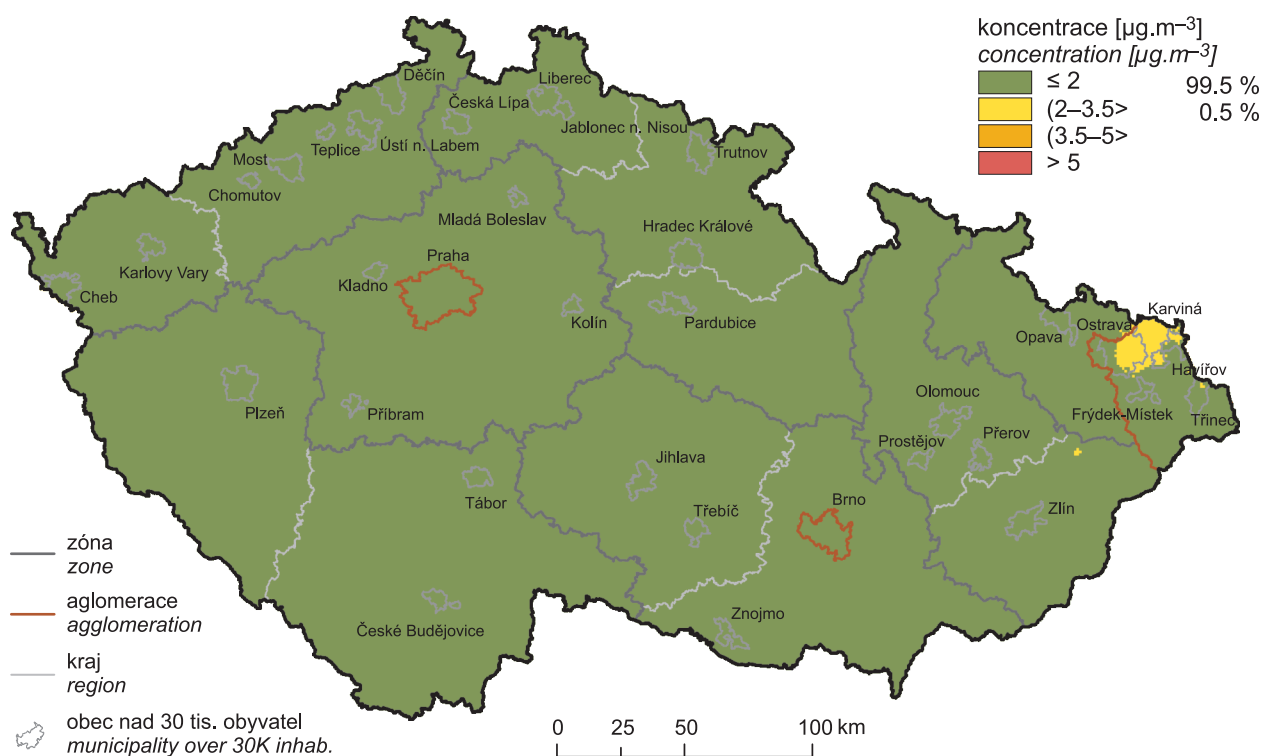


Obr. IV.5.1 Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2018
Fig. IV.5.1 Field of annual average concentration of benzene, 2018

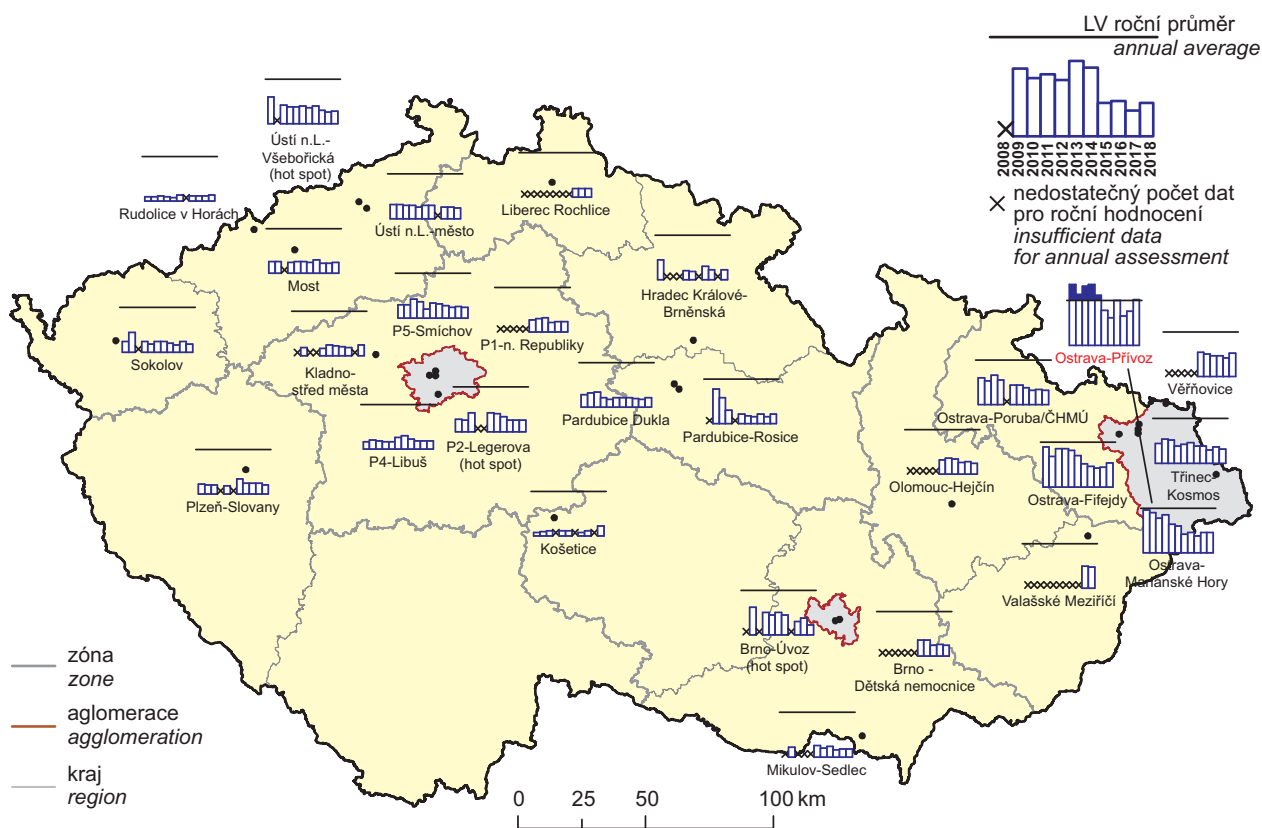


Obr. IV.5.2 Roční průměrné koncentrace benzenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.5.2 Annual average concentrations of benzene in the ambient air quality network, 2018

IV.5 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZEN
IV.5 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZENE

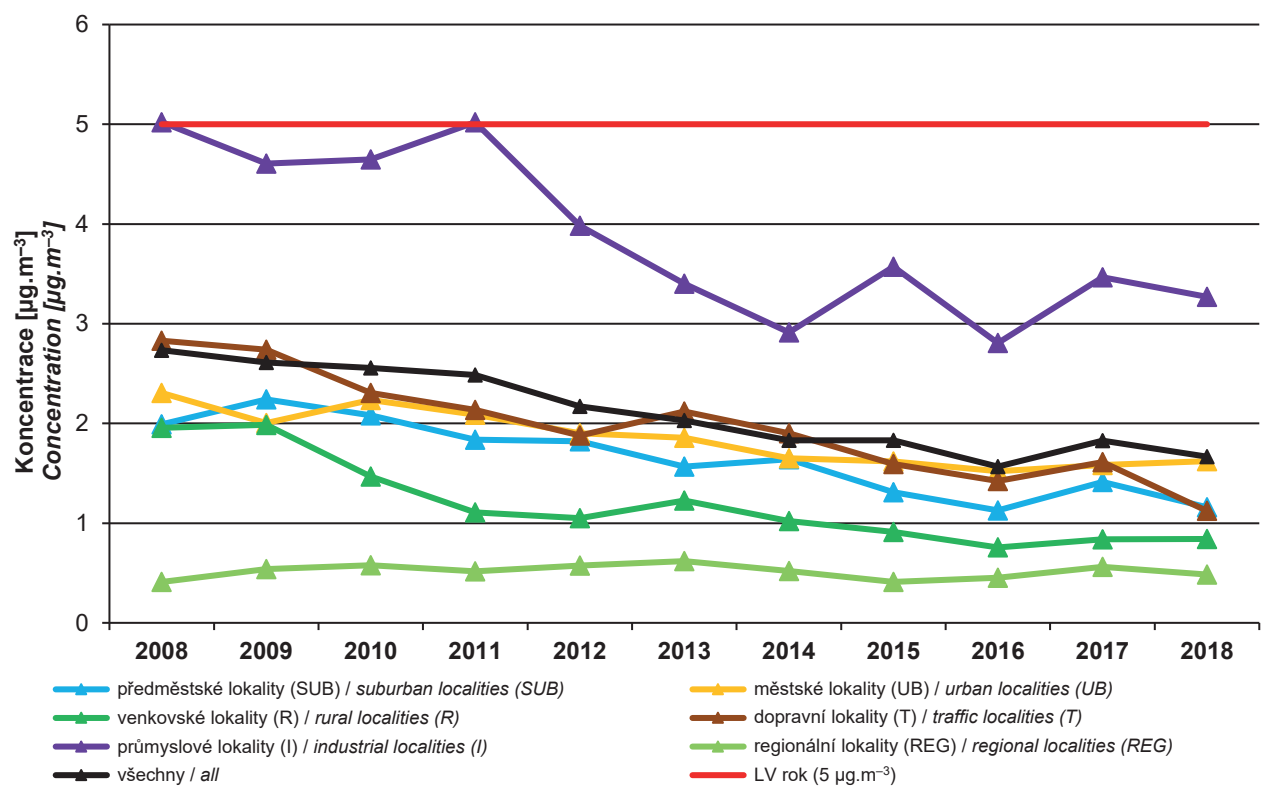


Obr. IV.5.3 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací benzenu, 2014–2018
Fig. IV.5.3 Five-year average of annual average concentrations of benzene, 2014–2018



Obr. IV.5.4 Roční průměrné koncentrace benzenu na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.5.4 Annual average concentrations of benzene at selected stations, 2008–2018

IV.5 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – BENZEN
 IV.5 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – BENZENE



Obr. IV.5.5 Trendy ročních charakteristik benzenu v České republice, 2008–2018
 Fig. IV.5.5 Trends of benzene annual characteristics in the Czech Republic, 2008–2018

IV.6 TĚŽKÉ KOVY

IV.6.1 Znečištění ovzduší těžkými kovy v roce 2018

Olovo

Roční imisní limit olova (500 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2018 překročen na žádné z 52 lokalit, pro které byl k dispozici dostatek údajů pro výpočet platného ročního průměru. Nejvyšší koncentrace olova jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M, kde byl na lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ naměřen i nejvyšší roční průměr (47 ng.m^{-3}).

Dlouhodobě jsou koncentrace olova na celém území ČR velmi nízké a nedosahují ani poloviny imisního limitu, tj. hodnoty dolní meze pro posuzování (250 ng.m^{-3}). Z celkového počtu 48 lokalit, které měřily koncentrace olova v roce 2017 i 2018 došlo k nárůstu roční průměrné koncentrace na 40 lokalitách, tj. 83 %, zatímco k poklesu pouze na 8 lokalitách, tj. 17 %.

Kadmium

Roční imisní limit kadmia (5 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2018 překročen na žádné lokalitě z celkem 52 lokalit s platným ročním průměrem (obr. IV.6.2). Nejvyšší roční průměrné koncentrace byly měřeny převážně na lokalitách v okresech Jablonec nad Nisou a Ostrava-město (obr. IV.6.1). Na dlouhodobě nejzatíženější stanici Tanvald-školka se průměrná roční koncentrace oproti roku 2017 zvýšila z $3,0 \text{ ng.m}^{-3}$ na $3,2 \text{ ng.m}^{-3}$.

Dlouhodobě jsou koncentrace kadmia na většině území ČR podlimitní (obr. IV.6.5). Z celkového počtu 42 lokalit, které měřily koncentrace kadmia v roce 2017 i 2018 došlo k nárůstu roční průměrné koncentrace na 35 lokalitách, tj. 83 %, zatímco k poklesu pouze na 7 lokalitách, tj. 17 % (obr. IV.6.7).

Arsen

Roční imisní limit arsenu (6 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2018 překročen na žádné lokalitě z celkem 52 lokalit s platným ročním průměrem (obr. IV.6.4). Nejvyššími koncentracemi arsenu je nejvíce zatížen okres Kladno, území hl. m. Prahy a Mostecko (obr. IV.6.3). Nejvyšší roční průměr byl naměřen na lokalitě Kladno-Švermov, kde se koncentrace oproti roku 2017 snížila z 6 ng.m^{-3} na $3,9 \text{ ng.m}^{-3}$.

Dlouhodobě jsou koncentrace arsenu na území ČR, s výjimkou oblastí Kladna, Prahy a Mostec-

IV.6 HEAVY METALS

IV.6.1 Air pollution by heavy metals in 2018

Lead

The annual pollution limit level for lead (500 ng.m^{-3}) was not exceeded in 2018 at any of the 52 locations for which a sufficient amount of data was available for calculation of the valid annual average value. The highest lead concentrations are repeatedly measured in the O/K/F-M agglomeration where the highest annual average (47 ng.m^{-3}) was measured at the Ostrava-Radvanice ZÚ locality.

The lead concentrations have long been very low over the whole territory of the Czech Republic and do not reach even half of the pollution limit level, i.e. the value of the lower assessment limit (250 ng.m^{-3}). From the total of 48 localities measuring lead concentrations in both 2017 and 2018, the annual average concentration increased in 40 localities, i.e. 83%, while it decreased in only 8 localities, i.e. 17%.

Cadmium

The annual pollution limit level for cadmium (5 ng.m^{-3}) was not exceeded in 2018 at any location of the total of 52 locations with valid annual average value (Fig. IV.6.2). The highest annual average concentrations were measured mostly at localities in the Jablonec nad Nisou and Ostrava-město districts (Fig. IV.6.1). The average annual concentration at the Tanvald-školka station, the most affected site in the long-term, increased from 3.0 ng.m^{-3} to 3.2 ng.m^{-3} compared to 2017.

Cadmium concentrations have long been below the limit values over most of the territory of the Czech Republic (Fig. IV.6.5). Of the total of 42 localities measuring cadmium concentrations in both 2017 and 2018, the annual average concentration increased in 35 localities, i.e. 83%, while it decreased in only 7 localities, i.e. 17% (Fig. IV.6.7).

Arsenic

The annual pollution limit level for arsenic (6 ng.m^{-3}) was not exceeded at any locality in 2018 of the total of 52 locations with valid annual average value (Fig. IV.6.4). In the long term, arsenic concentrations have been measured below the limit values over most of the Czech Republic. Concentrations above the limit were measured particularly at the beginning of the evaluated period 2008–2018 at the aforementioned stations in the Kladno region and at the Ostrava-Mariánské hory station (Fig. IV.6.8).

ka, podlimitní (obr. IV.6.6). V nezatížených oblastech se koncentrace pohybují nad polovinou imisního limitu, v zatížených oblastech i nad imisním limitem. Z celkového počtu 42 lokalit, které měřily koncentrace arsenu v roce 2017 i 2018, došlo k nárůstu roční průměrné koncentrace na 20 lokalitách, tj. 48 %, zatímco k poklesu na 22 lokalitách, tj. 52 % (obr. IV.6.8).

Nikl

Roční imisní limit niklu (20 ng.m^{-3}) nebyl v roce 2018 překročen na žádné z 52 lokalit, pro které byl k dispozici dostatek údajů pro výpočet platného ročního průměru. Nejvyšší koncentrace niklu jsou opakovaně měřeny v aglomeraci O/K/F-M. Nejvyšší roční průměr (4 ng.m^{-3}) byl naměřen na lokalitě Ostrava-Mariánské Hory.

Dlouhodobě jsou koncentrace niklu velmi nízké na celém území ČR a nedosahují ani poloviny imisního limitu, tj. hodnoty dolní meze pro posuzování (10 ng.m^{-3}). Z celkového počtu 40 lokalit, které měřily koncentrace niklu v roce 2017 i 2018 došlo k nárůstu roční průměrné koncentrace na 26 lokalitách, tj. 65 %, zatímco k poklesu pouze na 14 lokalitách, tj. 35 %.

IV.6.2 Vývoj koncentrací těžkých kovů

Vývoj průměrných ročních koncentrací těžkých kovů je v posledních 11 letech mírně klesající, případně setrvalý, s výjimkou několika výkyvů v letech 2010, 2012 a 2013 (obr. IV.6.9). Jejich příčina není zatím dostatečně objasněna, je zde možný vliv zhoršených rozptylových a meteorologických podmínek.

V roce 2010 byly zaznamenány vyšší koncentrace olova, a to na dopravních a průmyslových lokalitách.

V letech 2012 až 2015 byly zaznamenány vysoké až přeslimitní koncentrace kadmia na Tanvaldsku (Liberecký kraj). Oblast Tanvaldu je charakteristická vysokým zastoupením sklářského průmyslu (ASKPCR 2014), který je významným zdrojem emisí kadmia z používaných barev a tavidel (Beranová 2013). V letech 2015 a 2016 zde proběhla ekologizace provozu, což vedlo ke snížení ročních průměrných koncentrací kadmia pod hranici imisního limitu.

Na Kladensku byl v hodnoceném období překračován imisní limit pro arsen do roku 2013. Od roku 2014 se roční koncentrace pohybují těsně nad hodnotou horní meze posuzování. Kladensko

The highest average annual concentrations are observed in the Kladno district where the concentration of 3.9 ng.m^{-3} was measured at the Kladno-Švermov locality in 2018, which is the lowest value for the evaluated period 2008–2018 (in 2017 and 2016, the concentrations of 6 ng.m^{-3} and 5 ng.m^{-3} , respectively, were observed). Furthermore, the concentration of 3.4 ng.m^{-3} was measured at the Kladno-Vrapice locality and the value of 3 ng.m^{-3} in the Stehelčevy locality. Average annual concentrations around 3 ng.m^{-3} are also measured, in the long term, at the Lom station in the Ústí nad Labem region and at the Tanvald-školka station in the Liberec region. It follows that the highest concentrations of arsenic affect the Kladno area, part of the territory of the Prague Capital, and the Most and Tanvald areas (Fig. IV.6.3 and Fig. IV.6.6).

From the total of 42 localities measuring arsenic concentrations in both 2017 and 2018, the annual average concentration increased in 20 localities, i.e. 48%, while it decreased in 22 localities, i.e. 52% (Fig. IV.6.8).

Nickel

The annual pollution limit level for nickel (20 ng.m^{-3}) was not exceeded in 2018 at any of the 45 locations for which a sufficient amount of data was available for calculation of the valid annual average value. The highest nickel concentrations are repeatedly measured in the O/K/F-M agglomeration. The highest annual average value (4 ng.m^{-3}) was observed at the Ostrava-Mariánské Hory location.

In the long term, nickel concentrations are very low in the whole territory of the Czech Republic and do not even reach half of the pollution limit value, i.e. the value of the lower assessment threshold (10 ng.m^{-3}). Out of the total of 40 localities measuring nickel concentrations in both 2017 and 2018, the annual average concentration increased in 26 localities, i.e. 65%, while it decreased in only 14 localities, i.e. 35%.

IV.6.2 Trends in heavy metal concentrations

A trend of the average annual concentrations of heavy metals have been slightly decreasing or sustained over the past 11 years, except for some fluctuations in 2010, 2012 and 2013 (Fig. IV.6.9). Their cause is not yet sufficiently clarified, there is a possible influence of worsening dispersion and meteorological conditions. In 2010, higher lead concentrations were observed at traffic and industrial sites.

Between 2012 and 2015, high to above-limit cadmium concentrations were observed in the Tan-

je jednou z oblastí, kde probíhá kampaňové měření koncentrací těžkých kovů v rámci projektu TAČR (č. TITSMZP704). Předběžné výsledky ukazují na lokální vytápění jako na zdroj vysokých koncentrací arsenu v tomto regionu. Problematika je předmětem dalšího zkoumání.

V roce 2013 došlo k výraznému nárůstu koncentrací niklu na dopravních stanicích. Od roku 2014 je na průmyslových stanicích pozorován kolísavý chod ročních koncentrací niklu.

IV.6.3 Emise těžkých kovů

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

Spalovací procesy mají převažující význam především u emisí arsenu a niklu. Mezi nejvýznamnější sektory v celorepublikovém měřítku patří 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla, jejíž podíl v roce 2017 na emisích arsenu činil 22,9 % a na emisích niklu 37,5 % (obr. IV.6.10 a IV.6.12). Podíl sektorů výroby železa a oceli (1A2a a 2C1) byl významný v roce 2017 především u emisí olova (22,2 %; obr. IV.6.16). Vliv sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností převažoval u emisí kadmia s podílem 51,1 % (obr. IV.6.14) a významně se projevoval i u emisí arsenu (34,4 %; obr. IV.6.10). Významný podíl na celkových emisích olova tvoří emise z odpalování ohňostrojů a pyrotechniky (28,4 %, obr. IV.6.16), které se řadí do sektoru 2G – Ostatní zdroje. Na emisích kadmia se sektor 2G podílel 10,5 %, kde hlavním zdrojem emisí byl tabákový kouř (obr. IV.6.14). Klesající trend emisí těžkých kovů v období 2008–2017 souvisí s vývojem emisí suspendovaných částic (kap. IV.1.3), na které jsou tyto látky vázány (obr. IV.6.11, IV.6.13, IV.6.15 a IV.6.17). K poklesu emisí těžkých kovů významně přispěla opatření v sektoru výroby železa a oceli, zejména zlepše-

vald area (the Liberec region). The Tanvald area is characterized by a high representation of the glass industry (ASKPCR 2014) which is a significant source of cadmium emissions from used paints and fluxing agents (Beranová 2013). In 2015 and 2016 the production operation was adapted to be ecologically favourable which led to a decrease of annual average cadmium concentrations below the limit value.

In the Kladno region, the limit value for arsenic was being exceeded in the period under review until 2013. Since 2014, annual concentrations have been just above the upper assessment limit. Kladno is one of the areas where the campaign measurement of heavy metal concentrations under the Technology Agency of the CR project (No. TITSMZP704) takes place. Preliminary results indicate local heating as a source of high arsenic concentrations in the region. The issue is subject to further investigation.

In 2013, there was a significant increase in nickel concentrations at traffic stations. Since 2014, fluctuating annual nickel concentrations have been observed at industrial stations.

IV.6.3 Emissions of heavy metals

The group of heavy metals comprises metals with a specific density greater than 4.5 g.cm^{-3} and their compounds. Heavy metals are a natural component of solid fuels and their contents in fuels vary in dependence on the mining site. The amounts of heavy metal emissions from the combustion of solid fuels depends primarily on the kind of fuel, type of combustion equipment and combustion temperature, which affects the volatility of the heavy metals. Heavy metal emissions are also formed in some technological processes because they are contained in the starting materials (e.g. iron ore, scrap metal, glass batches, coatings, glass shards). In addition to these processes, there are also a number of sources of fugitive emissions containing heavy metals (for example, particles from abrasion of brakes and tyres or emissions related to old environmental burdens left by mining and metallurgical activities).

Combustion processes are of predominant importance primarily for emissions of arsenic and nickel. The most significant sectors at a national scale include 1A1a — Public electricity and heat production which contributed 22.9% to arsenic emissions and 37.5% to nickel emissions in 2017 (Fig. IV.6.10 and Fig. IV.6.12). In 2017, significant contributions from the sectors of iron and steel production

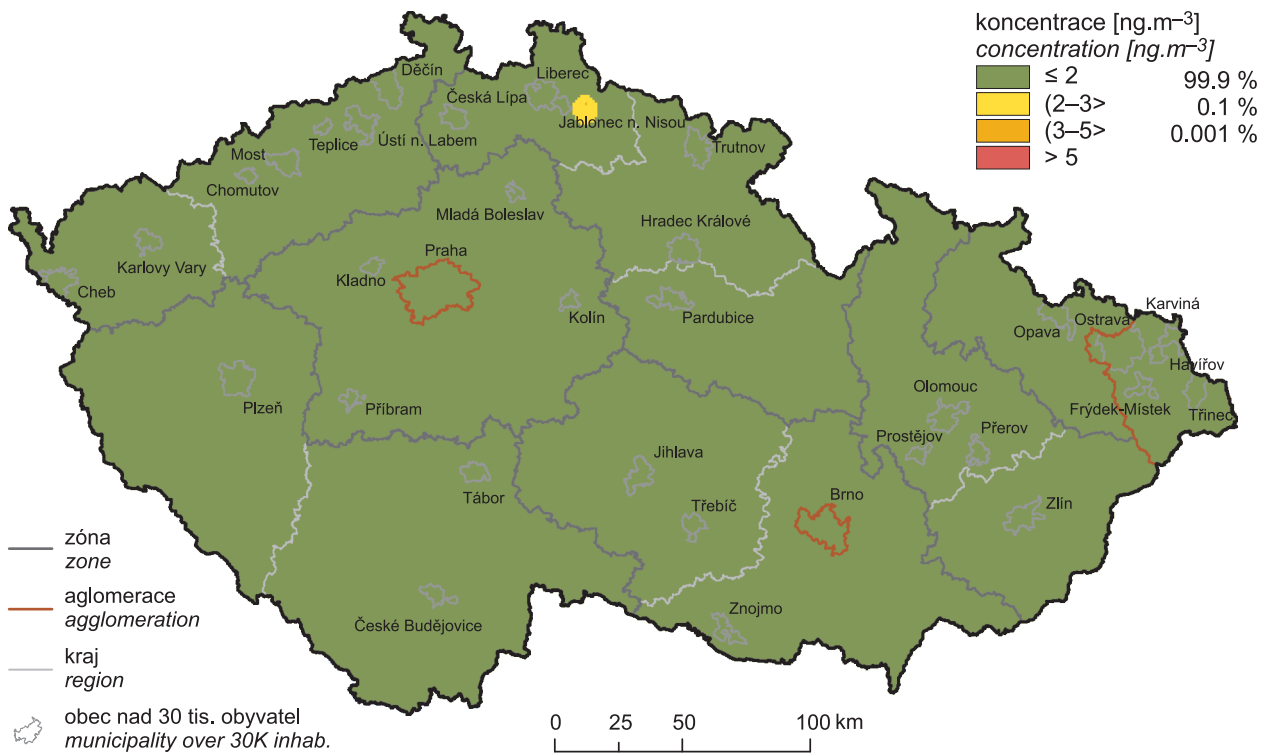
ní systému odprášení spékacích pásů aglomerace. Technickými opatřeními se rovněž podařilo snížit emise těžkých kovů při výrobě skla. V posledních letech dochází k nárůstu objemu sekundární výroby neželezných kovů, zejména hliníku a olova. Emise těžkých kovů z těchto zdrojů jsou velice proměnlivé v závislosti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

Vzhledem k převažujícímu podílu sektoru veřejné energetiky a výroby tepla a sektoru výroby železa a oceli je i územní rozložení emisí těžkých kovů (bez zahrnutí emisí ze sektoru 2G – Ostatní zdroje) dané především rozmístěním podniků spadajících do těchto sektorů. Emise arsenu a niklu jsou soustředěny v oblastech, ve kterých se nacházejí tepelné elektrárny a teplárny spalující uhlí (obr. IV.6.18 a IV.6.19). Jedná se především o podniky v Ústeckém, Středočeském a v Pardubickém kraji. Emise kadmia a olova územně převažují v aglomeraci O/K/F-M vlivem koncentrace podniků na výrobu železa a oceli. Ve Středočeském kraji je významné množství emisí olova do ovzduší vnášeno ze sekundární výroby olova v Kovohutích Příbram (obr. IV.6.20 a IV.6.21).

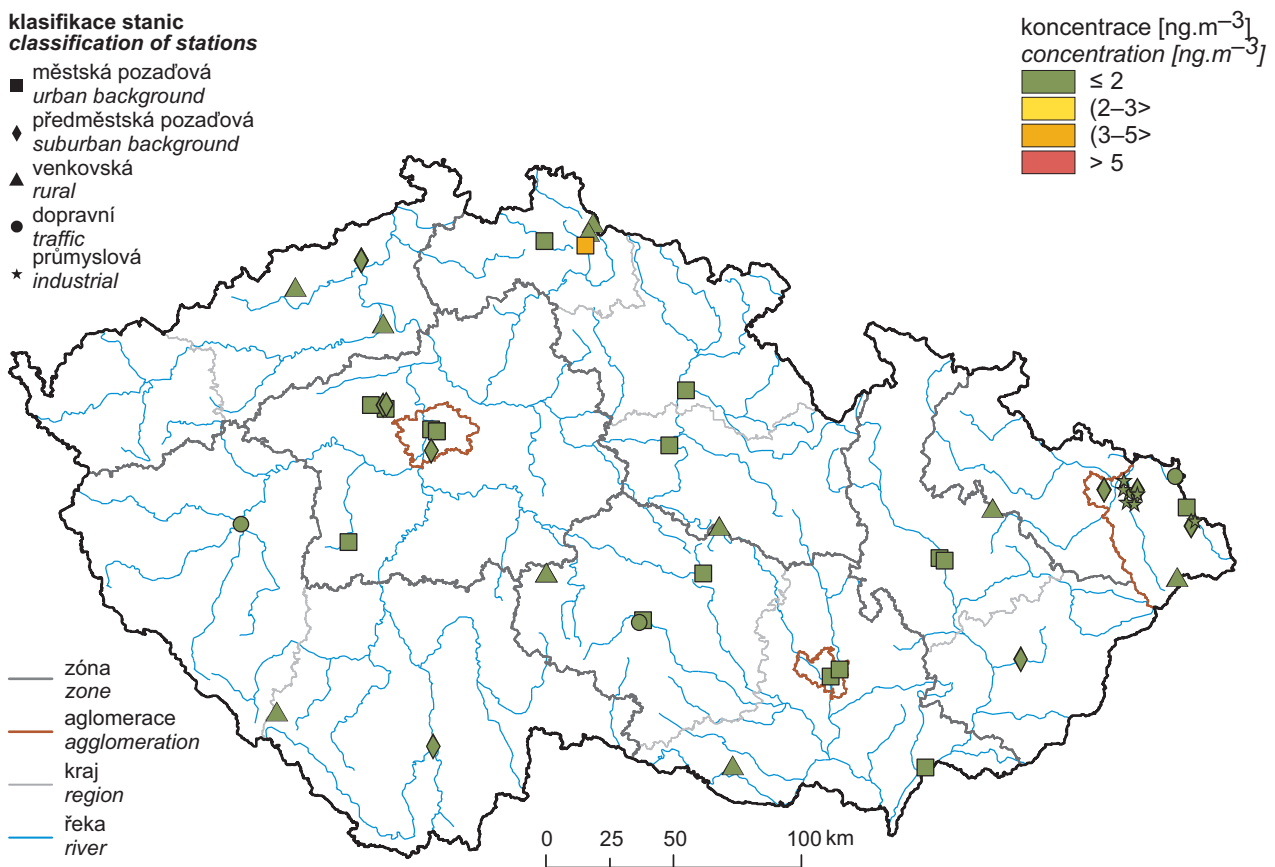
(1A2a and 2C1) related primarily to lead emissions (22.2%; Fig. IV.6.16). The impact of sector 1A4bi – Residential: Stationary predominated for cadmium emissions with a share of 51.1% (Fig. IV.6.14) and was significant for arsenic emissions (34.4%; Fig. IV.6.10). Significant share of total lead emissions is formed by emissions from triggering of fireworks and pyrotechnics (28.4%, Fig. IV.6.16) which belong to sector 2G – Other sources. The cadmium emissions accounted for 10.5% from 2G sector with the main source of emissions being tobacco smoke (Fig. IV.6.14). The decreasing trend in emissions of heavy metals in the 2008–2017 period relates to the rate of emissions of suspended particles (Chap. IV.1.3) to which these substances are bound (Fig. IV.6.11, IV.6.13, IV.6.15 and IV.6.17). Measures in the sector of production of iron and steel made a substantial contribution to the decrease in heavy metal emissions, especially the improvements in the dust-removal system for agglomeration sintering strands. Technical measures have also managed to reduce heavy metal emissions in glass production. In recent years, there has been an increase in the volume of secondary production of non-ferrous metals, especially aluminium and lead. Emissions of heavy metals from these sources are very variable in dependence on the quality of the processed scrap metal.

In view of the predominant contribution of the sector of public electricity and heat production and the sector of iron and steel production, the territorial distribution of heavy metal emissions (excluding emissions from sector 2G – Other sources) is determined mainly by the location of production facilities in these sectors. Emissions of arsenic and nickel are concentrated in areas in which thermal power plants and heating plants burning coal are located (Fig. IV.6.18 and IV.6.19). These are primarily enterprises in the Ústí, Central Bohemian and Pardubice regions. Emissions of cadmium and lead are predominantly produced in the O/K/F-M agglomeration due to concentration of enterprises producing iron and steel. A substantial amount of lead emissions in the Central Bohemian region is related to secondary lead production at Kovohutě Příbram (Fig. IV.6.20 and IV.6.21).

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY
IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

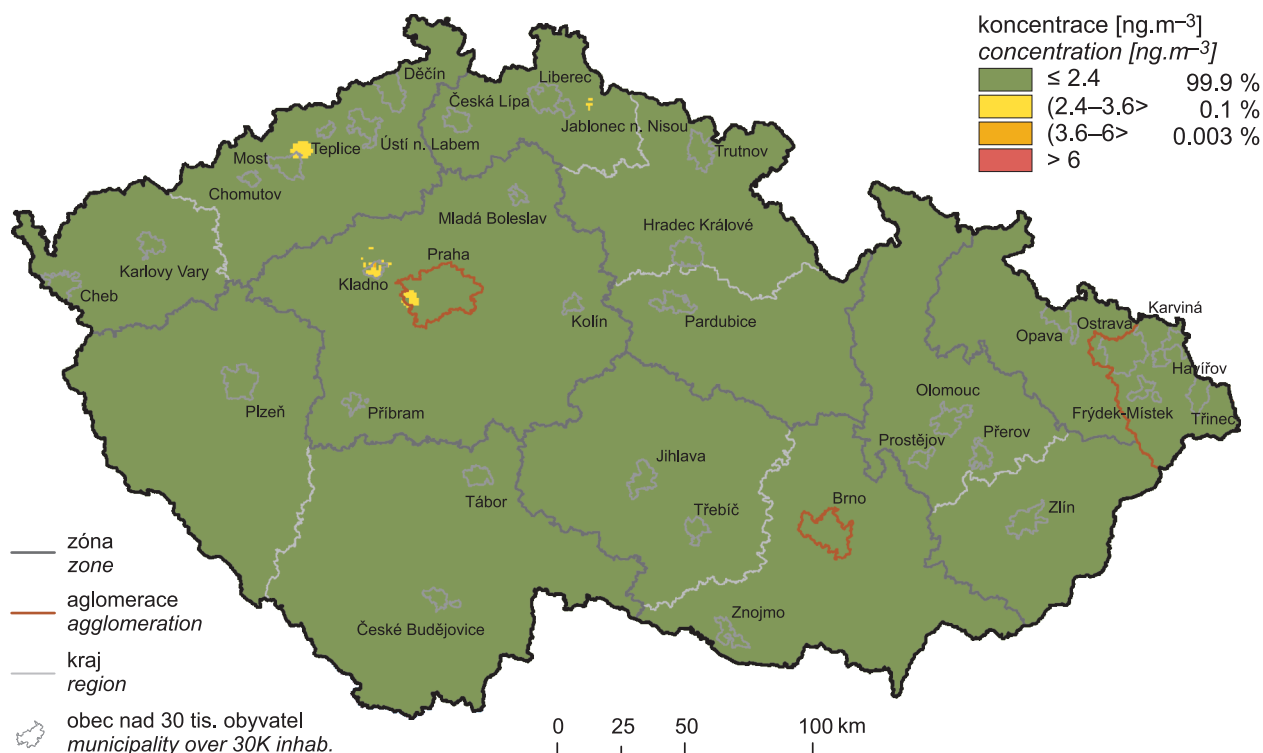


Obr. IV.6.1 Pole roční průměrné koncentrace kadmia v ovzduší, 2018
Fig. IV.6.1 Field of annual average concentration of cadmium in the ambient air, 2018

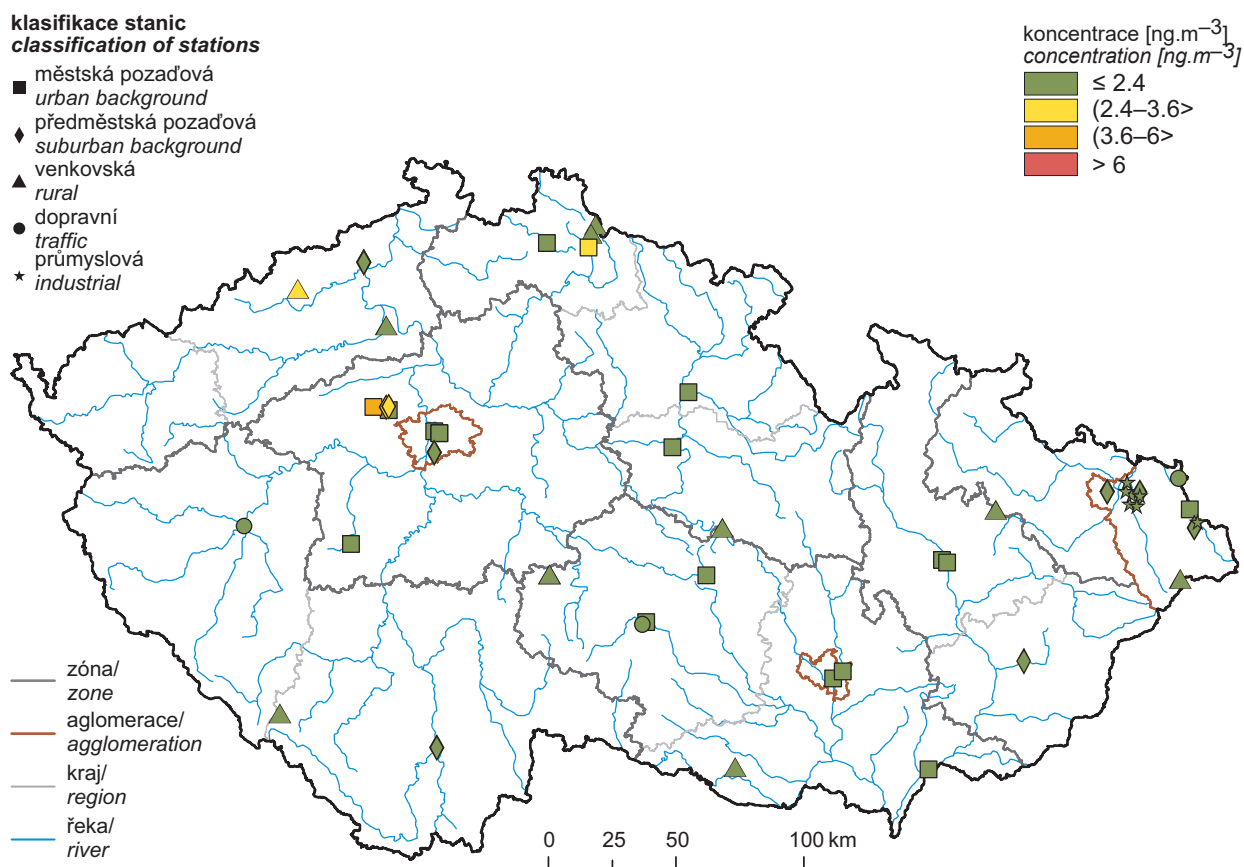


Obr. IV.6.2 Roční průměrné koncentrace kadmia měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.6.2 Annual average concentrations of cadmium in the ambient air quality network, 2018

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY
IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

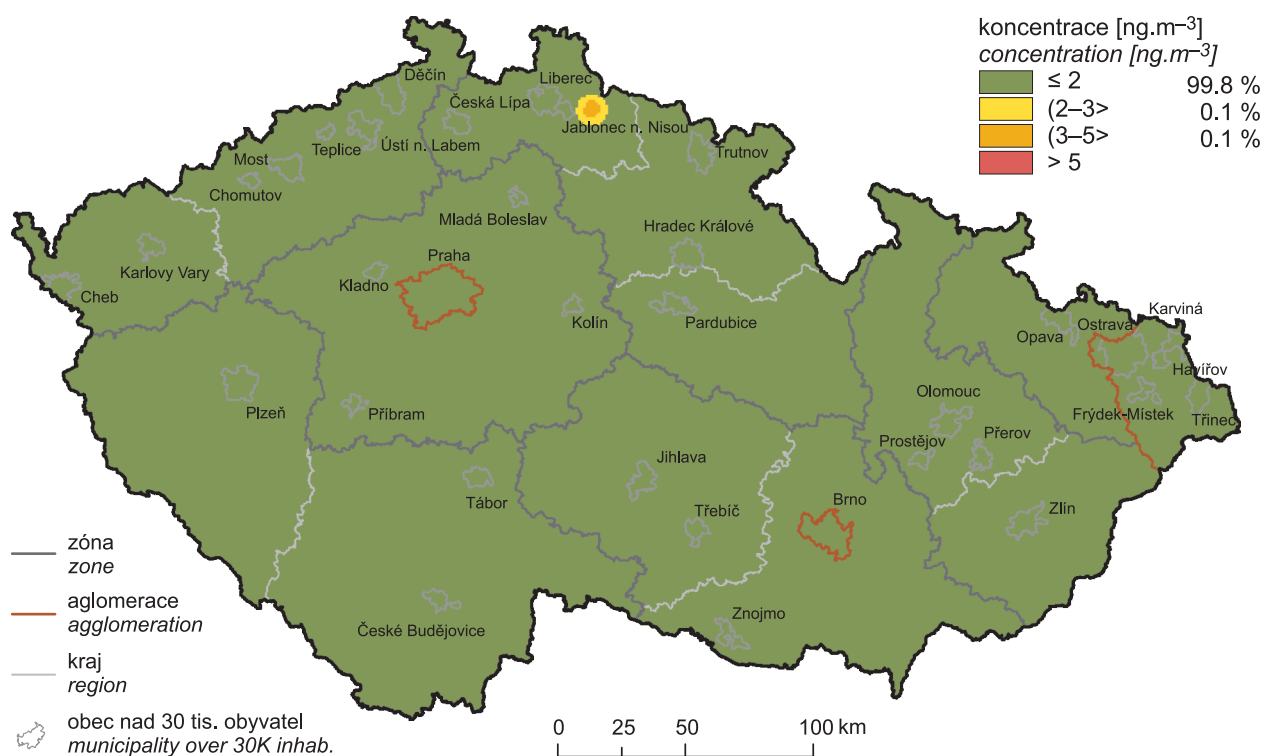


Obr. IV.6.3 Pole roční průměrné koncentrace arsenu v ovzduší, 2018
Fig. IV.6.3 Field of annual average concentration of arsenic in the ambient air, 2018

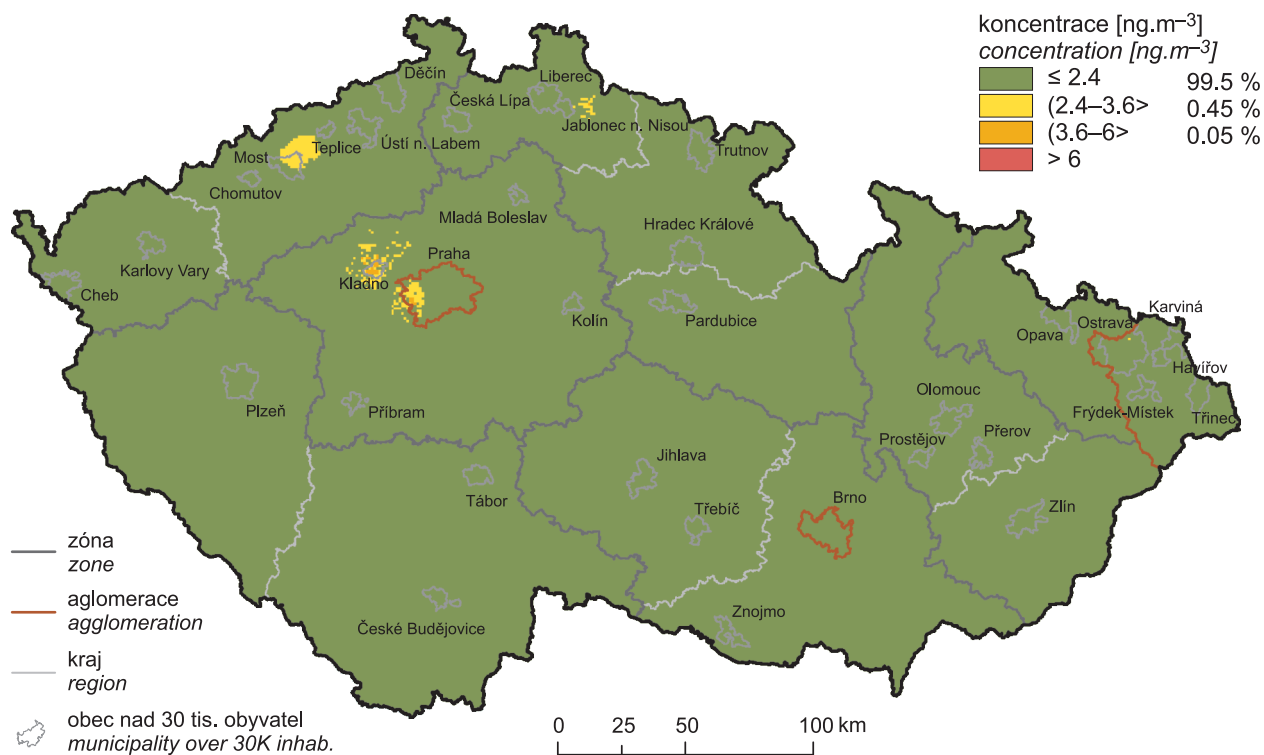


Obr. IV.6.4 Roční průměrné koncentrace arsenu měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.6.4 Annual average concentrations of arsenic in the ambient air quality network, 2018

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY
IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

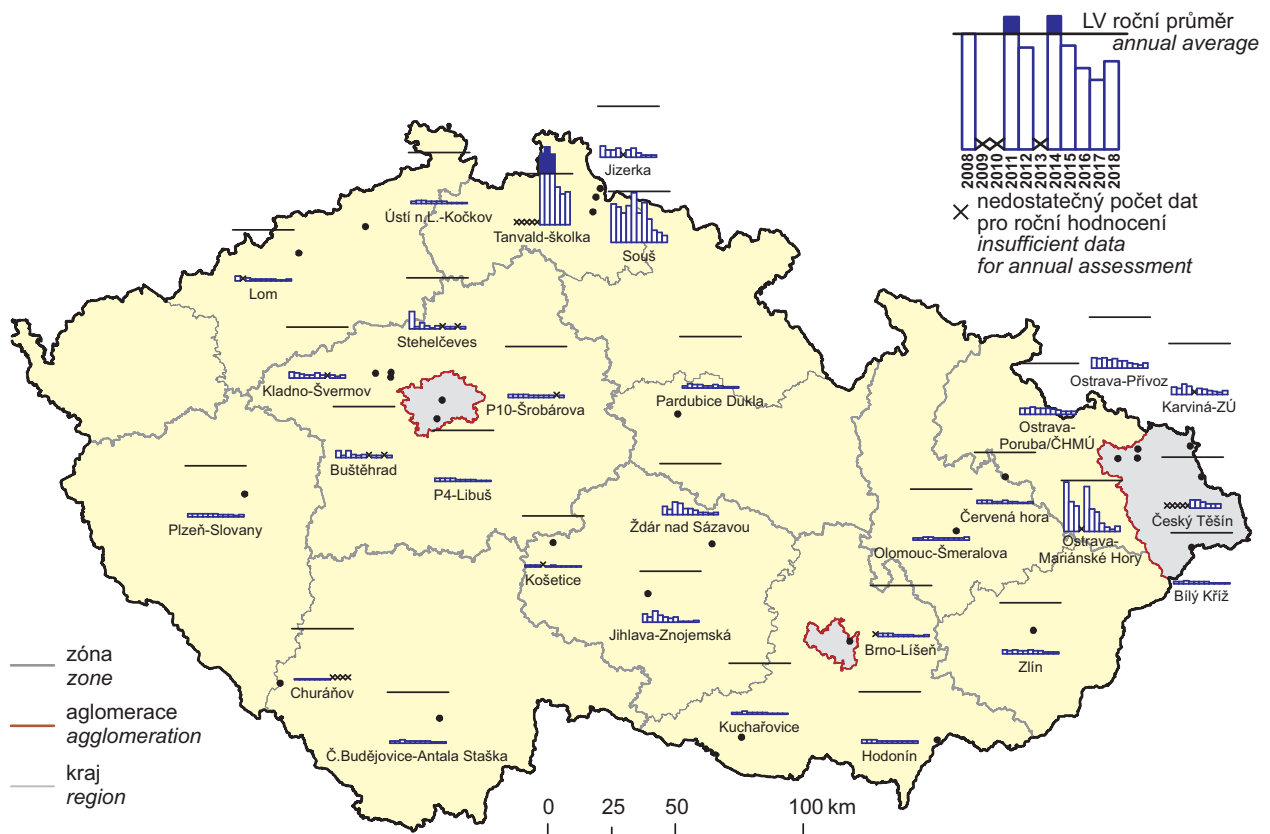


Obr. IV.6.5 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací kadmia, 2014–2018
Fig. IV.6.5 Five-year average of annual average concentrations of cadmium, 2014–2018

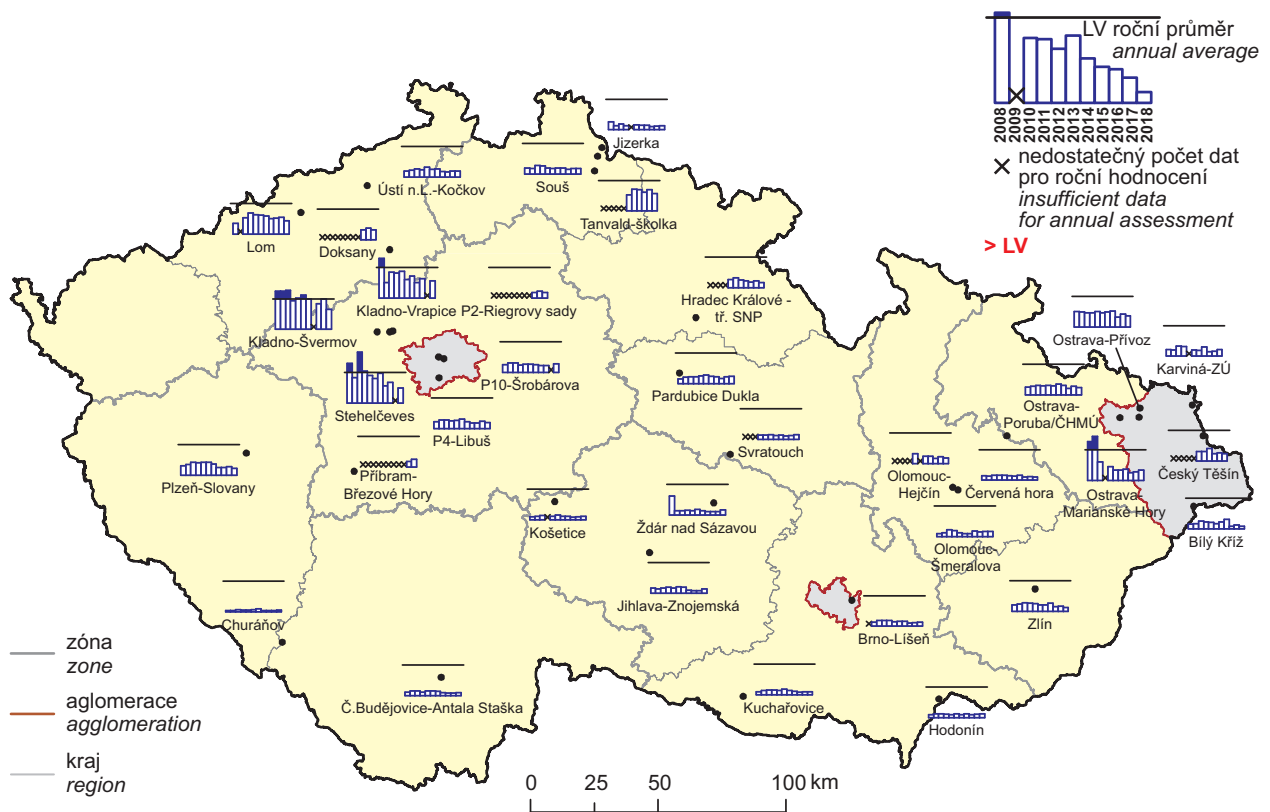


Obr. IV.6.6 Pětiletý průměr ročních průměrných koncentrací arsenu, 2014–2018
Fig. IV.6.6 Five-year average of annual average concentrations of arsenic, 2014–2018

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY
IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

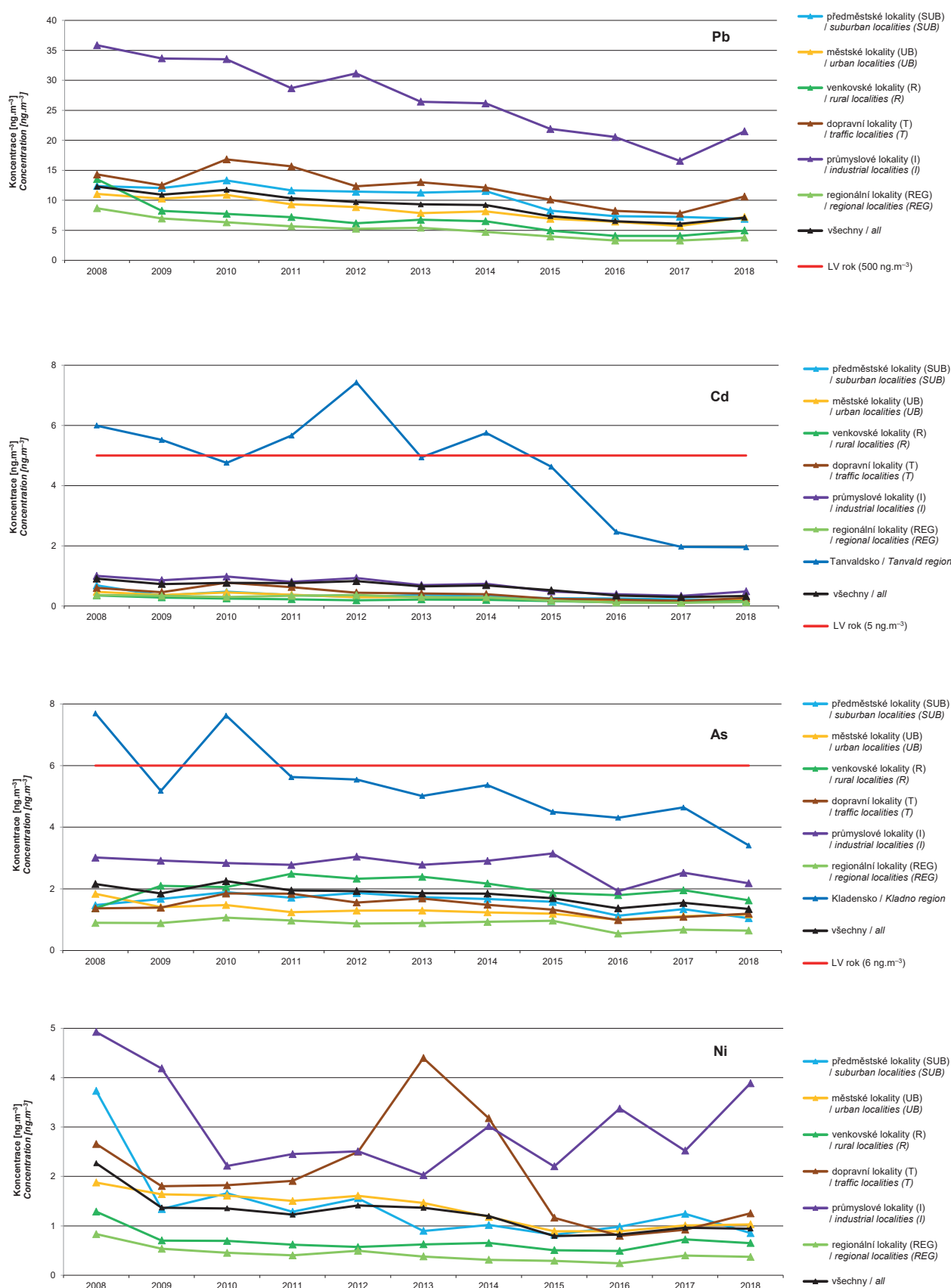


Obr. IV.6.7 Roční průměrné koncentrace kadmia v ovzduší na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.6.7 Annual average concentrations of cadmium in the ambient air at selected stations, 2008–2018



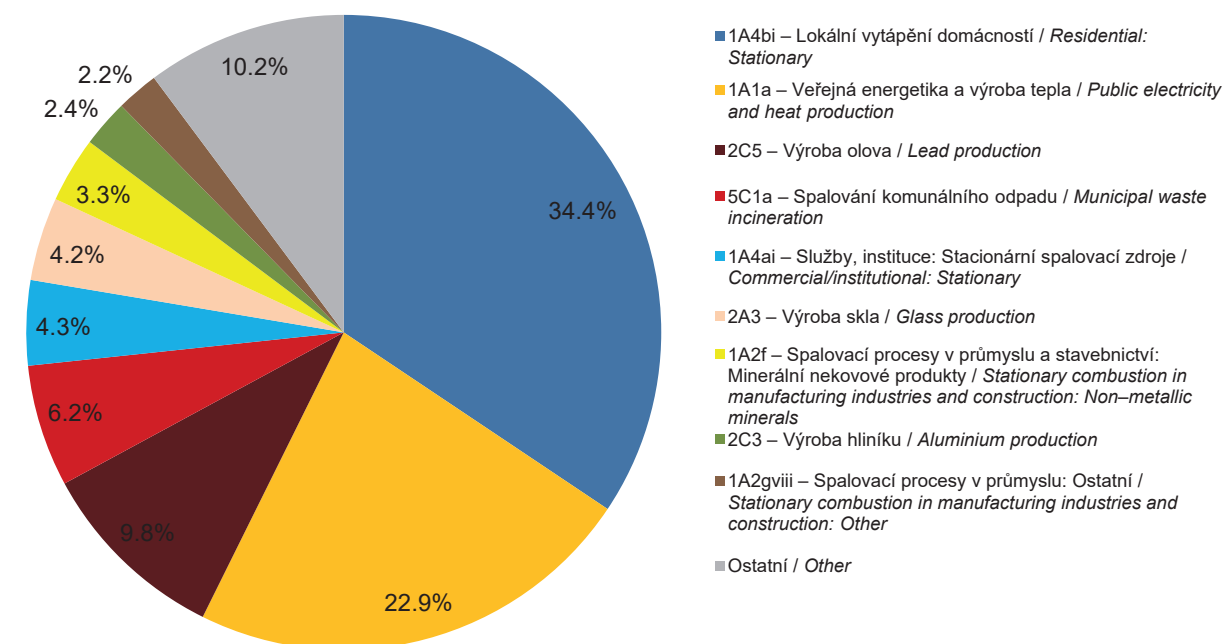
Obr. IV.6.8 Roční průměrné koncentrace arsenu v ovzduší na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.6.8 Annual average concentrations of arsenic in the ambient air at selected stations, 2008–2018

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

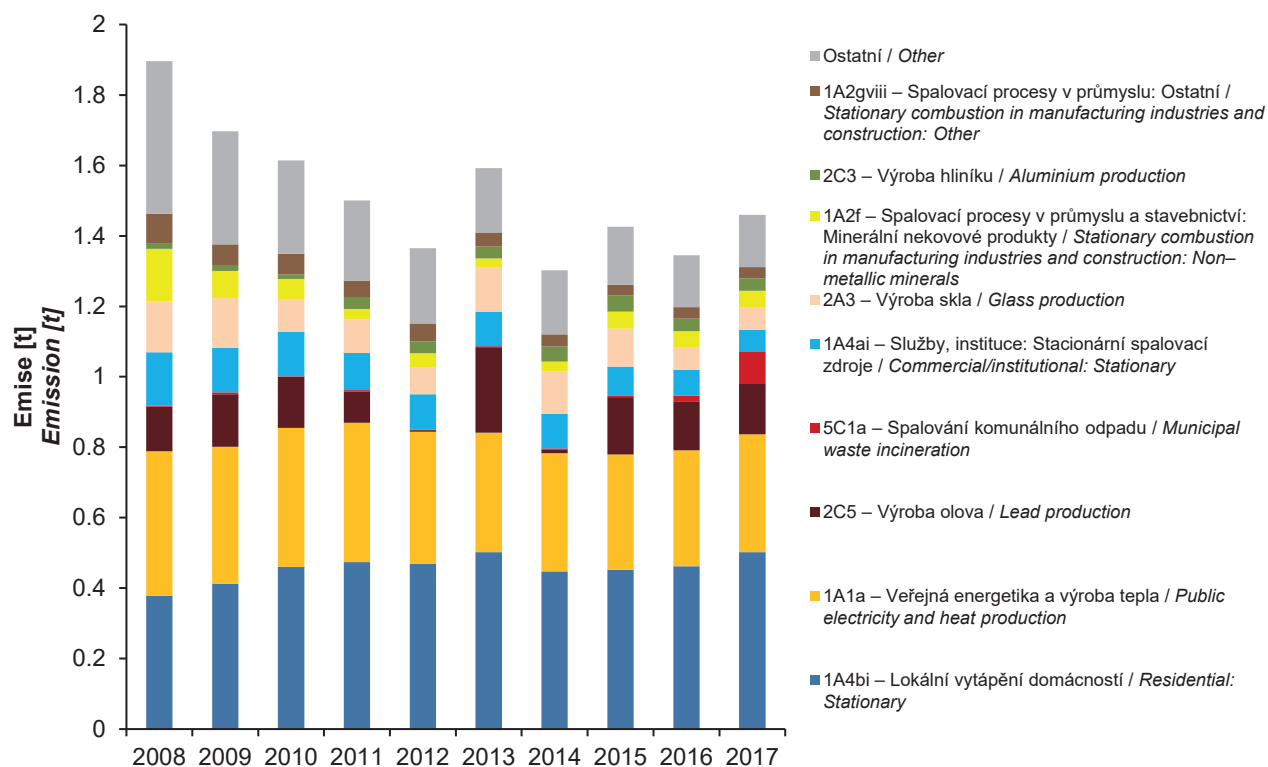


Obr. IV.6.9 Trendy ročních charakteristik těžkých kovů v České republice, 2008–2018
Fig. IV.6.9 Trends of heavy metals annual characteristics in the Czech Republic, 2008–2018

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY
IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

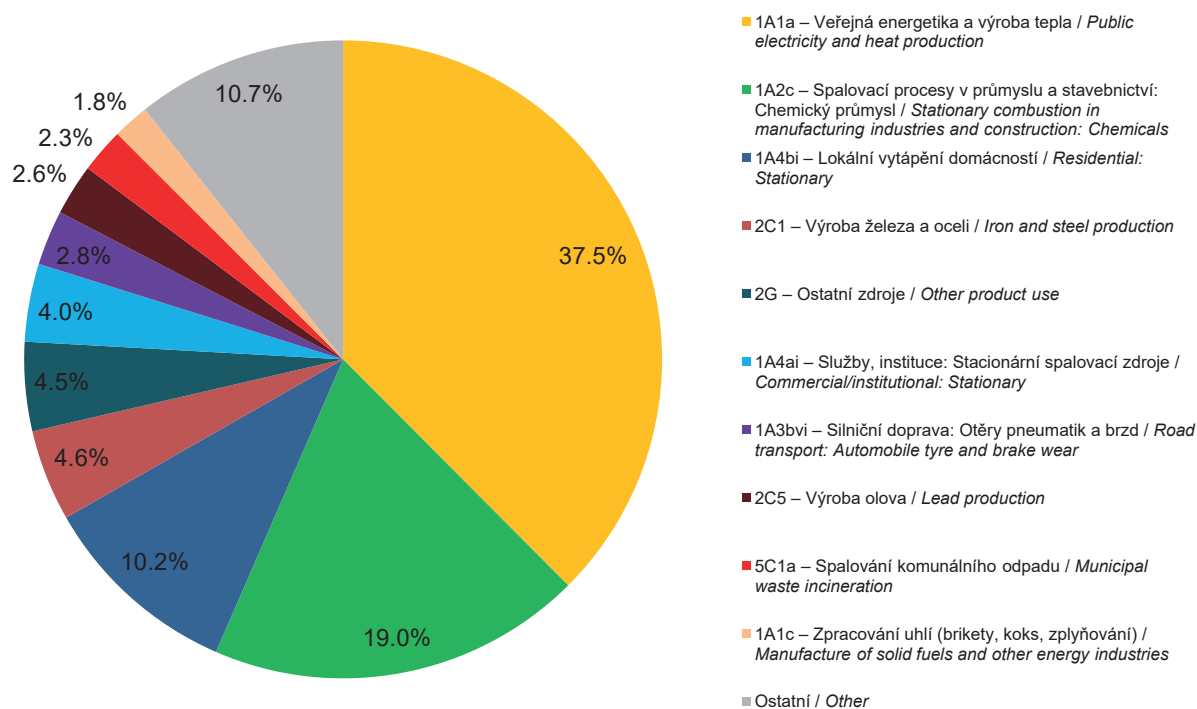


Obr. IV.6.10 Podíl sektorů NFR na celkových emisích arsenu, 2017
Fig. IV.6.10 Total emissions of arsenic sorted out by NFR sectors, 2017

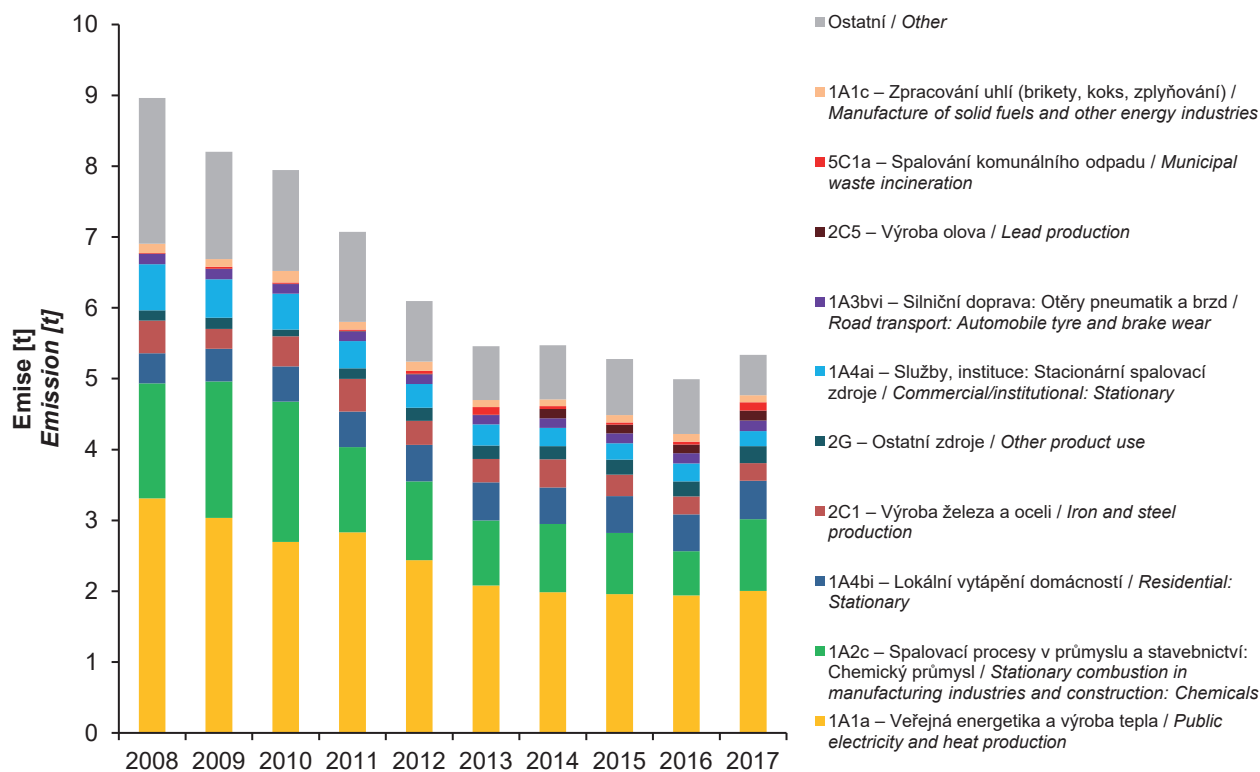


Obr. IV.6.11 Vývoj celkových emisí arsenu, 2008–2017
Fig. IV.6.11 The development of arsenic total emissions, 2008–2017

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

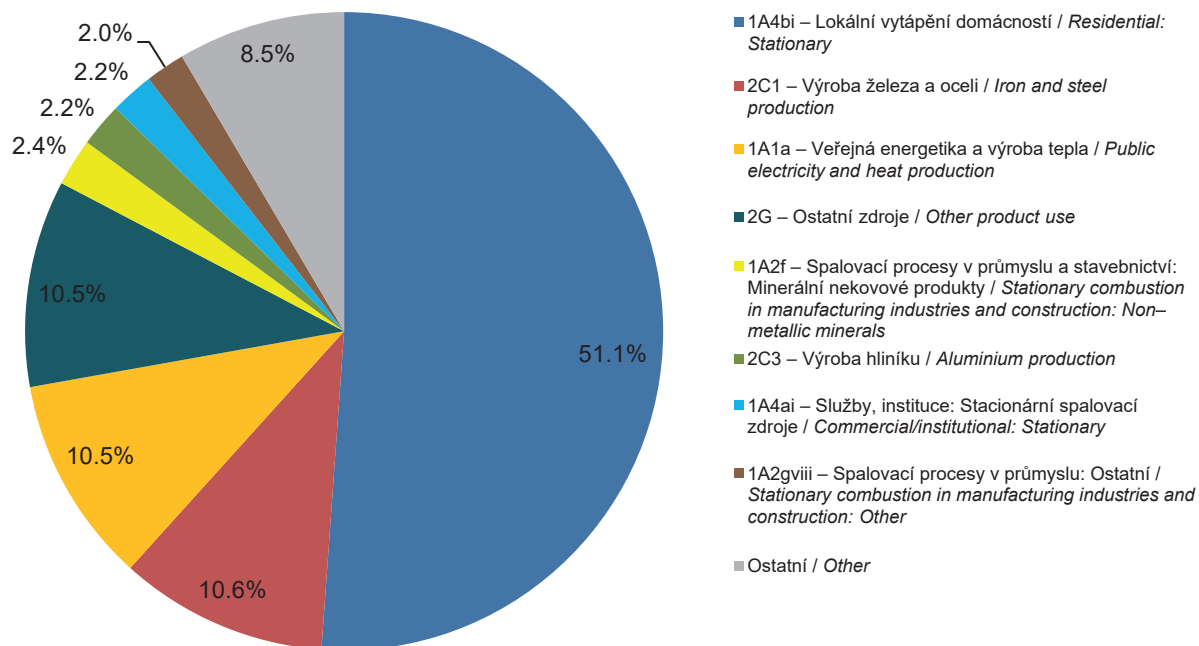


Obr. IV.6.12 Podíl sektorů NFR na celkových emisích niklu, 2017
Fig. IV.6.12 Total emissions of nickel sorted out by NFR sectors, 2017

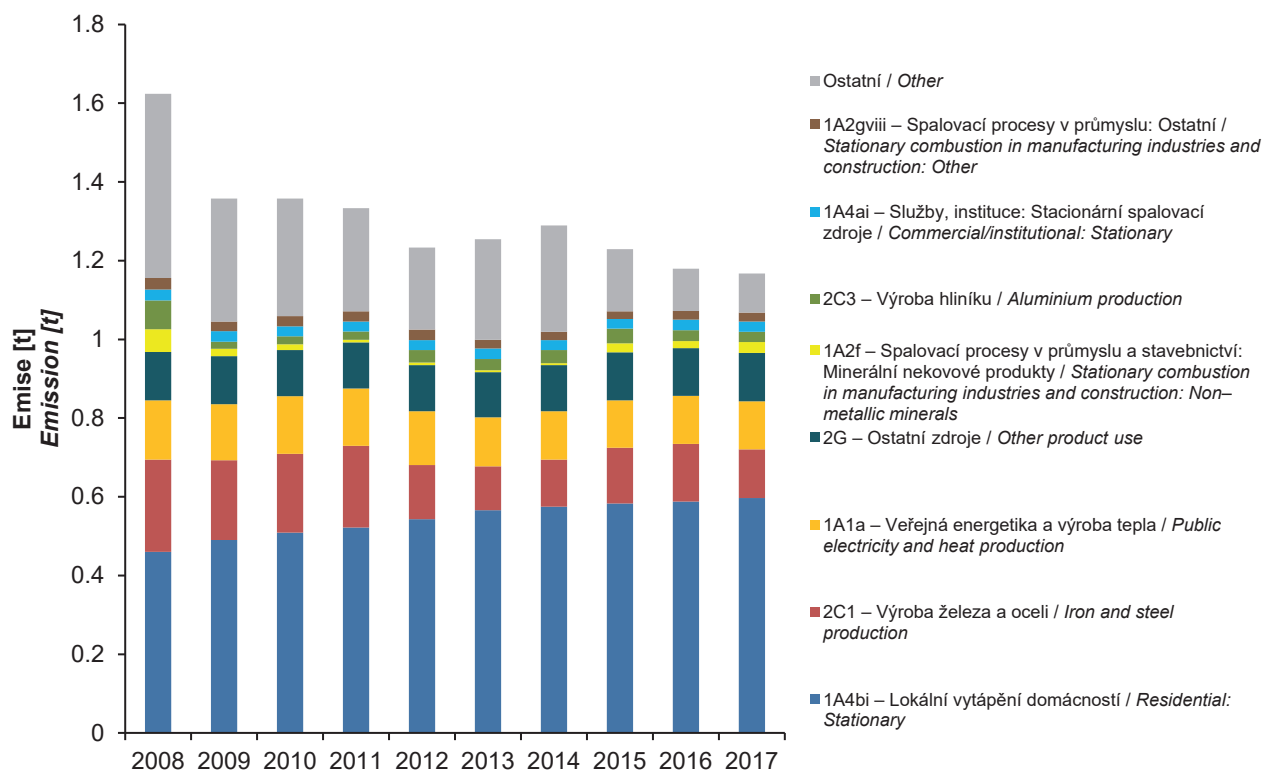


Obr. IV.6.13 Vývoj celkových emisí niklu, 2008–2017
Fig. IV.6.13 The development of nickel total emissions, 2008–2017

IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS

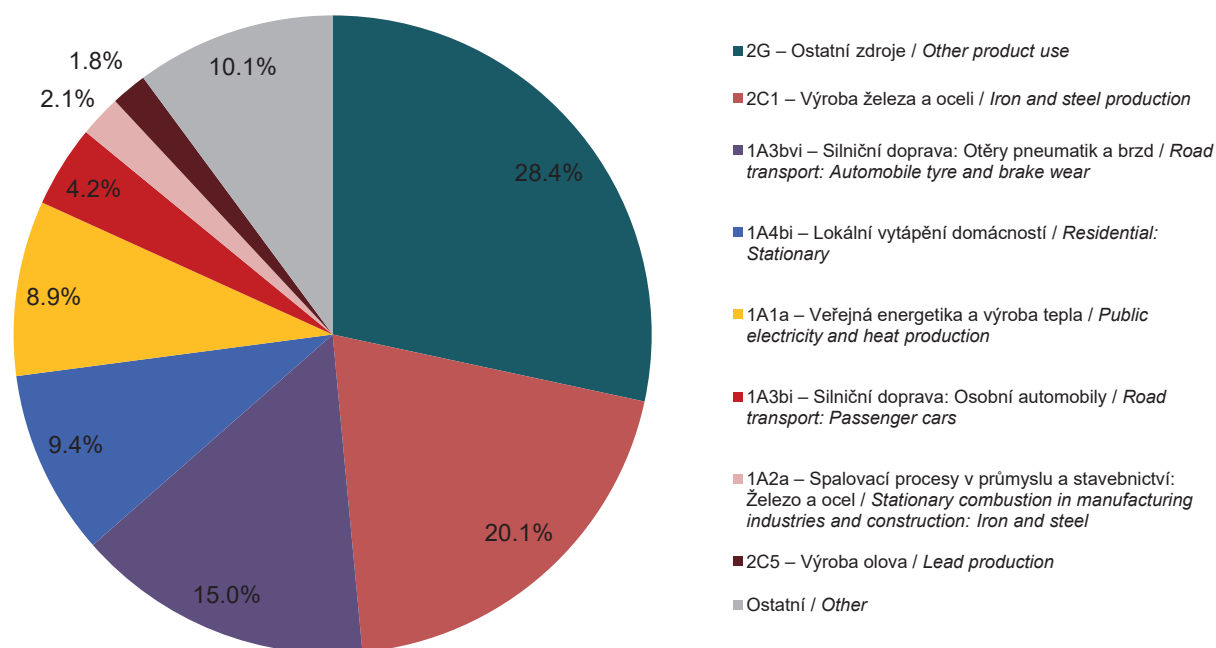


Obr. IV.6.14 Podíl sektorů NFR na celkových emisích kadmia, 2017
Fig. IV.6.14 Total emissions of cadmium sorted out by NFR sectors, 2017

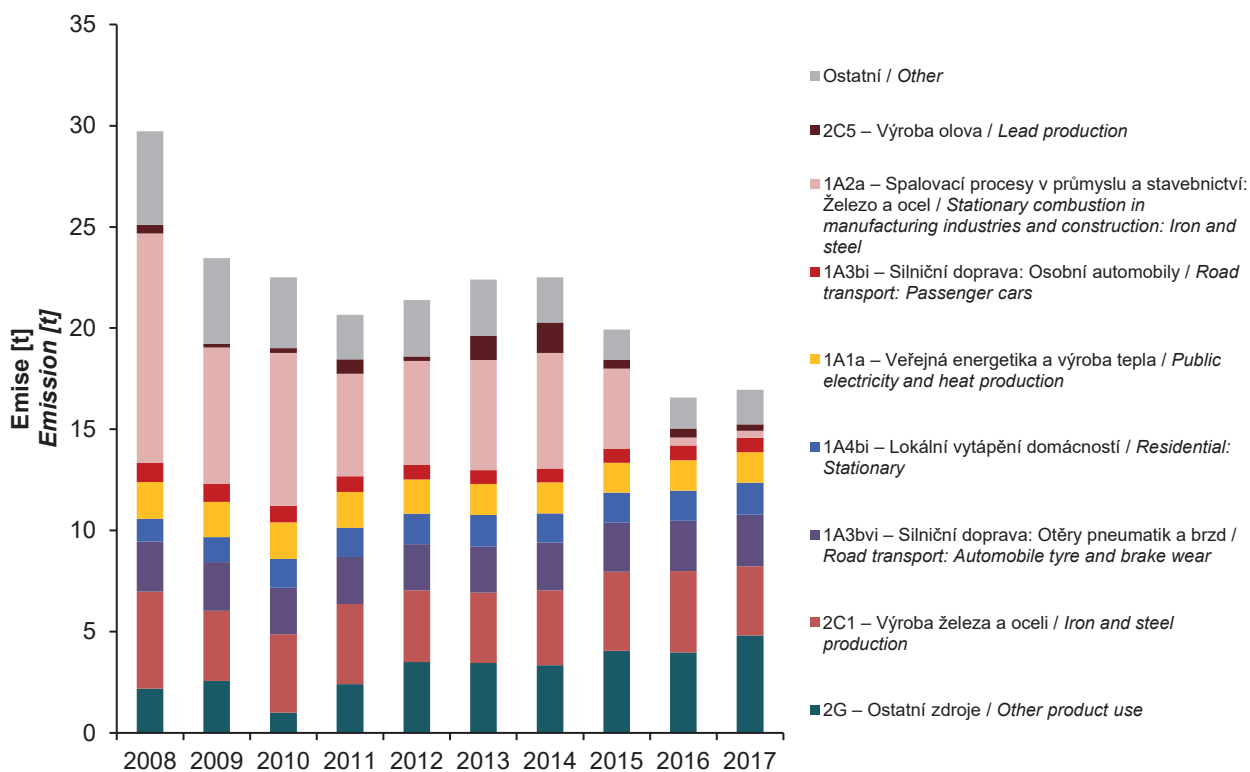


Obr. IV.6.15 Vývoj celkových emisí kadmia, 2008–2017
Fig. IV.6.15 The development of cadmium total emissions, 2008–2017

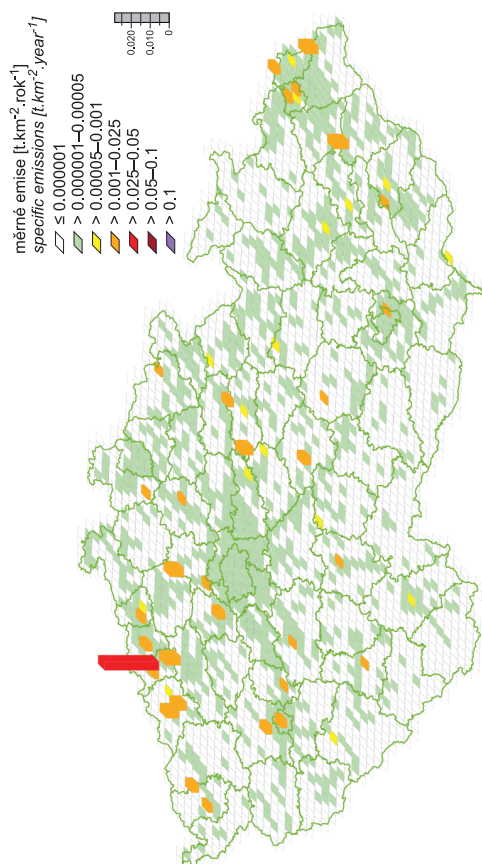
IV.6 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – TĚŽKÉ KOVY IV.6 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – HEAVY METALS



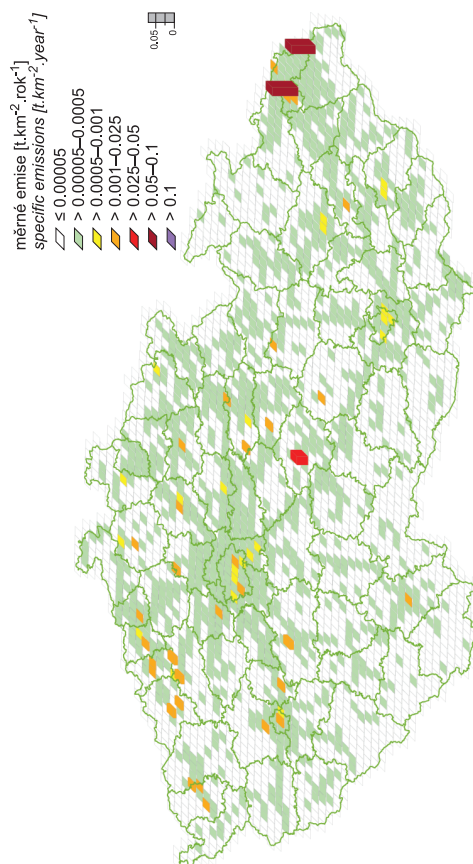
Obr. IV.6.16 Podíl sektorů NFR na celkových emisích olova, 2017
Fig. IV.6.16 Total emissions of lead sorted out by NFR sectors, 2017



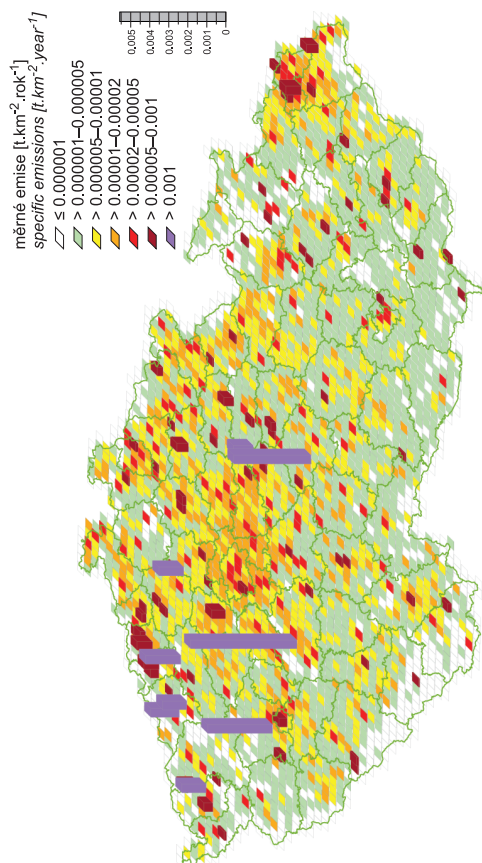
Obr. IV.6.17 Vývoj celkových emisí olova, 2008–2017
Fig. IV.6.17 The development of lead total emissions, 2008–2017



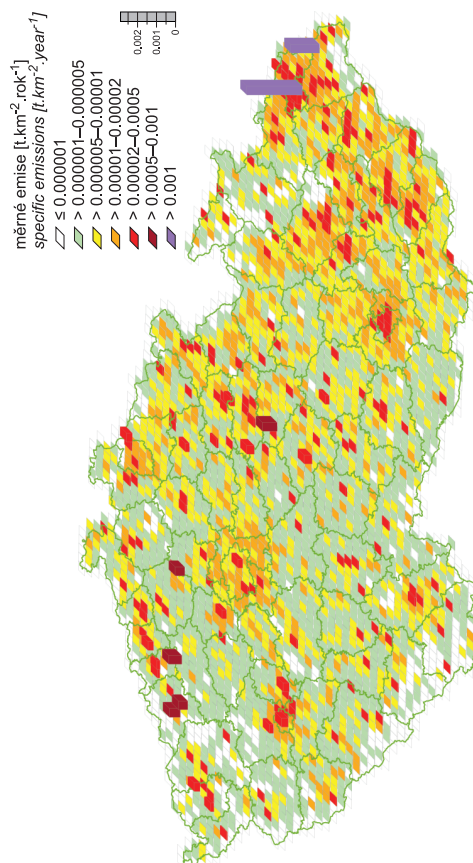
Obr. IV.6.19 Emisní hustoty niklu ze čtverců 5x5 km, 2017
 Fig. IV.6.19 Nickel emission density from 5x5 km squares, 2017



Obr. IV.6.21 Emisní hustoty olova ze čtverců 5x5 km, 2017
 Fig. IV.6.21 Lead emission density from 5x5 km squares, 2017



Obr. IV.6.18 Emisní hustoty arsenu ze čtverců 5x5 km, 2017
 Fig. IV.6.18 Arsenic emission density from 5x5 km squares, 2017



Obr. IV.6.20 Emisní hustoty kadmia ze čtverců 5x5 km, 2017
 Fig. IV.6.20 Cadmium emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.7 OXID SIŘIČITÝ

IV.7.1 Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2018

Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu zdraví

Hodnota hodinového imisního limitu oxidu siřičitého $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nesmí být překročena více než 24x a hodnota 24hodinového limitu $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ více než 3x za kalendářní rok. V roce 2018 nebyl v ČR překročen hodinový ani 24hodinový imisní limit oxidu siřičitého (SO_2) na žádné měřicí stanici. V případě obou imisních limitů nebyl překročen legislativně povolený počet překročení limitní hodnoty, takže oba imisní limity byly splněny (tab. XIII.18 a tab. XIII.19).

Nicméně v povoleném počtu došlo k překročení hodinové limitní hodnoty $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na lokalitách Ostrava-Fifejdy (22x), Ostrava-Přívóz (17x) a Ostrava-Mariánské Hory (2x). K tolerovanému počtu překročení denní limitní hodnoty došlo na lokalitě Ostrava-Fifejdy (2x). Všechny lokality se nacházejí v aglomeraci O/K/F-M. Na ostravských stanicích se vysoké koncentrace SO_2 vyskytly v souvislosti s prováděnými sanačními pracemi při odstraňování staré ekologické zátěže – odpadních lagun bývalého podniku OSTRAMO v Ostravě-Mariánských Horách¹.

V důsledku zmíněných prací, při kterých se uvolňuje mj. oxid siřičitý, byly nejvyšší hodinové koncentrace SO_2 naměřeny na stanicích Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívóz a Ostrava-Mariánské Hory. Na jiných lokalitách byly koncentrace výrazně nižší. Na stanici Ostrava-Fifejdy dosahovaly hodinové koncentrace SO_2 nejvyšších hodnot $1565 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (11. 1. v 11 hod. SEČ), $1481 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (27. 1. v 9 hod. SEČ) a $1015 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (8. 11. v 8 hod. SEČ). Na stanici Ostrava-Přívóz byly nejvyšší hodinové koncentrace SO_2 $908 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (15. 1. v 9 hod. SEČ), $875 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (21. 3. ve 21 hod. SEČ) a $757 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (30. 8. v 7 hod. SEČ). Na stanici Ostrava-Mariánské Hory byly nejvyšší hodinové koncentrace této látky $595 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (17. 1. v 17 hod. SEČ), $462 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (15. 3. v 16 hod. SEČ) a $346 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (19. 2. v 10 hod. SEČ).

¹ Odstraňování staré ekologické zátěže v Ostravě-Mariánských Horách probíhá sanací odpadních lagun vzniklých ukládáním odpadu z rafinérské výroby zahájené na konci 19. století (od roku 1965 zde byl ukládán též odpad z regenerace upotřebených mazacích olejů státního podniku OSTRAMO Ostrava, od roku 1992 OSTRAMO-Vlček a spol., s. r. o.). K zastavení provozu došlo v roce 1996.

IV.7 SULPHUR DIOXIDE

IV.7.1 Air pollution by sulphur dioxide in 2018

Air pollution by sulphur dioxide in 2018 in relation to the pollution limit value for protection of human health

The value of the hourly limit of sulphur dioxide at $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ must not be exceeded more than 24 times and the value of the 24-hour limit at $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ more than 3 times per calendar year. In 2018, the hourly or the 24-hour pollution limit requirements for sulphur dioxide (SO_2) were not exceeded at any monitoring station in the CR. Concerning both pollution limits, the regulatory allowed number of cases exceeding the limit value has not been greater so both pollution limit requirements have been fulfilled (Tab. XIII.18 and XIII.19).

However, the hourly limit value of $350 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was exceeded in the permitted number of cases in the Ostrava-Fifejdy (22 times), Ostrava-Přívóz (17 times) and Ostrava-Mariánské Hory (2 times) localities. The tolerated number of instances exceeding the daily limit value occurred at the Ostrava-Fifejdy locality (2 times). All locations are situated in the O/K/F-M agglomeration. The Ostrava stations experienced high SO_2 concentrations in relation to ongoing remediation activities in removing the old environmental damage – waste lagoons of the former OSTRAMO company in Ostrava-Mariánské Hory¹.

As a result of these activities in which sulphur dioxide, among other substances, is released, the highest hourly SO_2 concentrations were measured at the Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívóz and Ostrava-Mariánské Hory stations. Concentrations were significantly lower at other sites. At the Ostrava-Fifejdy station, hourly concentrations of SO_2 reached the highest values of $1,565 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (11 January at 11 h CET), $1,481 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (27 January at 9 h CET) and $1,015 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (8 November at 8 h CET). The highest hourly concentrations of SO_2 at the Ostrava-Přívóz station were $908 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (15 January at 9 h CET), $875 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (21 March at 21 h CET) and $757 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (30 August at 7 h CET). The highest hourly concen-

¹ Remediation of the old environmental damage at Ostrava-Mariánské Hory proceeds through decontamination of waste lagoons formed by deposition of waste from refinery production commencing at the end of 19th century (after 1965, waste from regeneration of used lubricating oils by the state enterprise OSTRAMO Ostrava and, after 1992, also by OSTRAMO-Vlček company were also deposited here). Production operations were terminated in 1996.

Nejvyšší 24hodinové koncentrace SO₂ byly naměřeny na stanicích Ostrava-Fifejdy (195 µg.m⁻³ a 164 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (114 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (100 µg.m⁻³), Český Těšín (79 µg.m⁻³) a Ostrava-Mariánské Hory (73 µg.m⁻³).

25. nejvyšší hodinová koncentrace SO₂ dosahovala nejvyšších hodnot na stanicích Ostrava-Fifejdy (318 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (285 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (138 µg.m⁻³), Ostrava-Mariánské Hory (121 µg.m⁻³) a Český Těšín (103 µg.m⁻³). Čtvrtá nejvyšší 24hodinová koncentrace SO₂ dosáhla nejvyšších hodnot v podstatě na stejných stanicích Ostrava-Fifejdy (107 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (92 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (77 µg.m⁻³) a Český Těšín (43 µg.m⁻³).

Na 99,9 % plochy ČR byly 24hodinové koncentrace SO₂ pod dolní mezí pro posuzování (LAT). Pouze na méně než 0,1 % území byla dolní mez pro posuzování překročena. Týká se to pouze města Ostravy (obr. IV.7.1). Bodovými značkami jsou na stanicích znázorněny 24hodinové koncentrace SO₂ měřené na stanicích imisního monitoringu (obr. IV.7.2).

Znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 2018 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Na venkovských lokalitách nebyl v roce 2018 překročen imisní limit pro roční ani zimní průměrnou koncentraci (tab. XIII.21 a XIII.22). Nejvyšší zimní průměrná koncentrace byla zaznamenána na lokalitách Krupka (10,4 µg.m⁻³), Věřňovice (8,9 µg.m⁻³) a Lom (8,5 µg.m⁻³). Roční průměrná koncentrace dosáhla maxima na stejných lokalitách Věřňovice (7,8 µg.m⁻³), Krupka (7,4 µg.m⁻³) a Lom (7,1 µg.m⁻³).

K překročení horní meze pro posuzování (UAT) roční průměrné koncentrace SO₂ došlo v roce 2018 pouze na malých plochách Ústeckého, Karlovarského, Středočeského, Zlínského a Moravskoslezského kraje (obr. IV.7.3; tab. XIII.20). Ve stejných krajích došlo k překročení UAT průměrné koncentrace za zimní období 2018/2019 (obr. IV.7.4).

Pro konstrukci obou map (obr. IV.7.3 a obr. IV.7.4) byly použity všechny požadované stanice měřící SO₂ s přihlédnutím k jejich klasifikaci. Bodovými značkami jsou v mapách vyznačeny pouze stanice venkovské, jelikož pouze na těchto lokalitách se hodnotí zimní a roční průměrné koncentrace SO₂ vzhledem k imisnímu limitu pro ochranu ekosystémů a vegetace.

trations of this substance at the Ostrava-Mariánské Hory station were 595 µg.m⁻³ (17 January at 17 h CET), 462 µg.m⁻³ (15 March at 16 h CET), and 346 µg.m⁻³ (19 February at 10 h CET).

The highest 24-hour SO₂ concentrations were measured at Ostrava-Fifejdy (195 µg.m⁻³ and 164 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (114 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (100 µg.m⁻³), Český Těšín (79 µg.m⁻³), and Ostrava-Mariánské Hory (73 µg.m⁻³) stations.

The 25th highest SO₂ hourly concentration attained the highest values at the Ostrava-Fifejdy (318 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (285 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (138 µg.m⁻³), Ostrava-Mariánské Hory (121 µg.m⁻³) and Český Těšín (103 µg.m⁻³) stations. The fourth highest 24-hour concentration of SO₂ attained the highest values practically at the same stations, namely Ostrava-Fifejdy (107 µg.m⁻³), Ostrava-Přívoz (92 µg.m⁻³), Ostrava-Radvanice ZÚ (77 µg.m⁻³), and Český Těšín (43 µg.m⁻³).

Over 99.9% of the area of the Czech Republic, the 24-hour concentrations of SO₂ were under the lower assessment threshold (LAT). LAT was exceeded over only less than 0.1% of the territory. This applies only to the city of Ostrava (Fig. IV.7.1). The point symbols at the stations designate 24-hour SO₂ concentration measured at the air quality monitoring stations (Fig. IV.7.2).

Air pollution by sulphur dioxide in 2018 in relation to the pollution limit value for protection of ecosystems and vegetation

In 2018, neither the annual nor winter average concentrations exceeded the pollution limit value at rural locations (Tab. XIII.21 and XIII.22). The highest winter average concentrations were recorded at the Krupka (10,4 µg.m⁻³), Věřňovice (8,9 µg.m⁻³), and Lom (8,5 µg.m⁻³) locations. The annual average concentrations attained maximum values at the same locations Věřňovice (7,8 µg.m⁻³), Krupka (7,4 µg.m⁻³), and Lom (7,1 µg.m⁻³).

The upper assessment threshold (UAT) for the annual average SO₂ concentration was exceeded in 2018 over only small areas in the Ústí nad Labem, Karlovy Vary, Central Bohemian, Zlín and Moravian-Silesian regions (Fig. IV.7.3; Tab. XIII.20). The average concentration in the winter of 2018/2019 exceeded UAT in the same regions (Fig. IV.7.4).

All the background stations measuring SO₂, taking into account their classification, were used to construct the two maps (Fig. IV.7.3 and IV.7.4). On the maps, point symbols designate only rural stations because only at these locations the average winter

IV.7.2 Vývoj koncentrací oxidu siřičitého

K výraznému snížení imisních koncentrací SO₂ došlo po roce 1998 v souvislosti s nabytím účinnosti zákona č. 309/1991 Sb. a splněním předepsaných emisních limitů. Od té doby roční průměrné koncentrace této látky nepřekročily na venkovských lokalitách stanovený imisní limit 20 µg.m⁻³. V roce 2008 došlo na celém území ČR k dalšímu snížení koncentrací SO₂. V letech 2009 a 2010 bylo naopak zaznamenáno mírné zvýšení znečištění SO₂, ale od roku 2011 do roku 2016 je patrný další klesající trend. V roce 2017 byl klesající trend přerušen a došlo naopak k vzestupu koncentrací SO₂ (obr. IV.7.6 a IV.7.7). V roce 2018 se průměrné koncentrace této látky na většině typů lokalit meziročně snížily. Naopak k výraznému vzestupu došlo u hodinových koncentrací SO₂ na průmyslových a městských lokalitách (obr. IV.7.6). Tento vzestup ovlivnily koncentrace naměřené na lokalitách Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívoz a Ostrava-Mariánské Hory, které několikanásobně vzrostly v důsledku opakovaných krátkodobých epizod extrémních emisí SO₂, vznikajících při sanačních pracích na odpadních lagunách bývalého podniku OSTRAMO.

V ročním a zimním průměru je patrný mírný pokles koncentrací SO₂ v roce 2018 a za období 2018/2019. Tento pokles je viditelný jak u všech venkovských lokalit, tak i u kategorie regionálních lokalit (obr. IV.7.8).

Celkový klesající trend koncentrací SO₂ je způsoben poklesem emisí, odsířením uhelných elektráren a změnou používaných paliv (viz trendy ve vývoji emisí v kap. II). Vliv na meziroční kolísání koncentrací této látky mají rovněž v jednotlivých letech odlišné meteorologické a rozptylové podmínky.

Od roku 2008 je patrný klesající trend ve vývoji 4. nejvyšší 24hodinové a 25. nejvyšší hodinové koncentrace SO₂ na většině vybraných lokalit (obr. IV.7.5). Tento klesající trend je ještě více zřetelný v letech 2011–2016. V roce 2017 byl pokles zastaven a v roce 2018 opět obnoven na většině lokalit. Výrazný vzestup koncentrací této látky se v roce 2018 týkal pouze tří ostravských lokalit Fifejdy, Přívoz a Mariánské Hory, a to v důsledku ovlivnění při sanacích lagun OSTRAMO, jak již bylo dříve v textu uvedeno.

IV.7.3 Emise oxidu siřičitého

Zdrojem emisí oxidu siřičitého je především spalování pevných fosilních paliv, která obsahují síru. V roce 2017 pocházelo v celorepublikovém měřít-

and annual average SO₂ concentrations are measured in relation to the pollution limit values for protection of ecosystems and vegetation.

IV.7.2 Trends in sulphur dioxide concentrations

A substantial reduction in SO₂ concentrations occurred after 1998 in connection with coming into effect of Act No. 309/1991 Coll. and ensuring compliance with the prescribed emission limits. Since then, the annual average concentrations of this substance at rural locations have not exceeded the set pollution limit value of 20 µg.m⁻³. A further reduction in SO₂ concentrations occurred over all the Czech Republic in 2008. On the other hand, there was a slight increase in pollution by SO₂ in 2009 and 2010; however a further decreasing trend is apparent between 2011 and 2016. A decreasing trend discontinued in 2017 and, conversely, the SO₂ concentrations increased (Fig. IV.7.6 and IV.7.7). In 2018, the average concentration of this substance decreased in most types of sites inter-annually. On the contrary, there was a significant increase in hourly SO₂ concentrations in industrial and urban areas (Fig. IV.7.6). This increase was affected by concentrations measured at the Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívoz and Ostrava-Mariánské Hory localities which increased several times as a result of repeated short-term episodes of extreme SO₂ emissions arising from remediation work on waste lagoons of the former OSTRAMO company.

The annual and winter averages show a slight decrease in SO₂ concentrations in 2018 and 2018/2019. This decrease is apparent in all rural localities as well as in the category of regional localities (Fig. IV.7.8).

The overall decreasing trend in SO₂ concentrations follows a reduction in emissions, sulphur removal in coal-fired power plants and a change in the fuel types in use (see the emission trends in Chap. II). The varying meteorological and dispersion conditions in particular years also had an impact on the inter-annual variations in the concentrations of this substance.

Since 2008, a decreasing trend has been apparent in the 4th highest 24-hour and 25th highest hourly SO₂ concentrations at a majority of selected locations (Fig. IV.7.5). This decreasing trend is even more apparent in the 2011–2016 period. The decline discontinued in 2017 and it again resumed in most locations in 2018. Significant increase in concentrations of this substance in 2018 concerned

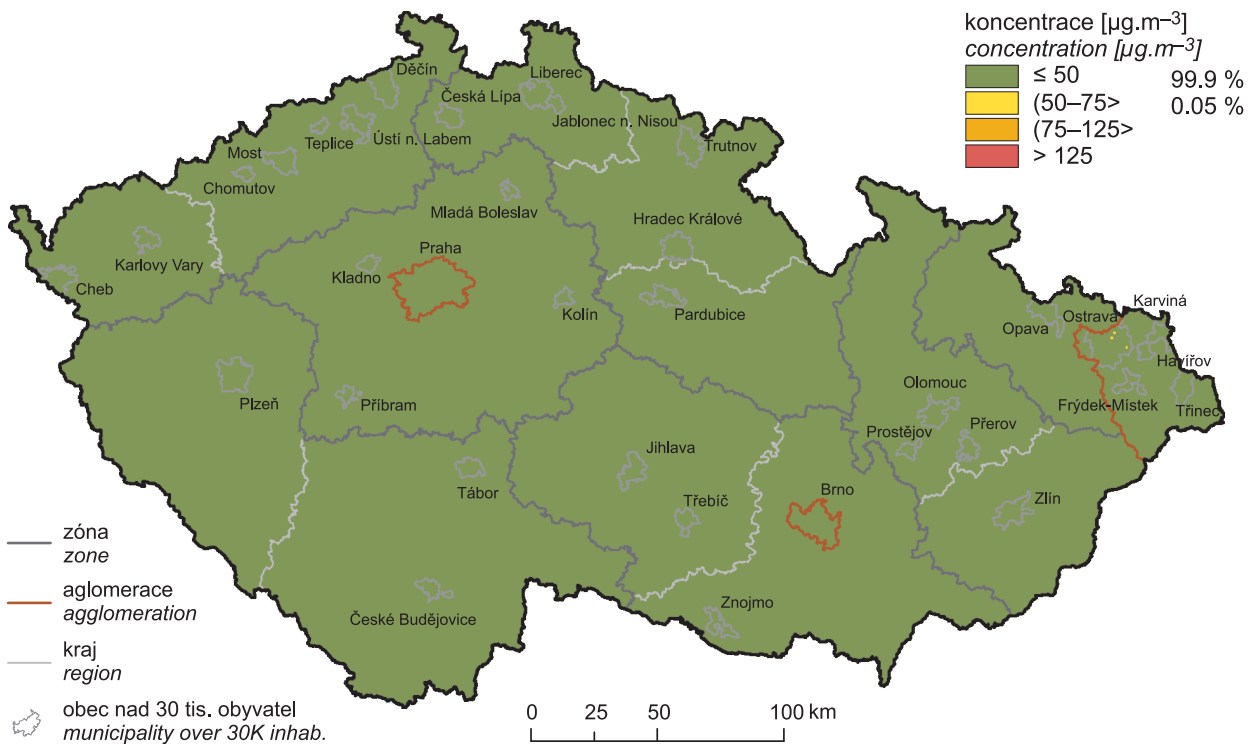
ku ze sektoru 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla 51,7 % emisí SO₂ a ze sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností 20,6 % (obr. IV.7.9). K poklesu emisí SO₂ v období 2008–2017 došlo po roce 2012 v důsledku přípravy zdrojů na plnění přísnějších emisních limitů (obr. IV.7.10). Vzhledem k převažujícímu vlivu sektoru Veřejná energetika a výroba tepla jsou emise SO₂ koncentrovány do Ústeckého, Moravskoslezského a Středočeského kraje, ve kterých se nacházejí větší energetické výrobní celky (obr. IV.7.11).

only three localities of Fifejdy, Přívoz and Mariánské Hory, as a result of the impact of remediation of the OSTRAMO lagoons, as previously mentioned in the text.

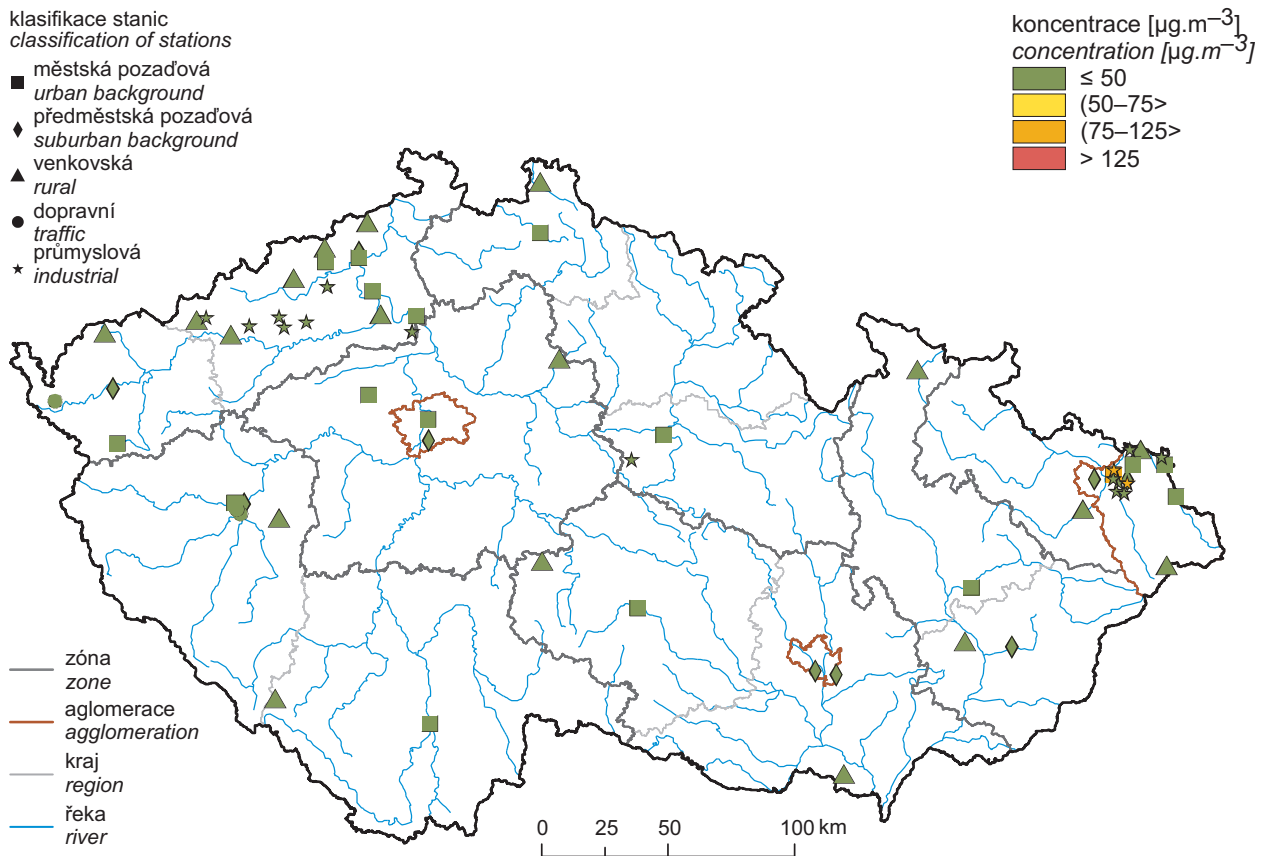
IV.7.3 Sulphur dioxide emissions

Sulphur dioxide emissions originate mainly from the combustion of solid fossil fuels containing sulphur. In 2017, at a national scale, 51.7% of SO₂ emissions originated from sector 1A1a – Public electricity and heat production and 20.6% from sector 1A4bi – Residential: Stationary (Fig. IV.7.9). A reduction in SO₂ emissions in the 2008–2017 period took place after 2012 as a result of preparation of sources for stricter emissions limits (Fig. IV.7.10). In view of the predominant effect of the sector of public electricity and heat production, SO₂ emissions appear mostly in the Ústí, Moravian-Silesian and Central Bohemian regions in which the larger energy production facilities are located (Fig. IV.7.10).

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ
IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE

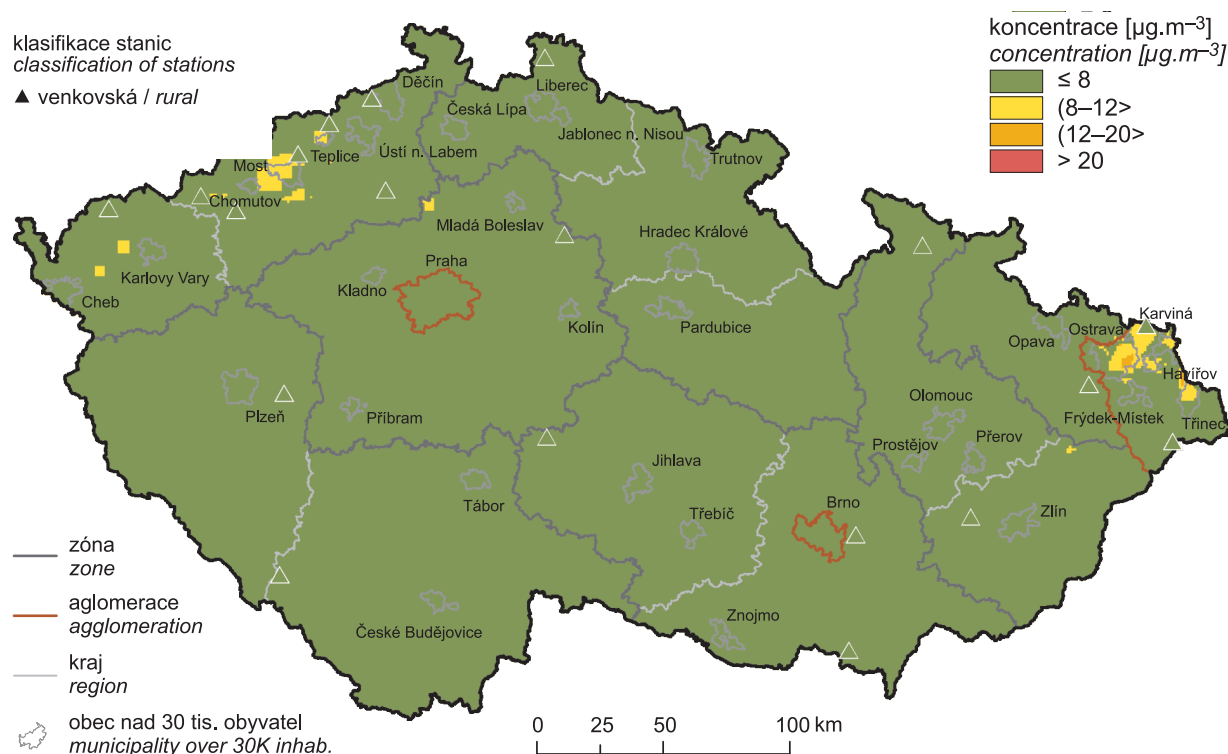


Obr. IV.7.1 Pole 4. nejvyšší 24hod. koncentrace SO_2 , 2018
Fig. IV.7.1 Field of the 4th highest 24-hour concentration of SO_2 , 2018

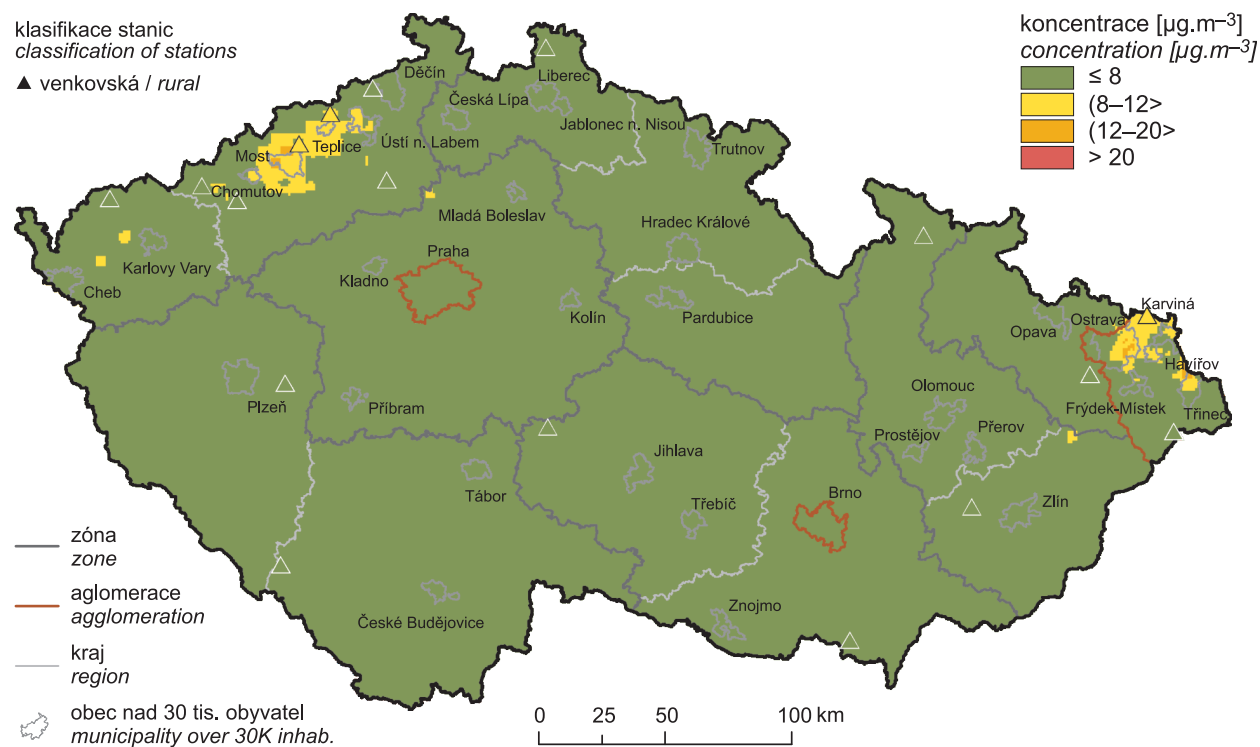


Obr. IV.7.2 4. nejvyšší 24hod. koncentrace SO_2 měřené na stanicích imisního monitoringu, 2018
Fig. IV.7.2 4th highest 24-hour concentrations of SO_2 in the ambient air quality network, 2018

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ
IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE

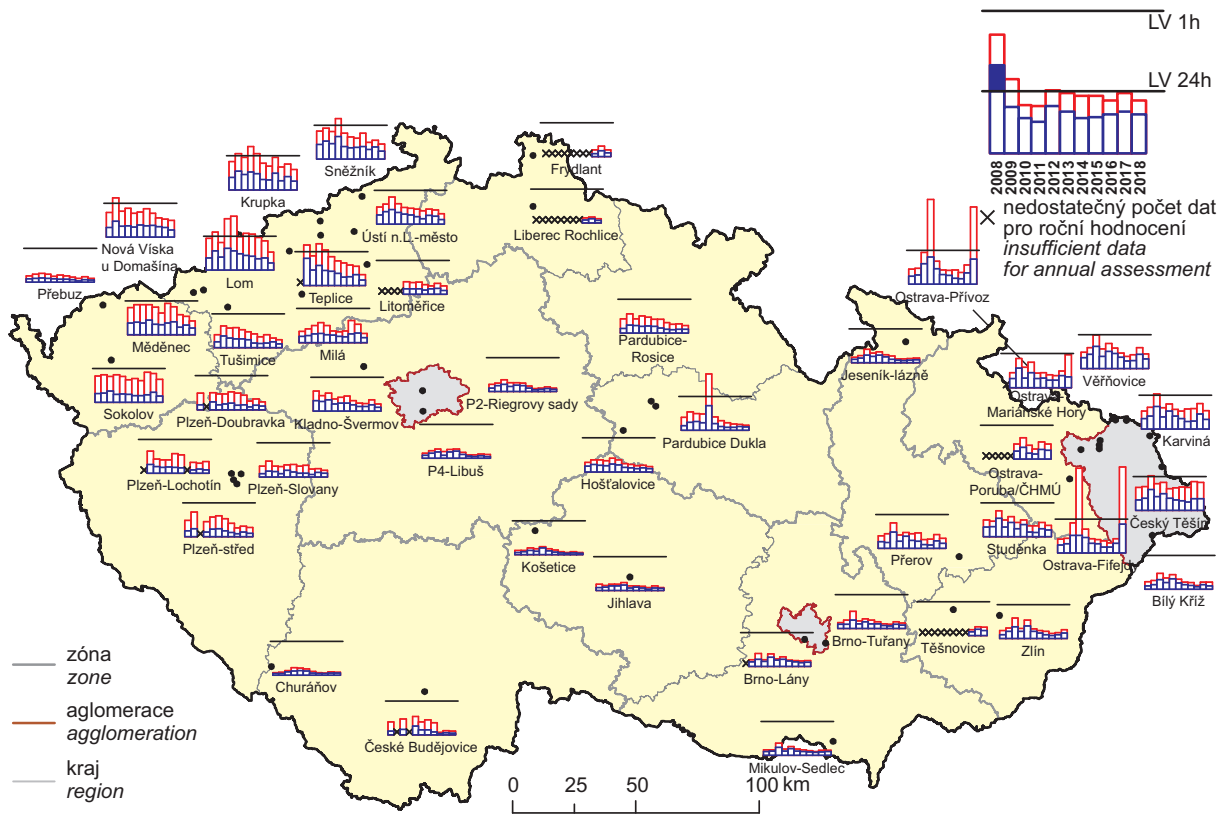


Obr. IV.7.3 Pole roční průměrné koncentrace SO₂, 2018
Fig. IV.7.3 Field of annual average concentration of SO₂, 2018



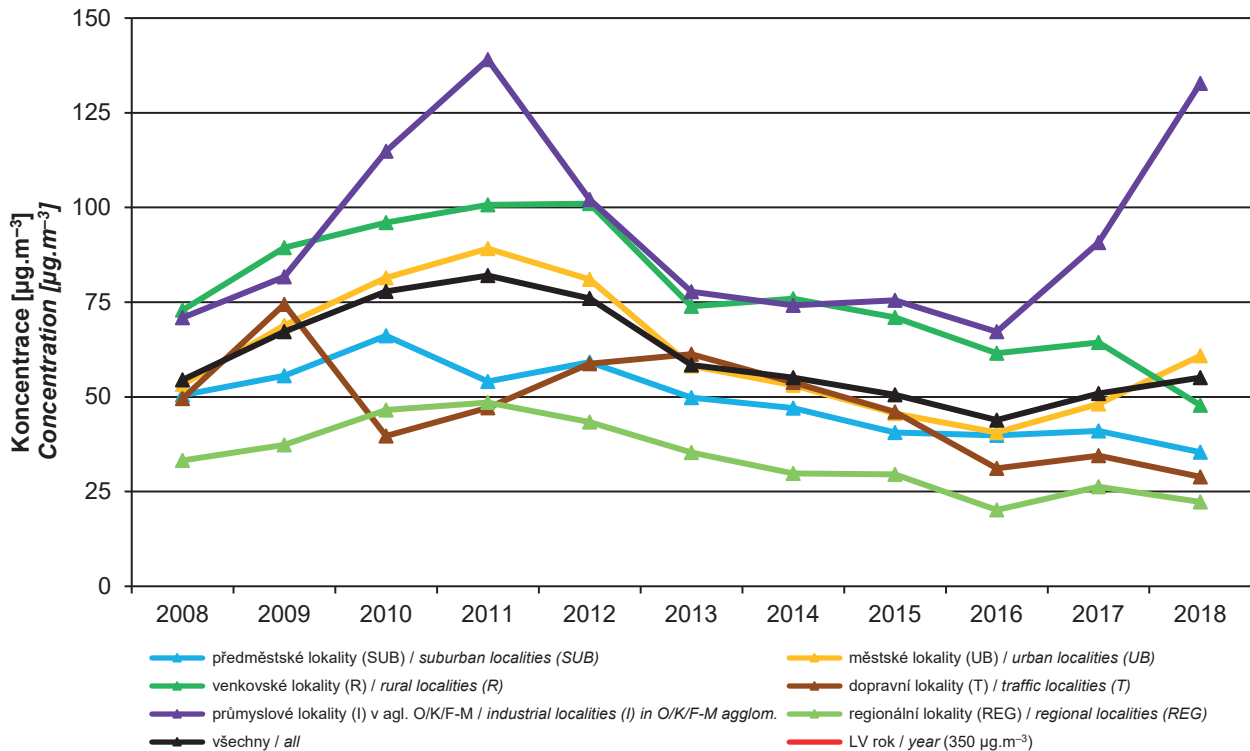
Obr. IV.7.4 Pole průměrné koncentrace SO₂ v zimním období 2018/2019
Fig. IV.7.4 Field of average concentration of SO₂ in the winter period 2018/2019

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ
IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE



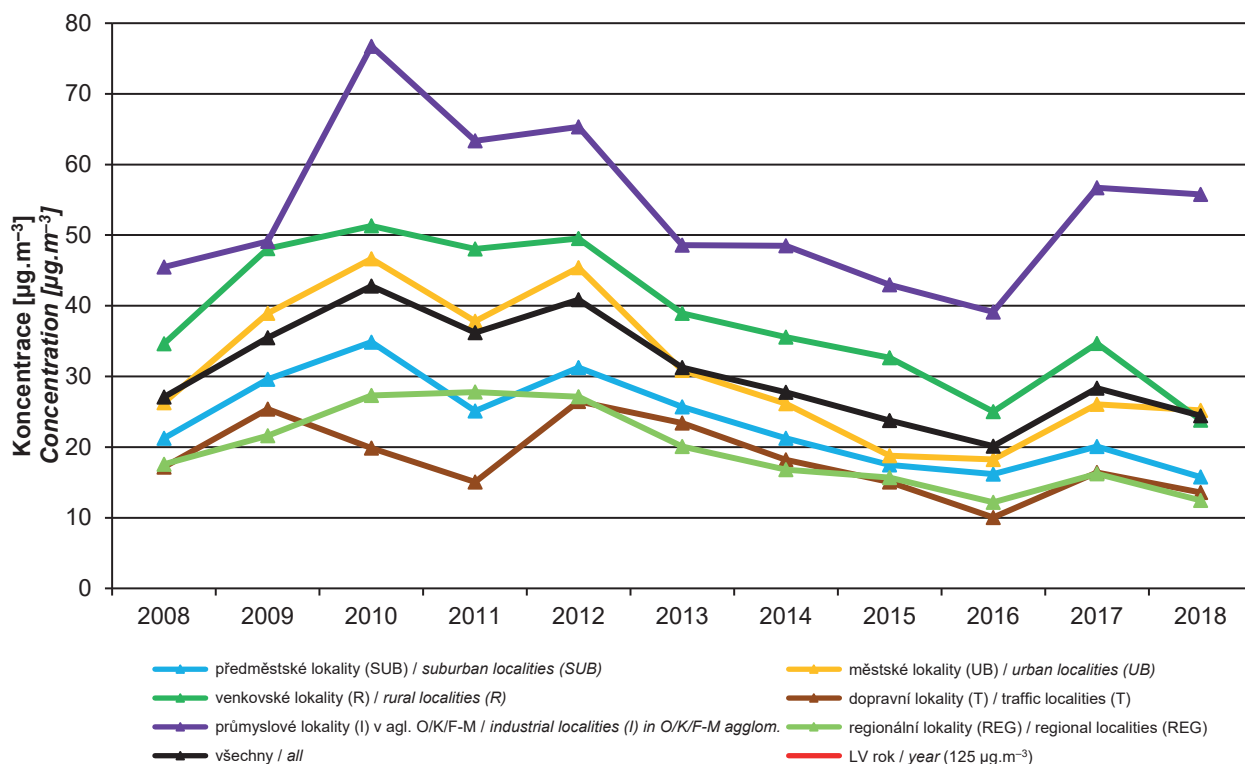
Obr. IV.7.5 4. nejvyšší 24hod. koncentrace a 25. nejvyšší hodinová koncentrace SO₂ na vybraných stanicích, 2008–2018

Fig. IV.7.5 4th highest 24-hour concentrations and 25th highest hourly concentrations of SO₂ at selected stations, 2008–2018



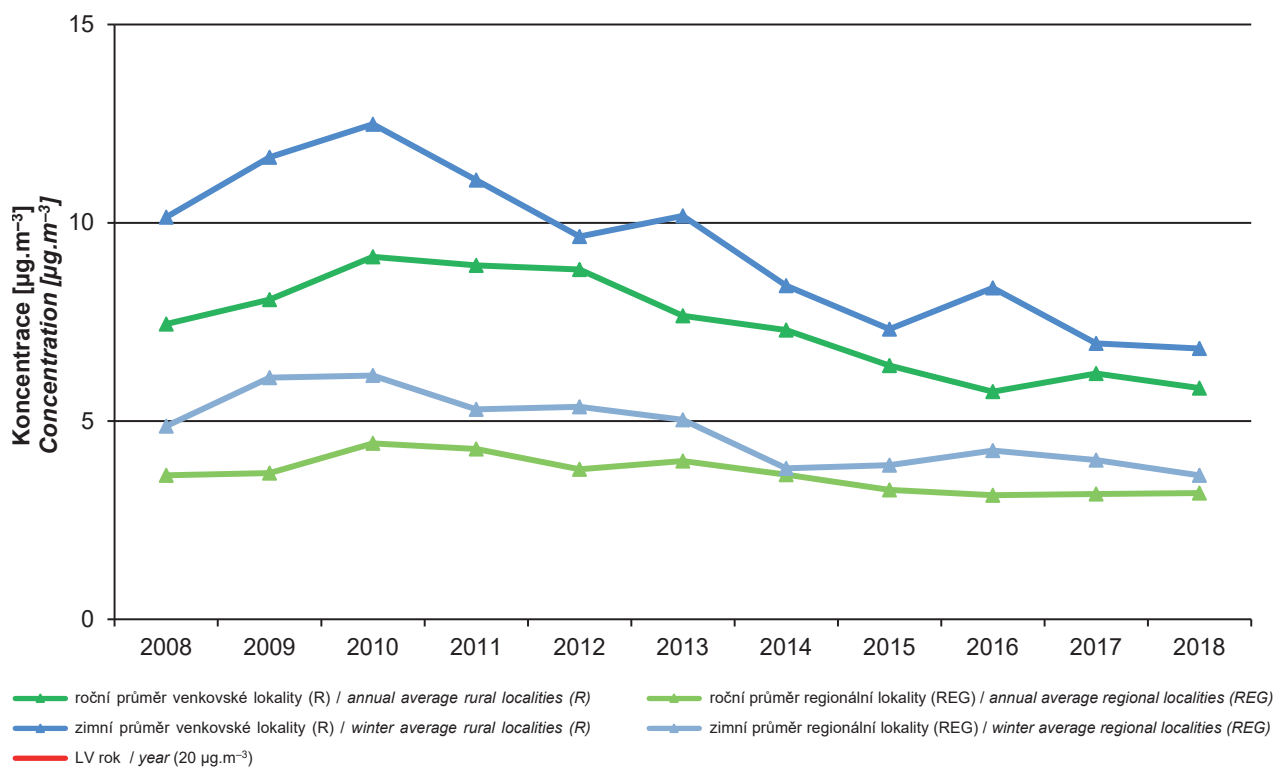
Obr. IV.7.6 Trendy ročních charakteristik SO₂ (25. nejvyšší 1hod. koncentrace) v České republice, 2008–2018
Fig. IV.7.6 Trends of SO₂ annual characteristics (25th highest hourly concentration) in the Czech republic, 2008–2018

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ
IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE



Obr. IV.7.7 Trendy ročních charakteristik SO₂ (4. nejvyšší 24hod. koncentrace) v České republice, 2008–2018

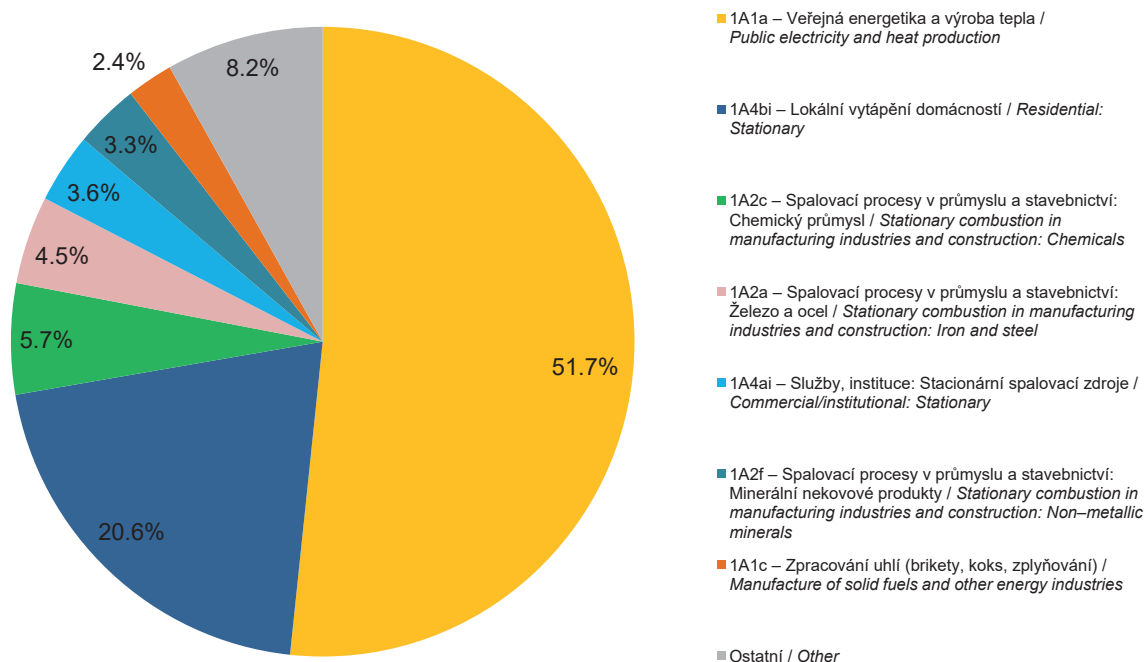
Fig. IV.7.7 Trends of SO₂ annual characteristics (4th highest 24-hour concentration) in the Czech republic, 2008–2018



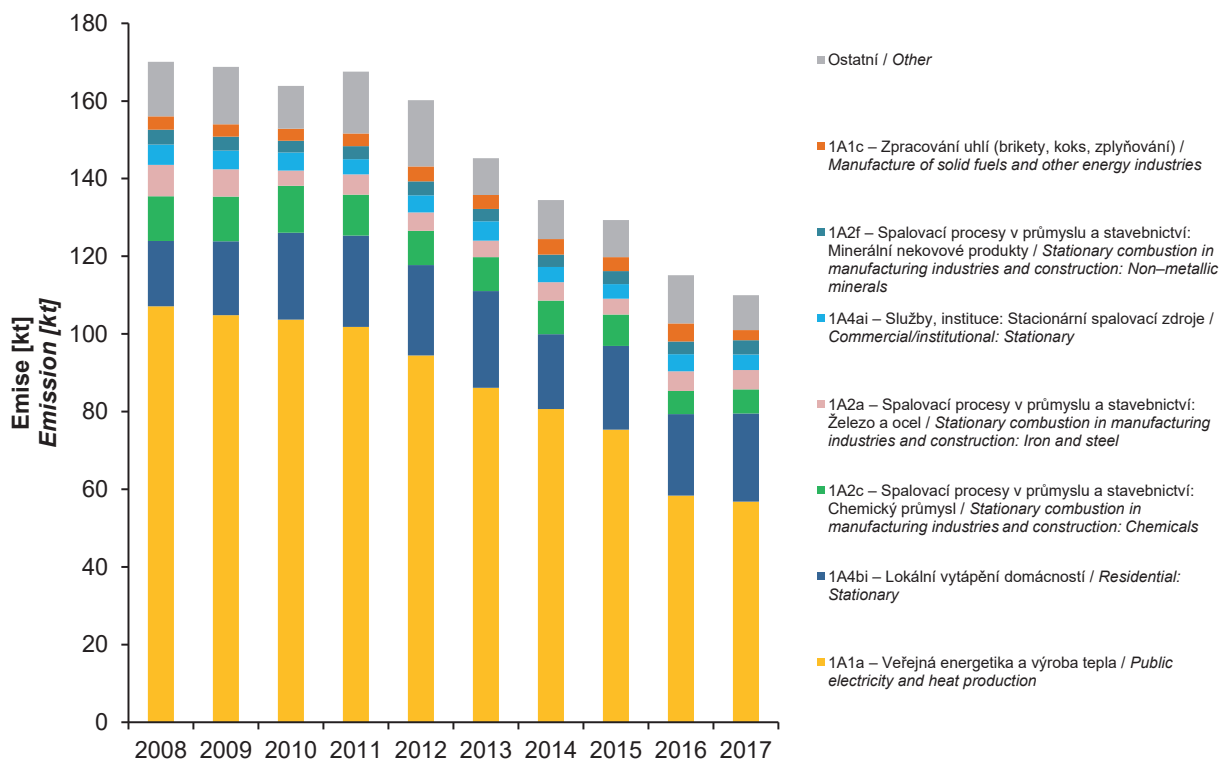
Obr. IV.7.8 Trendy ročních charakteristik SO₂ v České republice, 2008–2018

Fig. IV.7.8 Trends of SO₂ annual characteristics in the Czech republic, 2008–2018

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE

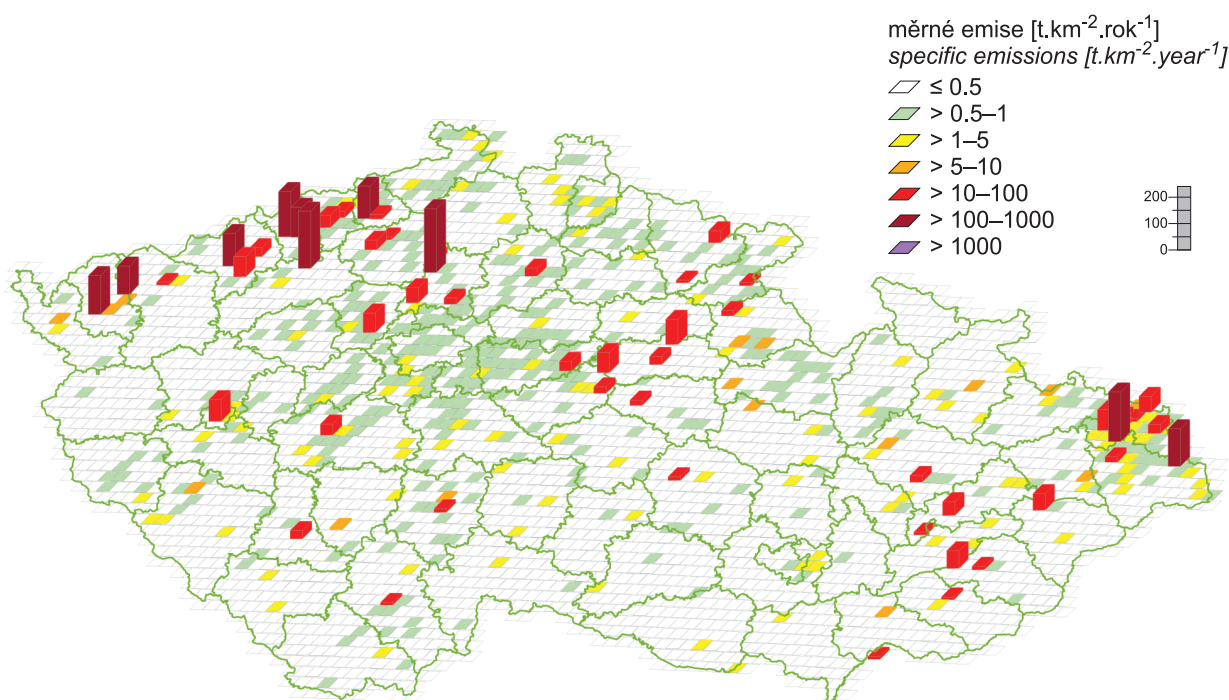


Obr. IV.7.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích SO₂, 2017
Fig. IV.7.9 Total emissions of SO₂ sorted out by NFR sectors, 2017



Obr. IV.7.10 Vývoj celkových emisí SO₂, 2008–2017
Fig. IV.7.10 The development of SO₂ total emissions, 2008–2017

IV.7 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID SIŘIČITÝ
IV.7 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – SULPHUR DIOXIDE



Obr. IV.7.11 Emisní hustoty oxidu siřičitého ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.7.11 Sulphur dioxide emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.8 OXID UHELNATÝ

IV.8.1 Znečištění ovzduší oxidem uhelnatým v roce 2018

V roce 2018 nebyl, stejně jako v předchozích letech, v ČR překročen 8hodinový imisní limit oxidu uhelnatého (CO) na žádné z 18 lokalit, na kterých bylo k dispozici dostatečné množství naměřených dat pro hodnocení kvality ovzduší (tab. XIII.23). Celkem bylo CO měřeno na 23 lokalitách. Nejvyšší denní 8hodinová průměrná koncentrace CO byla naměřena na lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ (3 888 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), přičemž imisní limit je 10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Jde o velmi exponovanou část města ovlivněnou průmyslem, dopravou i lokálními zdroji emisí. V pořadí druhá nejvyšší 8hodinová koncentrace CO byla naměřena na lokalitě Vratimov (2 296 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), která je klasifikovaná jako průmyslová a kde by bylo možné předpokládat také určité ovlivnění z nedaleké komunikace Datyňská. Třetí nejvyšší 8hodinová koncentrace této látky byla naměřena na venkovské lokalitě Tobolka-Čertovy schody (2 232 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), kde lze předpokládat ovlivnění z blízké Vápenky Čertovy schody.

Zvýšené koncentrace CO se vyskytují především na městských lokalitách ovlivněných dopravou, proto bylo zachováno měření této látky na lokalitách klasifikovaných jako dopravní. Na městských a venkovských pozadových lokalitách se pohybují koncentrace CO hluboko pod imisním limitem s výjimkou lokality Tobolka-Čertovy schody.

IV.8.2 Vývoj koncentrací oxidu uhelnatého

Na obr. IV.8.1 je patrný klesající trend maximální denní 8hodinové koncentrace CO na většině lokalit v ČR. V roce 2018 byly ve srovnání s předchozím rokem koncentrace CO na nižší úrovni. K poklesu koncentrací CO došlo na všech lokalitách ČR, kde probíhalo měření v obou letech. Výrazný pokles byl v roce 2018 zaznamenán na lokalitě Ostrava-Mariánské Hory, kde se v předchozím roce projevil vzestup v souvislosti se smogovou situací.

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 – Lokální vytápění domácností, který se v roce 2017 podílel na ce-

IV.8 CARBON MONOXIDE

IV.8.1 Air pollution by carbon monoxide in 2018

Similar to previous years, the 8-hour pollution limit value for carbon monoxide (CO) was not exceeded in the Czech Republic in 2018 at any of 18 locations for which a sufficient amount of measured data was available for evaluating the air quality (Tab. XIII.23). Overall, CO was measured at 23 locations. The highest daily 8-hour average CO concentration was measured at the Ostrava-Radvanice ZÚ location (3,888 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) when the pollution limit value is 10,000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. This is a very exposed part of the city affected by industry, traffic and local emission sources. The second highest 8-hour CO concentration was measured at the Vratimov location (2,296 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), classified as industrial, where it was also possible to expect certain influence from the nearby Datyňská road. The third highest 8-hour CO concentration was measured at the Tobolka-Čertovy schody rural location (2,232 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), possibly assuming influence from the nearby Čertovy schody lime production facility.

Elevated CO concentrations occur primarily at urban locations affected by traffic and thus measurement of this substance was retained at localities classified as traffic sites. At urban and rural background locations, the CO concentrations vary well below the pollution limit values, except for the Tobolka-Čertovy schody location.

IV.8.2 Trends in carbon monoxide concentrations

A decreasing trend in the maximum daily 8-hour CO concentrations can be seen at most locations in the Czech Republic as shown in Fig. IV.8.1. CO concentrations were at lower level in 2018 compared to the previous year. CO concentrations decreased at all locations in the Czech Republic where measurements were taken in both years. A significant decrease was recorded in 2018 in the Ostrava-Mariánské Hory locality where the previous year showed a rise in connection with the smog situation.

IV.8.3 Carbon monoxide emissions

Carbon monoxide is a product of combustion of carbon-containing fuels at low temperatures and insufficient availability of air for combustion. The greatest amounts of CO are formed in sector 1A4bi – Residential: Stationary which produced 67.8% of

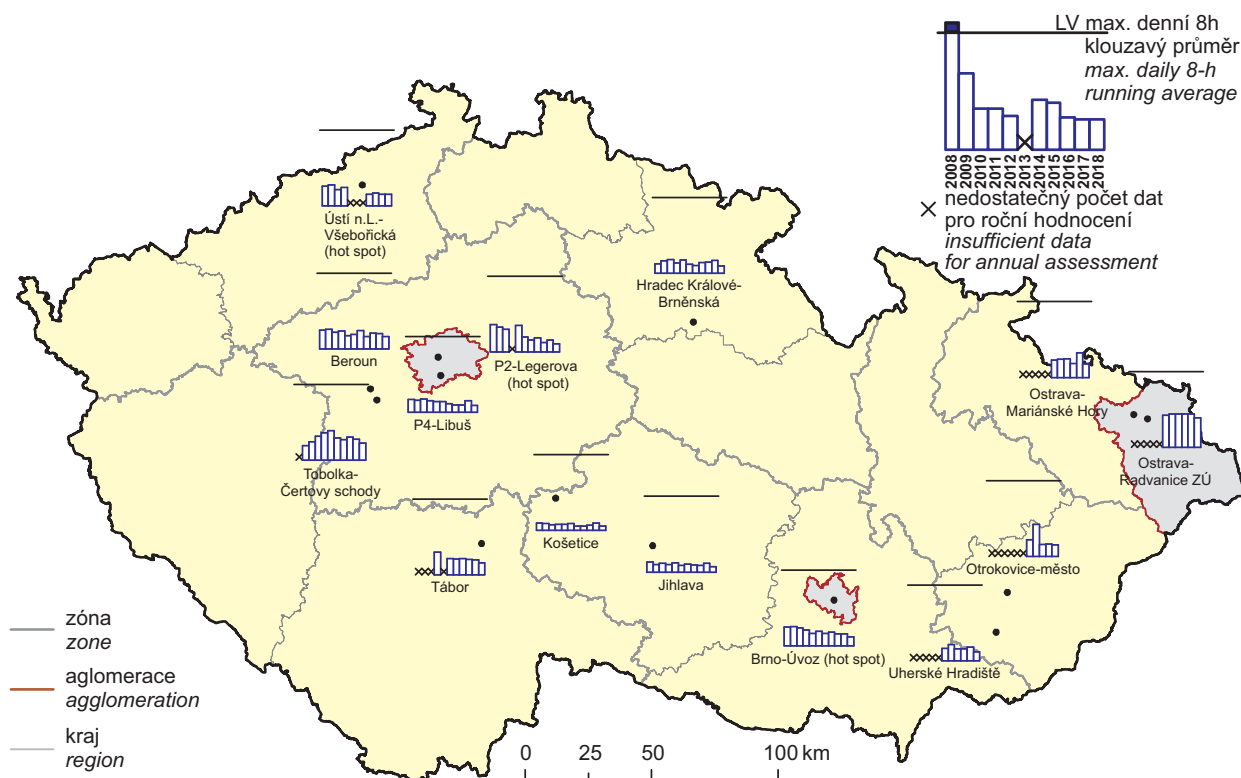
lorepublikových emisích 67,8 %. Mezi další významné zdroje patřily sektory 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel (11,3 %) a 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily (7,3 %; obr. IV.8.2). Klesající trend emisí CO v letech 2008–2017 (obr. IV.8.3) byl způsoben především přirozenou obnovou vozového parku a poklesem produkce železa a oceli po roce 2007. Vzhledem k převažujícímu vlivu sektoru 1A4bi je tento trend výrazně ovlivněn vývojem spotřeby pevných paliv v domácnostech (obr. II.7).

V jednotlivých oblastech ČR se podíl sektorů na celkových emisích liší podle konkrétní skladby zdrojů v dané oblasti (obr. IV.8.4). Vlivem převládajícího podílu lokálního vytápění jsou emise CO v ČR rozloženy po celém území obydlené zástavby. Vliv dopravy převládá podél dálnic, komunikací s intenzivní dopravou a ve větších městských celcích. Velké množství emisí CO v aglomeraci O/K/F-M pochází z výroby železa a oceli.

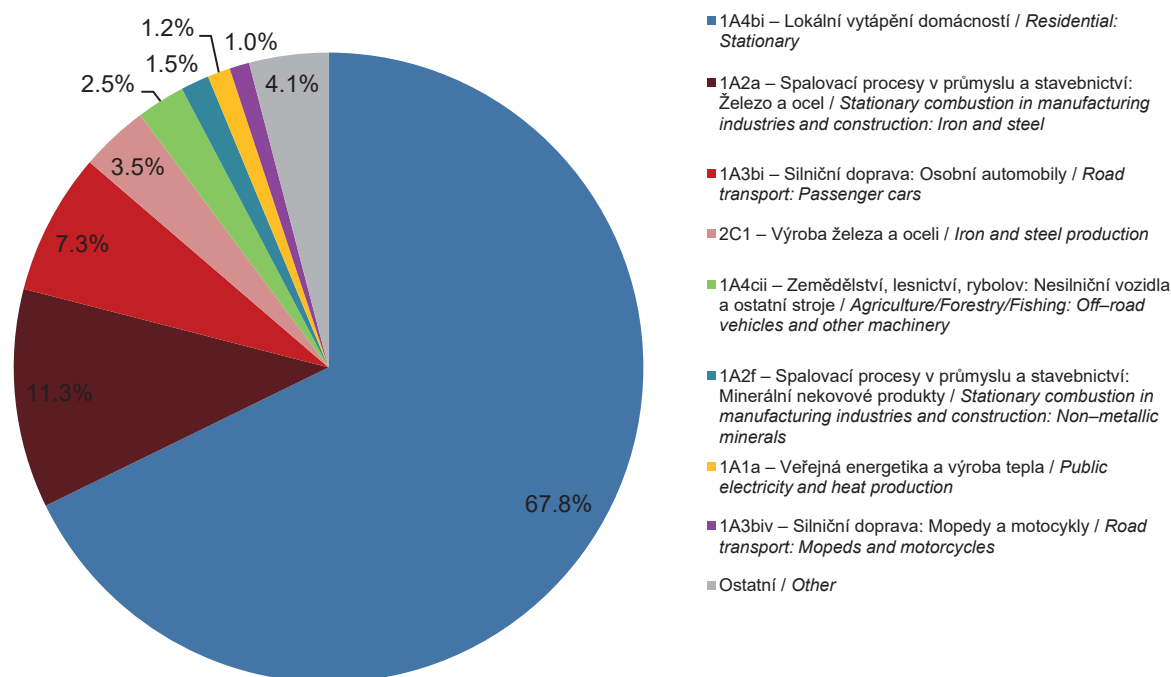
national emissions in 2017. Other important sources included sectors 1A2a – Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel (11.3%) and 1A3bi – Road transport: Passenger cars (7.3%) (Fig. IV.8.2). The decreasing trend in CO emissions in 2008–2017 (Fig. IV.8.3) was caused primarily by natural renewal of the vehicle fleet and a reduction in the production of iron and steel after 2007. In view of the predominant effect of sector 1A4bi this trend is substantially affected by evolution in consumption of solid fuels by households (Fig. II.7).

In the regions of the Czech Republic the contributions of the sectors differ in relation to the composition of sources in a given area (Fig. IV.8.4). Due to predominant effect of the local heating, CO emissions in the Czech Republic are distributed over the entire territory of residential buildings. The impact of transportation dominates along motorways, roadways with high traffic levels and in the larger urban units. The large amount of CO emissions in the O/K/F-M agglomeration is originates from the production of iron and steel.

IV.8 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID UHELNATÝ IV.8 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – CARBON MONOXIDE

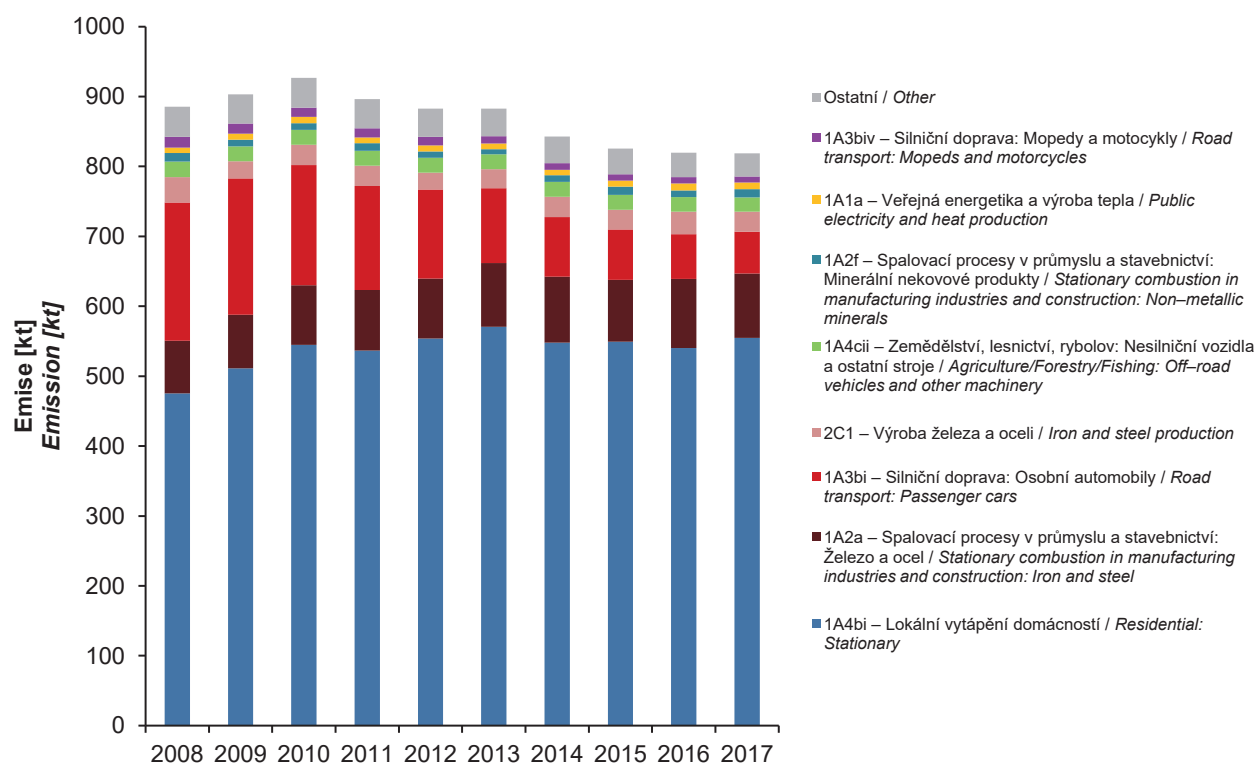


Obr. IV.8.1 Maximální denní 8hod. klouzavé průměrné koncentrace CO na vybraných stanicích, 2008–2018
Fig. IV.8.1 Maximum hourly 8-hour running average concentrations of CO at selected stations, 2008–2018

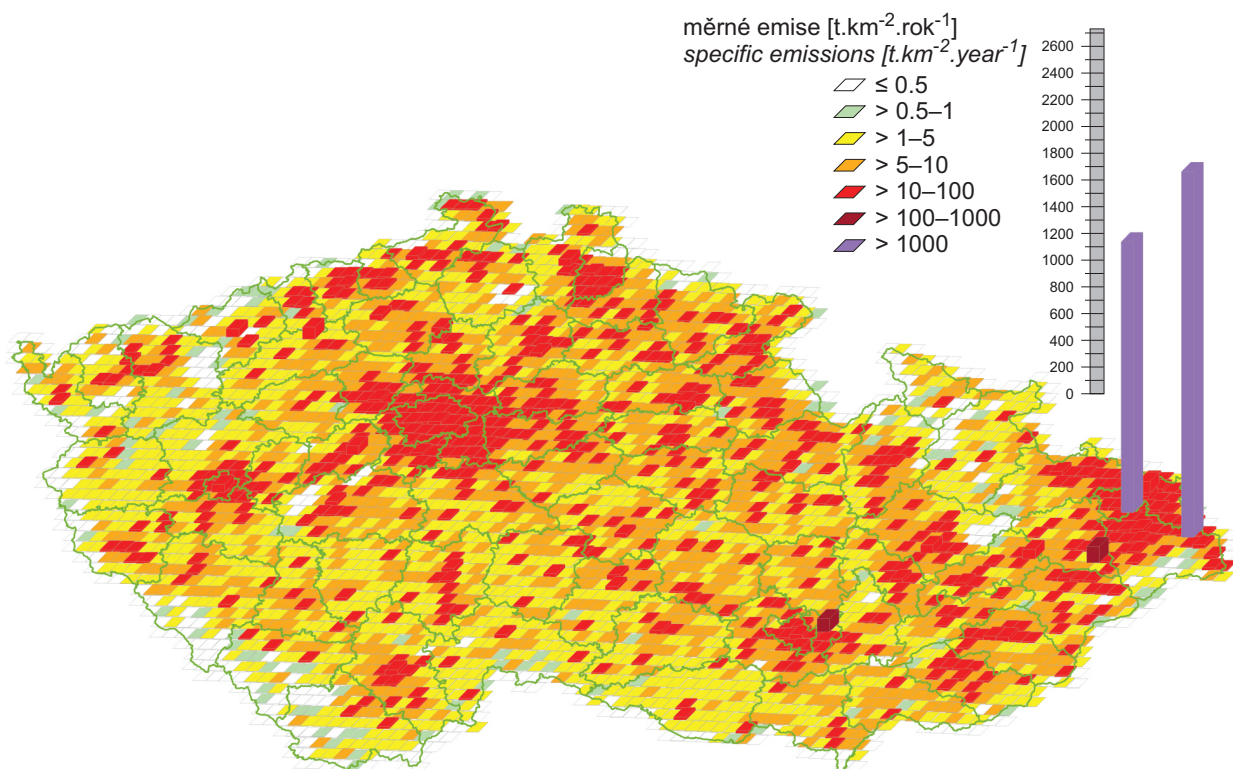


Obr. IV.8.2 Podíl sektorů NFR na celkových emisích CO, 2017
Fig. IV.8.2 Total emissions of CO sorted out by NFR sectors, 2017

IV.8 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – OXID UHELNATÝ
IV.8 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – CARBON MONOXIDE



Obr. IV.8.3 Vývoj celkových emisí CO, 2008–2017
Fig. IV.8.3 The development of CO total emissions, 2008–2017



Obr. IV.8.4 Emisní hustoty oxidu uhelnatého ze čtverců 5x5 km, 2017
Fig. IV.8.4 Carbon monoxide emission density from 5x5 km squares, 2017

IV.9 LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU

IV.9.1 Těkavé organické látky

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

Monitoring VOC byl do programu EMEP zařazen na základě rozhodnutí EMEP Workshop on Measurements of Hydrocarbons/VOC v Lindau 1989 (EMEP 1990). Vlastní měření bylo na Národní atmosférické observatoři (NAO) Košetice zahájeno v průběhu roku 1992, o tři roky později jej pak doplnilo identické měření na stanici Praha-Libuš. V rámci EMEP byl zpočátku monitoring realizován na pěti stanicích, ale v průběhu 20 let se počet stanic i rozsah měřených uhlovodíků několikrát změnil. Na NAO Košetice se podařilo udržet homogenní řadu měření až do současnosti. Od roku 2011 byla NAO Košetice zapojena do projektu ACTRIS, realizovaného v rámci EU 7th Framework Programme INFRA-2010-1-1.1.16: Research Infrastructures for Atmospheric Research. Na tento projekt navázal nástupnický projekt ACTRIS-2 pod H2020-INFRAIA-20142015, realizovaný v období 5/2015–4/2019. Problematika VOC byla řešena v pracovní skupině Trace gases networking: Volatile organic carbon and nitrogen oxides s cílem zkvalitnit a harmonizovat měření VOC v Evropě. V rámci projektu byly vyvinuty standardní operační postupy a testovány nejlepší měřicí techniky pro zajištění kvality. Laboratoř ČHMÚ se pravidelně účastnila round robin testu, kde v oblasti vlastní analýzy VOC výsledky potvrdily, že laboratoř vyhovuje doporučeným parametrům GC-systému a splňuje u většiny látek požadované nejistoty jak ve standardech, tak v reálných vzorcích. Po ukončení projektu ACTRIS-2 v roce 2019 budou aktivity v oblasti monitoringu a výzkumu VOCs pokračovat v rámci panevropské výzkumné infrastruktury.

IV.9 POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES

IV.9.1 Volatile organic compounds

Volatile organic compounds (VOCs) play an important role in atmospheric chemistry and thus in the oxidation strength of the atmosphere, affecting the condition and quality of the air. Together with nitrogen oxides, VOCs play an important role in the process of formation of ground-level ozone and other photo-oxidation pollutants. Conversion and decomposition of VOCs is usually initiated by reaction with a hydroxyl radical (Víden 2005). According to the Air Protection Act, a volatile organic compound is any organic compound or mixture of organic compounds, except methane, that has a vapour pressure of 0.01 kPa at 20 °C or has corresponding volatility under the specific conditions of its use. Because of the range of variously long reactivity of particular VOCs and their amounts, pollution limit levels were not established for these substances.

Monitoring of VOCs was included in the EMEP programme on the basis of a decision by the EMEP Workshop on Measurements of Hydrocarbons/VOCs in Lindau in 1989 (EMEP 1990). Regular measurement at the National Atmospheric Observatory Košetice (NAO Košetice) was launched during 1992 and three years later it was supplemented by the identical measurement at the Praha-Libuš station. In the framework of EMEP, initially measurements were made at five stations; however, over 20 years the number of stations and range of measured hydrocarbons has changed several times. A homogeneous series of measurements has well been maintained at NAO Košetice until now. Since 2011, NAO Košetice has been involved in the ACTRIS project, carried out in the context of the EU 7th Framework Programme INFRA-2010-1-1.1.16: Research Infrastructures for Atmospheric Research. The successor project ACTRIS-2 under H2020-INFRAIA-20142015 followed on from this project and is being implemented in the May 2015–April 2019 period. The subject of VOCs is part of the work of the Trace gases networking working group: Volatile organic carbon and nitrogen oxides, in an attempt to improve and harmonise VOC measurements in Europe. In the framework of the project, standard operational procedures were developed and the best measuring techniques for ensuring quality were tested. The CHMI laboratory regularly participated in a round robin test where the results of the analyses of VOCs confirmed that the laboratory complies with the recommended parameters of the GC system and meet the required uncertainty values for all the substances in both standards and real samples. Following the completion of the ACTRIS-2 project in 2019, VOCs

ry ACTRIS. Průměrné roční koncentrace většiny VOC na stanicích NAO Košetice i Praha-Libuš vykazují během 25 let monitoringu statisticky významný sestupný trend, který reflektuje pokles emisí VOC jak v ČR, tak v celém středoevropském prostoru (tab. IV.9.1.1). Trend koncentrací etanu je mnohem výraznější na předměstské stanici Praha-Libuš než na pozadové NAO Košetice. Výjimkou je pouze isopren, který je přírodního původu (je emitován listnatými stromy) a na obou stanicích vykazuje vzestupný trend. Obecně lze konstatovat, že koncentrace hlavních VOC byly v 90. letech minulého století na předměstské úrovni o cca 150–200 % vyšší než na pozadové stanici. V poslední dekádě se rozdíly mezi oběma stanicemi výrazně zmenšují.

Výsledky získané v roce 2018 nijak nevybočují z dlouhodobých trendů (tab. IV.9.1.1). Roční chod většiny VOC reflektuje emisní úroveň, tedy maximální hodnoty v zimě a minima v létě, pouze u isoprenu je tomu naopak (obr. IV.9.1.1).

Z aktuální zprávy o měření VOC v rámci EMEP (Solberg et al. 2018) vyplývá, že koncentrace VOC v regionálním měřítku kontinuálně klesají, a reflektují tak sestupný trend emisí. Úroveň koncentrací na NAO Košetice je srovnatelná s německými, švýcarskými a francouzskými stanicemi. U etanu je česká stanice dlouhodobě charakterizována nižšími ročními průměry. U většiny VOC jsou naměřené hodnoty v zimě obvykle velmi podobné německým stanicím, zatímco v létě jsou u hodnoty na NAO Košetice mírně nižší.

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

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

V roce 1999 byl přijat Göteborgský protokol ke zmírnění acidifikace, eutrofizace a dopadů přízemního ozonu, který vstoupil v platnost 17. května 2005 (UN-ECE 1999). Protokol obsahuje emisní stropy pro rok 2010 pro čtyři po-

monitoring and research activities will continue within the pan-European ACTRIS research infrastructure. The average annual VOC concentrations at the NAO Košetice and the Praha-Libuš stations over 25 years of monitoring exhibit a statistically significant decreasing trend reflecting the decrease in VOC emissions both in the Czech Republic and also in the entire European area (Tab. IV.9.1.1). The trend in ethane concentrations is much stronger at the suburban station of Praha-Libuš than at the background NAO Košetice. The only exception is isoprene which is of natural origin (emitted by broad-leaved trees), which exhibited an increasing trend at both stations. In general, it can be stated that the concentrations of the main VOCs at the suburban levels in the 1990's were approx. 150–200% higher than at the background station. The differences between the two stations have decreased substantially in the past decade.

The results obtained in 2018 do not in any way deviate from the long-term trends (Tab. IV.9.1.1). The annual variation in most VOC concentrations reflects the emission levels and thus maximum values in the winter and minima in the summer; the situation is the opposite only for isoprene (Fig. IV.9.1.1).

It follows from the current report on VOC measurements in the context of EMEP (Solberg et al. 2018) that the VOC concentrations continuously decrease on a regional scale and thus reflect the decreasing trend in emissions. The concentration level at NAO Košetice is comparable with those at the German, Swiss and French stations. The Czech station has long been characterised by lower annual average ethane concentrations. For most VOCs the concentrations measured in the winter are usually similar to those at German stations, while the values at NAO Košetice are slightly lower in the summer.

The Geneva Protocol concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or their Transboundary Transmission was adopted in November 1991 and came into effect in September 1997 (UN-ECE 1991). The Protocol contained three options for reducing VOCs:

1. 30% reduction in VOC emissions by 1999, where the base values were those for 1984 and 1990;
2. the same reduction as under (1) and the provision that the overall national emissions in 1999 do not exceed the 1988 level;
3. where 1988 emissions did not exceed the set limits, countries could adopt the 1999 level as the emission ceiling.

In 1999, the Göteborg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone was

Tab. IV.9.1.1 Průměrné roční koncentrace VOC v ovzduší na stanicích Košetice a Praha-Libuš
Tab. IV.9.1.1 Average annual concentrations of VOC in the ambient air at stations Košetice and Prague-Libuš

Těkavá organická látka Volatile organic compound		Roční průměr [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]									
		Košetice					Pha4-Libuš				
		1995	2000	2005	2010	2018	1995	2000	2005	2010	2018
Alkany	Etan	2.34	1.83	2.07	2.51	2.28	3.62	2.75	2.43	1.94	1.45
	Propan	1.80	1.28	1.21	1.28	1.04	2.15	1.71	1.65	1.82	0.81
	Butan	1.16	0.76	0.60	0.71	0.49	1.76	1.35	1.02	1.15	0.50
	2-methylpropan	0.68	0.61	0.37	0.47	0.31	1.14	0.80	0.80	1.03	0.37
	Pentan		0.39	0.29	0.35	0.22	1.21	0.79	0.52	1.74	0.25
	2+3 – methyl-pentan		0.32	0.27	0.15	0.12	0.90	0.83	0.47	0.31	0.13
	Hexan		0.17	0.09	0.11	0.07	0.60	0.41	0.16	0.18	0.07
	Heptan		0.05	0.03	0.06	0.12	0.30	0.14	0.07	0.14	0.14
	Oktan		0.05	0.02	0.05	0.14		0.12	0.06	0.09	0.15
Alkeny	Eten	1.28	0.82	0.77	0.55	0.65	2.52	1.69	1.32	0.45	0.57
	Propen	0.32	0.21	0.15	0.16	0.12	0.68	0.45	0.34	0.30	0.14
	suma Buteny		0.20	0.14	0.20	0.20	0.87	0.51	0.42	0.38	0.27
	suma Penteny		0.05	0.05	0.07	0.05		0.26	0.27	0.14	0.06
	Isopren	0.14	0.11	0.09	0.13	0.28		0.34	0.38	0.47	0.29
	Aromatické uhlovodíky	Benzen	1.05	0.74	0.42	0.58	0.48	1.51	1.20	0.62	0.72
Toluen	0.99	0.60	0.31	0.40	0.32	2.07	1.63	0.86	0.94	0.43	
Ethylbenzen		0.12	0.06	0.06	0.17	0.42	0.37	0.19	0.18	0.25	
m.p-Xylen		0.25	0.14	0.14	0.73	1.42	0.92	0.55	0.57	0.79	
o-Xylen		0.10	0.05	0.04	0.29		0.33	0.16	0.14	0.32	

lutanty včetně VOC. Podle protokolu měly být evropské emise VOC sníženy alespoň o 40 % proti roku 1990. ČR, podobně jako většina stře-doevropských zemí (s výjimkou Polska), tento limit splnila – emise VOC v ČR období 1990–2010 poklesly o 51 % (EEA 2013c).

Emise těkavých organických látek

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

Největší množství emisí VOC vzniklo v roce 2017 v sektoru 1A4bi – Lokální vytápění domácností (47,7 %). Podíl dopravy včetně odparů z palivového systému vozidel činil 7,6 %. Významné zdroje emisí VOC v ČR se nacházejí v sektoru užití a aplikace organických rozpouštědel (NFR 2D3), který se na znečišťování ovzduší těmito látkami podílel 33,1 %. Do

adopted and it came into effect on 17 May 2005 (UN-ECE 1999). The Protocol contains the emission ceilings for 2010 for four pollutants including VOCs. According to the Protocol, European VOC emissions were to be reduced by at least 40% compared to 1990. The Czech Republic, similarly to most Central European countries (except Poland), has fulfilled this limit – VOC emissions in the Czech Republic decreased by 51% in the 1990–2010 period (EEA 2013c).

Emissions of volatile organic compounds

Chemical products containing VOCs are used in a wide range of applications in households and industry as cleaning agents, solvents and degreasing agents. They can find use as components of coatings, varnishes, adhesives and pharmaceutical products. VOCs are released during the storage and use of petroleum products. They are also formed in incomplete combustion.

In 2017, the largest amount of VOC emissions originated from the sector 1A4bi – Residential: Stationary (47.7%). The share of transport including releases from the vehicle fuel systems reached 7.6%. Significant amounts of VOC emissions in the CR originate

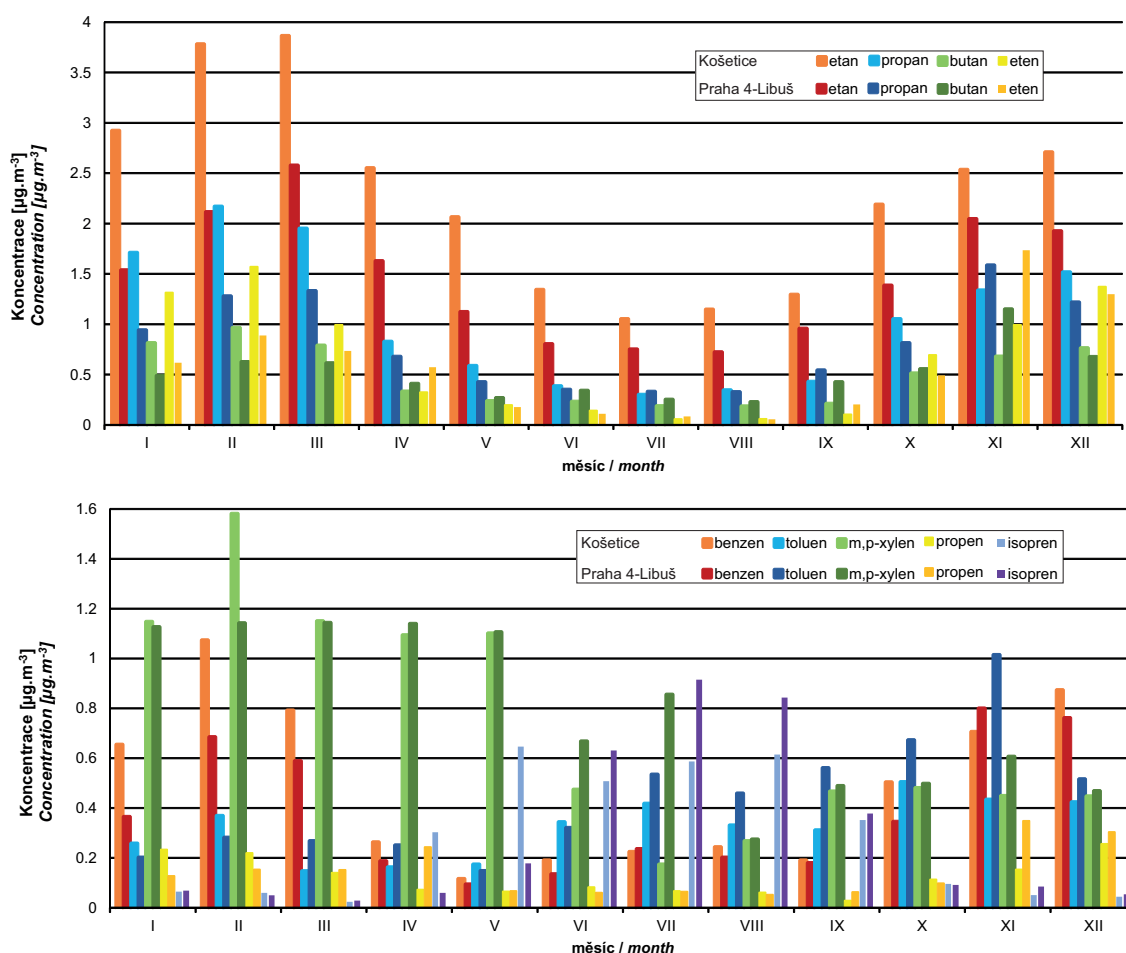
IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES

tohoto sektoru spadají činnosti 2D3a – Použití rozpouštědel v domácnostech (4,9 %), 2D3d – Aplikace nátěrových hmot (14,5 %), 2D3e – Odmašťování (3,4 %), 2D3f – Chemické čištění (0,03 %), 2D3g – Výroba a zpracování chemických produktů (5,1 %), 2D3h – Tiskárenský průmysl (1,7 %) a 2D3i – Ostatní použití rozpouštědel (3,5 %). Část těchto emisí je do ovzduší vnášena řízeně, ale velká část jich uniká do ovzduší ve formě fugitivních emisí, jejichž omezení je obtížné (obr. IV.9.1.2).

Celkové emise VOC měly v období let 2008–2017 klesající trend (obr. IV.9.1.3), který byl způsoben aplikací produktů s nižším obsahem těžkých organických látek, např. vodou ředitelných barev nebo práškových plastů. U maloodběratelských balení nátěrových hmot je uplatňována legislativní regulace omezující maximální obsah rozpouštědel v produktech dodávaných na trh. Vlivem neustálé obnovy vozového parku dochází i k průběžnému snižování emisí VOC z dopravy.

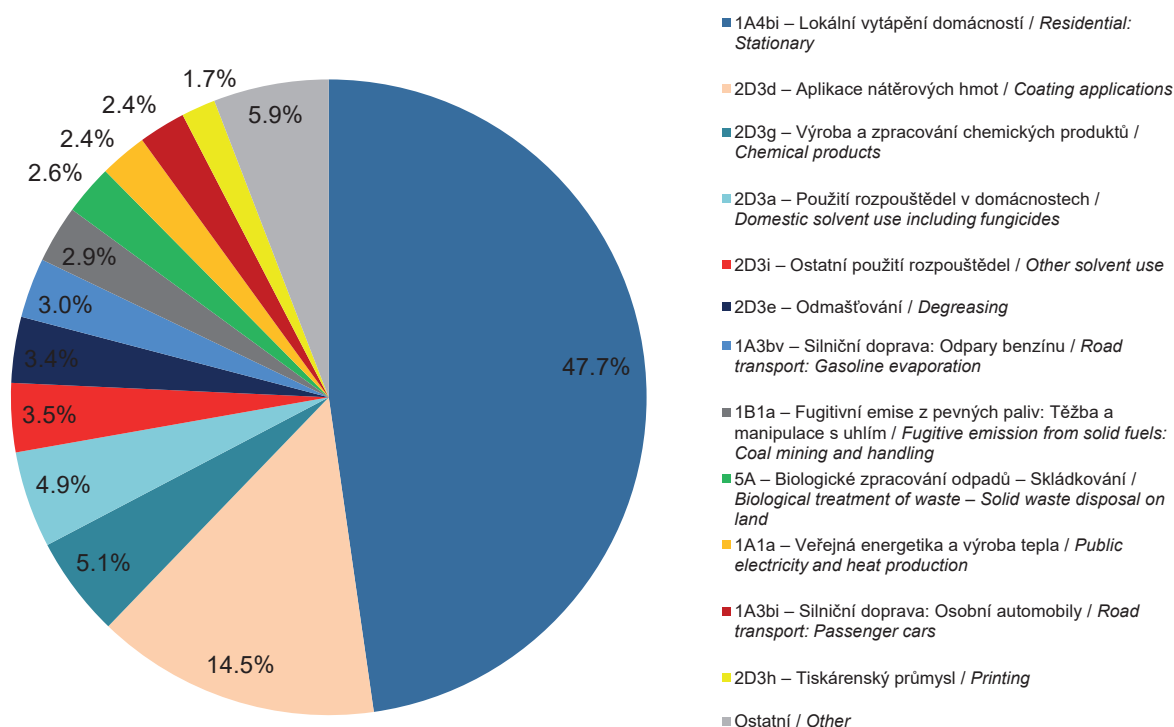
from the sector of the use and application of organic solvents (NFR 2D3) which contributed by 33.1% to pollution of the air by these substances. This sector encompasses activities 2D3a – Domestic solvent use including fungicides (4.9%), 2D3d – Coating applications (14.5%), 2D3e – Degreasing (3.4%), 2D3f – Dry cleaning (0.03%), 2D3g – Chemical products (5.1%), 2D3h – Printing (1.7%) and 2D3i – Other solvent use (3.5%). Some of these emissions are released into the air in a controlled manner, but a substantial part of them escape into the air in the form of fugitive emissions which are difficult to control (Fig. IV.9.1.2).

Total VOC emissions in the 2008–2017 period exhibited a decreasing trend (Fig. IV.9.1.3), caused by the use of products with lower volatile organic compound contents, e.g. water-based coatings and plastic powders. Legislative regulations apply to retail packaging of coatings, limiting the maximum solvent contents in products placed on the market. The constant renewal of the vehicle fleet is leading to a continuous reduction in VOC emissions from transport.

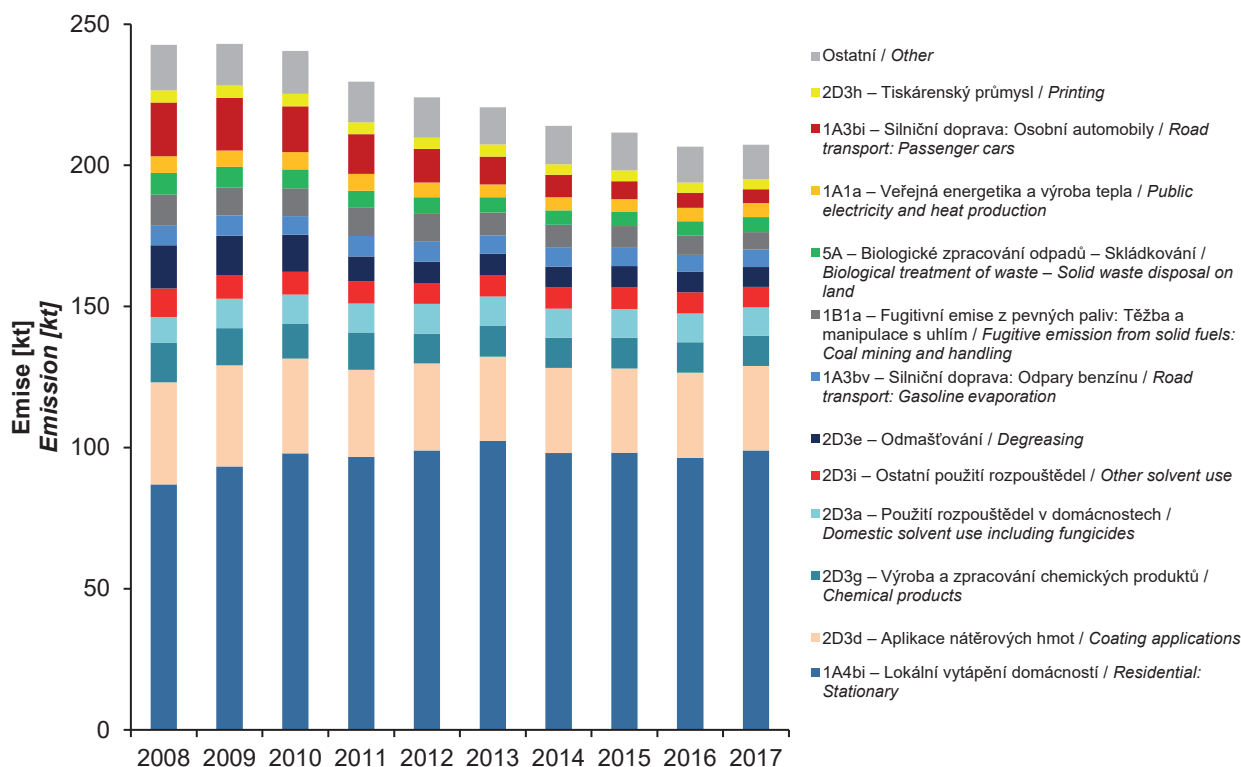


Obr. IV.9.1.1 Roční chod průměrných měsíčních koncentrací VOC, 2018
Fig. IV.9.1.1 Annual course of average monthly concentrations of VOC, 2018

IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES



Obr. IV.9.1.2 Podíl sektorů NFR na celkových emisích VOC, 2017
Fig. IV.9.1.2 Total emissions of VOC sorted out by NFR sectors, 2017



Obr. IV.9.1.3 Vývoj celkových emisí VOC, 2008–2017
Fig. IV.9.1.3 The development of VOC total emissions, 2008–2017

IV.9.2 Měření početní velikostní distribuce aerosolových částic

Atmosférické aerosoly jsou tvořeny širokým spektrem částic s různými vlastnostmi (velikost, tvar, chemické složení) (Hinds 1999; Pöschl 2005; Seinfeld, Pandis 2006). Hmotnost částic (zejména ultrajemných) ve standardně měřeném velikostním spektru PM_{10} a $PM_{2,5}$ 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).

V rámci spolupráce ČHMÚ s Ústavem chemických procesů (ÚCHP AV ČR) je od května roku 2008 na Národní atmosférické observatoři Košetice (NAO Košetice) provozováno měření velikostní distribuce aerosolových částic. Realizace měření je podpořena také díky zapojení stanice do projektů ACTRIS-2 a ACTRIS-CZ (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure Network). Požadovaná stanice Košetice je lokalizována mimo přímé zdroje znečištění.

V denním spektru velikosti částic v roce 2018 dochází od ranních hodin k postupnému nárůstu počtu částic nukleačního módu (velikost částic do 20 nm), který pokračuje až do dosažení maxima mezi 16. a 17. hodinou. Vývoj počtu částic ve zbylé části spektra (Aitkenův a akumulací módu) dosahuje nejvyšších hodnot po 18. hodině. Nárůst počtu částic v odpoledních hodinách je pravděpodobně spojen i s procesem vzniku částic a jejich následném růstu do vyšších velikostí. Další faktor ovlivňující počty částic je i stabilita atmosféry a podmínky jejího zředění. Na denním spektru z NAO Košetice je zřetelně vidět úbytek počtu částic mezi 10. a 16. hodinou, který je ovlivněn právě dobrým promícháním atmosféry. Naopak ve večerních hodinách dochází k nárůstu počtu částic i vlivem snížení výšky mezní vrstvy atmosféry (obr. IV.9.2.1)¹.

Výraznější denní chod počtu částic pozorujeme na stanici Ústí nad Labem-město, kde měření velikostní distribuce částic probíhá od poloviny roku 2011. Stoupající počet částic od ranních ho-

¹ Pozn. Jednotka $dN/d\log D_p$ 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).

IV.9.2 Measurement of the numerical size distribution of aerosol particles

Atmospheric aerosols consist of a wide range of particles with different properties (size, shape, chemical composition) (Hinds 1999; Pöschl 2005; Seinfeld, Pandis 2006). The mass of particles (especially ultra-fine particles) in the standard PM_{10} and $PM_{2,5}$ size spectrum is negligible compared to their numbers. Therefore, the measurement of a number of particles and size distribution is used for some assessments of the effects of aerosol particles (health impacts, climate impact) (Tuch et al. 1997, Stanier et al. 2004).

In the context of cooperation of CHMI with the Institute of Chemical Process Fundamentals of the Czech Academy of Sciences (ICPF CAS), measurement of the size distribution of aerosol particles has been performed since 2008 at the National Atmospheric Observatory Košetice (NAO Košetice). The implementation of these measurements is also supported by participation of the station in the ACTRIS-2 and ACTRIS-CZ (Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network) projects. The Košetice background station is located away from direct pollution sources.

The daily spectrum of particle sizes in 2018 exhibits a gradual increase in the number of particles in the nucleation mode (smaller than 20 nm) from the morning hours that continues until a maximum is attained between 16 and 17 hours. The trends in the number of particles in the remaining parts of the spectrum (the Aitken and accumulation modes) attain the greatest values after 18 hours. The increase of the number of particles in the afternoon hours is also probably linked with the process of formation of the particles and their successive growth to bigger sizes. Another factor affecting particle numbers is the stability of the atmosphere and its dispersion conditions. The daily spectrum from the NAO Košetice clearly shows the decrease in the number of particles between 10 and 16 hours, which is influenced by the good mixing of the atmosphere. Conversely, in the evening, there is an increase in the number of particles due to lowering of the height of boundary layer of the atmosphere (Fig. IV.9.2.1)¹.

Stronger daily variation of the number of particles is observed at the Ústí nad Labem-city station, where measuring of the size distribution of partic-

¹ The $dN/d\log D_p$ unit denotes the normalized number of particles in a given size category. The distribution of the number of aerosol particles does not correspond to a symmetrical normal distribution, therefore a logarithmic transformation is used to display the aerosol spectrum to obtain a log-normal distribution (Hinds 1999). The Y-axis indicates the nano-meter particle size categories of aerosol particles, the colour scale shows the number of particles in a given size category (the number of particles increases from cold to warm colours).

din ve všech částech spektra reflektuje nejen do-
pravní špičku, ale i narůstající výskyt produktů
spalování z průmyslových zdrojů. S těmito zdro-
ji je spojena jak zvýšená produkce částic, tak
i jejich plynných prekurzorů, ze kterých mohou
fotochemickými procesy vznikat sekundární čás-
tice. Nejvýrazněji se projevuje nárůst částic mezi
20 a 70 nm, které dosahuje maxima mezi 7. a 8.
hodinou ranní. Pokles koncentrací ve všech čás-
tech spektra mezi 12. a 14. hodinou je vystřídán
opětovným nárůstem v pozdních odpoledních
a večerních hodinách.

Zatímco v noci dochází k poklesu počtu částic
nukleačního módu, dominantní se stávají částice
velikostní kategorie 30–70 nm (obr. IV.9.2.2).
Jak již bylo zmíněno v předchozí části, změny
v početní koncentraci jsou ovlivněny nejen zdro-
ji, ale i stabilitou atmosféry. Zatímco během dne
je atmosféra dobře promíchávána díky turbu-
lentnímu proudění, ve večerních hodinách, kdy
turbulence ustává, se atmosféra stabilizuje (Stull
2003).

Stanice Lom v Ústeckém kraji zahájila měření
velikostní distribuce aerosolových částic v roce
2017. Tato pozad'ová průmyslová stanice je lo-
kalizována přibližně 4 km od petrochemického
komplexu a asi 500 m od města Lom. V denním
spektru lze dobře identifikovat nárůst počtu částic
ve velikostní kategorii mezi 30 a 70 nm, který trvá
od 5. do 8. hodiny. Od 11. hodiny se v mediáno-
vém spektru projevuje růst částic, kdy se částice
nukleačního módu během dne transformují do
větších částic aerosolového spektra. Popsané den-
ní spektrum pravděpodobně reflektuje vliv prů-
myslových zdrojů, ale i dopravy a velkých měst
v okolí (obr. IV.9.2.3).

Nejvyšší celkové počty částic byly naměřeny na
stanici Ústí nad Labem město. Maximální mediá-
nové hodnoty byly dosaženy v dubnu (8 020 čás-
tic.cm⁻³) a v říjnu (7 500 částic.cm⁻³). Podobný
chod celkových koncentrací během roku pozo-
rujeme i u stanice Lom. Zde se však projevují
konstantně vysoké hodnoty od března do května
(medián kolísá okolo hodnoty 6800 částic.cm⁻³).
Celkový počet částic na stanici NAO Košetice
pozvolna narůstal od února do května, kdy bylo
dosaženo nejvyšších hodnot stejně jako v červen-
ci (medián byl mírně přes 4 200 částic.cm⁻³). Na
všech třech porovnávaných stanicích byl pozorov-
án podobný měsíční chod celkového počtu částic
s vysokými hodnotami v jarním období. Nárůst
celkového počtu částic je spojen s událostmi vzni-
ku nových částic. Tyto události jsou častější právě

*les has been performed since mid-2011. The increa-
sing number of particles in all parts of the spectrum
starting in the morning reflects not only peak traffic
conditions, but also the increasing occurrence of
combustion products from industrial sources. The-
se sources are connected with elevated production
of both particles and their gaseous precursors, from
which secondary particles can be formed by photo-
chemical processes. Increase of particles between
20 and 70 nm is the most extensive, reaching the
maximum between 7 and 8 hours in the morning.
A reduction in concentration of particles in all parts
of the spectrum between 12 and 14 hours is followed
by a resumed increase in the evening and at night.*

*While the number of particles in the nucleation mode
decreases at night, particles in the 30–70 nm size
range become predominant (Fig. IV.9.2.2). As al-
ready mentioned earlier, changes in the counting
concentration are affected not only by the sources
but also by stability of the atmosphere. While during
a day the atmosphere is well mixed due to turbulent
flow, in the evening when the turbulence ceases, the
atmosphere gets stabilized (Stull 2003).*

*The Lom station in the Ústí nad Labem region started
measuring the size distribution of aerosol particles in
2017. This background industrial station is located
approximately 4 km from the petrochemical complex
and about 500 m from the town of Lom. An increase in
the number of particles in the size category between
30 and 70 nm, which lasts from 5 to 8 hours in the
morning can be well identified in the daily spectrum.
At 11 hours, particle growth appears in the median
spectrum, with nucleation particles transforming into
larger aerosol spectrum particles during the day. The
described daily spectrum probably reflects the in-
fluence of industrial sources as well as transport and
large cities in the vicinity (Fig. IV.9.2.3).*

*The highest total number of particles was measured
at the station Ústí nad Labem-city. Maximum median
values were reached in April (8,020 particles per cm³)
and in October (7,500 particles per cm³). A similar
course of total concentrations is observed at the Lom
station during the year. However, there are consistently
high values from March to May (the median fluctuates
around 6800 particles per cm³). The total number of
particles at the NAO Košetice station gradually increa-
sed from February to May, when the highest values
were reached as in July (the median was slightly over
4,200 particles per cm³). A similar monthly course of
the total number of high-value particles in the spring
was observed at all three stations compared. The increa-
se in the total number of particles is associated with
the emergence of new particles. These events are more*

v jarních měsících, kdy je vysoká vegetační aktivita, a tedy i zvýšená produkce VOC. Popsaný proces podporuje i narůstající intenzita slunečního záření. Druhotný nárůst celkového počtu částic v říjnu a listopadu se neprojevil u stanice NAO Košetice. Nárůst tedy může být na stanic Ústí nad Labem-město a Lom způsoben místními vlivy (obr. IV. 9.2.4).

Stanice Ostrava-Fifejdy a Věřňovice jsou vybaveny analyzátory GRIMM, které měří počty částic ve 32 velikostních frakcích v rozsahu 0,25 až 3,20 μm . Na městské pozad'ové lokalitě Ostrava-Fifejdy probíhá sledování počtu částic od roku 2008. Na venkovské pozad'ové lokalitě ve Věřňovicích probíhalo měření od začátku roku 2016 do dubna 2018. V letech 2012–2015 probíhalo měření počtu částic na lokalitě v Ostravě-Porubě.

Průměrný počet sledovaných částic byl v roce 2018 na stanici Ostrava-Fifejdy ve srovnání s rokem 2017 velmi podobný. V Ostravě-Fifejdách byl v roce 2018 průměrný počet sledovaných částic 1086. Vyšší počet sledovaných částic byl v předešlých letech sledován na lokalitě ve Věřňovicích. Nejvyšší počet částic je ze sledovaných velikostních intervalů zastoupen v menších velikostních frakcích do 0,30 μm a činí asi 64 % všech měřených částic na lokalitě v Ostravě-Fifejdách. Počty částic vykazují výrazný roční chod, kdy v chladných měsících roku (leden–březen a říjen–prosinec) dosahují na obou stanicích vyšších hodnot než v měsících teplých (duben–září). Rozdíly v průměrných počtech částic mezi teplou a chladnou polovinou roku pak činí na Fifejdách zhruba 41 %.

Početně vyšších hodnot částic v letech 2016–2017 bylo dosahováno ve Věřňovicích. Tato skutečnost mimo jiné poukazuje na vyšší podíl zdrojů znečišťování v příhraniční oblasti s Polskem a zemědělských ploch v okolí stanice. V chladné části roku se na počtu částic výrazně podílí také vyšší koncentrace plynných prekurzorů oxidu siřičitého a oxidů dusíku, což je typické pro celou oblast Ostravsko-Karvinska. Mediánový denní chod počtu částic na Fifejdách (obr. IV.9.2.5) dosahuje nejnižších hodnot v odpoledních hodinách, nejvyšších naopak během večerních, nočních a ranních hodin. Jelikož není v denním chodu počtů částic na lokalitě Ostrava-Fifejdy zřejmý jejich nárůst v dobách dopravních špiček, nepředpokládáme jeho významné ovlivnění dopravou nebo není tato metoda schopna tento vliv postihnout.

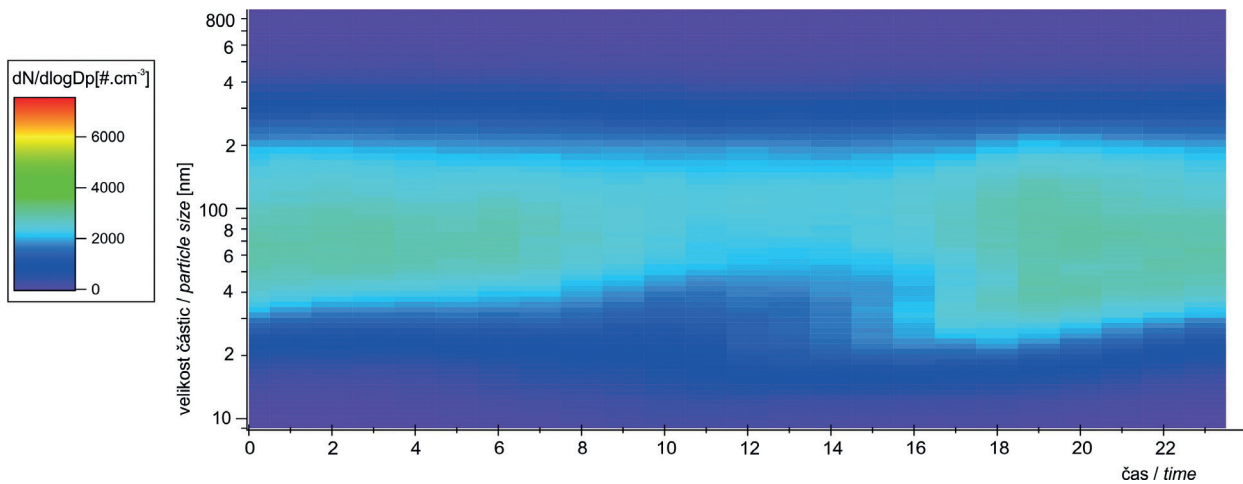
frequent in the spring months, when there is high vegetation activity and thus increased VOC production. The described process is also supported by increasing solar radiation intensity. The secondary increase in the total number of particles in October and November was not reflected in the NAO Košetice station. The increase can therefore be caused by local influences at the stations Ústí nad Labem-city and Lom (Fig. IV. 9.2.4).

The Ostrava-Fifejdy and Věřňovice stations are equipped by the GRIMM analysers observing the number of particles in 32 size fractions ranging between 0.25 and 3.20 μm . Monitoring of the number of particles at the background urban site of Ostrava-Fifejdy is carried out since 2008. Measurements at the rural background Věřňovice location were carried out from the beginning of 2016 to April 2018. In the 2012–2015 period, the measurement of the number of particles was carried out at the Ostrava-Poruba site.

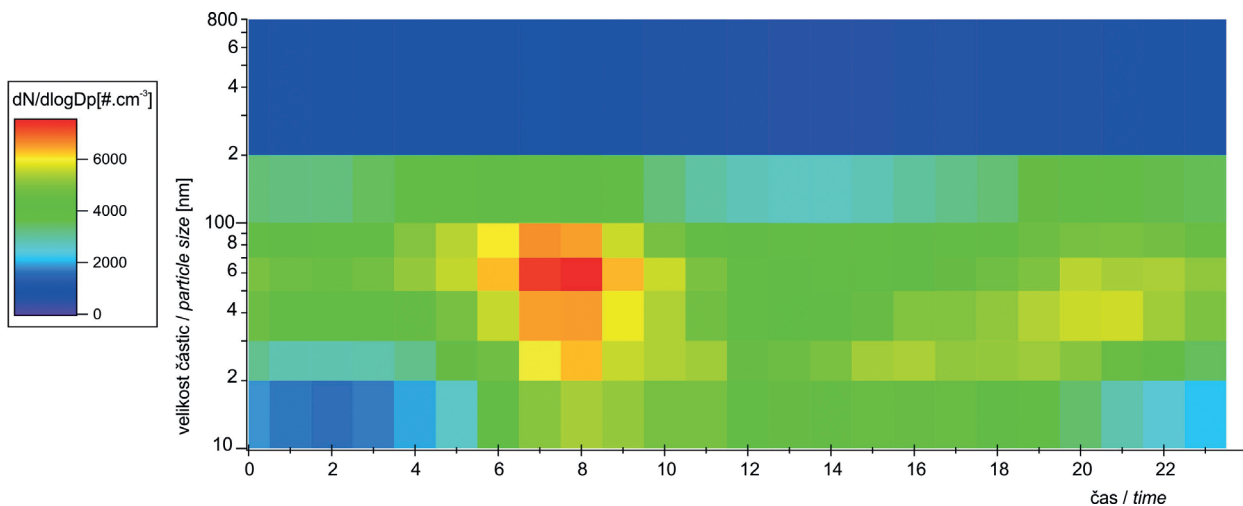
The average number of monitored particles at the Ostrava-Fifejdy and Věřňovice stations in 2018 was rather comparable with 2017. In 2018, the average number of monitored particles was 1086 at Ostrava-Fifejdy. The higher number of monitored particles was recorded at the Věřňovice locality in previous years. The highest number of particles of the monitored size intervals appears at the lower size range up to 0.30 μm representing approximately 64% of all the particles measured at the Ostrava-Fifejdy locality. The numbers of particles demonstrate significant annual fluctuation with higher values reached in cold months of the year (January–March and October–December) than in warm months (April–September). The difference in the average number of particles between the warm and cold half of the year reaches approximately 41% at Fifejdy.

The higher values in the number of particles were observed at the Věřňovice station in the 2016–2017 period. This indicates, among other, a higher proportion of pollution sources in the border region with Poland and the agricultural areas around the station. In the cooler part of the year, the number of particles is also substantially affected by higher concentrations of the gaseous precursors of sulphur dioxide and nitrogen oxides, which is typical for the entire Ostrava-Karviná area. The median daily progression in the number of particles at Fifejdy (Fig. IV.9.2.5) reaches the lowest values in the afternoon and the highest values during the evening, night and morning hours. As there is no obvious increase in the number of particles during peak traffic hours at the Ostrava-Fifejdy location, no significant impact by transport can be assumed, or, the methodology may not be capable to establish such an impact.

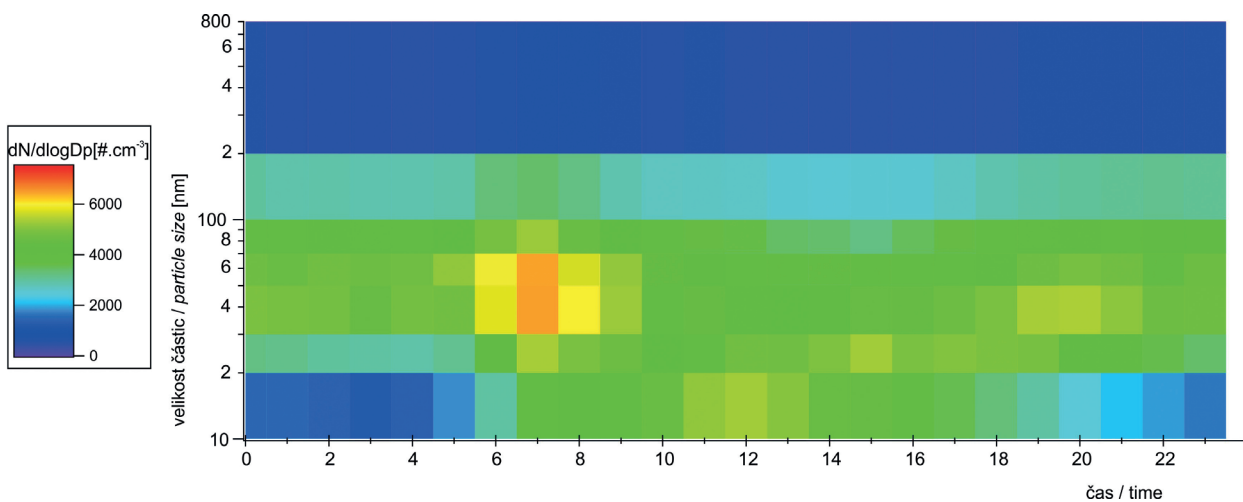
IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU
 IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES



Obr. IV.9.2.1 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, NAO Košetice, 2018
 Fig. IV.9.2.1 Median spectrum of the daily progression of the number of particles, NAO Košetice, 2018

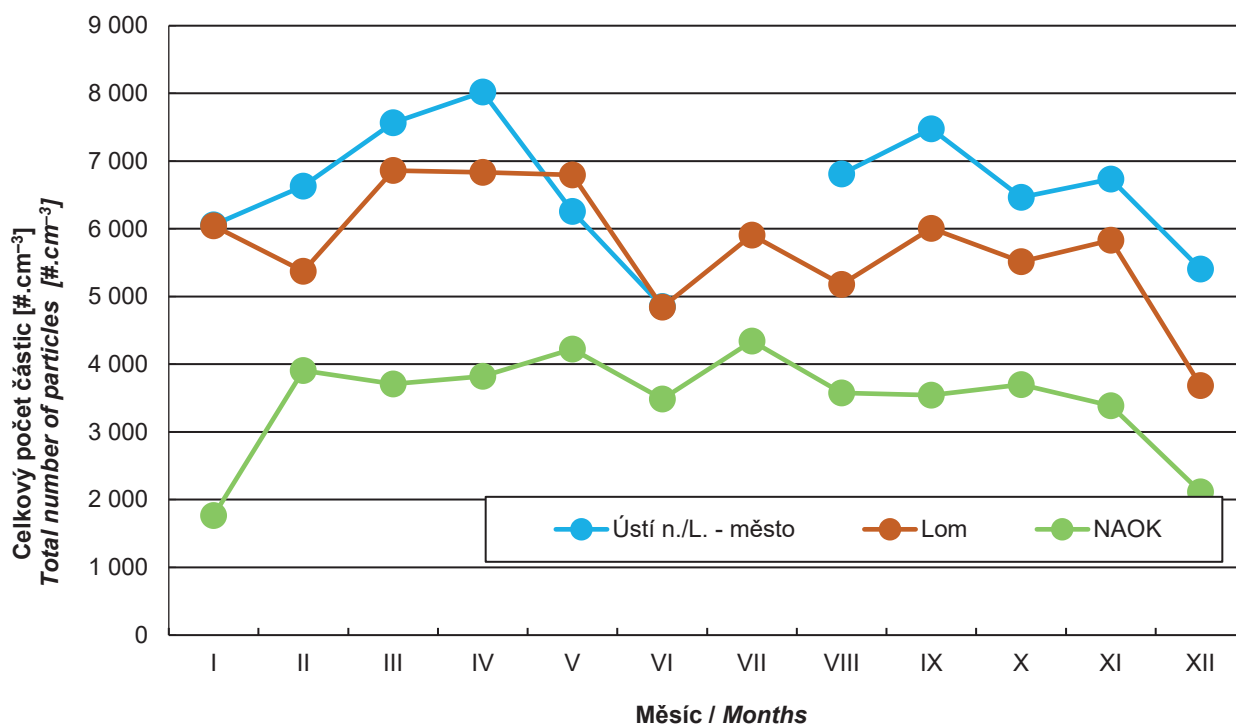


Obr. IV.9.2.2 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Ústí nad Labem-město, 2018
 Fig. IV.9.2.2 Median spectrum of the daily progression of the number of particles, Ústí nad Labem-město, 2018



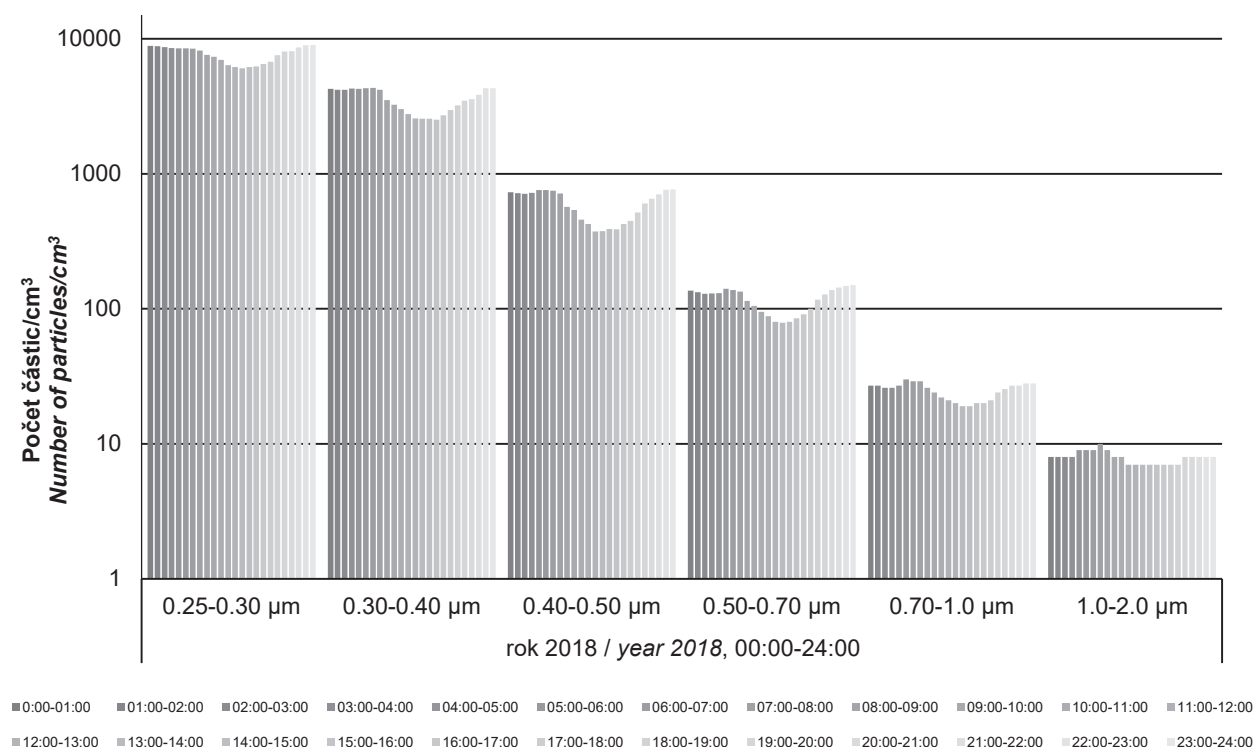
Obr. IV.9.2.3 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Lom, 2018
 Fig. IV.9.2.3 Median spectrum of the daily progression of the number of particles, Lom, 2018

IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU
 IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES



Obr. IV.9.2.4 Měsíční variabilita mediánu celkového počtu částic Ústí nad Labem-město, Lom, NAO Košetice, 2018

Fig. IV.9.2.4 Median monthly variability of the total particle number concentration, Ústí Labem-město, Lom, NAO Košetice, 2018



Obr. IV.9.2.5 Mediánové spektrum denního chodu počtu částic, Ostrava-Fifejdy, 2018

Fig. IV.9.2.5 Median spectrum of the daily progression of the number of particles, Ostrava-Fifejdy, 2018

IV.9.3 Monitorování koncentrací elementárního, organického a černého uhlíku

Uhlíkaté aerosolové částice v atmosféře jsou tvořeny hlavně elementárním uhlíkem a organickými sloučeninami (Seinfeld, Pandis 2006). Elementární (EC) i organický (OC) uhlík jsou produkty nedokonalého spalování organických materiálů (uhlí, oleje, benzínu, dřeva a biomasy), ke zdrojům OC patří také resuspenze prachu spojená s dopravou a biogenní částice (viry, bakterie, pyl, houbové spory a všechny druhy fragmentů z vegetace; Schwarz et al. 2008). Zatímco EC je emitován do ovzduší pouze přímo (primární částice), OC může vznikat reakcemi plynných organických prekurzorů. Kromě označení uhlíkatých aerosolových částic jako EC a OC 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 správné 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).

Uhlíkaté částice jsou součástí jemné frakce aerosolových částic ($PM_{2,5}$). Z hodnocení zdravotních dopadů $PM_{2,5}$ na lidské zdraví vyplynulo, že variabilitu epidemiologických výsledků nelze vysvětlit pouze proměnlivostí koncentrací $PM_{2,5}$ v prostoru. Příčinou mohou být právě více toxikologicky aktivní složky $PM_{2,5}$ (Luben et al. 2017). EC (resp. BC) oproti OC lépe prostupuje do lidského těla a zhoršuje onemocnění srdce a plic (Na, Cocker 2005). Organické částice (včetně organického uhlíku), jež mohou obsahovat mimo jiné frakce polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH), jsou studovány pro jejich karcinogenitu a mutagenní účinky (Seinfeld, Pandis 2006; Satsangi et al. 2012). Účinkům uhlíkatých částic na lidské zdraví se věnuje mnoho odborných studií, jejich výsledky revidují například práce Grahame et al. 2014; Magalhaes et al. 2018; Luben et al. 2017 a WHO 2012.

První pravidelné měření EC/OC v ČR bylo zahájeno v únoru 2009 na Národní atmosférické observatoři Košetice (NAO Košetice). Průměrná koncentrace celkového uhlíku (TC) byla v letech 2009–2018 ve vzorkované frakci $PM_{2,5}$ $3,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, z čehož EC tvoří $0,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a OC $3,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejvyšší průměrná koncentrace TC ($6,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) namě-

IV.9.3 Monitoring concentrations of elemental, organic and black carbon

Carbonaceous aerosol particles in the atmosphere are formed mainly of elemental carbon and organic compounds (Seinfeld, Pandis 2006). Elemental (EC) and organic carbon (OC) are products of incomplete combustion of organic materials (coal, oil, petrol, wood and biomass); OC sources also include the resuspension of dust particles related to traffic, and biogenic particles (viruses, bacteria, pollen, fungal spores and all kinds of vegetation fragments; Schwarz et al. 2008). While EC is emitted into the air only directly (primary particles), OC can be formed by the reactions of gaseous organic precursors. In addition to designating carbonaceous aerosol particles as EC and OC, the term black carbon (BC) is also used. Black and elemental carbon basically designate the same component appearing in the atmosphere. While EC contains only carbon, BC can contain, apart from EC, also organic ingredients (Chow et al. 2009; Husain et al. 2007; Petzold et al. 2013). The correct use of the terminology designating elemental and black carbon relates to the conception of the substance characteristics. The term EC denotes volatility properties, while black carbon (BC) entails absorption properties across the spectrum of visible wavelengths (Seinfeld, Pandis 2006).

Carbonaceous particles form fine fraction of aerosol particles ($PM_{2,5}$). It has been concluded from the evaluation of health impacts of $PM_{2,5}$ on human health that variability of epidemiologic results cannot be explained by only variance of concentrations of $PM_{2,5}$ in the environment. Causes can include just more active toxicological components of $PM_{2,5}$ (Luben et al. 2017). Compared to OC, EC (or BC) penetrates more readily into the human body and aggravates heart and lung diseases (Na, Cocker 2005). Organic particles (including organic carbon), which can contain among other components fractions of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), are studied for their carcinogenic and mutagenic effects (Seinfeld, Pandis 2006; Satsangi et al. 2012). A range of professional studies deals with the effects of carbonaceous particles on human health, the results of which are revised, for example, in studies by Grahame et al. 2014; Magalhaes et al. 2018; Luben et al. 2017 and WHO 2012.

The first regular measurement of EC/OC in the Czech Republic was launched in February 2009 at the National Atmospheric Observatory Košetice

řená v březnu 2018 byla pravděpodobně ovlivněna teplotami, které byly dlouhodobě pod bodem mrazu, minimálních hodnot dosahovaly na přelomu února a března. Nepříznivé meteorologické podmínky společně se zvýšenou produkcí uhlíkatých částic v důsledku vytápění navyšují naměřené koncentrace TC. V roce 2018 byla průměrná koncentrace TC ($3,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) o $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší než v roce 2017. Tento nárůst byl také ovlivněn vyššími koncentracemi OC během letního období. Díky vyšším teplotám v letním období 2018 mohlo vznikat více sekundárního OC. Průměrná roční koncentrace EC byla v roce 2018 $0,46 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, koncentrace OC dosáhla $3,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Při celkovém pohledu na chod koncentrací v průběhu měření lze identifikovat mírně klesající trend i 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 a 2013 došlo opět k nárůstu koncentrací. Po obnově měření v roce 2016 se roční průměrné koncentrace pohybovaly mírně nad $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Výrazný nárůst byl zaznamenán v roce 2018. Podobný, ale výraznější, chod jsme zaznamenali také u OC. Nejvyšší průměrná hodnota byla naměřena v roce 2013 ($3,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), naopak nejnižší koncentrace OC je charakteristická pro rok 2016 ($2,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) (obr. IV.9.3.1).

Měření koncentrací BC probíhá na třech stanicích, a to na stanici Ústí nad Labem-město, Lom a NAO Košetice. Stanice Ústí nad Labem-město a NAO Košetice měří BC od roku 2012, Lom od roku 2017.

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

Na stanici Ústí nad Labem-město průměrné roční koncentrace BC za šestileté období (2012–2018) poklesly z hodnoty $2,09 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2012 na $1,55 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2018. Během tohoto období se snížila i variabilita hodnot, která byla nejvyšší v roce 2014. Zatímco v roce 2014 hodnoty 1. a 3. kvartilu dosahovaly $0,72$ a $2,71 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v daném pořadí, v roce 2018 měl 1. kvartil hodnotu $0,54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a 3. kvartil činil $2,10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na stanici Lom byla v roce 2018 zaznamenána průměrná roční koncentrace $1,17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Přestože stanice Lom i Ústí nad Labem-město leží v průmyslovém regionu, lze pozorovat nižší koncentrace BC na stanici Lom, které jsou ovlivněny lokalizací stanice mimo dopravní tepny. NAO Košetice dlouhodobě měří koncentra-

(NAO Košetice). The average concentration of total carbon (TC) in 2009–2018 in the sampled $\text{PM}_{2,5}$ fraction was $3.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, of which the EC amounts to $0.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ and OC to $3.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The highest average concentration of TC ($6.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) measured in March 2018 was probably influenced by temperatures that were below the freezing point for a long time, reaching the minimum values at the end of February and beginning of March. Adverse meteorological conditions together with increased carbon particle production due to local heating increase the measured TC concentrations. In 2018, the average concentration of TC ($3.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ higher than in 2017. This increase was also affected by higher OC concentrations during the summer period. Due to the higher temperatures in the summer of 2018, more secondary OC could be formed. The average annual EC concentration in 2018 was $0.46 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, the OC concentration reached $3.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Overall, considering the course of concentrations during the period of measurements, a slightly decreasing trend can be identified despite the increase in average annual concentrations in some years. While the EC concentration (2009 – $0.6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) has been gradually decreasing since the beginning of the measurement, in 2012 and 2013 the concentrations increased again. After the renewal of the measurement in 2016, the annual average concentrations were slightly above $0.3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Significant increase was recorded in 2018. Similar but more noticeable course was also observed for the OC. The highest average value was observed in 2013 ($3.7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), while the lowest OC concentration was characteristic for 2016 ($2.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) (Fig. IV.9.3.1).

Measurements of concentrations of BC take place at three stations, namely the Ústí nad Labem-city, Lom, and NAO Košetice. The Ústí nad Labem-city and NAO Košetice stations measure BC since 2012, the station Lom since 2017.

The annual variability of concentrations of BC reflects higher amount of emissions produced during the heating season; increased values are recorded during the cold part of the year. Apart from the heating season, weekly maxima can be identified namely due to traffic. Another source of BC is barbecue taking place in the summer months.

The six year (2012–2018) annual average concentration of BC at the Ústí nad Labem-city station dropped from the level of $2.09 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2012 to the value of $1.55 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2018. During this period variability of data also decreased, reaching the peak in 2014. Although the levels of 1st and 3rd

ce BC, které jsou v porovnání s výsledky stanice Ústí nad Labem-město třikrát nižší. Průměrná roční koncentrace od roku 2013 poklesla z $0,87 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na $0,49 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v roce 2018. Variabilita naměřených hodnot byla nejnižší v roce 2016 (1. a 3. kvartil dosahoval $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, resp. $0,67 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), v následujícím roce pak variabilita mírně vzrostla, stejně jako průměrná koncentrace. V roce 2018 byl opět zaznamenán mírný pokles koncentrací BC. Celkový chod koncentrací na jmenovaných stanicích není zcela totožný. I přes to, že od roku 2013 koncentrace BC klesaly, na NAO Košetice došlo k nárůstu koncentrací v roce 2017, avšak na stanicích v Ústeckém kraji byl nárůst koncentrací zaznamenán až v roce 2018. Tyto rozdíly mohou být spojeny s odlišnou strukturou zdrojů, ovlivňující koncentrace BC (obr. IV.9.3.2).

V České republice pocházelo dle výsledků inventarizace emisí v roce 2017 až 43,4 % emisí BC ze sektoru dopravy, a to především ze spalování paliv ve vznětových motorech. Z toho se na celkových emisích BC nejvíce podílely sektory: Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje (1A4cii) 15,1 % a Silniční doprava: Osobní automobily (1A3bi) 12,7 %. Ze stacionárních zdrojů vzniklo nejvíce emisí BC v sektoru Lokální vytápění domácností (1A4bi) s podílem 55,3 % na celkových emisích (obr. IV.9.3.3). Vývoj celkových emisí BC v období 2008–2017 lze charakterizovat klesajícím trendem, který je způsoben zejména opatřeními v sektoru dopravy (obr. IV.9.3.4)¹.

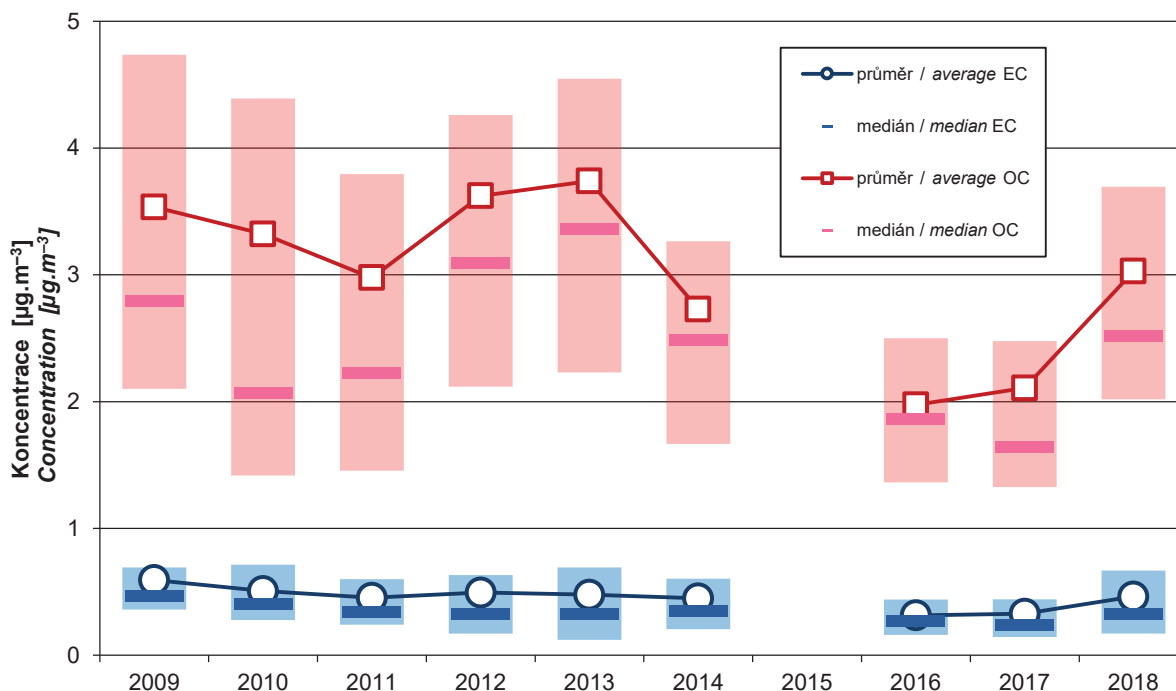
quartiles in 2014 reached 0.72 and $2.71 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ respectively, the 1st quartile of 2018 amounted to $0.54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ and the 3rd quartile to $2.10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. At the Lom station the average annual concentration was recorded at the level of $1.17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2018. Although the Lom and Ústí nad Labem-city stations are located in an industrial region, lower concentrations of BC can be observed at the Lom station due to its location outside the traffic arteries. The long-term monitoring of BC concentrations at the NAO Košetice station gives three times lower the values recorded at the Ústí nad Labem-city station. The annual average concentration dropped from the level of $0.87 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2013 to $0.49 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ in 2018. The variability of measured data was the lowest in 2016 (the 1st and 3rd quartiles reached the values of $0.25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ and $0.67 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ respectively), the following year the variability moderately increased, similarly to the average concentration. In 2018 there was again a slight decrease in BC concentrations. The overall course of concentrations at the above-mentioned stations is not quite identical. Despite the fact that since 2013 the BC concentrations have been decreasing, the NAO Košetice has seen an increase in concentrations in 2017, however, the increase in concentrations at the stations in the Ústí na Labem region was observed only in 2018. These differences may be associated with a different structure of sources, affecting BC concentrations (Fig. IV.9.3.2).

Based on the results of inventories in the Czech Republic in 2017, up to 43.4% of BC emissions originated from the transport sector, particularly from combustion of fuel in diesel engines. Of this, the following sectors contributed the most to the total BC emissions: Agriculture, forestry, fishing: Off-road vehicles and other machinery (1A4cii) 15.1% and Road transport: Passenger cars (1A3bi) 12.7%. Of stationary sources, the most BC emissions were produced by the sector of Residential: Stationary (1A4bi) contributing 55.3% of total emissions (Fig. IV.9.3.3). Developments in total BC emissions in the 2008–2017 period can be characterised by a decreasing trend, particularly due to measures in the transport sector (Fig. IV.9.3.4)¹.

¹ Podíly emisí BC na jednotlivých sektorech jsou nově přepočítány, proto se mohou výsledky uváděné v minulých letech lišit.

¹ The share of BC emission by sectors has recently been recalculated and the results given in previous years can therefore differ.

IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU
IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES

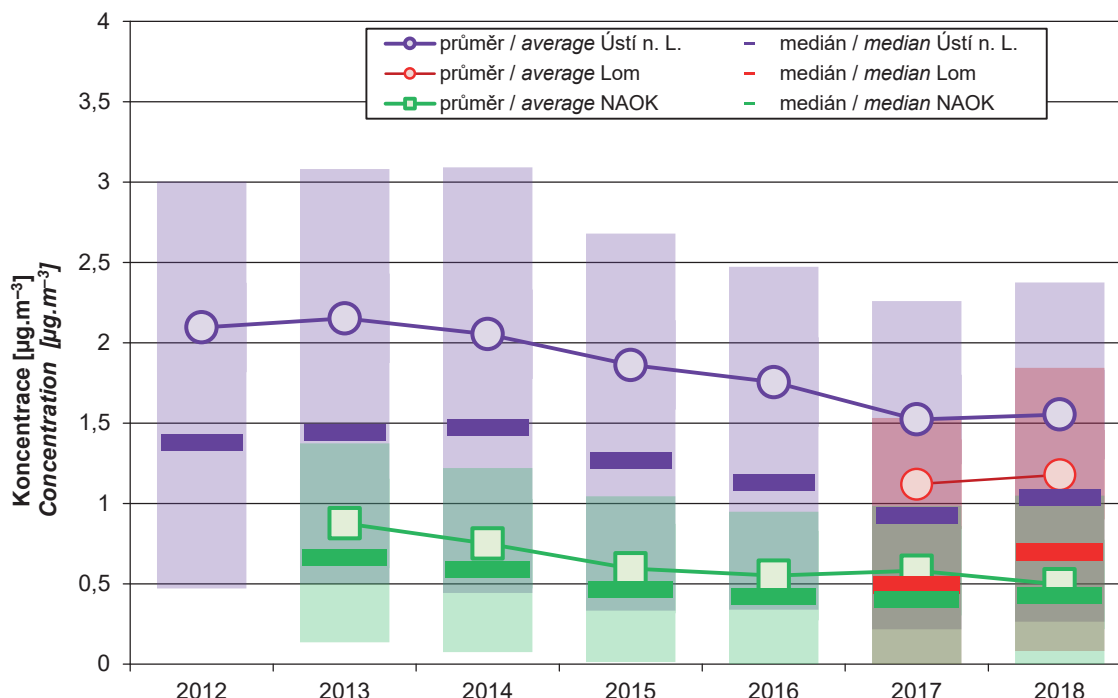


Pozn. / Note:

Rozpětí denních hodnot reprezentuje horní/dolní okraj obdélníků znázorňující hodnotu 75. a 25. percentilu, vodorovná čára označuje medián.
 The range of daily values is indicated by the top/bottom border of the boxes representing the value of 75th and 25th percentile respectively; the horizontal line indicates the median.

Obr. IV.9.3.1 Roční průměrné koncentrace EC a OC, NAO Košetice, 2009–2018

Fig. IV.9.3.1 Annual average concentrations of EC and OC, NAO Košetice, 2009–2018



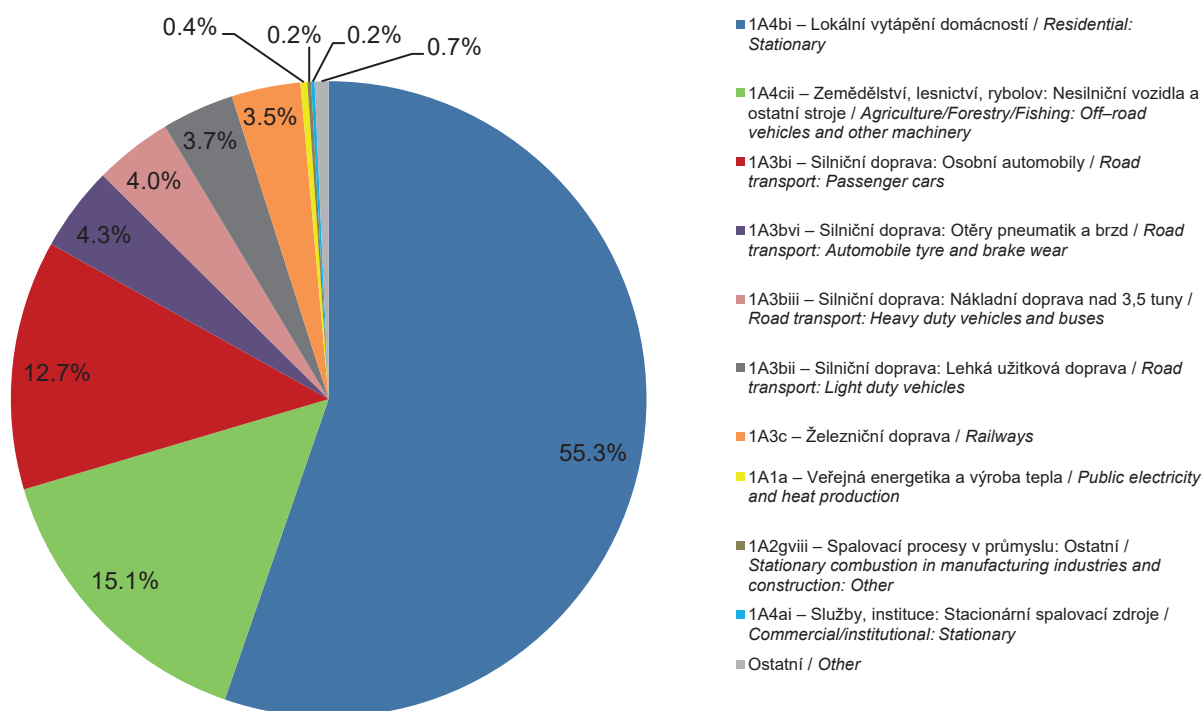
Pozn. / Note:

Rozpětí denních hodnot reprezentuje horní/dolní okraj obdélníků znázorňující hodnotu 75. a 25. percentilu, vodorovná čára označuje medián.
 The range of daily values is indicated by the top/bottom border of the boxes representing the value of 75th and 25th percentile respectively; the horizontal line indicates the median.

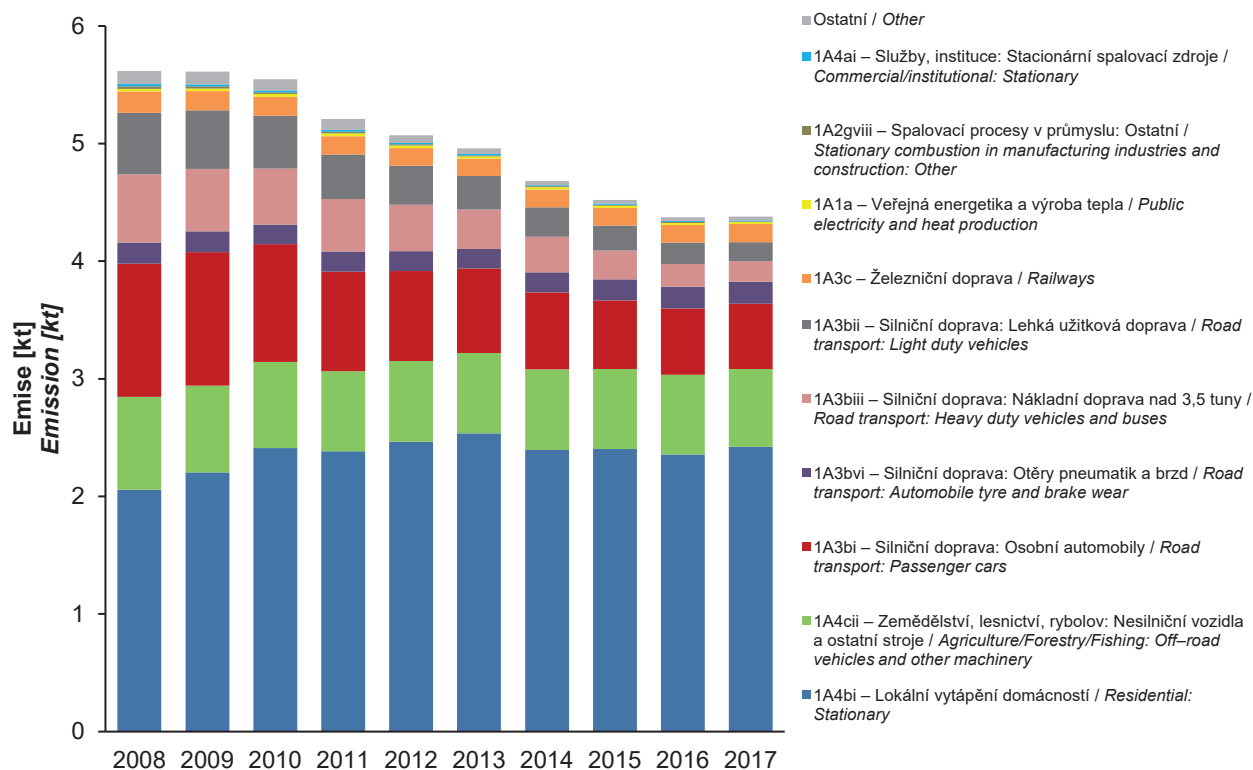
Obr. IV.9.3.2 Roční průměrné koncentrace BC, NAO Košetice, Lom a Ústí nad Labem-město, 2012–2018

Fig. IV.9.3.2 Annual average concentrations of BC, NAO košetice, Lom, Ústí nad Labem-město. 2012–2018

IV.9 KVALITA OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE – LÁTKY BEZ IMISNÍHO LIMITU IV.9 AIR QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC – POLLUTANTS WITHOUT SET LIMIT VALUES



Obr. IV.9.3.3 Podíl sektorů NFR na celkových emisích BC, 2017
Fig. IV.9.3.3 Total emissions of BC sorted out by NFR, 2017



Obr. IV.9.3.4 Vývoj celkových emisí BC, 2008–2017
Fig. IV.9.3.4 The development of BC total emissions, 2008–2017

V. KVALITA OVZDUŠÍ V AGLOMERACÍCH A VE MĚSTECH

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, člení území ČR pro posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění ovzduší na zóny a aglomerace. Tato kapitola je věnována podrobnějšímu hodnocení kvality ovzduší v aglomeracích Praha, Brno a Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. V těchto oblastech je vysoká hustota populace; podíl obyvatel zde vystavených nadlimitním koncentracím tedy není zanedbatelný. Prostřednictvím indexu kvality ovzduší je vyhodnocena i situace v dalších, převážně krajských, městech České republiky

V.1 AGLOMERACE PRAHA

Hlavní město Praha patří z hlediska znečištění ovzduší mezi nejvíce zatížené oblasti ČR (tab. VII.2). Tento stav je výsledkem spolupůsobení řady antropogenních a přírodních faktorů.

Specifická poloha Prahy v členitém terénu Pražské kotliny zásadním způsobem ovlivňuje klimatické poměry a rozptylové podmínky území (Ložek et al. 2005). Údolí Vltavy bývá nedostatečně provětráváno a zejména v chladné polovině roku zde vznikají vhodné podmínky ke vzniku teplotních inverzí, v jejichž důsledku dochází k akumulaci koncentrací škodlivých látek v přízemní vrstvě atmosféry (podrobněji kapitola III. Meteorologické a rozptylové podmínky).

Zhoršená kvalita ovzduší v Praze souvisí zejména se značným dopravním zatížením. Praha je díky své poloze nejen hlavním uzlem silniční sítě ČR, ale i významnou křižovatkou mezinárodní přepravy. Velká část hlavních dopravních tahů vede centrem Prahy. Současná komunikační síť vnitřního města však není schopna tak obrovskou koncentraci dopravy pojmout, dochází k jejímu přetížení a mnohdy až k dopravním kolapsům. K částečnému řešení dopravní situace by mělo přispět především dokončení objízdných silničních okruhů kolem Prahy, výrazné omezení individuální automobilové dopravy v nejvíce zatížených oblastech a důraz na železniční a městskou hromadnou dopravu (IPR Praha 2012).

Praha má vzhledem ke svému historickému vývoji rozvinutou i průmyslovou infrastrukturu (IPR Praha 2012). V nedávné minulosti sice docházelo k rušení či omezení řady nevyhovujících průmyslových závodů, ale zároveň vý-

V. AIR QUALITY IN AGGLOMERATIONS AND CITIES

For assessing and evaluating the level of air pollution, Act No. 201/2012 Coll., on protection of the air, divides the territory of the Czech Republic into zones and agglomerations. This chapter deals with detailed evaluation of the air quality in the agglomerations of Prague, Brno and Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, these areas have high population densities; thus the fraction of the population that is exposed there to above-limit concentrations is not negligible. The air quality index also assesses the situation in other, mostly regional, cities of the Czech Republic.

V.1 PRAGUE AGGLOMERATION

The air of the Capital City of Prague is among the most polluted in the Czech Republic (Tab. VII.2). This situation is a result of the interaction of a number of anthropogenic and natural factors.

The specific position of Prague in the complex terrain of the Prague basin fundamentally affects the climatic conditions and dispersion conditions in the territory (Ložek et al. 2005). The Vltava River valley is generally insufficiently ventilated and, especially in the colder part of the year, suitable conditions appear here for the formation of temperature inversions resulting in accumulation of concentration of harmful substances in the ground layer of the atmosphere (for more details see Chap. III. Meteorological and dispersion conditions).

The worsened quality of the air in Prague is related mainly to the heavy traffic levels. Due to its location, Prague is not only the main cross-road of the road network of the Czech Republic, but is also an important cross-road in international transport. A large portion of main transport roads goes through the centre of Prague. However, the current roadway network inside the city is not capable of absorbing such an enormous concentration of traffic and is overloaded, often even with traffic jams. Partial improvement of traffic conditions should follow primarily from completion of by-pass circuit roads around Prague, substantial reduction of individual automobile transport in the most crowded areas and emphasis on railway and municipal mass transport (IPR Praha 2012).

As a result of its historical development, Prague has a developed industrial infrastructure (IPR

Tab. V.1.1 Plocha aglomerace Praha s překročenými imisními limity jednotlivých škodlivin
Tab. V.1.1 The territory of the Prague agglomeration with the exceeded limit values of individual pollutants

Rok Year	PM ₁₀ roční průměr annual average	PM ₁₀ 24h	PM _{2,5} roční průměr annual average	NO ₂ roční průměr annual average	Benzo[a]pyren roční průměr annual average	O ₃
2012	–	5.61 %	–	1.36 %	88.11 %	0.20 %
2013	–	0.42 %	–	0.56 %	59.61 %	0.20 %
2014	–	5.96 %	–	0.20 %	75.81 %	–
2015	–	–	–	–	41.70 %	0.20 %
2016	–	–	–	0.60 %	54.26 %	2.01 %
2017	–	0.67 %	–	–	67.70 %	15.52 %
2018	–	1.98 %	–	–	19.03 %	97.38 %

znamně rostl sektor služeb, a tím i výstavba nových komerčních a administrativních center, jež kladou vysoké nároky na dopravní obslužnost a na spotřebu energií včetně vytápění. Nezanedbatelný vliv na současnou imisní situaci v Praze má i spotřeba pevných paliv pro vytápění rodinných domů, zejména v okrajových částech města.

V.1.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Praha

Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}

Imisní limit pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM₁₀ na území aglomerace Praha byl v roce 2018 překročen celkem na šesti z 15 lokalit s dostatečným počtem dat pro hodnocení. K překračování imisního limitu opakovaně dochází převážně na lokalitách klasifikovaných jako dopravní. Legislativou tolerovaný počet 35 dnů s nadlimitní denní koncentrací byl i v roce 2018 překročen na 5 lokalitách dopravních a 1 městské v centru Prahy (obr. V.1.1). Nejvíce dnů s překročenou hodnotou imisního limitu se vyskytlo v obdobích leden–březen a říjen–prosinec (obr. V.1.2). Na většině městských a předměstských lokalit bylo více než 60 % překročení hodnoty imisního limitu zaznamenáno zejména v období leden–březen, a to pravděpodobně v souvislosti s nižšími teplotami v únoru a březnu ve srovnání s dlouhodobým teplotním normálem. V důsledku toho jsou pravděpodobně vyšší emise dané vyšší intenzitou vytápění i vyšší emise z dopravy (zvýšené obušování materiálu silnic v důsledku posypu a následná resuspenze materiálu; EC 2011). Navíc byl začátek roku spojen s častějším výskytem méně příznivých meteorologických podmínek pro rozptýl znečišťujících látek (kap. III).

Praha 2012). In the recent past, a number of unsatisfactory industrial facilities have been closed or production reduced, however, the services sector has grown in importance leading to construction of new commercial and administrative centres, placing considerable demands on transportation services and consumption of energy, including heating. The consumption of solid fuels for heating family houses, especially in suburban parts of the city, also has a considerable effect on the air quality in Prague.

V.1.1 Air quality in the Prague agglomeration

Suspended particulate matter PM₁₀ and PM_{2,5}

In 2018, the limit value for the average 24-hour PM₁₀ concentration in the Prague agglomeration was exceeded in a total of six out of 15 localities with sufficient data for evaluation. The limit value has been repeatedly exceeded mostly in localities classified as traffic. In 2018, the number of 35 days with above-the-limit daily concentration, allowed by legislation, was exceeded in five traffic localities and one urban locality in the centre of Prague (Fig. V.1.1). Most days exceeding the pollution limit value occurred in January – March and October – December (Fig. V.1.2). In most urban and suburban sites, more than 60% of cases exceeding the pollution limit value occurred between January and March, probably due to lower temperatures in February and March compared to the long-term normal. As a result, higher emissions are likely due to higher heating intensity and higher transport emissions (increased abrasion of road material due to road maintenance in winter and subsequent re-suspension of the material; EC 2011). In addition, the beginning of the year was associated with a more frequent occurrence of

Roční imisní limity pro PM_{10} a $PM_{2,5}$ nebyly v roce 2018, podobně jako v předešlých letech, překročeny na žádné z lokalit, které byly relevantní pro vyhodnocení ročních průměrných koncentrací (obr. V.1.3, obr. V.1.4). V Praze jsou nejvyšší roční průměrné koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ měřeny na lokalitách klasifikovaných jako dopravní. Nejvyšší hodnoty průměrné roční koncentrace PM_{10} byly v roce 2018 naměřeny na lokalitách Letiště-Praha ($35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Praha 10-Vršovice ($33,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Nejvyšší hodnoty průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ byly v roce 2018 naměřeny na lokalitách Letiště-Praha ($24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Praha 5-Smíchov ($22,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), kdy v obou případech koncentrace přesáhly hodnotu $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tj. hodnota imisního limitu platného od roku 2020).

Z hlediska delší časové řady koncentrací suspendovaných částic PM_{10} resp. $PM_{2,5}$ pro roky 2008–2018, resp. 2012–2018 lze konstatovat, že všechny imisní charakteristiky dosahují vyšších průměrných hodnot na dopravních lokalitách v porovnání s městskými a předměstskými. V hodnoceném období byly nejvyšší koncentrace naměřeny v roce 2010, kdy vzestup koncentrací byl dán opakovaným výskytem nepříznivých meteorologických a rozptylových podmínek v zimním období na začátku i ke konci roku. Nejnížší koncentrace byly měřeny v letech 2015 a 2016, tedy v letech, kdy došlo k výraznějšímu poklesu výskytu nepříznivých rozptylových podmínek. V posledních dvou letech 2017 a 2018 lze u všech hodnocených imisních charakteristik PM_{10} a $PM_{2,5}$ konstatovat nárůst koncentrací, avšak z hlediska dlouhodobého průměru koncentrací za hodnocené období 2008–2018 k výrazné změně nedošlo.

Benzo[a]pyren

V roce 2018 nebyl imisní limit pro roční průměrnou koncentraci benzo[a]pyrenu překročen ani na jedné ze tří lokalit na území aglomerace Praha, které splňují požadavky na kvantitu a kvalitu naměřených dat. Jedná se o předměstskou lokalitu Praha 4-Libuš a městské lokality Praha 2-Riegerovy sady a Praha 10-Šrobárova. Až do roku 2014 byl imisní limit každoročně překračován alespoň na jedné měřicí lokalitě na území aglomerace Praha (obr. V.I.5), přičemž v posledních letech jsou nejvyšší koncentrace měřeny na předměstské lokalitě Praha 4-Libuš. V posledních třech letech nedošlo k překročení limitu na žádné měřicí lokalitě na území Prahy.

less favourable meteorological conditions for the dispersion of pollutants (Chap. III).

In 2018, as in previous years, the annual limit values for PM_{10} and $PM_{2,5}$ were not exceeded at any site that was relevant for the assessment of annual average concentrations (Fig. V.1.3, Fig. V.1.4). In Prague, the highest annual average concentrations of PM_{10} and $PM_{2,5}$ are observed at sites classified as traffic. The highest values of the average annual concentration of PM_{10} in 2018 were observed at the Prague Airport ($35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and Prague 10-Vršovice ($33.6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) localities. In 2018, the highest values of the average annual $PM_{2,5}$ concentration were measured at the Prague Airport ($24 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and Prague 5-Smíchov ($22.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) localities, where in both cases the concentrations exceeded $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (i.e. the value of the pollution limit value due from 2020).

In view of longer time series of concentrations of PM_{10} or $PM_{2,5}$, respectively, suspended particles, for the 2008–2018 or 2012–2018 periods, we can say that all air pollution characteristics reach higher average values in traffic localities compared to urban and suburban ones. In the period under review, the highest concentrations were measured in 2010, when the increase in concentrations was due to the repeated occurrence of unfavourable meteorological and dispersion conditions in the winter and the beginning of the year. The lowest concentrations were measured in 2015 and 2016, i.e. in the years when there was a significant decrease in the occurrence of unfavourable dispersion conditions. In the last two years, 2017 and 2018, all evaluated pollution characteristics of PM_{10} and $PM_{2,5}$ show increase of concentrations, but there is no significant change in the long-term average of concentrations over 2008–2018 period.

Benzo[a]pyrene

In 2018, the pollution limit level for the annual average concentration of benzo[a]pyrene was not exceeded at any of three localities in the territory of the Prague agglomeration meeting the requirements for the quantity and quality of the monitored data. These include a suburban locality of Prague 4-Libuš, and city localities of Prague 2-Riegerovy sady and Prague 10-Šrobárova. Until 2014, the limit value was exceeded annually in at least one monitoring site in the Prague agglomeration (Fig. V.I.5), while in recent years the highest concentrations have been measured in the suburban locality Prague 4-Libuš. In the last three years the limit

Oxid dusičitý

Hodinový imisní limit NO_2 nebyl v roce 2018 překročen na žádné z 12 relevantních lokalit pro vyhodnocení. Na žádné lokalitě v Praze nebyla ani překročena hodnota imisního limitu (povolený počet překročení je 18). Nejvyšší hodinová koncentrace $192,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byla naměřena na dopravní lokalitě Praha 5-Smíchov 29. srpna (lokalita je umístěna nad výjezdem ze Strahovského tunelu). Druhá nejvyšší průměrná hodinová koncentrace ($165,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla naměřena na dopravní lokalitě Praha 2-Legerova (hot spot) 12. října.

Roční imisní limit pro NO_2 byl na území aglomerace Praha překročen na dvou lokalitách (obr. V.1.6). Jednalo se o dopravní lokalitu Praha 2-Legerova (hot spot), kde roční průměrná koncentrace dosáhla hodnoty $54,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a Praha 5-Smíchov s hodnotou $40,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na těchto dopravních lokalitách docházelo k překročení limitu i v minulých letech. Nicméně se dá předpokládat, že nadlimitní koncentrace NO_2 se vyskytují i na dalších dopravně exponovaných lokalitách v aglomeraci Praha, ve kterých nejsou umístěny měřicí stanice.

Hlavním emisním zdrojem oxidů dusíku v Praze je doprava (obr. V.1.8), čemuž odpovídají i dlouhodobě výrazně vyšší průměrné koncentrace NO_2 na dopravních lokalitách ve srovnání s úrovněmi na městských pozadových a potažmo na předměstských pozadových lokalitách. Za hodnocené období dosáhly koncentrace na všech typech lokalit maxim v roce 2010. Na dopravních lokalitách od té doby vykazují koncentrace NO_2 nevýrazný trend s kolísáním kolem limitní hodnoty. Na městských a předměstských lokalitách do roku 2016 koncentrace NO_2 klesaly, poslední dva roky je pozorován mírný nárůst.

Přízemní ozon

V roce 2018 byl přízemní ozon na území aglomerace Praha měřen na 6 lokalitách. V průměru byl za 3 roky 2016–2018 překročen imisní limit pro přízemní ozon na čtyřech lokalitách: Praha 5-Stodůlky (36,3krát), Praha 6-Suchdol (36,3krát), Praha 4-Libuš (31,7krát) a Praha 2-Riegerovy sady (26krát), přičemž povolený počet překročení je 25 (obr. V.1.7). Od roku 2010, kdy lze hodnotit ucelené časové řady koncentrací na těchto šesti lokalitách, byl v roce 2018 imisní limit překročen na nejvyšším počtu lokalit. V letech 2016–2017 bylo překroče-

was not exceeded at any monitoring site in Prague.

Nitrogen dioxide

The hourly pollution limit value for NO_2 was not exceeded in 2018 at any of the 12 localities relevant for evaluation. The pollution limit value was neither exceeded at any locality in Prague (the permitted number of cases exceeding the limit is 18). The highest hourly concentration of $192.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ was measured at the Prague 5-Smíchov traffic site on 29 August (the site is located above the exit from the Strahov road tunnel). Second highest average hourly concentration ($165.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was measured at the Prague 2-Legerova (hot spot) site on 12 October.

The annual pollution limit level for NO_2 was exceeded at two locations in the Prague agglomeration (Fig. V.1.6). These included the traffic location at Prague 2-Legerova (hot spot) where the annual average concentration reached $54.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ and at Prague 5-Smíchov with $40.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. These two locations experienced exceeding the limit value also in the past years. Nevertheless, it can be assumed that above the limit concentrations of NO_2 may appear also at other exposed traffic locations in the Prague agglomeration equipped with monitoring stations.

The main emission source of nitrogen oxides in Prague is traffic (Fig. V.1.8), which is also reflected in the significantly higher average NO_2 concentrations at traffic sites in comparison with the levels at urban background and at suburban background locations. In the evaluated period, concentrations reached the peaks at all types of localities in 2010. At traffic locations since then, NO_2 concentrations show a slight trend fluctuating around the limit value. In urban and suburban locations, NO_2 concentrations decreased until 2016, with a slight increase observed over the last two years.

Ground-level ozone

In 2018, ground-level ozone was measured in 6 localities in the Prague agglomeration. On average in 3 years, 2016–2018, the limit value for ground-level ozone was exceeded at four locations: Prague 5-Stodůlky (36.3 times), Prague 6-Suchdol (36.3 times), Prague 4-Libuš (31.7 times) and Prague 2-Riegerovy sady (26 times), with the permitted number of cases exceeding the limit value being 25 (Fig. V.1.7). Since 2010, when complete time series

ní zaznamenáno na 3 lokalitách, v letech 2010, 2011, 2013 a 2015 pouze na jedné, v roce 2014 dokonce na žádné. Z hlediska vývoje počtu překročení hodnoty imisního limitu ozonu lze od roku 2010 do roku 2014 konstatovat stagnující až mírně klesající trend, který byl přerušeno rokem 2015, kdy výrazně stoupl počet překročení hodnoty imisního limitu ozonu v průměru na lokalitu. Stoupající trend v následujících letech pokračoval a svého maxima zatím dosáhl v roce 2018. V letech 2015–2018 byl vzestup imisních charakteristik ozonu dán převážně teplotně nadnormálními letními měsíci. Zejména rok 2018 byl charakteristický teplotně nadnormálními až mimořádně nadnormálními a srážkově podnormálními letními měsíci (více viz kapitoly III. a IV.4.2). Z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu byla v první dekádě července 2018 vyhlášena smogová situace (více viz kap. VI). Nejnižší koncentrace jsou dlouhodobě měřeny na dopravní lokalitě Praha 9-Vysočany, což odpovídá chemismu přízemního ozonu a chodu jeho koncentrací (viz kap. IV.4.3).

Ostatní látky

Pro ostatní látky znečišťující ovzduší, uvedené v legislativě (CO, SO₂, benzen, těžké kovy), se daří v aglomeraci Praha imisní limity dlouhodobě plnit. Po roce 2000 se vyskytly nadlimitní roční průměrné koncentrace arsenu na lokalitě Praha 5-Řeporyje, a to naposledy v roce 2011. Nicméně i koncentrace těchto látek jsou ovlivňovány převažujícími meteorologickými a rozptylovými podmínkami, takže nárůst některých imisních charakteristik těchto škodlivin byl zaznamenán např. v letech 2003, 2006, 2010, 2011 a 2017.

V.1.2 Emise v aglomeraci Praha

V současné době je na území aglomerace Praha individuálně evidováno cca 1930 provozoven zdrojů znečišťování ovzduší zařazených do databáze REZZO 1 a REZZO 2. Na celkových emisích se jich však významněji podílí pouze několik. Jedná se především o Cementárnu Radotín, ZEVO Malešice (Pražské služby, a. s.), další průmyslové podniky např. MITAS, a. s. nebo Kámen Zbraslav, který se nachází na rozhraní Prahy a Středočeského kraje. Zdrojem emisí TZL jsou také recyklační linky stavebních odpadů, které jsou provozovány jak na přímo určených lokalitách (KARE, Praha, s. r. o. Chodovská), tak i na dalších místech, na kterých jsou prováděny např. demoliční práce. V posledním období

of concentrations at these six sites can be assessed, the limit value was exceeded at the highest number of sites in 2018. In 2016–2017, cases exceeding the limit value were recorded in 3 localities, in 2010, 2011, 2013 and 2015 only in one, in 2014 even in none. From the point of view of the development of the number of cases exceeding the ozone limit value, a stagnating or slightly decreasing trend can be observed from 2010 to 2014, which was interrupted by 2015, when the number of cases exceeding the ozone limit value increased in the average per locality. The upward trend in the following years continued and reached its maximum currently in 2018. In 2015–2018, the increase in ozone pollution characteristics was predominantly due to the above-normal temperature in summer months. Especially 2018 was characterized by temperature above-normal to extremely above-normal and precipitation below-normal in summer months (for more details see Chap. III and IV.4.2). Due to high concentrations of ground-level ozone, a smog situation was declared in the first decade of July 2018 (for more details see Chap. VI). The lowest concentrations are measured in the long-term at the Prague 9-Vysočany traffic locality, which corresponds to the ground-level ozone chemistry and fluctuation of its concentration (see Chap. IV.4.3).

Other substances

For other atmospheric pollutants set forth in the legislation (CO, SO₂, benzene, heavy metals), the Prague agglomeration has long been able to meet the pollution limits. After 2000, above-limit average annual arsenic concentration levels were recorded at the Prague 5-Řeporyje locality, for the last time in 2011. Nonetheless, the concentrations of these substances are also affected by the predominant meteorological and dispersion conditions, so that an increase in some pollution level characteristics for these pollutants was recorded, e.g. in 2003, 2006, 2010, 2011 and 2017.

V.1.2 Emissions in the Prague agglomeration

At the present time, approx. 1930 places of operation of sources of air pollution included in the REZZO 1 and REZZO 2 databases are individually registered in the territory of the agglomeration of Prague. However, only several of them have a substantial effect on overall emissions. These are primarily the Cementárna Radotín, ZEVO Malešice (Pražské služby, a. s.), and other industrial enterprises, such as MITAS, a. s. or Kámen Zbraslav, located at the

narůstají také emise z výroby elektrické energie kogeneračními jednotkami (např. ÚČOV PVaK a TEDOM Daewo-Avia Letňany). Od roku 2015 významně klesl podíl emisí největších tepláren společnosti Pražská teplárenská, a. s. v Malešicích a Michli, které v roce 2017 provozovaly pouze plynové kotle. Podle výstupů SLDB 2011 převládají u vytápění domácností centrální zdroje tepla (cca 52 % bytů), dále pak plynové kotelny a lokální plynové kotle (dohromady cca 31 % bytů). Významný je podíl vytápění elektrickou energií (cca 5 %), ale také obtížně zařaditelných tzv. ostatních způsobů (relativně vysoký podíl cca 10 %). Pouze v malé části bytového fondu, především v okrajových částech města, je využíváno jako palivo uhlí, dřevo, popř. koks. Stejně jako u bytů je větší část budov komunální sféry napojena na centrální zdroje tepla, popř. na vlastní plynové kotelny.

V období let 2008–2016 došlo u výše uvedených významnějších zdrojů k poklesu všech sledovaných emisí. U teplárenských zdrojů souvisí toto snížení především s realizací rozsáhlého projektu propojení teplárenské soustavy Mělník-Praha, zahájeného v roce 1995. Zcela zásadní pokles emisí SO₂ souvisí se snížením množství spalovaného černého uhlí v Teplárně Malešice (od roku 2011) a v současnosti (od roku 2015) také s odstavením uhelných kotlů na neurčito.

Emisní zatížení Prahy je z celorepublikového hlediska poněkud specifické. Bodové a plošné zdroje provozované na jejím území jsou až na výjimky minoritní. Jak ukazuje obr. V.1.8 sestavený z údajů za rok 2016, použitých při zpracování aktualizace PZKO v roce 2018, největší podíl emisí TZL a SO₂ pochází z vytápění domácností a u emisí NO_x z dopravy. Podle množství emisí jednotlivých znečišťujících látek za rok 2016 vztahených na plochu hodnoceného území se aglomerace Praha ve srovnání s ostatními zónami a aglomeracemi umístila na prvním místě v případě NO_x, VOC a benzenu, na druhém místě v případě PM₁₀ a olova, na třetím místě v případě PM_{2,5}, benzo[*a*]pyrenu, arsenu, kadmia a niklu, na sedmém místě v případě SO₂.

V.1.3 Shrnutí

Agglomerace Praha je oblastí, ve které je nadlimitnímu znečištění ovzduší vystaveno velké množství lidí. V aglomeraci Praha jsou dlouhodobě překračovány 24hodinový imisní limit pro suspendované částice PM₁₀ a roční imisní limit pro oxid dusičitý, a to zejména na dopravních loka-

boundary between Prague and the Central Bohemian region. The sources of TSP also include recycling lines of construction wastes operated either directly at a given location (KARE, Praha, s.r.o., Chodovská) or at other locations of operation, for example, demolitions. Recently, the emissions from the production of electrical energy in co-generation units have also increased (e.g. ÚČOV PVaK and TEDOM Daewo-Avia Letňany). Since 2015, the fraction of emissions from the largest heating plants of the Pražská teplárenská, a.s. company in Malešice and Michle decreased substantially, operating only gas-burning boilers in 2017. According to the outputs of SLDB 2011, central heating sources predominate in heating households (52% of apartments), followed by gas boilers and local gas boilers (together 31% of apartments). The fraction of heating by electrical energy is significant (approx. 5%), as is that from difficult-to-classify other means (relatively high fraction of approx. 10%). Coal, wood or coke is used as a fuel in only a small part of the housing fund, primarily at the periphery of the city. Similarly to housing, there is a prevalence of buildings of the communal sphere connected to central heating sources or having their own gas boilers.

There was a decrease in monitored emissions at the above-mentioned significant sources in the 2008–2016 period. For heating plant sources, this reduction is connected primarily with implementation of an extensive project for connection of the Mělník-Prague heating plant system, commenced in 1995. A fundamental decrease in SO₂ emissions was connected with reduction of the amount of black coal burned in the Malešice heating plant (since 2011) and, at the present time (since 2015), also shutting down of the coal-burning boilers for an indefinite period.

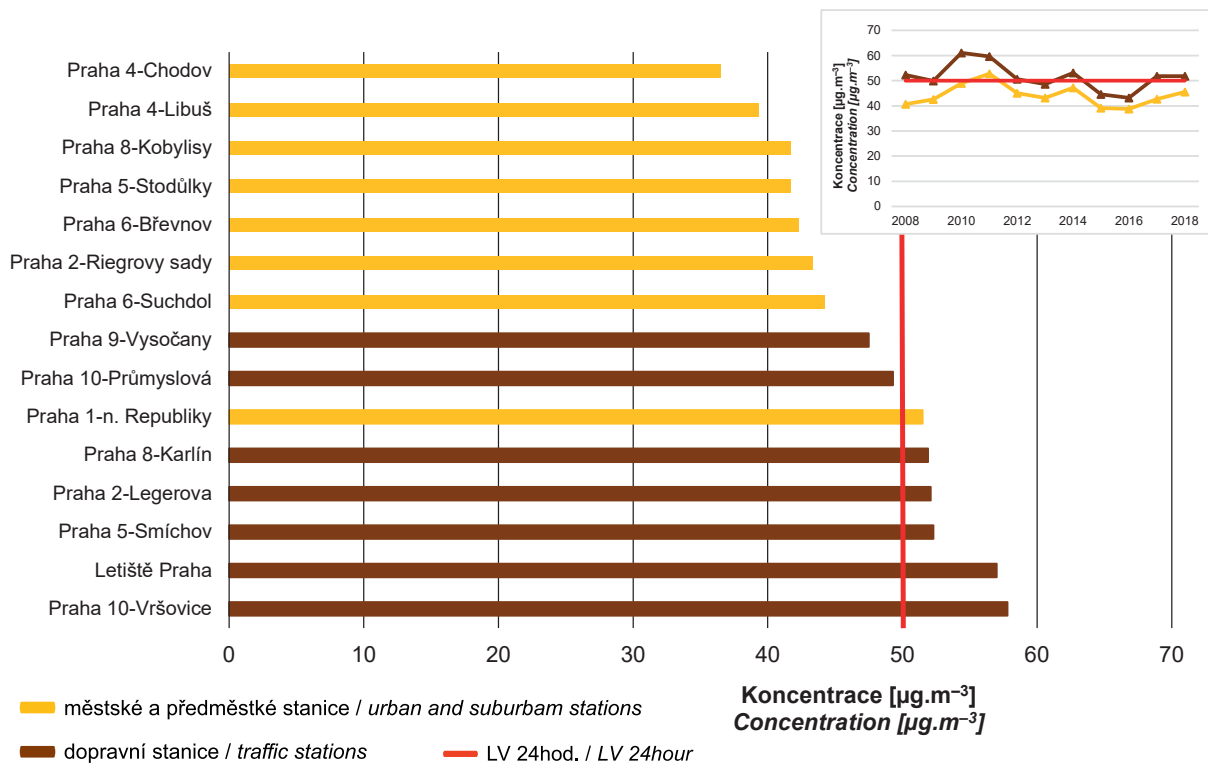
The emission load of Prague is rather specific nationwide. Point and areal sources operated in its territory are, with a few exceptions, minor. Following Fig. V.1.10, compiled from the data for the year 2016 used in the processing of the PZKO update in 2018, the greatest share of SP and SO₂ emissions originates from household heating and of NO_x emissions from traffic. According to the amount of emissions of particular pollutants in 2016 in relation to the size of the evaluated area, the Prague agglomeration ranked first in the case of NO_x, VOC and benzene, second in the case of PM₁₀ and lead in the case of NO_x, PM_{2,5}, B(a)P, arsenic, cadmium and nickel, and in seventh place for SO₂.

litách. V zimních měsících často dochází i k překročení hodnoty imisního limitu pro průměrnou 24hodinovou koncentraci PM_{10} . Nadlimitní roční průměrná koncentrace pro benzo[a]pyren byla na území aglomerace Praha naměřena naposledy v roce 2014 na lokalitě Praha 4-Libuš. Většina překročení (hodnot) imisních limitů souvisí se značným dopravním zatížením hlavního města, v topné sezoně ke znečištění ovzduší přispívají lokální topeniště. Imisní limit pro přízemní ozon je obvykle překračován v okrajových částech Prahy, v roce 2018 (v průměru za tři roky) bylo zaznamenáno překročení imisního limitu na čtyřech lokalitách ze šesti, což je zatím nejvíce v hodnoceném období od roku 2010. V roce 2018 byly v aglomeraci Praha vyhlášeny pouze 2 smogové situace z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu. Smogové situace ani regulace z důvodu vysokých koncentrací suspendovaných částic PM_{10} , oxidu dusičitého NO_2 a oxidu siřičitého SO_2 a varování z důvodu vysokých koncentrací přízemního ozonu O_3 nebyly v roce 2018 v aglomeraci Praha vyhlášeny (podrobnosti v kap. V). V aglomeraci Praha se mobilní zdroje podílí na celkových emisích TZL cca 49 %, na celkových emisích oxidů dusíku (NO_x) pak cca 75 %.

V.1.3 Summary

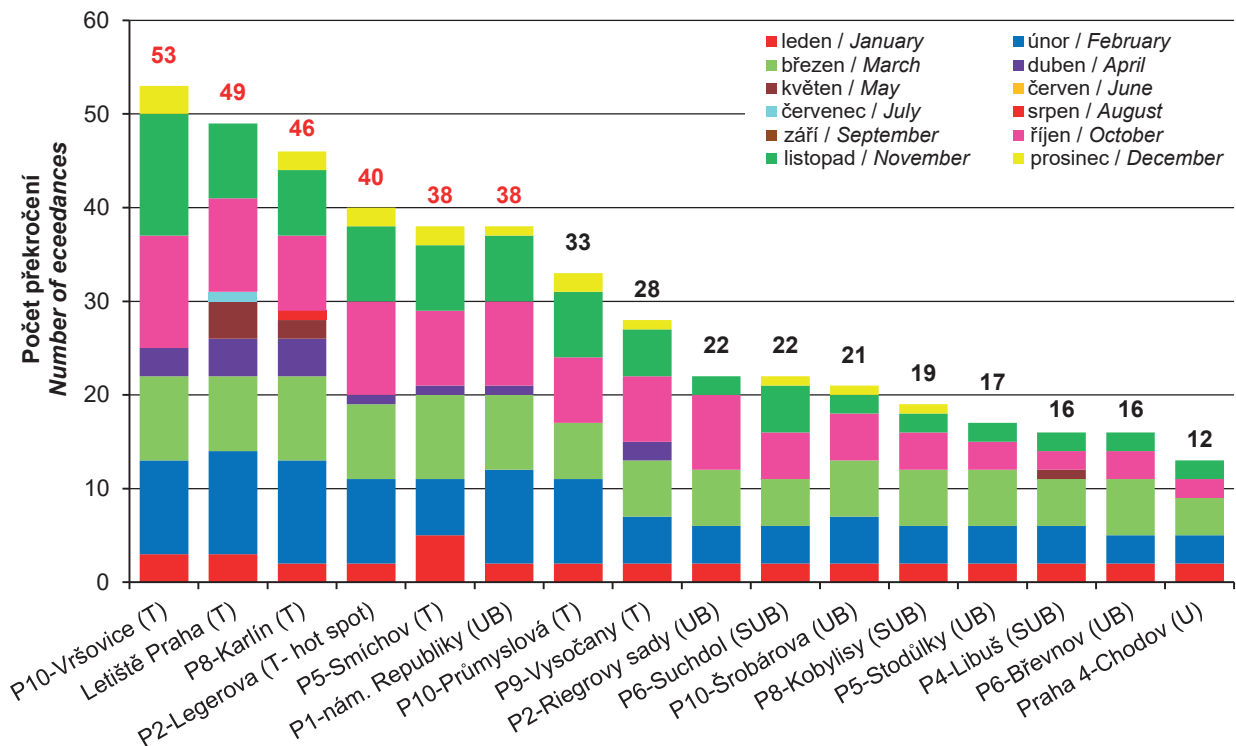
The Prague agglomeration is an area where many people are exposed to above-limit air pollution. In the Prague agglomeration, the 24-hour limit values for suspended particulate matter PM_{10} and the annual limit value for nitrogen dioxide have long been exceeded, especially at traffic locations. In the winter months, the limit value for the average 24-hour PM_{10} concentration is often exceeded. The above-limit annual average concentration for benzo[a]pyrene in the Prague agglomeration was observed last in 2014 at the Prague 4-Libuš locality. Most cases exceeding the pollution limit values correspond to the significant traffic load of the capital city, while local household heating contributes to air pollution during the heating season. The pollution limit value for ground-level ozone is usually exceeded in the suburban areas of Prague; in 2018 (on average over three years) the limit value was exceeded at four localities out of six, which is most in the period since 2010. In 2018, only two smog situations were declared in the Prague agglomeration due to high concentrations of ground-level ozone. Smog situations and regulations due to high concentrations of suspended particulate matter PM_{10} , nitrogen dioxide NO_2 and sulphur dioxide SO_2 and alerts due to high concentrations of ground-level ozone O_3 were not declared in the Prague agglomeration in 2018 (for details see Chap. V.). In the Prague agglomeration, mobile sources account for about 49% of total solid pollutants emissions, and about 75% of total nitrogen oxides (NO_x) emissions.

V.1 AGLOMERACE – HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
V.1 AGGLOMERATION – CAPITAL CITY OF PRAGUE



Obr. V.1.1 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM₁₀ v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Praha

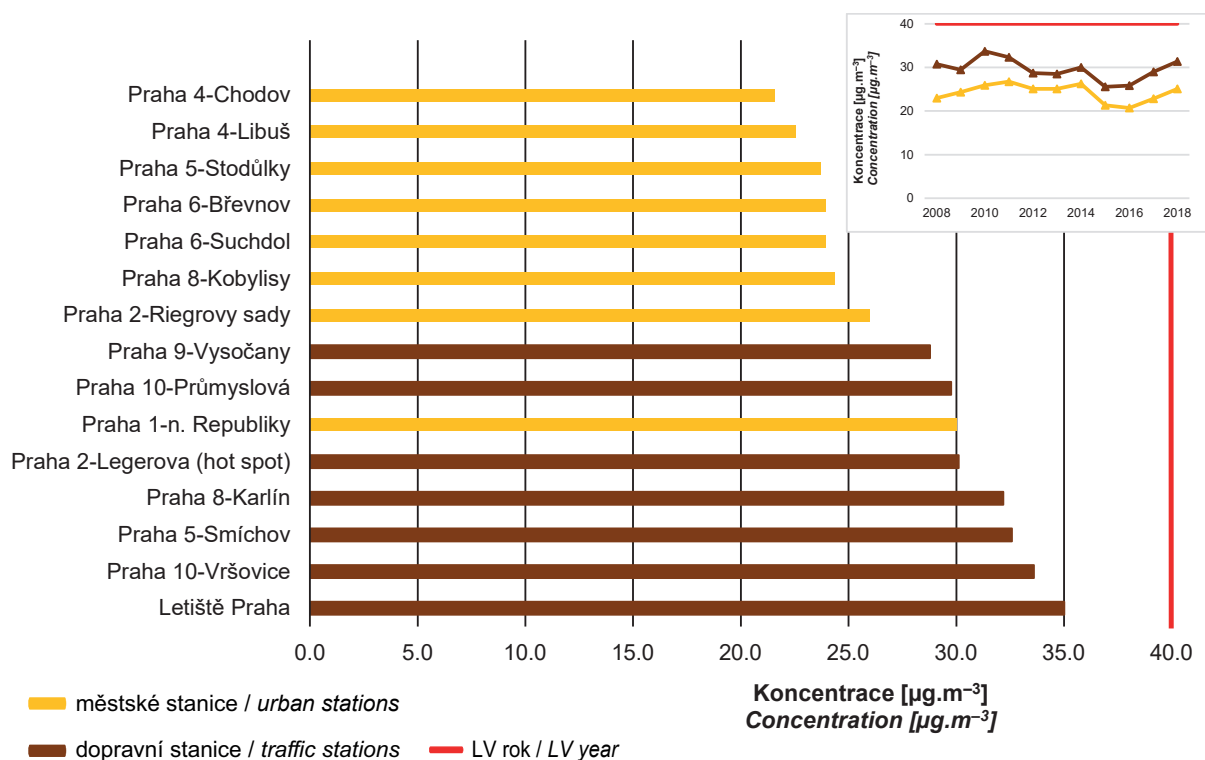
Fig. V.1.1 The 36th highest 24-hour concentration PM₁₀ in 2018 and trends of concentrations in 2008–2018, agglomeration of Prague



Obr. V.1.2 Počet dní s koncentracemi PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ v jednotlivých měsících včetně celkového počtu překročení, aglomerace Praha, 2018

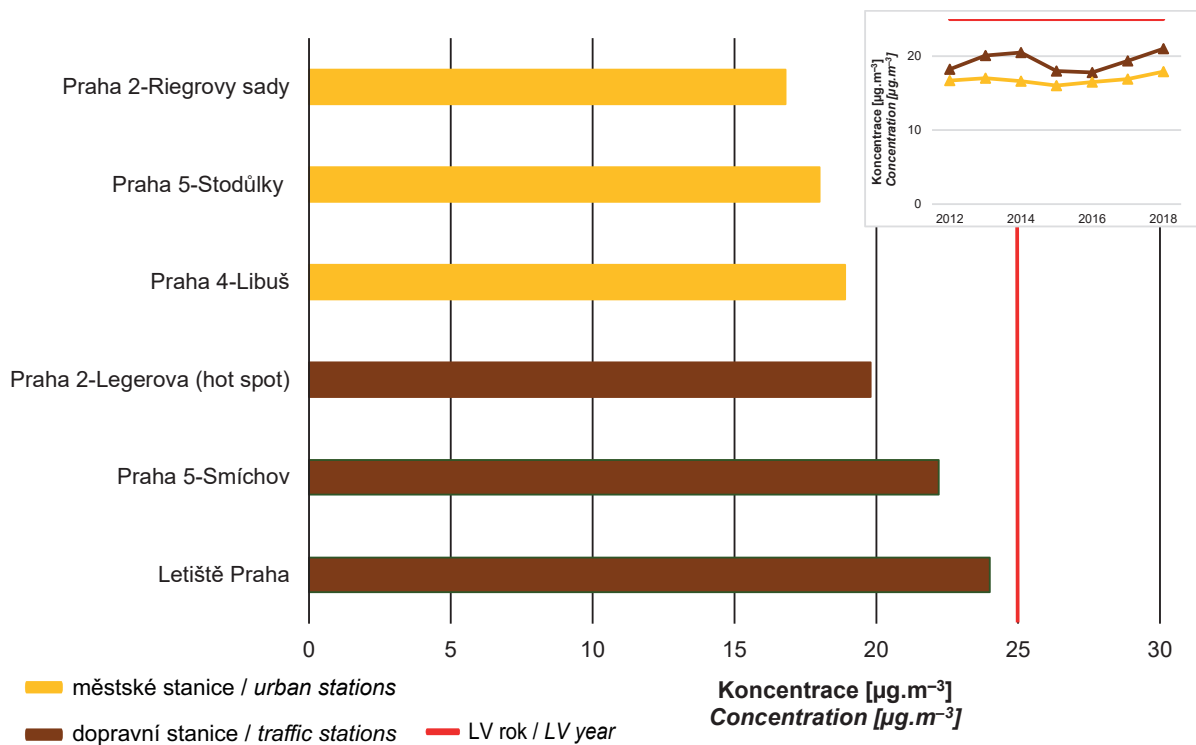
Fig. V.1.2 Number of days with concentrations of PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ in individual months, incl. total number of exceedances, agglomeration of Prague, 2018

V.1 AGLOMERACE – HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
V.1 AGGLOMERATION – CAPITAL CITY OF PRAGUE



Obr. V.1.3 Průměrné roční koncentrace PM₁₀ v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Praha

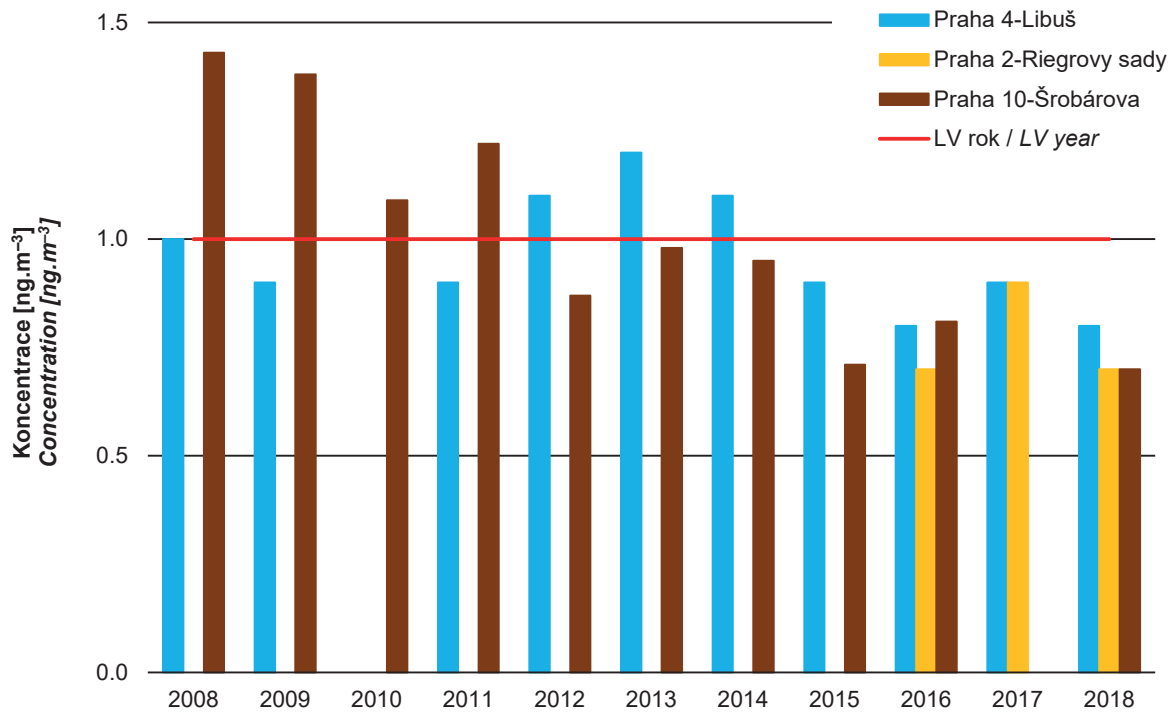
Fig. V.1.3 Average annual PM₁₀ concentrations in 2018 and trend of concentrations in 2008–2018, agglomeration of Prague



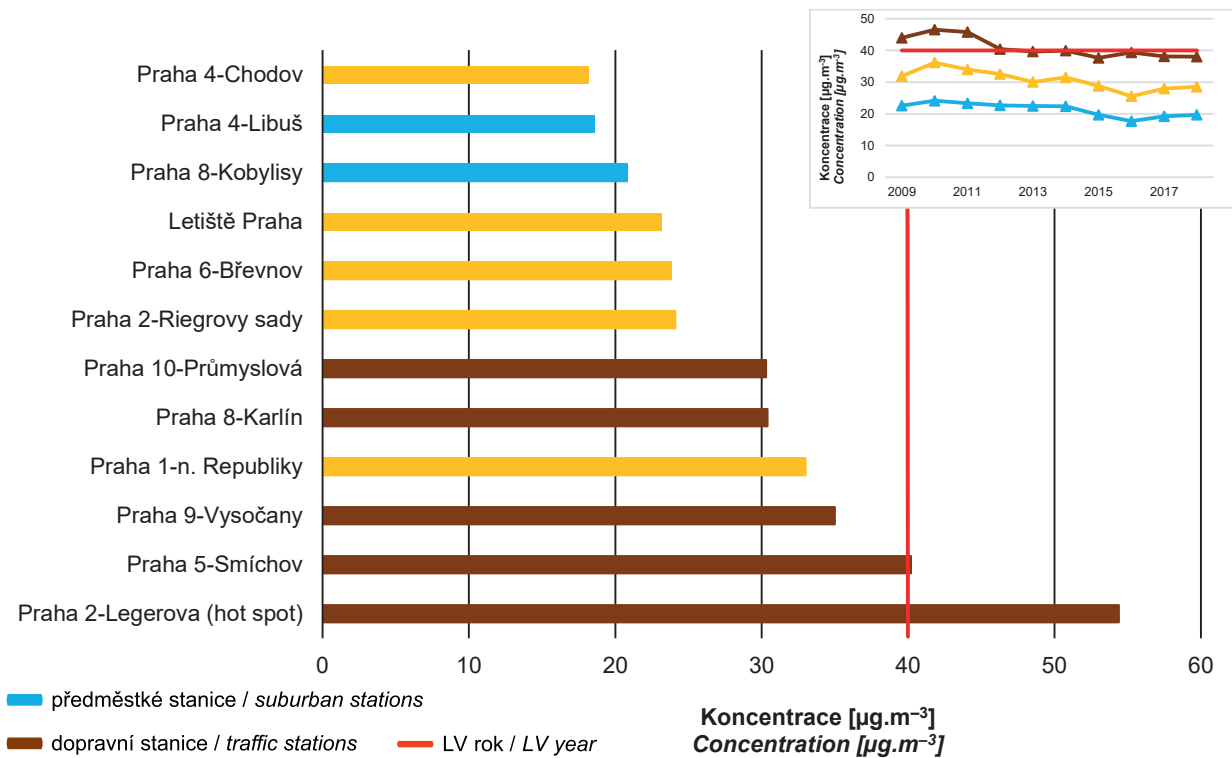
Obr. V.1.4 Průměrné roční koncentrace PM_{2.5} v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2012–2018, aglomerace Praha

Fig. V.1.4 Average annual PM_{2.5} concentrations and trends of concentrations in 2012–2018, agglomeration of Prague

V.1 AGLOMERACE – HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
V.1 AGGLOMERATION – CAPITAL CITY OF PRAGUE

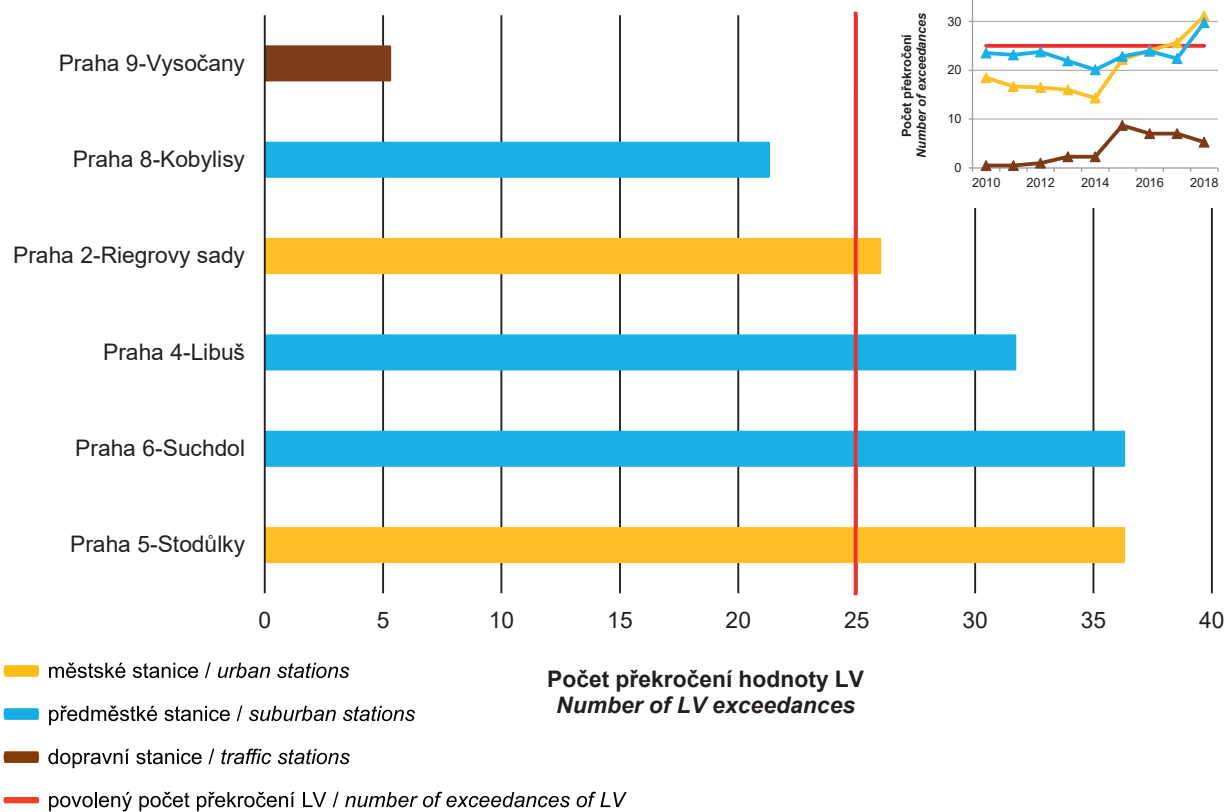


Obr. V.1.5 Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v letech 2008–2018, aglomerace Praha
Fig. V.1.5 Average annual benzo[a]pyrene concentrations in 2008–2018, agglomeration of Prague



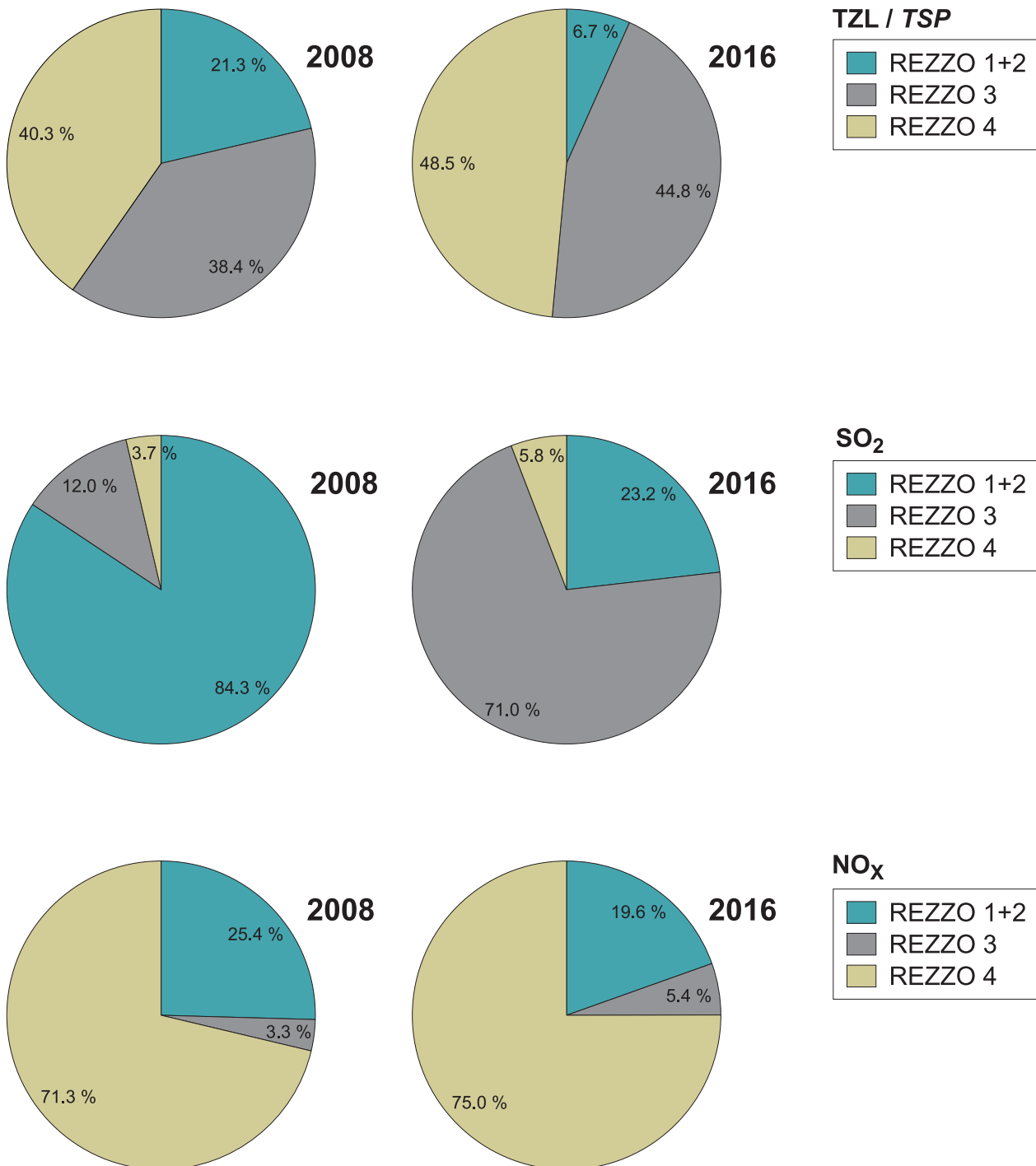
Obr. V.1.6 Průměrné roční koncentrace NO₂ v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2009–2018, aglomerace Praha
Fig. V.1.6 Average annual NO₂ concentrations and trend of concentrations in 2009–2018, agglomeration of Prague

V.1 AGLOMERACE – HLAVNÍ MĚSTO PRAHA
V.1 AGGLOMERATION – CAPITAL CITY OF PRAGUE



Obr. V.1.7 Počty překročení hodnoty imisního limitu O₃ v průměru za tři roky v letech 2008–2018, aglomerace Praha

Fig. V.1.7 Numbers of exceedances of the limit value of O₃ in the average for three years in 2008–2018, agglomeration of Prague



Obr. V.1.8 Emise vybraných znečišťujících látek v členění dle REZZO, aglomerace Praha, 2008 a 2016
Fig. V.1.8 Emissions of selected pollutants listed according to REZZO, agglomeration of Prague, 2008 and 2016

V.2 AGLOMERACE BRNO

Agglomerace Brno leží ve středu Jihomoravského kraje a je totožná se správním územím města Brna. Kvalita ovzduší ve městě je ovlivňována několika významnými zdroji. Vliv těchto zdrojů se významně liší v jednotlivých oblastech Brna v závislosti například na způsobu vytápění či dopravní zátěži v dané lokalitě.

Stejně jako další velká města, se i Brno jako druhé největší město ČR, potýká s významným podílem dopravy na snížené kvalitě ovzduší, a to především u oxidů dusíku. Stále neexistuje velký okruh města a tato skutečnost výrazně snižuje plynulost dopravy v některých částech města a v centru. Nejvýznamnějším zdrojem tuhých znečišťujících látek je pak lokální vytápění.

V roce 2018 také na několika místech intenzivně probíhaly stavební práce, které mohou mít dočasně a lokálně velmi vysoký podíl na znečištění ovzduší. Kromě znečištění pocházejícího ze stavby jako takové (haldy stavebního materiálu, demolice, nakládka a vykládka či přesun materiálu, pohyb stavebních strojů apod.) vedou stavební práce často také k narušení plynulosti dopravy, tvorbě dopravních kolon, na místo stavby přijíždí nákladní vozy a významná je následně také resuspenze.

Opomenout nelze ani vliv dálkového transportu. Zejména při severovýchodním proudění se může až do oblasti Brna dostávat přes Zlínský kraj Moravskou bránou znečištění z Moravskoslezského kraje či přeshraničně až z Polska. Především pokud k takovéto situaci dojde při teplotní inverzi, jsou časté vysoké koncentrace znečišťujících látek a případně i vyhlášení smogové situace. V roce 2018 však nebyla na území aglomerace Brno vyhlášena smogová situace ani jednou, na rozdíl od roku předchozího. To však souvisí primárně s meteorologickými podmínkami, které byly na začátku předchozího roku výrazně horší než v roce 2018.

V.2.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Brno

Suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci suspendovaných částic frakce PM₁₀ (40 µg.m⁻³) nebyl v roce 2018, stejně jako v roce předchozím, překročen na žádné stanici v aglomeraci Brno (obr. V.2.3). Ze stanic, které splnily podmínku dostupnosti dat (8 stanic), byla nejvyšší roční koncentrace PM₁₀ na dopravní stanici Brno-Úvoz (hot

V.2 THE BRNO AGGLOMERATION

The Brno agglomeration lies in the centre of the Southern Moravian region and is identical with the administrative territory of the City of Brno. There are several important sources affecting air quality in the city. The impact of these sources varies significantly in particular parts of Brno, depending on, for example, the type of heating or traffic load in a given locality.

Like other large cities, Brno, as the second largest city in the Czech Republic, faces a significant share of traffic affecting air quality, especially in nitrogen oxides. There is still no main city traffic circuit and this fact greatly reduces traffic flow in some parts of the city and in the city centre. Local heating is the most important source of particulate matter.

In 2018, construction activities were also intensively carried out in several places which may lead to a very high share of air pollution temporarily and locally. In addition to pollution from the building activity itself (building material heaps, demolitions, loading and unloading or moving material, movement of construction machinery, etc.), construction work often also leads to disruptions in traffic flow, and traffic jams, while lorries arriving at the site cause subsequently a significant resuspension.

The effect of long-distance pollution transport cannot be neglected either. Especially in the north-east flow, pollution from the Moravian-Silesian region or even across the border from Poland can reach the Brno area via the Zlín region through the Moravská brána territorial area. Particularly, if such a situation occurs during temperature inversion, high concentrations of pollutants appear and, possibly, a smog situation can be announced. However, in 2018 no smog situation was announced in the territory of Brno agglomeration, unlike the previous year. However, this is primarily related to meteorological conditions which were significantly worse at the beginning of the last year than in 2018.

V.2.1 Air quality in the Brno agglomeration

Suspended particulate matter PM₁₀ and PM_{2,5}

In 2018, as in the previous year, the limit value for the annual average concentration of PM₁₀ fraction of suspended particles (40 µg.m⁻³) was not exceeded at any station in the Brno agglomeration (Fig. V.2.3). Of the stations that met the condition of data availability (8 stations), the highest annual concentration of PM₁₀ was observed at the Brno-Úvoz traffic station (hot spot) (31.8 µg.m⁻³). It is a station located at a very busy crossroad in a valley, where, in addition,

Tab. V.2.1 Plocha aglomerace Brno s překročenými imisními limity jednotlivých škodlivin
Tab. V.2.1 The territory of the Brno agglomeration with the exceeded limit values of individual pollutants

Rok Year	PM ₁₀ roční průměr annual average	PM ₁₀ 24h	PM _{2,5} roční průměr annual average	NO ₂ roční průměr annual average	Benzo[a]pyren roční průměr annual average	O ₃
2012	–	27.07 %	3.04 %	2.45 %	45.03 %	4.02 %
2013	–	2.49 %	–	2.02 %	28.89 %	46.94 %
2014	–	0.54 %	0.43 %	–	0.43 %	–
2015	–	–	–	–	–	12.2 %
2016	–	–	–	0.87 %	1.85 %	0.01 %
2017	–	15.05 %	–	–	0.57 %	9.16 %
2018	–	13.17 %	–	–	13.64 %	37.17 %

spot) (31,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Jedná se o stanici umístěnou na velmi rušné křižovatce v kotlině, kde se navíc v roce 2018 prováděly významné stavební práce v bezprostředním okolí.

24hodinový imisní limit PM₁₀ (50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl v roce 2018 překročen právě na stanici Brno-Úvoz (hot spot) (obr. V.2.1 a V.2.2). Zatímco v roce 2017 zde došlo pouze k 24 překročením, v roce 2018 to byl téměř dvojnásobek – 47 překročení. Hlavní příčinou zde byly právě stavební práce, které v některé dny nárazově výrazně zvyšovaly koncentrace suspendovaných částic v ovzduší.

Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci frakce PM_{2,5} (25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2018 překročen na žádné stanici v aglomeraci (obr. V.2.4). Ze stanic, pro které jsou dostupná data pro roční průměr, byla nejvyšší koncentrace na městské pozadové stanici Brno-Dětská nemocnice (21,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a dále na předměstské pozadové stanici Brno-Tuřany (21,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Podle nově platné hodnoty imisního limitu pro roční koncentraci PM_{2,5} platné od roku 2020 (20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) by na těchto dvou stanicích limit překročen byl. Naopak na stanici Brno-Úvoz (hot spot) byla roční průměrná koncentrace PM_{2,5} pouze 18,0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, což dobře ilustruje vliv stavební činnosti, která je primárně zdrojem větších částic frakce PM₁₀.

Pokud srovnáme vývoj průměrných ročních koncentrací na jednotlivých stanicích v posledních letech, nelze říci, že by zde byl patrný nějaký jasný trend. Například na dopravní stanici Brno-Úvoz (hot spot) byl roční průměr koncentrace PM₁₀ v roce 2018 nejvyšší od začátku měření (2015), stejně tak na pozadové stanici Brno-Dětská nemocnice (data od roku 2015). Naopak relativně nízký byl roční průměr PM₁₀ koncentrace na jiné

significant construction work was carried out in the immediate vicinity in 2018.

In 2018, the 24-hour PM₁₀ (50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) limit value was exceeded just at the Brno-Úvoz station (hot-spot) (Fig. V.2.1 and V.2.2). While in 2017 there were only 24 cases exceeding the limit value, in 2018 it was almost double – 47 cases. The main cause was the construction work which occasionally in some days significantly increased concentrations of suspended particles in the air.

The limit value for the annual average concentration of PM_{2,5} (25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) fraction was not exceeded at any station in the agglomeration in 2018 (Fig. V.2.4). Of the stations for which data for the annual average are available, the highest concentration was reached at the urban background station Brno-Dětská nemocnice (21.6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and further at the suburban background station Brno-Tuřany (21.3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). According to the new limit value for the annual concentration of PM_{2,5} valid from 2020 (20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), the limit would be exceeded at these two stations. On the other hand, at the Brno-Úvoz station (hot spot), the annual average PM_{2,5} concentration was only 18.0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, which illustrates the influence of construction activity which is primarily a source of larger particles of PM₁₀ fraction.

If we compare the course of average annual concentrations at individual stations in recent years, we cannot say that there is any clear trend. For example, at the Brno-Úvoz (hot spot) traffic station, the annual average PM₁₀ concentration in 2018 was the highest since the beginning of the measurement (2015), as well as at the background station Brno-Dětská nemocnice (data from 2015). On the contrary, the annual average of PM₁₀ concentration at another traffic station – Brno-Výstaviště was relatively low (the

dopravní stanici Brno-Výstaviště (třetí nejnižší, od roku 2009). Kompletní řadu ročních průměrných koncentrací PM_{10} od roku 2008 má předměstská stanice Brno-Tuřany. Průměr za desetileté období 2008–2017 zde činí $25,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v roce 2018 to bylo $26,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Totéž pak platí pro roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$, ani ty se na stanicích v Brně dlouhodobě významně nesnižují, ani nezvyšují.

Minimální dostupnost dat 90 % nebyla v roce 2018 splněna na stanicích Brno-Zvonařka, Brno-Svatoplukova, Brno-Masná a Brno-Lány. Tyto stanice tedy v hodnocení PM zahrnuty být nemohou.

Zmínit je však třeba stanici Brno-Zvonařka. V blízkosti této stanice začaly na podzim roku 2018 probíhat velmi intenzivní stavební práce, a to hned na několika místech kolem stanice (rekonstrukce Hlavního nádraží a okolních mostů, výstavba nových kancelářských bloků, demolice starých budov atd.). V důsledku toho byla stanice od září 2018 překlasifikována na stanici průmyslovou z původní dopravní. Lokalitou se však stále jedná o totožnou stanici. Pokud bychom sečetli počet překročení na obou stanicích, pak byl v této lokalitě 24hodinový imisní limit PM_{10} překročen minimálně 58x (stanice měla delší výpadek v červenci a srpnu, nelze tedy s jistotou říci, zda překročení nebylo ještě více. Nicméně vzhledem k roční době výpadku a srovnání s okolními stanicemi je takřka jisté, že během prázdninového výpadku k překročení nedošlo). Na základě účelové rozsáhlé odborné zprávy zabývající se právě vysokými koncentracemi znečišťujících látek na Zvonařce bylo jasně potvrzeno, že příčinou je intenzivní stavební činnost v okolí a s tím spojená i narušená dopravní plynulost a resuspenze z dopravy.

Oxid dusičitý (NO_2)

Hlavním zdrojem NO_2 v České republice je doprava, nejvyšší koncentrace této znečišťující látky jsou proto ve velkých městech, jedním z nich je také aglomerace Brno. Jednoznačně nejvyšší koncentrace NO_2 jsou dlouhodobě sledovány na dopravně nejzatíženějších stanicích, jako je například stanice Brno-Svatoplukova nebo Brno-Úvoz (hot spot).

Roční imisní limit pro NO_2 ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byl v roce 2018 opět překročen na stanici Brno-Svatoplukova ($46,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, obr. V.2.6), stejně jako v loňském roce. Tato stanice se nachází v těsné blízkosti dvoupruhové rušné dopravní tepny, kde se velmi často tvoří dopravní kolony, a je tedy významně

third lowest since 2009). The complete series of annual average concentrations of PM_{10} since 2008 is available at the suburban Brno-Tuřany station. The average for the ten-year period 2008–2017 is $25.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, and in 2018 it was $26.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. The same applies to annual average concentrations of $PM_{2,5}$ that do not significantly decrease or increase in the long-term period in Brno stations.

The minimum data availability of 90% was not met in 2018 at the stations Brno-Zvonařka, Brno-Svatoplukova, Brno-Masná and Brno-Lány. Therefore, these stations cannot be included in the PM evaluation.

However, the Brno-Zvonařka station should be mentioned. Very intensive construction work commenced in the vicinity of this station in autumn 2018, at several locations around the station (reconstruction of the Central Station and surrounding bridges, construction of new office blocks, demolition of old buildings, etc.). As a result, since September 2018, the station has been reclassified to an industrial station from the original traffic. However, the location of the station is still the same. If we count the number of cases exceeding the limit at these two stations, then in this locality the 24-hour PM_{10} limit value was exceeded at least 58 times (the station had a longer outage in July and August, so we cannot say with certainty whether the number of cases was higher; however, compared to the surrounding stations and in view of the period of the year, it is almost certain that there was no exceeding during the holiday outage). On the basis of a large-scale expert report dealing particularly with high concentrations of pollutants in Zvonařka, it was clearly confirmed that it is caused by intensive construction activities in the surrounding area and the associated disruption of traffic flow and resuspension due to traffic.

Nitrogen dioxide (NO_2)

The main source of NO_2 in the Czech Republic is traffic; therefore the highest concentrations of this pollutant occur in large cities, one of them being the Brno agglomeration. Clearly, the highest concentrations of NO_2 are monitored in the long-term at the most affected stations, such as the Brno-Svatoplukova or Brno-Úvoz stations (hot spot).

The annual NO_2 limit value ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was again exceeded at the Brno-Svatoplukova station ($46.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, Fig. V.2.6) in 2018 as in the last year. This station is located in proximity to a two-lane heavy traffic main road where traffic jams form very often and therefore the traffic flow is significantly impaired. During the ten-year period 2008–2017 the limit was exceeded 8 times at the station except

narušena plynulost dopravy. Během desetiletého období 2008–2017 byl tento limit na stanici překročen 8x, s výjimkou let 2011 a 2015, kdy byly koncentrace těsně pod limitem. Na stanici Brno-Úvoz (hot spot) byla hodnota roční průměrné koncentrace NO_2 o $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pod hodnotou imisního limitu. Od roku 2008 je to tak vůbec poprvé, kdy tento limit na stanici překročen nebyl a je zde pozorován klesající trend. Také na další dopravní stanici Brno-Výstaviště byla roční průměrná koncentrace NO_2 nižší než kterýkoliv rok z předchozích 10 let ($28,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Platí zde zcela jednoznačná závislost mezi typem stanice a roční průměrnou koncentrací NO_2 . Na pozadových stanicích jsou hodnoty ročního průměru významně nižší. Příkladem je předměstská pozadová stanice Brno-Tuřany, kde byl roční průměr v roce 2018 $14,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (méně než kterýkoliv z předchozích 10 let).

Benzo[a]pyren

Koncentrace benzo[a]pyrenu jsou v Brně monitorovány na dvou městských pozadových lokalitách – Brno-Masná a Brno-Líšeň. Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci benzo[a]pyren ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) nebyl v roce 2018 překročen ani na jedné z těchto dvou stanic (obr. V.2.5). Hodnoty ročního průměru se pohybovaly kolem poloviny imisního limitu ($0,5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ na Masné a $0,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v Líšni). Na stanici Brno-Masná jsou data o koncentracích benzo[a]pyrenu k dispozici od roku 2015 a k překročení imisního limitu nedošlo ani jednou. V Líšni je benzo[a]pyren monitorován od roku 2009. Nejvyšší roční průměr zde byl pozorován v roce 2012 ($1,0 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Lze tedy říci, že za posledních 5 let nebyl imisní limit pro roční průměrnou koncentraci benzo[a]pyrenu překročen v aglomeraci Brno ani jednou. Je však nutné zmínit, že monitoring benzo[a]pyrenu je celorepublikově zatížen nejvyšší nejistotou. Jeho hlavním zdrojem je lokální vytápění, a jak ukázala některá projektová měření, v malých sídlech v okolí Brna byly krátkodobé koncentrace benzo[a]pyrenu naměřeny až řádově vyšší. Je tedy možné, že ve čtvrtích s vyšším podílem vytápění na tuhá paliva jsou koncentrace benzo[a]pyrenu vyšší.

Přízemní ozon (O_3)

Data o koncentracích přízemního ozonu jsou za rok 2018 k dispozici ze tří brněnských stanic, a to Brno-Tuřany, Brno-Lány a Brno-Dětská nemocnice. Ve všech případech se jedná o městské, nebo v případě Brno-Tuřany předměstské, poza-

for 2011 and 2015 when the concentrations were just below the limit. At the Brno-Úvoz station (hot spot), the annual average concentration of NO_2 was below the limit value by $0.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. This is the first time since 2008 that this limit was not exceeded and there is an apparent downward trend. The annual average NO_2 concentration was also lower at another traffic station – Brno-Výstaviště, lower than in any of the previous 10 years ($28.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). There is a clear relationship between the station type and the annual average NO_2 concentration. At background stations, annual average values are significantly lower. An example is the Brno-Tuřany suburban background station, where the annual average in 2018 was $14.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (less than any of the previous 10 years).

Benzo[a]pyrene

Benzo[a]pyrene concentrations are monitored in Brno at two urban background locations – Brno-Masná and Brno-Líšeň. The limit value for the annual average concentration of benzo[a]pyrene ($1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) was not exceeded in 2018 by any of these two stations (Fig. V.2.5). The annual average values ranged around half of the limit value ($0.5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ at Masná and $0.6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ at Líšeň). At the Brno-Masná station, data on benzo[a]pyrene concentrations have been available since 2015 and the limit value has never been exceeded. In Líšeň, benzo[a]pyrene has been monitored since 2009. The highest annual average was observed in 2012 ($1.0 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). It can therefore be stated that in the last 5 years the limit value for the annual average concentration of benzo[a]pyrene has not been exceeded in the Brno agglomeration. However, it should be noted that benzo[a]pyrene monitoring is affected by the highest level of uncertainty throughout the country. Its main source is local heating and, as some project measurements have shown, short-term concentrations of benzo[a]pyrene were measured to be much higher in small settlements around Brno. It is therefore possible that benzo[a]pyrene concentrations are higher in districts with a higher proportion of solid fuel heating.

Ground-level ozone (O_3)

Data on ground-level ozone concentrations for 2018 are available for three Brno stations, namely Brno-Tuřany, Brno-Lány and Brno-Dětská nemocnice. In all cases, these are urban or, in the case of Brno-Tuřany, suburban background stations where the concentrations are higher than at traffic stations.

In the 2016–2018 period, the allowed number of instances exceeding the limit value was higher only at

řové stanice, kde jsou koncentrace vyšší než na dopravních.

Imisní limit byl v období 2016–2018 překročen pouze na stanici Brno-Tuřany (34,7x), stejně jako v loňském roce. Na stanici Brno-Dětská nemocnice to bylo přesně 20 překročení a na stanici Brno-Lány 19,3 (obr. V.2.7). Příčinou vyšších koncentrací přízemního ozonu na stanici Brno-Tuřany je její poloha mimo město a také umístění ve zcela otevřeném prostoru na přímém slunci.

Pokud se podíváme na roční průměrnou koncentraci O_3 na stanici Brno-Tuřany, máme k dispozici ucelenou řadu od roku 2010. Celkový průměr za toto období je $50,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Právě v roce 2018 byl roční průměr O_3 na této stanici jednoznačně nejvyšší ($59,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), druhý nejvyšší pak v roce 2015 ($52,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Rok 2018 byl historicky nejteplejším rokem za dobu měření v České republice a právě vysoké teploty a intenzita slunečního záření k vysokým koncentracím přízemního ozonu přispívají. Rovněž rok 2015 byl charakteristický významnou vlnou veder v letním období. Na stanicích Dětská nemocnice a Lány jsou k dispozici data od roku 2015 a také na těchto dvou byl roční průměr 2018 jednoznačně nejvyšší.

Ostatní látky

Koncentrace těžkých kovů (As, Pb, Ni, Cd) na území aglomerace jsou dlouhodobě pod hodnotou imisního limitu, v některých případech i o dva řády (například Pb na stanici Brno-Líšeň, pro který je stanoven imisní limit na $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v ročním průměru, byl roční průměr 2018 pouze $6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$).

Koncentrace oxidu siřičitého (SO_2) a benzenu se dlouhodobě pohybují pod hodnotou imisního limitu.

V.2.2 Emise v aglomeraci Brno

V současné době je na území aglomerace Brno individuálně evidováno cca 550 provozoven zdrojů znečišťování ovzduší zařazených do databáze REZZO 1 a 2. Na celkových emisích se jich významněji podílí pouze několik desítek. Jedná se především o teplárenské zdroje (Teplárny Brno, a. s.), spalovnu komunálního odpadu (SAKO Brno, a. s.) a několik provozoven zpracovatelského průmyslu (Eligo, a. s., slévárna REMET, s. r. o. nebo Brněnská obalovna, s. r. o. – Chrlice). Zdrojem emisí TZL jsou také recyklační linky stavebních odpadů, které jsou provozovány jak na přímo určených lokalitách (např. Recyklace Brno-Černovice), tak i na dalších místech, na

the Brno-Tuřany station (34.7 times), as in the last year. At the Brno-Dětská nemocnice station there were exactly 20 instances of exceeding the limit value and at the Brno-Lány station 19.3 instances (Fig. V.2.7). The cause of higher ground-level ozone concentrations at the Brno-Tuřany station is its location outside the city and also the location in a completely open space in direct sunlight.

Considering the annual average concentration of O_3 at the Brno-Tuřany station, there is a complete series available since 2010. The total average for this period is $50.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. In 2018, the annual average of O_3 at this station was clearly the highest ($59.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), the second highest concentration occurred in 2015 ($52.6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). The year 2018 was historically the warmest year in the Czech Republic and the high temperatures and the intensity of solar radiation contribute to high concentrations of ground-level ozone. The year 2015 was also characterized by a significant heat wave in summer. Data for the Brno-Dětská nemocnice and Lány stations are available since 2015 and the 2018 annual average was clearly the highest for these two.

Other substances

The concentrations of heavy metals (As, Pb, Ni, Cd) in the territory of the agglomeration have long been below the limit value, in some cases by two orders of magnitude (for example Pb at the Brno-Líšeň station, for which the annual limit value is set at $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, reached only $6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ in the annual average of 2018).

Sulfur dioxide (SO_2) and benzene concentrations have long been below the limit value.

V.2.2 Emissions in the Brno agglomeration

At the present time, approx. 550 places of operation of sources of air pollution included in the REZZO 1 and REZZO 2 databases are individually registered in the territory of the Brno agglomeration. Only several dozen of them have a substantial effect on the overall emissions. These are primarily heating sources (Teplárny Brno, a. s.), communal waste incinerators (SAKO Brno, a. s.) and a few places of operation of the processing industry (Eligo, a. s., Slévárna REMET foundry, s. r. o., or Brněnská obalovna, s. r. o. – Chrlice). The sources of TSP include also recycling lines of construction waste being operated both at a given location (e.g. Recyklace Brno-Černovice) and at other places where the activities are undergoing, for example, demolitions. According to the outputs of SLDB 2011, central

kterých jsou prováděny např. demoliční práce. Podle výstupů SLDB 2011 převládají u vytápění domácností centrální zdroje tepla (cca 54 % bytů), dále pak plynové kotelny a lokální plynové kotle (dohromady cca 37 % bytů). Pouze v malé části bytového fondu, především v okrajových částech města, je využíváno jako palivo uhlí, dřevo, popř. koks. Stejně jako u bytů je větší část budov komunální sféry napojena na CZT, popř. na vlastní plynové kotelny.

V období let 2008–2016 došlo u individuálně evidovaných zdrojů k poklesu všech sledovaných emisí. U emisí TZL souvisí tento pokles s modernizací, popř. ukončením provozu některých technologických výrobních, především sléváren (např. Slévárny Zetor nebo Šmeral). Jediným významnějším zdrojem emisí TZL je podle aktuálních údajů souhrnné provozní evidence Eligo, a. s., specializovaný na výrobu sušených mléčných produktů. Následují slévárenské provozy (např. Slévárna HEUNISCH Brno), u nichž lze vedle vykázaných emisí TZL očekávat také určitý podíl obtížně stanovitelných fugitivních emisí. U emisí SO₂ má rozhodující podíl spalovna komunálního odpadu SAKO Brno, a. s. K výraznému snížení emisí teplečenských zdrojů došlo nejprve omezením spalování vysokosirných topných olejů a následně přechodem na výhradní využití zemního plynu.

Emisní zatížení Brna je z celorepublikového hlediska poněkud specifické. Bodové zdroje provozované na jeho území jsou až na výjimky minoritní a významný podíl emisí pochází z dopravy nebo z lokálního vytápění domácností (obr. V.2.8). Podle detailního hodnocení vývoje emisí v letech 2008–2016, zpracovaného pro aktualizaci PZKO v roce 2018, pochází největší podíl emisí TZL z vytápění domácností, nejvíc emisí SO₂ produkuje SAKO Brno a Brněnská obalovna, s.r.o. – Chrlice. Změny ve skladbě vozového parku především u silničních vozidel ovlivňují rozložení emisí NO_x. Zpracování záznamů pořizovaných při STK v letech 2007–2016 (studie CDV Brno, v. v. i.) ukazuje významný pokles emisí NO_x mezi lety 2008 a 2016. I přesto se doprava podílí na emisích NO_x víc než 45 %.

V.2.3 Shrnutí

Hlavním problémem kvality ovzduší na území aglomerace Brno jsou vysoké koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ a oxidu dusičitého (NO₂) na některých stanicích ve městě. Nejproblematictější jsou intenzivně dopravně zatížené stanice, kon-

heating sources predominate in heating households (54% of flats), followed by gas boilers and local gas boilers (together 37% of flats). Coal, wood or coke is used as a fuel in only a small part of the households, primarily at the periphery of the city. Similarly, a large portion of the buildings of the communal sphere are connected to central heating sources or have their own gas boilers.

There was a decrease in monitored emissions at the individually registered sources in the 2008–2016 period. For TSP emissions, this decrease relates to renewal or termination of operation of some technological production processes, especially foundries (e.g. Slévárna Zetor and Šmeral foundries). Based on current data in the summary operating records, a single more important source of TSP emissions is Eligo, a.s. which specialises in the production of dried milk products. This is followed by foundry operations (e.g. Slévárna HEUNISCH Brno) for which, in addition to reported TSP emissions, a certain fraction of difficult-to-identify fugitive emissions can also be expected.

A decisive share of SO₂ emissions originates from the SAKO Brno, a.s., communal waste incinerator. The emissions from heating plant sources were substantially reduced by first reducing combustion of high-sulphur heating oils and subsequently by transition to the exclusive use of natural gas as a fuel.

Country-wide, the emission load of Brno is rather specific. The point sources operated at its territory are minor, with some exceptions, and significant parts of the emissions originate from traffic or local household heating (Fig. V.2.8). According to a detailed evaluation of the development of emissions between 2008 and 2016 prepared for the update of the Air Quality Improvement Program in 2018, the largest share of TSP originates from household heating, the most SO₂ emissions are produced by SAKO Brno and Brněnská obalovna, s.r.o. – Chrlice. Changes in composition of the vehicle fleet, mainly of road vehicles, affect the distribution of NO_x emissions. An evaluation of records registered during technical inspections between 2007 and 2016 (a study by CDV Brno, p.r.i.) shows a significant decrease of NO_x emissions between 2008 and 2016. Even though, the transport contributes more than 45% to NO_x emissions.

V.2.3 Summary

The main problem of the air quality in the territory of the Brno agglomeration is the high concentration of suspended particulates PM₁₀ and nitrogen dioxide (NO₂) at some stations in the city. The most

krétně stanice Brno-Svatoplukova, Brno-Úvoz (hot spot) a Brno-Zvonařka.

Dočasně se také velmi významně projevuje vliv stavebních prací a s nimi spojených dopravních uzavírek a emisí ze samotné stavební činnosti a stavenišť. Pokud takováto činnost probíhá v těsné blízkosti některé ze stanic, projeví se tato skutečnost velmi významně právě na koncentracích hrubší frakce suspendovaných částic – PM_{10} . V roce 2018 to bylo dobře vidět na stanicích Brno-Úvoz (hot spot) a především na stanici Brno-Zvonařka, kde docházelo nárazově a především ve všední dny k někdy velmi výrazným nárůstům koncentrací PM_{10} .

Vysoké byly v roce 2018 také koncentrace přízemního ozonu a toto zvýšení ve srovnání s předchozími lety bylo patrné na všech stanicích monitorujících O_3 v aglomeraci. Hlavní příčinu je zde třeba hledat v meteorologických podmínkách v roce 2018, který byl teplotně velmi nadnormální a srážkově podnormální.

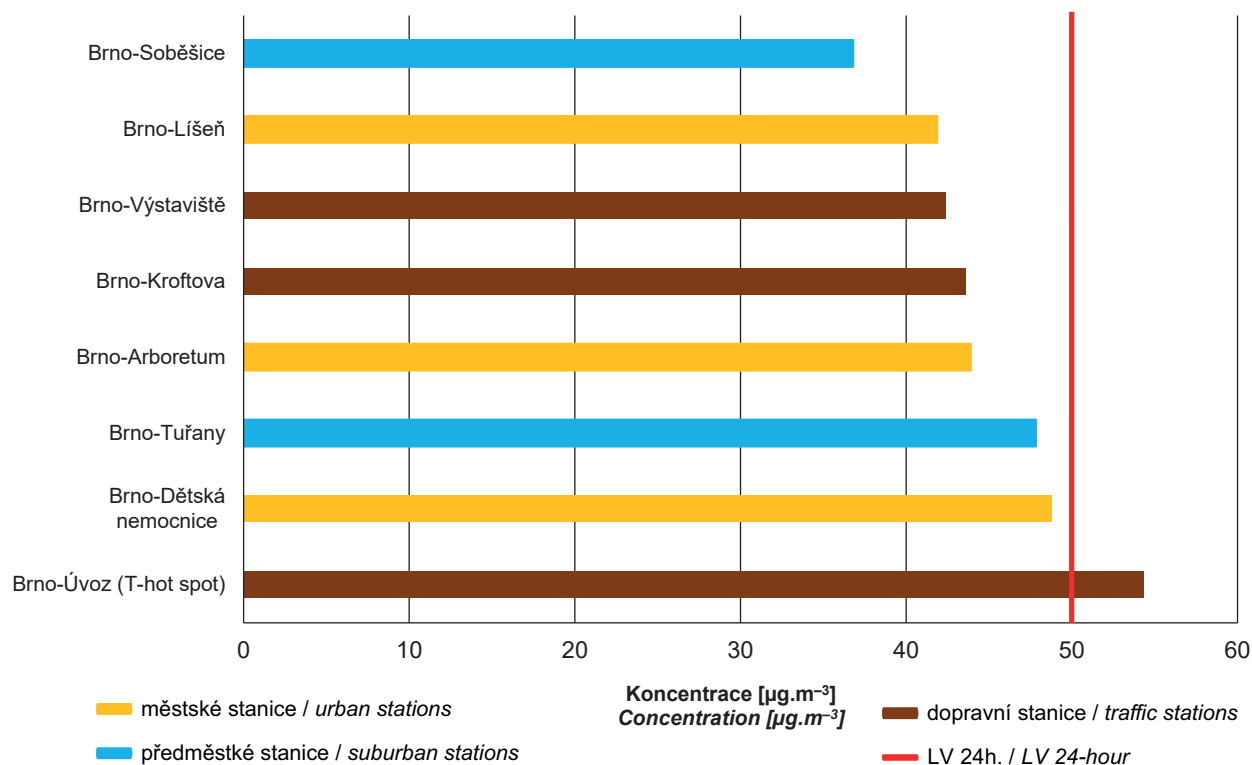
Za celý rok 2018 nebyla na území aglomerace Brno vyhlášena ani jedna smogová situace.

problematic are intensively affected stations, namely the stations Brno-Svatoplukova, Brno-Úvoz (hot spot) and Brno-Zvonařka.

The impact of construction work and associated transport restrictions together with emissions from the building activities themselves and their construction sites is temporarily also very significant. If such activity occurs in proximity to one of the stations, the impact is very significant in terms of concentrations of the coarser fraction of suspended particulates – PM_{10} . In 2018, it was well noticeable at the Brno-Úvoz (hot spot) station and especially at the Brno-Zvonařka station where there were sometimes very significant increases in PM_{10} concentrations, especially during weekdays.

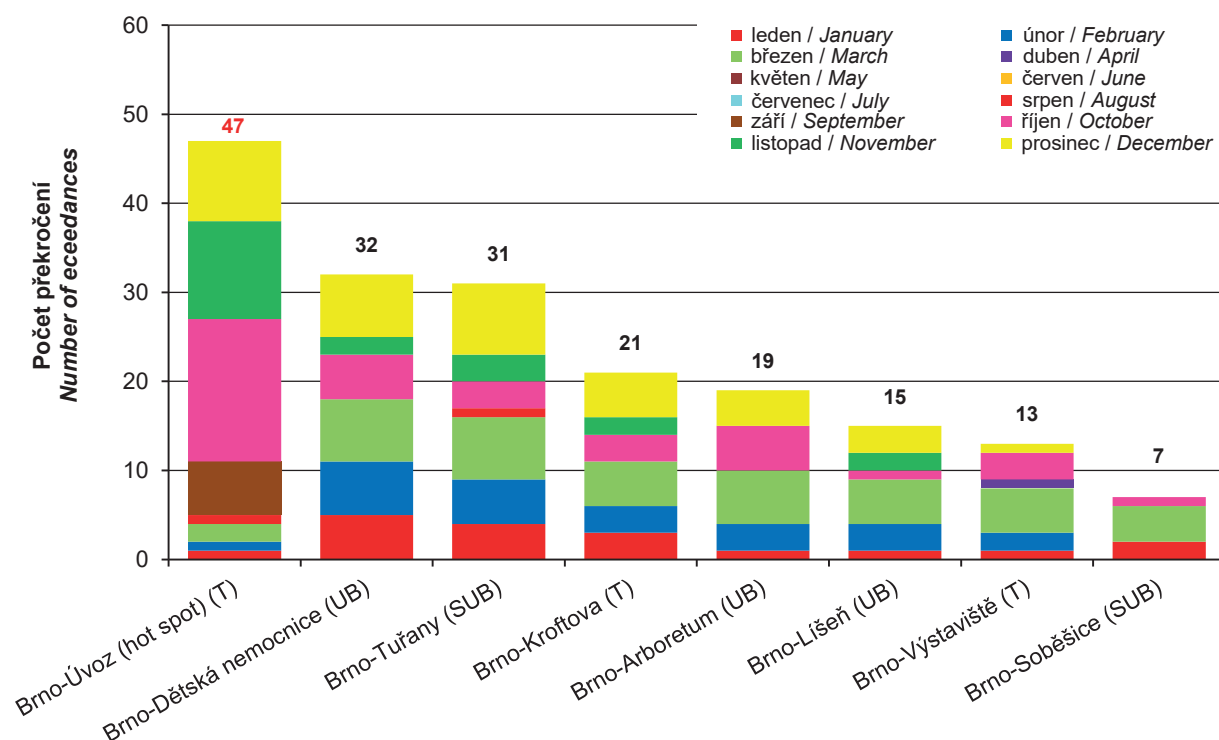
Also, ground-level ozone concentrations were high in 2018 and this increase compared to previous years was apparent at all O_3 monitoring stations in the agglomeration. The main reason for this can be attributed to meteorological conditions in 2018 which was very high above-average in terms of temperature and subnormal in terms of precipitation.

For the whole of 2018, no smog situation was announced in the territory of the Brno agglomeration.



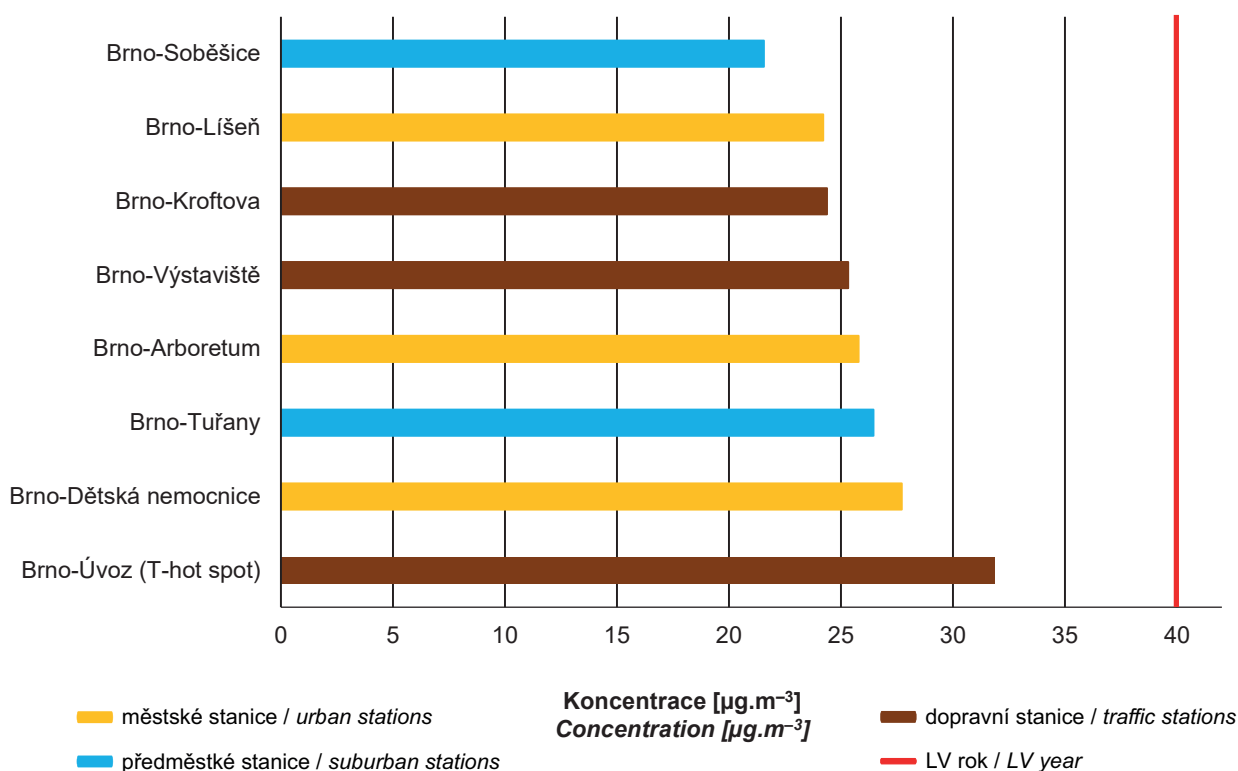
Obr. V.2.1 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM_{10} , aglomerace Brno, 2018

Fig. V.2.1 The 36th highest 24-hour concentration PM_{10} , agglomeration of Brno, 2018



Obr. V.2.2 Počet dní s koncentracemi PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ v jednotlivých měsících včetně celkového počtu překročení, aglomerace Brno, 2018

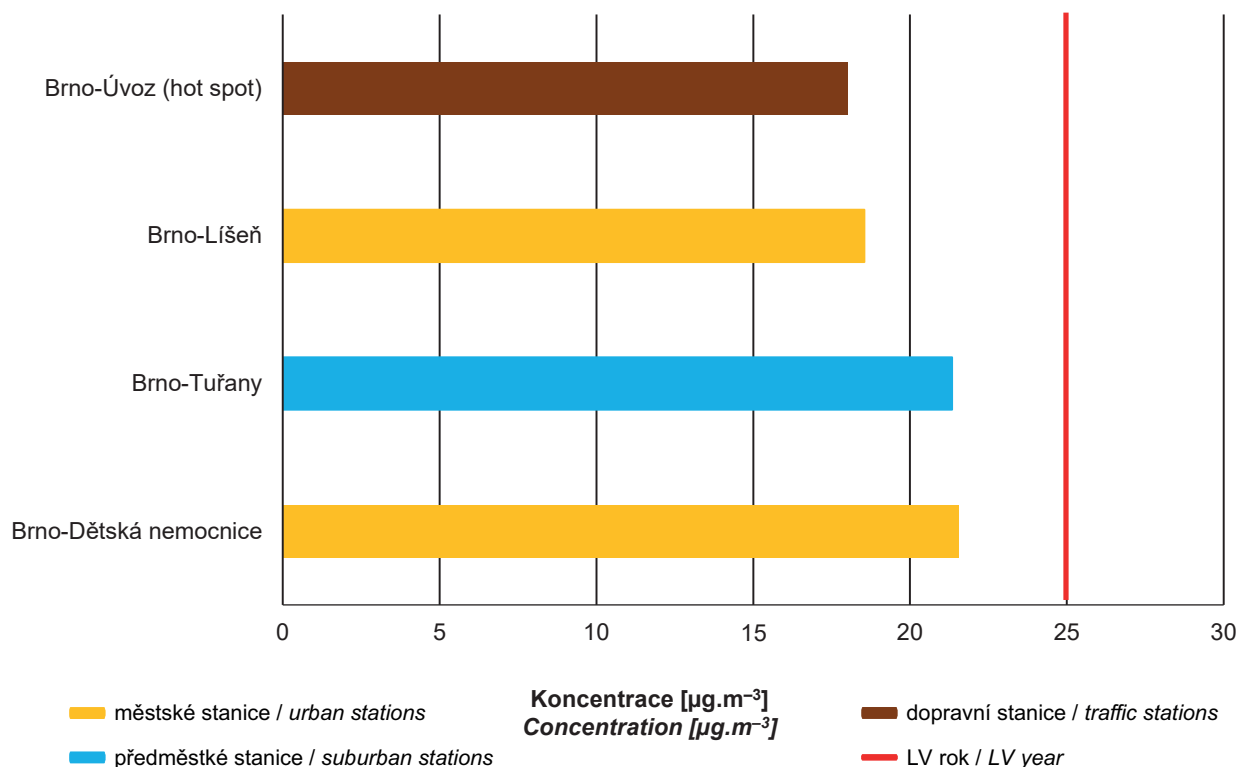
Fig. V.2.2 Number of days with concentrations of PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ in individual months, incl. total number of exceedances, agglomeration of Brno, 2018



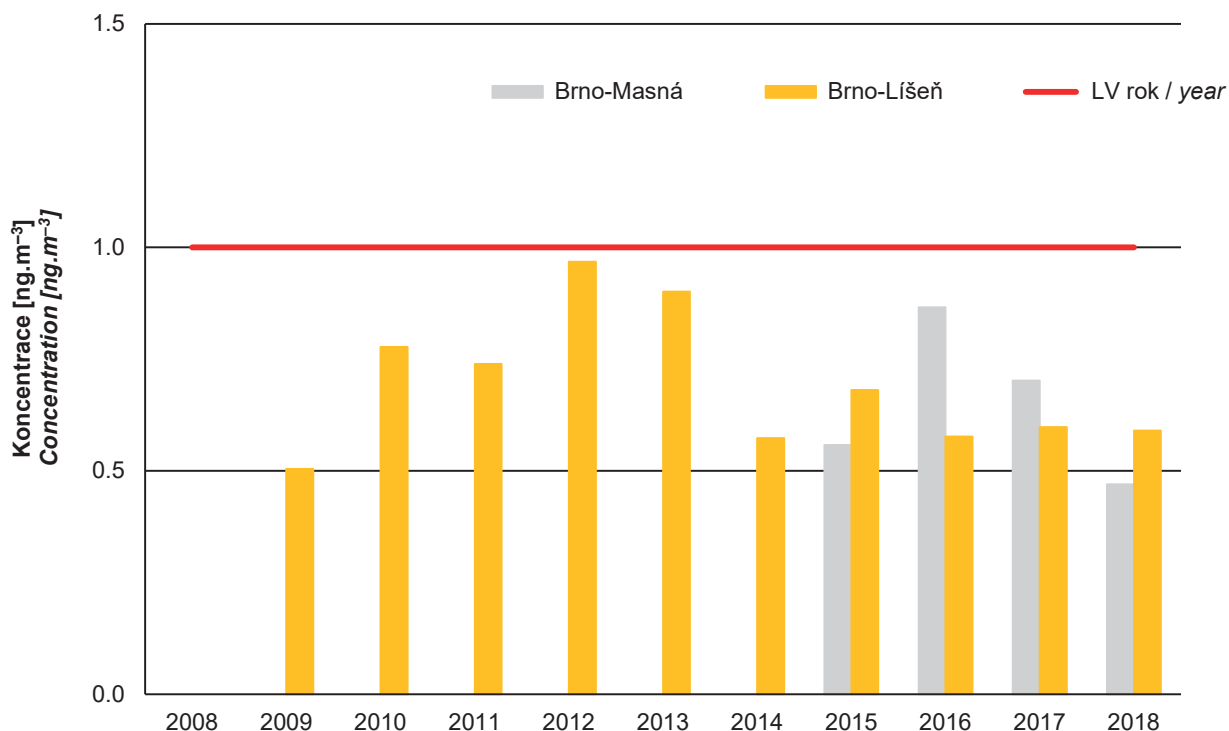
Obr. V.2.3 Průměrné roční koncentrace PM₁₀ v roce 2018, aglomerace Brno

Fig. V.2.3 Average annual PM₁₀ concentrations in 2018, agglomeration of Brno

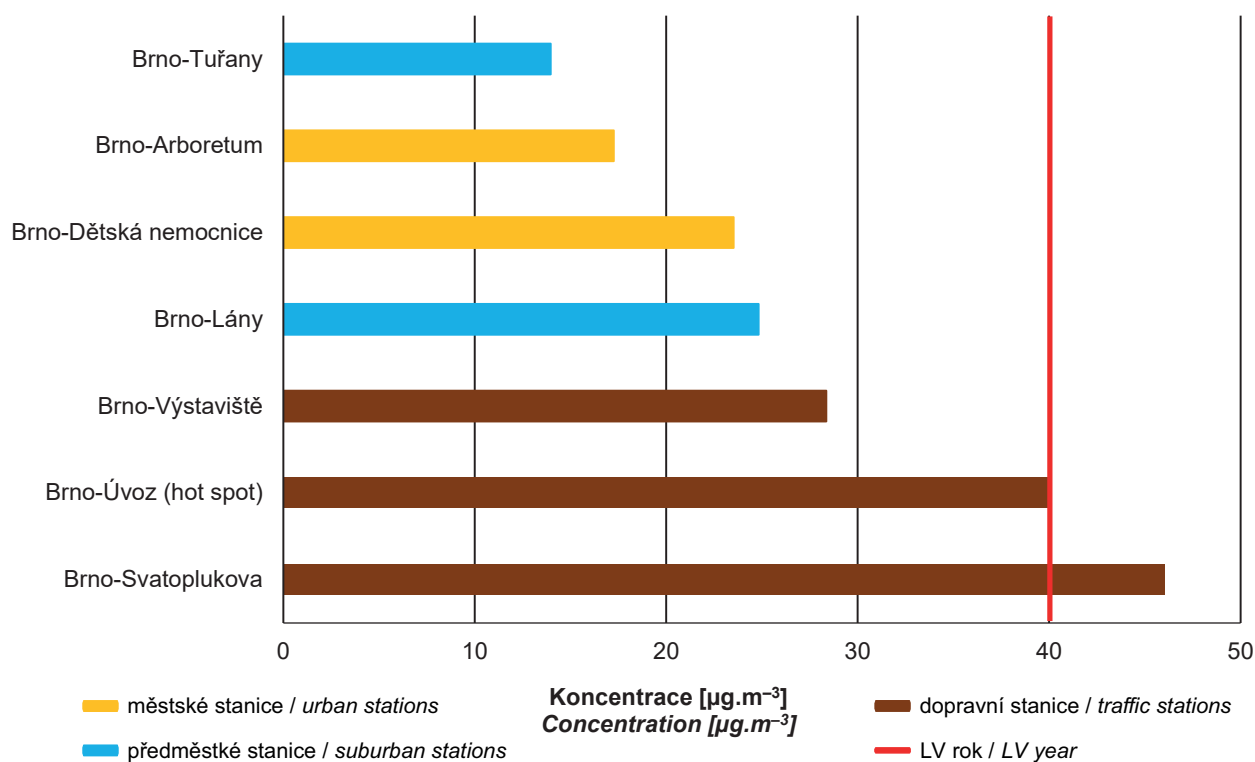
V.2 AGLOMERACE – BRNO
V.2 AGGLOMERATION – BRNO



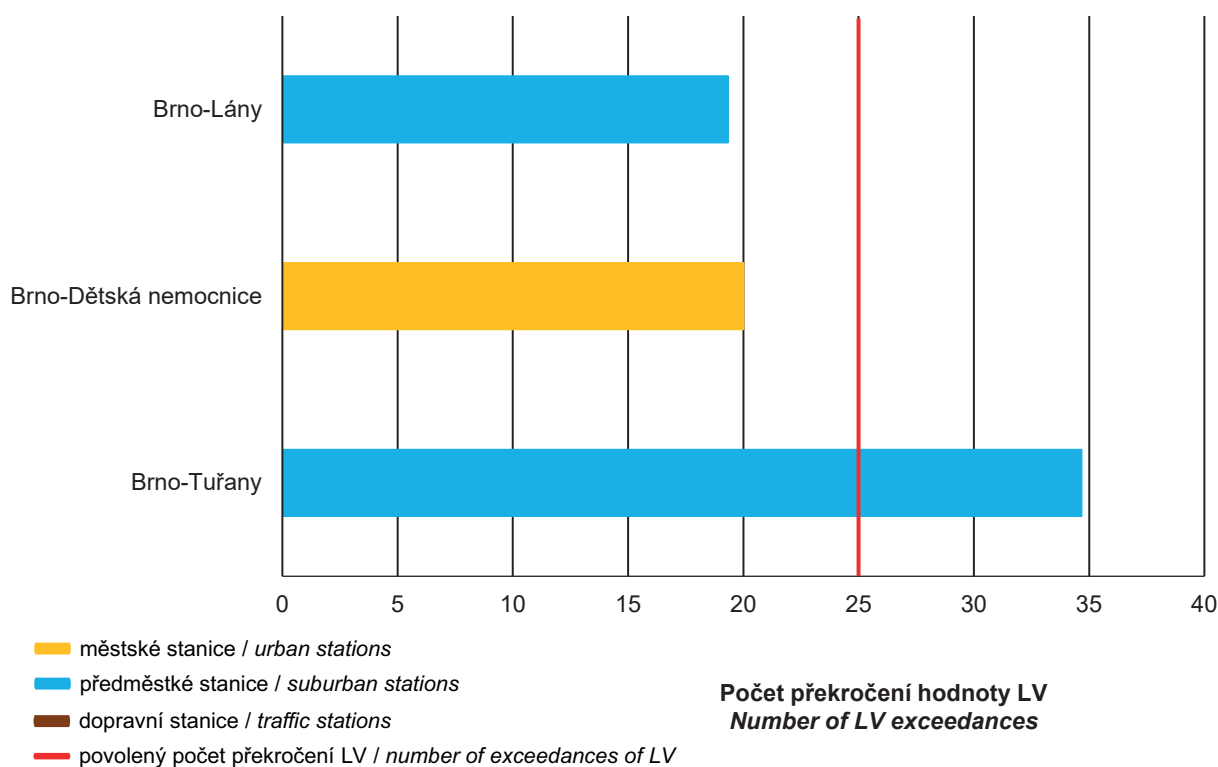
Obr. V.2.4 Průměrné roční koncentrace $\text{PM}_{2.5}$ v roce 2018, aglomerace Brno
Fig. V.2.4 Average annual $\text{PM}_{2.5}$ concentrations in 2018, agglomeration of Brno



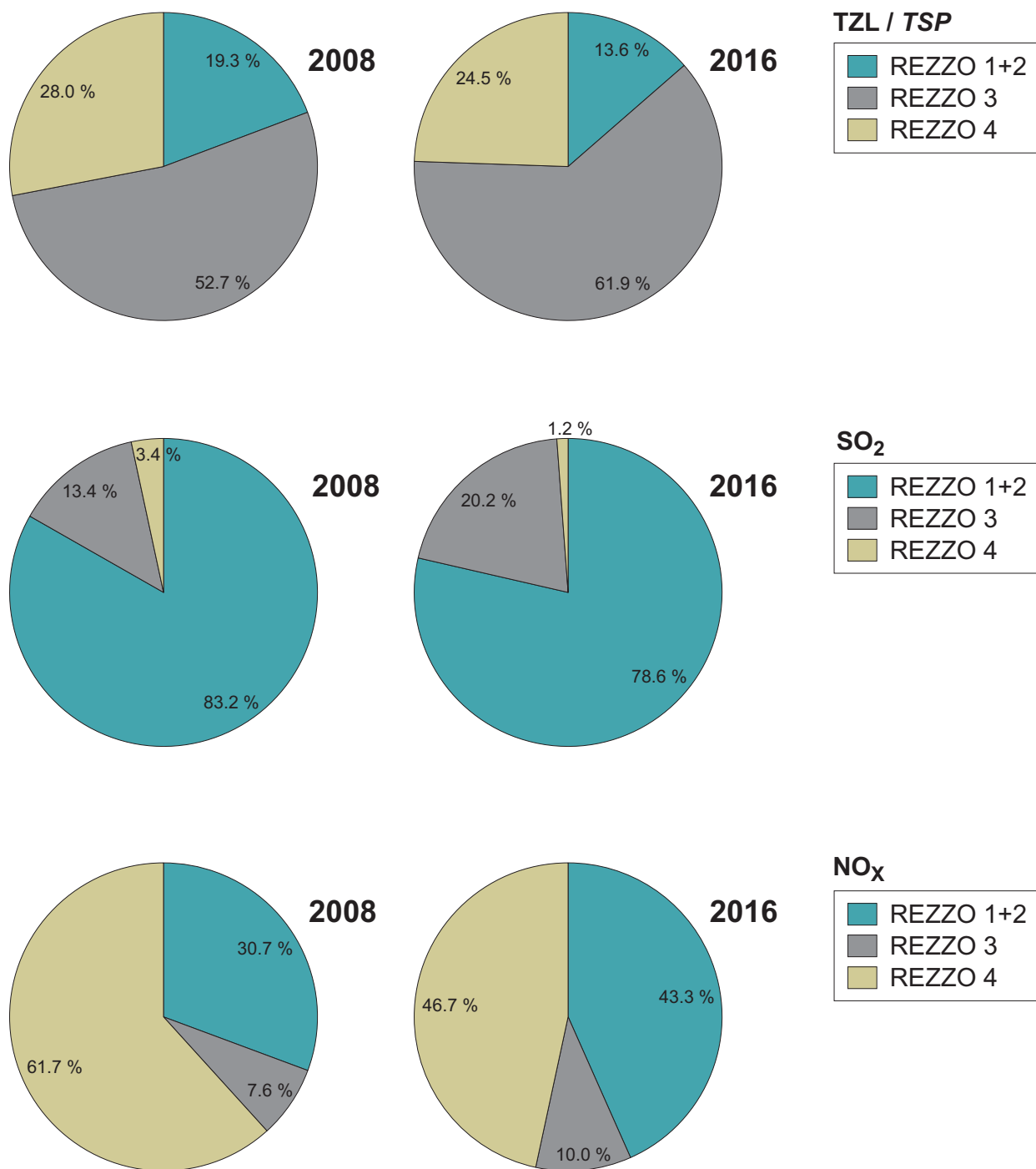
Obr. V.2.5 Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v letech 2008–2018, aglomerace Brno
Fig. V.2.5 Average annual benzo[a]pyrene concentrations in 2008–2018, agglomeration of Brno



Obr. V.2.6 Průměrné roční koncentrace NO_2 v roce 2018, aglomerace Brno
 Fig. V.2.6 Average annual NO_2 concentrations in 2018, agglomeration of Brno



Obr. V.2.7 Počty překročení hodnoty imisního limitu O_3 v průměru za tři roky, aglomerace Brno
 Fig. V.2.7 Numbers of exceedances of the limit value of O_3 in the average for three years, agglomeration of Brno



Obr. V.2.8 Emise vybraných znečišťujících látek v členění dle REZZO, aglomerace Brno, 2008 a 2016

Fig. V.2.8 Emissions of selected pollutants listed according to REZZO, agglomeration of Brno, 2008 and 2016

V.3 AGLOMERACE OSTRAVA/ KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK

Charakter i plocha aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek (O/K/F-M) se od ostatních dvou aglomerací ČR (Prahy a Brna) výrazně odlišují. Vzhledem k tomu, že aglomerace zahrnuje plochu tří celých okresů, nikoliv pouze městské oblasti, kvalitu ovzduší v území reprezentují všechny základní typy lokalit, tedy kromě městských a příměstských či dopravních také lokality s průmyslovou, venkovskou a regionální charakteristikou, které jsou rozmístěné od nížin až do horských oblastí. 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. Pro sledování dlouhodobě nadlimitních koncentrací škodlivin v ovzduší a jejich trendů je oblast pokryta hustou sítí více než dvaceti stálých měřicích stanic různých organizací, které jsou doplňovány specializovanými dočasnými měřeními¹.

Podstatným činitelem, který se podílí na výsledné snížené kvalitě ovzduší v aglomeraci, je míra a charakter přeshraničního i mezi regionálního přenosu znečištění v nejčtenějších 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 ovlivňuje kvalitu ovzduší (za určitých meteorologických situací dokonce určujícím způsobem) také přeshraniční emise a imisní příspěvky pocházející z území Polské republiky. 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 stabilní atmosférou, 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 nadlimit-

¹ V grafickém hodnocení jsou pro porovnání rovněž uvedeny koncentrace z měření na stanicích imisního monitoringu v jižní části Slezského vojvodství v Polské republice. Data srovnatelné kvality jsou dostupná přibližně od roku 2010.

V.3 THE OSTRAVA/ KARVINÁ/ FRÝDEK-MÍSTEK AGGLOMERATION

The character and area of the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration (O/K/F-M) differ significantly from the other two agglomerations of the Czech Republic (Prague and Brno). Since the agglomeration covers an area of three whole districts, not only urban areas, the air quality in the territory is represented by all basic types of localities, i.e. besides urban and suburban or transport localities, also sites with industrial, rural, and regional character located from lowlands to mountain areas. The area has been historically burdened with extensive industrial activity in the Upper Silesian basin. The key factors influencing the resulting air quality are high concentration of industrial production, high density of built-up areas with local heating by solid fuels and dense transport infrastructure on both sides of the Czech-Polish border. Municipalities in most areas of the agglomeration are directly interconnected (called the Silesian type of built-up area) and industrial sites are part of municipalities. In order to monitor long-term above-limit concentrations of pollutants in the air and their trends, the area is covered by a dense network of more than twenty permanent measuring stations of various organizations supplemented by specialized temporary measurements¹.

An important factor contributing to the resulting reduced air quality in the agglomeration is the rate and nature of cross-border and inter-regional transport of pollution along the most frequent wind directions. In the area of the Czech-Polish border, it is most typical in the south-west – north-east axis. In the agglomeration (and not only in the immediate vicinity of the Karviná region border), air quality is also significantly affected (during certain meteorological situations even principally) by cross-border emissions and air pollution contributions originating in the territory of the Republic of Poland. Possibilities of dispersion or transport of pollutants in the atmosphere are also modified by other meteorological factors (Chap. III). Not only in the lowland plane of the Ostrava basin, but also in the mountain valleys of the agglomeration, the inverse character of the weather with steady atmosphere and subsequent worsening dispersion conditions often occur which also significantly con-

¹ For comparison purposes, the graphical evaluation also includes the relevant concentration data originating from the pollution monitoring measuring stations in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland. Data of comparable quality are available for the period back to approximately 2010.

ními prahovými koncentracemi suspendovaných částic PM_{10} v rámci aglomerace dochází v údolních oblastech Olše a Odry s těžištěm výskytu od prosince do února.

V.3.1 Kvalita ovzduší v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

Suspendované částice PM_{10} a $PM_{2.5}$

V roce 2018 došlo k překročení limitní roční průměrné koncentrace PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v aglomeraci na dvou ostravských průmyslových lokalitách – v Ostravě-Radvanicích ZÚ a v Ostravě-Prívozu a dále v lokalitě Věřňovice, která leží v katastru obce Dolní Lutyně a reprezentuje pozadřovou venkovskou oblast imisně nejzatíženější části česko-polského pomezí na Karvinsku (obr. V.3.1). Mezi roky 2010–2016 docházelo k postupnému snižování koncentrací na všech typech lokalit, stejně tak jako v oblasti polského příhraničí. V letech 2017 a 2018 však došlo každoročně k přibližně desetiprocentním nárůstům průměrných koncentrací, průměrné roční koncentrace roku 2018 byly druhé nejvyšší za posledních pět let. V tomto roce se projeví kolísající odchylky měsíčních teplot. Imisní situace byla v aglomeraci nejhorší v teplotně podnormálních měsících únoru a březnu, ačkoliv rok 2018 byl celkově mimořádně teplotně nadnormální (kap. III). Po třech letech, kdy byly průměrné koncentrace na všech typech lokalit v aglomeraci podlimitní, tak došlo v případě průmyslových stanic k překročení limitní úrovně. Obdobný vývoj koncentrací se projevil na polských i českých lokalitách v příhraničí.

Legislativou tolerovaný počet 35 dnů s nadlimitní denní koncentrací PM_{10} byl v roce 2018 v aglomeraci překročen na všech reprezentativních lokalitách s úplnou časovou řadou, s výjimkou pozadřových beskydských stanic (obr. V.3.2). Mezi deseti automatizovanými stanicemi s nejvyšším ročním počtem překročení tohoto limitu v ČR figuruje 9 lokalit aglomerace. Na počtu překročení hodnoty denního imisního limitu PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) se nejvíce podílely koncentrace naměřené v únoru (obr. V.3.3). Nadlimitní denní koncentrace byly na třech nejzatíženějších lokalitách (Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Prívóz, Věřňovice) ojediněle naměřeny i v letních měsících, celkově se zde vyskytovaly po čtvrtinu roku. K překračování tohoto imisního limitu dochází v aglomeraci trvale na všech lokalitách, s výjimkou pozadřových stanic umístěných v horských oblastech.

Smogové situace a regulace z důvodu vysokých koncentrací PM_{10} byly v aglomeraci v roce 2018

tribute to increasing concentrations of pollutants in the air. The most frequent smog episodes with above-limit threshold concentrations of suspended PM_{10} particles within the agglomeration appear in the Olše and Odra river floodplain areas with the centre of occurrence from December to February.

V.3.1 Air quality in the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration

Suspended particulate matter PM_{10} and $PM_{2.5}$

In 2018, the limit annual average concentration of PM_{10} ($40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was exceeded in the agglomeration at two Ostrava industrial sites – Ostrava-Radvanice ZÚ and Ostrava-Prívóz, and in the Věřňovice locality which lies in the area of Dolní Lutyně municipality and represents the background rural area of the most polluted part of the Czech-Polish border in the Karviná region (Fig. V.3.1). Between 2010–2016, there was a gradual decrease in concentrations at all types of localities as well as in the Polish border area. However, in 2017 and 2018, average concentrations increased by around 10% each year; and average annual concentrations in 2018 were the second highest in the last five years. This year, fluctuations in monthly temperature variations occurred. The air pollution situation in the agglomeration was the worst in the temperature sub-normal months of February and March, although the year 2018 was generally extraordinarily above the normal in terms of temperature (Chap. III). After three years, when the average concentrations at all types of localities in the agglomeration were below the limit, the limit values were exceeded for industrial stations. A similar trend was observed in Polish and Czech localities in the border area.

In 2018, the legally tolerated number of 35 days with above-limit daily PM_{10} concentration was exceeded in the agglomeration in all representative localities with a complete time series except for the Beskydy background stations (Fig. V.3.2). Among the ten automated stations with the highest annual number of cases exceeding this limit within the CR, there are 9 localities situated in this agglomeration. The highest number of cases exceeding the daily PM_{10} limit value ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was recorded in February (Fig. V.3.3). Above the limit daily concentrations were rarely measured also in the summer months at three most loaded localities (Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Prívóz, Věřňovice), overall, they occurred here for a quarter of a year. The limit value is exceeded permanently in the agglomeration in all localities except for background stations located in mountain areas.

nejprve vyhlášeny na konci první únorové dekády, dále pak začátkem března a k vyhlášení smogové situace došlo rovněž v říjnu (kap. VI).

Průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ byly v roce 2018 v aglomeraci nadlimitní (hodnota imisního limitu je $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na třech čtvrtinách lokalit (na 13 ze 17 s dostatečným počtem měření). Podlimitní průměrné koncentrace byly naměřeny na předměstských a venkovských lokalitách na jihozápadním okraji nejznečištěnějšího jádra aglomerace a na Třinecku. Hodnotu imisního limitu platného od roku 2020 ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) by nepřekročila pouze koncentrace naměřená na beskydské lokalitě Ostravice-golf. Vývoj koncentrací od roku 2008 (obr. V.3.4) byl obdobný jako v případě PM_{10} . Po dosažení historicky minimálních koncentrací v roce 2016, který byl z hlediska převažujících rozptylových podmínek mimořádně příznivý, došlo v letech 2017 a 2018 k mírnému nárůstu koncentrací na všech typech lokalit, v jednotkách procent.

Benzo[a]pyren

Úroveň znečištění ovzduší benzo[a]pyrenem, který je indikátorem kontaminace ovzduší karcinogenními organickými látkami, je velmi závažným problémem představujícím zdravotní rizika v celé přeshraniční oblasti Slezska a Moravy. Oproti průměrné koncentraci v ČR jsou v aglomeraci O/K/F-M trvale měřeny několikanásobně vyšší hodnoty obsahu této znečišťující látky v suspenzovaných částicích. Také v roce 2018 roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v PM_{10} v aglomeraci většinou vícenásobně překračovaly imisní limit $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Roční chod koncentrací vykazuje maximální hodnoty benzo[a]pyrenu v chladných částech roku, letní koncentrace jsou výrazně nižší. Ovšem v průmyslových lokalitách aglomerace O/K/F-M se vyskytují i v teplé části roku denní koncentrace vyšší než $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, což dokládá celoroční vliv emisí benzo[a]pyrenu v těchto oblastech. Obdobně jako v minulých letech i v roce 2018 byla nejvyšší hodnota roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu ($7,7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) naměřena v průmyslové lokalitě Ostrava-Radvanice ZÚ, hodnota imisního limitu zde tedy byla překročena více než sedminásobně. Obdobně vysoké hodnoty jako na této stanici jsou však vzhledem k značným koncentracím měřeným na jihu Polské republiky (obr. V.3.6) předpokládány i v oblasti česko-polské hranice (kap. VIII). Množství vypouštěných emisí uhlovodíků na území Polska patří mezi nejvyšší v rámci EU² a podíl domácností vytápě-

Smog situations and regulation due to high PM_{10} concentrations were first announced in the agglomeration in 2018 at the end of the first decade of February, then at the beginning of March, and the smog situation was announced also in October (Chap. VI).

In 2018, the average annual $PM_{2,5}$ concentrations ranged above the limit (the limit value is $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) in three quarters of localities in the agglomeration (13 out of 17 with a sufficient number of measurements). Below the limit concentrations were measured in suburban and rural localities on the south-western edge of the most polluted part of the agglomeration and in the Třinec region. The limit value in force from 2020 ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) would not be exceeded by the only concentration measured in the Beskydy Ostravice-golf locality. The evolution of concentrations since 2008 (Fig. V.3.4) was similar to that of PM_{10} . After reaching historically minimum concentrations in 2016 which was extremely favourable in terms of prevailing dispersion conditions, in 2017 and 2018 there was a slight increase in concentrations in units of percent at all types of localities.

Benzo[a]pyrene

The level of pollution by benzo[a]pyrene, an indicator of the contamination of the air by carcinogenic organic substances, is a very serious problem posing health risks in the entire cross-border area of Silesia and Moravia. Compared to the average concentration in the Czech Republic, several-times higher content of this pollutant is permanently measured in suspended particulates in the O/K/F-M agglomeration. Also in 2018, the annual average concentration of benzo[a]pyrene in PM_{10} mostly exceeded the limit value of $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ several times in the agglomeration. The annual variation of concentration exhibits maximum benzo[a]pyrene content in the colder parts of the year while summer concentrations are substantially lower. However, in industrial locations of the O/K/F-M agglomeration, daily concentrations higher than $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ occur even in the warm part of the year which indicates the year-round effect of benzo[a]pyrene emissions in these areas. As in previous years, in 2018, the highest annual average concentration of benzo[a]pyrene ($7.7 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$) was measured in the industrial Ostrava-Radvanice ZÚ locality, so the limit value was exceeded more than seven times. Similar high values as those measured at this station can be, however, anticipated in the Czech-Polish border area (Chap. VIII) because of the high concentrations measured in the south of the Republic of Poland (Fig. V.3.6). The amount of

2 <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>

ných tuhými palivy je v polském příhraničí mnohem vyšší než na české straně hranice (VŠB-TU Ostrava 2018). Nadlimitní hodnoty lze očekávat i v dalších obcích a městských částech aglomerace s vyšším podílem vytápění domácností pevnými palivy, kde se benzo[a]pyren dlouhodobě rutinně neměří. Příkladem mohou být nadlimitní hodnoty naměřené v lokalitách dotovaných v roce 2018 z rozpočtu Moravskoslezského kraje³: Vratimov (4,0 ng.m⁻³ v PM₁₀), Ostrava-Hrabová (3,7 ng.m⁻³ v PM₁₀), Ostrava-Kunčičky (3,4 ng.m⁻³ v PM₁₀), Třinec-Konská (3,1 ng.m⁻³ v PM_{2,5}), Třinec-Nebory (2,4 ng.m⁻³ v PM_{2,5}). Historicky byla v aglomeraci podlimitní koncentrace benzo[a]pyrenu naměřena pouze v roce 2017 na venkovské pozadíové horské lokalitě Bílý Kříž v Moravskoslezských Beskydech. Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v posledních deseti letech spíše kolísají a nevykazují hodnotitelný trend (obr. V.3.6). V meziročním srovnání 2017/2018 došlo na polovině ze šesti porovnatelných lokalit k poklesu koncentrací, na polovině lokalit se koncentrace zvýšily.

Oxid dusičitý

Roční průměrné koncentrace NO₂ byly v roce 2018 v aglomeraci na všech sledovaných lokalitách s dostatečným počtem měření podlimitní (obr. V.3.5). Na žádné ze stanic nebyla rovněž překročena hodnota hodinového imisního limitu pro NO₂ 200 µg.m⁻³ (maximální hodinová koncentrace 172,5 µg.m⁻³ byla naměřena na dopravní lokalitě Ostrava-Poruba, DD). Minimální dostupnost dat 90 % nebyla v roce 2018 z technických důvodů splněna na stanicích Třinec-Kanada a Ostrava-Českobratrská (hot spot). Tato hot spot stanice je zaměřená na monitoring znečištění pocházejícího primárně z dopravy v městském uličním kaňonu Ostravy, kde koncentrační úroveň v minulosti oscillovala v blízkosti hodnoty ročního imisního limitu 40 µg.m⁻³. Vývoj koncentrací NO₂ v desetileté časové řadě nevykazuje žádný zřetelný významný trend.

Přízemní ozon

V roce 2018 počet překročení hodnoty imisního limitu přízemního ozonu (maximální denní 8hodinový průměr) v průměru za tři roky přesáhl hranici povoleného počtu 25 dnů na třech lokalitách v Ostravě (Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Mariánské Hory, Ostrava-Radvanice OZO). Na území aglomerace O/K/F-M byl ozon měřen na 8 lokalitách.

emissions of hydrocarbons released in the territory of Poland ranks among the highest within EU² and a proportion of households with solid fuel heating is much higher at the Polish border area than at the Czech side of the border (VŠB-TU Ostrava 2018). Above the limit values can be expected also in other municipalities and urban areas of the agglomeration with a higher share of solid fuel heating of households where benzo[a]pyrene is not routinely measured in the long term. Examples include above the limit values measured in locations subsidized in 2018 from the budget of the Moravian-Silesian region³: Vratimov (4.0 ng.m⁻³ in PM₁₀), Ostrava-Hrabová (3.7 ng.m⁻³ in PM₁₀), Ostrava-Kunčičky (3.4 ng.m⁻³ in PM₁₀), Třinec-Konská (3.1 ng.m⁻³ in PM_{2,5}), and Třinec-Nebory (2.4 ng.m⁻³ in PM_{2,5}). Historically, below the limit concentration of benzo[a]pyrene in the agglomeration was measured only in 2017 at the Bílý Kříž rural background mountain locality in the Moravian-Silesian Beskydy. The average annual concentrations of benzo[a]pyrene have been rather fluctuating in the last ten years and do not show any apparent trend (Fig. V.3.6). In the inter-annual comparison 2017/2018 concentrations decreased in half of six comparable localities, concentrations increased in half of localities.

Nitrogen dioxide

The annual average NO₂ concentrations in the agglomeration were below the limit values in all monitored localities with sufficient number of measurements in 2018 (Fig. V.3.5). The value of the hourly limit for NO₂ at 200 µg.m⁻³ was also not exceeded at any of the stations (the maximum hourly concentration of 172.5 µg.m⁻³ was measured at the Ostrava-Poruba, DD traffic locality). In 2018, the minimum data availability of 90% was not met for technical reasons at the Třinec-Kanada and Ostrava-Českobratrská (hot spot) stations. This hot spot station is focused on monitoring pollution originating primarily from traffic in the Ostrava city narrow street area where the concentration level in the past oscillated close to the annual limit value of 40 µg.m⁻³. The evolution of NO₂ concentrations over a ten-year time series shows no apparent significant trend.

Ground-level ozone

In 2018, the number of instances exceeding the pollution limit level for ground-level ozone (maximum 8-hour daily average) on an average over three years surpassed the permitted limit of 25 days at

³ Podrobné každoroční vyhodnocení viz www.chmi.cz.

² <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>

³ For detailed annual evaluation see www.chmi.cz.

Celková imisní situace byla srovnatelná s rokem 2017. Koncentrace stále zůstávají na průměrně nižší úrovni, než která převládala před rokem 2010 (obr. V.3.7). V červenci 2018 byla z důvodu vysokých hodinových koncentrací přízemního ozonu v aglomeraci vyhlášena smogová situace (kap. VI).

Ostatní látky

Hodnota ročního imisního limitu pro benzen ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) byla v roce 2018 překročena v průmyslové lokalitě Ostrava-Prívov (5,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Zde byly do roku 2013 měřeny výrazně nadlimitní hodnoty každoročně, v roce 2015 byla koncentrace těsně pod imisním limitem. Screeningovými měřeními (Krejčí a Černíkovský, 2013) byla v letech 2011–2012 potvrzena známá poloha nejvýznamnějších velkých zdrojů produkujících emise benzenu na území města Ostravy (chemická výroba v BorsodChem MCHZ, s. r. o. a koksárenské provozy), které zároveň leží v ose převažujícího proudění vzhledem k monitorovací stanici. Nelze vyloučit, že k výsledné koncentraci mohly v roce 2018 přispět i emise spojené se sanačními pracemi prováděnými při likvidaci staré ekologické zátěže na ostravských odpadních lagunách zpracovatelského podniku Ostramo. Výskyt krátkodobých extrémních špičkových hodnot benzenu je v této části Ostravy soustavný, neomezuje se pouze na některou část roku. Na žádné z ostatních lokalit aglomerace k překročení imisního limitu nedošlo, ani dlouhodobě nedochází.

Koncentrace oxidu uhelnatého jsou v ČR dlouhodobě podlimitní. Na ostravských lokalitách v aglomeraci jsou v souvislosti s vyššími emisemi, pocházejícími z průmyslových zdrojů, trvale měřeny hodnoty vyšší než v ostatních oblastech ČR.

V roce 2018 probíhaly intenzivní sanační práce na odstranění tzv. nadbilančních kalů z ropných lagun vzniklých ukládáním odpadů z rafinérské výroby a použitých mazacích olejů v bývalém zpracovatelském závodě Ostramo v Ostravě. V souvislosti s touto činností se na některých ostravských stanicích imisního monitoringu vyskytovaly, podobně jako v roce 2011, špičky extrémních hodinových koncentrací SO_2 . Nejvyšší koncentrace byly v roce 2018 zaznamenány na stanicích Ostrava-Fifejdy ($1\,565 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a Ostrava-Prívov ($908 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Hodnoty hodinového a denního imisního limitu SO_2 byly v průběhu roku 2018 překračovány na třech ostravských stanicích (Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Prívov a Ostrava-Mariánské Hory). Povole-

three Ostrava localities (Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Mariánské Hory, Ostrava-Radvanice OZO). In the O/K/F-M agglomeration, ozone was measured at 8 localities. The overall air pollution situation was comparable with the year 2017. Concentrations still remain on average lower than that prevailing before 2010 (Fig. V.3.7). In July 2018, due to high hourly concentrations of ground-level ozone in the agglomeration, a smog situation was announced (Chap. VI).

Other substances

In 2018, the annual limit value for benzene ($5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) was exceeded in the Ostrava-Prívov industrial locality ($5.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Until 2013, significantly above the limit values were measured here annually, in 2015, the concentration was just below the limit value. Screening measurements (Krejčí and Černíkovský, 2013) in 2011–2012 confirmed the well-known position of the most important large sources producing benzene emissions in the city of Ostrava (chemical production at BorsodChem MCHZ, Ltd., and coking plants) situated at the axis of prevailing air flow direction towards the monitoring station. It cannot be ruled out that emissions resulting from the remediation work carried out at the old ecological burden on the Ostrava waste lagoons of the Ostramo processing plant could also contribute to the resulting concentration in 2018. The occurrence of short-term extreme peak benzene values in this part of Ostrava is continuous, not limited to a specific part of the year. None of the other localities in the agglomeration exceeded the limit value, nor did it occur in the long term.

The carbon monoxide levels have been below the limit values for a long time in the Czech Republic. At the Ostrava locations in the agglomeration, the measured values are consistently higher than in other areas of the Czech Republic because of higher emissions from industrial sources.

In 2018, intensive remediation activities were carried out in removal of the so called over-the-amount sludge from oil lagoons formed by deposition of waste from refinery production and use of lubricating oils at the former Ostramo processing plant in Ostrava. In relation to this activity, peaks of extreme hourly SO_2 concentrations occurred at some Ostrava pollution monitoring stations, similarly to 2011. The highest concentrations in 2018 were recorded at the Ostrava-Fifejdy ($1565 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) and Ostrava-Prívov ($908 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) stations. The hourly and daily limit values of SO_2 were exceeded during 2018 at three Ostrava stations (Ostrava-Fifejdy,

ný počet překročení hodnoty hodinového imisního limitu SO₂ je 24krát za kalendářní rok, u denního limitu je povoleno překročení třikrát za rok. Tyto počty nebyly dosaženy, limity v roce 2018 tedy nebyly ani na jedné z výše zmíněných lokalit překročeny. Průměrné roční koncentrace SO₂ na ostravských stanicích meziročně vzrostly, ve zbytku aglomerace zůstaly na úrovni srovnatelné s rokem 2017.

V aglomeraci O/K/F-M v posledním desetiletí koncentrace kovů v suspendovaných částicích PM₁₀ klesaly. V roce 2018 průměrné roční koncentrace všech kovů kopírovaly meziroční vývoj patrný u suspendovaných částic a v meziročním srovnání 2017/2018 došlo na všech typech lokalit k mírnému nárůstu ročních průměrných koncentrací. K překročení imisních limitů (stanoveny pro nikl, arsen, kadmium a olovo) v roce 2018 v aglomeraci O/K/F-M nedošlo.

V.3.2 Emise v aglomeraci Ostrava/Karviná/ Frýdek-Místek

Jednotlivé kategorie zdrojů emisí mají v aglomeraci O/K/F-M odlišné zastoupení, než je tomu v jiných oblastech ČR (obr. V.3.8). Podle detailního hodnocení vývoje emisí v letech 2008–2016, zpracovaného pro aktualizaci PZKO v roce 2018, se podíl průmyslových zdrojů a energetiky na emisích hlavních škodlivin stále snižuje. Významné hutní komplexy společně s koksovny, energetikou a dalšími individuálně sledovanými zdroji vyprodukovaly podle předběžných údajů za rok 2018 cca 880 t emisí TZL, což bylo opět méně (o cca 5%) než v předešlém roce. K dalšímu snížení došlo rovněž u emisí SO₂ (o 8 %) a NO_x (o 7 %). U benzo[a]pyrenu převažuje podíl emisí z lokálního vytápění a k meziročním změnám proto dochází především vlivem proměnných parametrů topného období. Na cca 2 % emisí benzo[a]pyrenu se podílí individuálně sledované zdroje, hlavně výroba koksu a železa.

V současné době je na území aglomerace individuálně evidováno cca 760 provozoven zdrojů znečišťování ovzduší zařazených do databáze REZZO 1 a 2. Na celkových emisích se jich významněji podílí pouze několik desítek. V součtu emisí TZL, SO₂ a NO_x produkují největší množství elektrárny a podnikové energetiky (např. TAMEH Czech s. r. o. – Teplárna společnosti, Veolia Energie ČR, a. s. – Elektrárna Třebovice a Elektrárna Dětmárovice). U technologických zdrojů jsou to hutní výroby, především aglome-

Ostrava-Prívov and Ostrava-Mariánské Hory). The permitted number of instances exceeding the SO₂ hourly limit value is 24 times per calendar year; for the daily limit the permitted number is three times per year. These numbers were not reached, so the limits in 2018 were not exceeded in any of the above mentioned locations. The average annual SO₂ concentrations at the Ostrava stations increased inter-annually and remained at the level comparable to 2017 in the rest of the agglomeration.

In the O/K/F-M agglomeration in the last decade, concentration of metals in PM₁₀ suspended particulates decreased. In 2018, annual average concentrations of all metals followed the inter-annual trend apparent for suspended particulates and in a year to year comparison 2017/2018, a slight increase of annual average concentrations occurred at all types of localities. The pollution limit values (adopted for nickel, arsenic, cadmium and lead) were not exceeded in 2018 in the O/K/F-M agglomeration.

V.3.2 Emissions in the Ostrava/Karviná/ Frýdek-Místek agglomeration

The particular categories of emission sources have different proportion in the O/K/F-M agglomeration than in other parts of the Czech Republic (Fig. V.3.8). According to a detailed assessment of the course of emissions in 2008–2016 prepared for update of the programme for improving air quality in 2018, the share of industrial sources and the energy sector in the emissions of the main pollutants is still decreasing. According to preliminary data for 2018, significant metallurgical complexes together with coking plants, energy sector and other specifically monitored sources produced about 880 tons of TSP emissions which was again less (by about 5%) than in the previous year. Further reductions were also recorded for SO₂ emissions (by 8%) and NO_x emissions (by 7%). For benzo[a]pyrene, the share of emissions from local heating predominates and the year-on-year changes therefore occur mainly due to variable parameters of the heating period. Approximately 2% of benzo[a]pyrene emissions are attributable to individually monitored sources, mainly coke and iron production.

Currently, approx. 760 places of operation of sources of air pollution included in the REZZO 1 and 2 databases are specifically registered in the territory of the agglomeration. Only several dozen of them have a substantial effect on overall emissions. In a total of TSP, SO₂ and NO_x emissions the highest amounts are produced by power plants and enter-

race rud a výroba surového železa (ArcelorMittal Ostrava a. s. – závod 12 Vysoké pece a TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s. – Výroba surového železa). Přibližně patnáct nejvýznamnějších provozoven ročně produkuje 90 % všech emisí TZL, SO₂ a NO_x individuálně sledovaných zdrojů a jejich podíl na stejných emisích všech kategorií zdrojů přesahuje 65 %. Tento podíl nezahrnuje obtížně vyčíslitelné fugitivní emise TZL, ke kterým dochází např. u skladovacích ploch, manipulací se sypkými materiály a v halách s prašnými provozy.

Podle výstupů SLDB 2011 převládají u vytápění domácností centrální zdroje tepla (cca 59 % bytů), dále pak plynové kotelny a lokální plynové kotle (dohromady cca 25 % bytů). V hodnoceném území lze nalézt významnější rozdíly vyplývající především z charakteru skladby domácností jednotlivých okresů. Zatímco v okrese Frýdek-Místek se podíl bytů vytápěných lokálně pevnými palivy blíží 20 %, v okrese Karviná se jedná o cca 8 % a v okrese Ostrava o pouhých 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.3.3 Shrnutí

V aglomeraci O/K/F-M jsou trvale překračovány limitní hodnoty koncentrací suspendovaných částic a na ně navázaného benzo[*a*]pyrenu. Koncentrace měřené na lokalitách aglomerace patří v ČR k nejvyšším. Maximální hodnoty průměrných ročních koncentrací PM₁₀ i PM_{2,5} jsou zde měřeny jednak v okolí rozsáhlých průmyslových areálů, ale také v blízkosti česko-polské hranice. Koncentrace škodlivin pod úrovní imisních limitů jsou častěji měřeny v jižní části aglomerace na pozadových a venkovských lokalitách v Moravskoslezských Beskydech a jejich podhůří. Znečištění ovzduší suspendovanými částicemi není v aglomeraci problémem pouze chladné poloviny roku. Poměr koncentrací PM_{2,5}/PM₁₀ je nejvyšší na průmyslových lokalitách aglomerace O/K/F-M (obr. IV.1.16). Ačkoliv k překračování imisních limitů pro ochranu lidského zdraví dochází na obou stranách česko-polské hranice, koncentrační úroveň suspendovaných částic i na nich sorbovaného benzo[*a*]pyrenu je na českých a polských lokalitách v zájmové příhraniční oblasti rozdílná. Zvláště u koncentrací benzo[*a*]pyrenu jednoznačně dominuje znečištění na přilehlé polské

prise energy generation (e.g. TAMEH Czech s.r.o. – heating plant of the enterprise, Veolia Energie ČR, a.s. – Třebovice power plant, and Dětmarovice power plant). For technological sources, these are metallurgical production facilities, primarily ore agglomeration and production of crude iron (Arcelor Mittal Ostrava a.s. – Plant 12 Blast Furnaces, and TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. – crude iron production). Approximately fifteen of the most important facilities produce annually 90% of all TSP, SO₂ and NO_x emissions of specifically monitored sources and their share on equal type of emissions of all categories of sources is above 65%. This proportion does not include difficult-to-estimate fugitive TSP emissions produced, for example, from landfills, handling of bulk materials and halls with dusty operations.

*According to the output of SLDB 2011, central heating sources predominate in heating households (approx. 59% of apartments), followed by gas boilers and local gas boilers (together approx. 25% of apartments). The greatest differences can be found in the evaluated territory stemming primarily from the character of households in specific districts. While in the Frýdek-Místek district the fraction of apartments heated locally with solid fuels is close to 20%, this fraction equals only approx. 8% in the Karviná district and only 4% in the Ostrava district. This fact, exacerbated in addition by the higher average altitude of settlements in the Frýdek-Místek district and the greater average size of apartments, is manifested primarily in emissions that have a substantial portion in the REZZO 3 category, i.e. TSP and particulates, VOC, benzene and especially emissions of benzo[*a*]pyrene.*

V.3.3 Summary

*In the O/K/F-M agglomeration, the limit values for the concentrations of suspended particles and the benzo[*a*]pyrene bound thereto are constantly exceeded. Concentrations measured at the localities in the agglomeration are among the highest in the Czech Republic. The maximum values of average annual concentrations of PM₁₀ and PM_{2,5} measured there occur in the vicinity of large industrial sites but also near the Czech-Polish border. Pollutant concentrations below the limit values are more frequently measured in the southern part of the agglomeration in the background and rural localities in the Moravian-Silesian Beskydy mountains and their foothills. Air pollution by suspended particles is not only a problem in the agglomeration in the cold half of the year. The PM_{2,5}/PM₁₀ concentration ratio is hi-*

části území jižního Slezska. Vliv přeshraničního přenosu znečištění se nejmarkantněji projevuje v koncentračních úrovních měřených v údolních lokalitách pohraničních řek, které jsou srovnatelné s průmyslovými lokalitami v Ostravě.

V aglomeraci O/K/F-M je specifické zastoupení podílů jednotlivých kategorií primárních zdrojů emisí; u všech evidovaných látek s výjimkou benzo[a]pyrenu dominují emise zdrojů REZZO 1. Výsledkem komplikovaného emisního profilu a mezoklimatických podmínek oblasti i vzájemného přeshraničního transportu znečišťujících látek a jejich prekursorů mezi Českou a Polskou republikou jsou nadlimitní imisní koncentrace škodlivin v ovzduší, které se projevují zvýšenými zdravotními riziky pro obyvatelstvo.

I přes dlouhodobé přínosy prováděných opatření ke snižování emisí vypouštěných v oblasti do ovzduší se také v roce 2018 projevil vliv převládajících meteorologických podmínek na výslednou imisní situaci regionu. Na území aglomerace O/K/F-M se meziročně mírně zvýšily průměrné koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ i PM_{2,5} a kovů v nich obsažených. Na polovině lokalit došlo k nárůstu koncentrací benzo[a]pyrenu. V Ostravě v souvislosti s prováděním sanačních prací při odstraňování staré ekologické zátěže narostly koncentrace oxidu siřičitého. Koncentrace benzenu se v lokalitě Ostrava-Přívoz poprvé od roku 2013 zvýšily na nadlimitní úroveň. V teplé části roku dosáhly nadlimitní úrovně překročením povoleného počtu 25 dnů s maximálním denním 8hodinovým průměrem koncentrace přízemního ozonu v průměru za tři roky na třech ostravských lokalitách. V aglomeraci byly vyhlášovány smogové situace z důvodů vysokých koncentrací PM₁₀ a vysokých koncentrací přízemního ozonu.

ghest at industrial sites of the O/K/F-M agglomeration (Fig. IV.1.16). Although the limit values for the protection of human health are exceeded on both sides of the Czech-Polish border, the concentration level of suspended particles and the benzo[a]pyrene adsorbed on them is different in the Czech and Polish localities in the border area of interest. Particularly in the case of benzo[a]pyrene concentrations, pollution in the adjacent Polish part of southern Silesia clearly dominates. The impact of transborder pollution transmission is most noticeable in the concentration levels measured in the valley localities of the border water streams, which are comparable with industrial sites in Ostrava.

There is a specific sharing of particular categories of primary emission sources in the O/K/F-M agglomeration; REZZO 1 sources dominate in all the registered categories except for benzo[a]pyrene. The resulting effect of a complicated emission profile and mesoclimate conditions of the area, and also of mutual trans-boundary transport of polluting substances and their precursors between the Czech Republic and the Republic of Poland, is above the limit pollution concentration of pollutants in the air demonstrated by increased risks for the population.

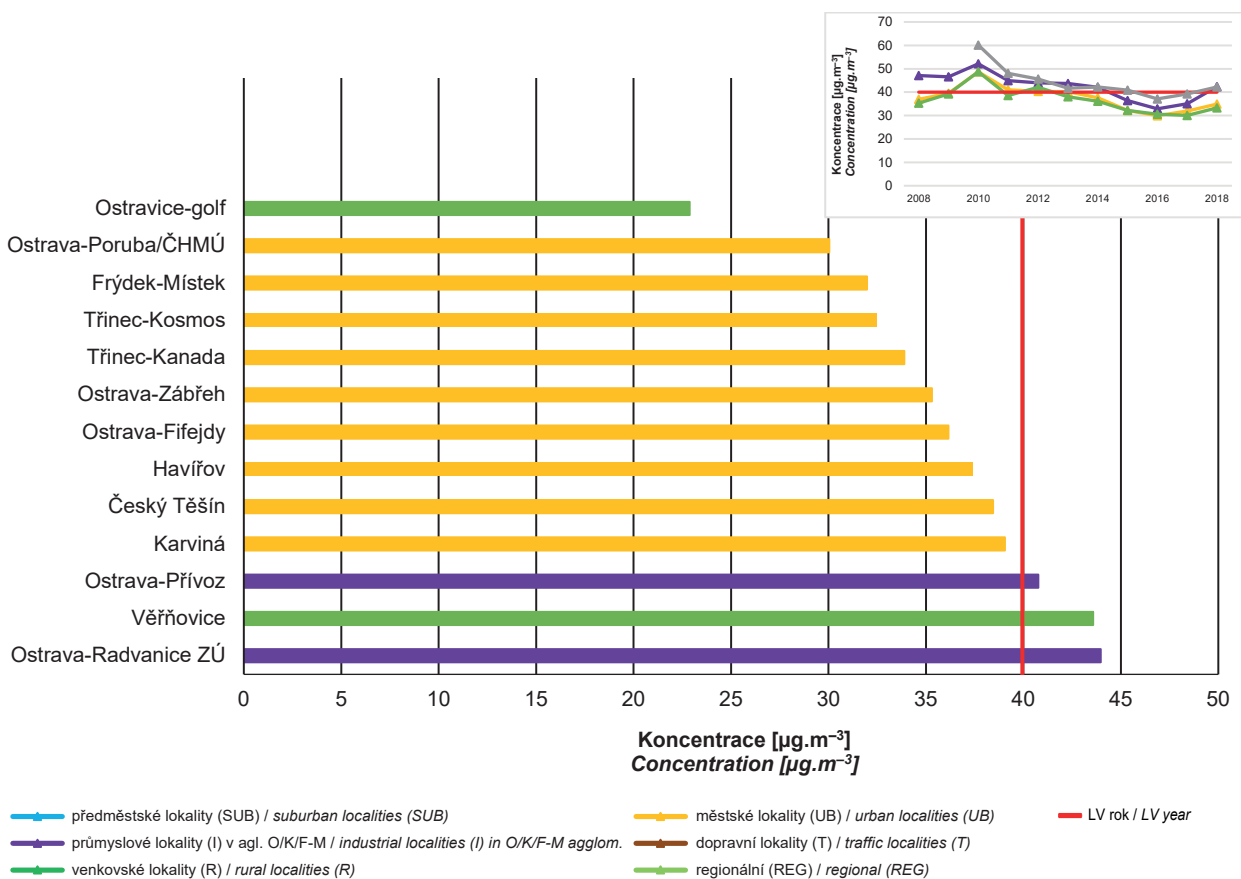
Despite the long-term benefits of measures undertaken to reduce the emissions released into the air in the area, the impact of predominant meteorological conditions on the resulting air pollution situation in the region was exhibited also in 2018. In the territory of the O/K/F-M agglomeration, the average concentrations of suspended PM₁₀ and PM_{2,5} particles and metals contained therein increased slightly. Half of the localities experienced increased benzo[a]pyrene concentrations. In Ostrava, the concentration of sulphur dioxide increased in connection with carrying out remediation activities to remove the old ecological burden. Benzene concentrations in the Ostrava-Přívoz locality increased above the limit for the first time since 2013. In the warm part of the year, above the limit levels were reached by exceeding the permitted number of 25 days with a maximum daily 8-hour average of ground-level ozone concentrations in three years on average in three Ostrava localities. Smog situations were announced in the agglomeration due to exceeding the threshold values of high PM₁₀ concentrations and high ground-level ozone concentrations.

V.3 AGLOMERACE – OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK
V.3 AGGLOMERATION – THE OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK

Tab. V.3.1 Plocha aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek s překročenými imisními limity jednotlivých škodlivin

Tab. V.3.1 The territory of the Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek agglomeration with the exceeded limit values of individual pollutants

Rok Year	PM ₁₀ roční průměr annual average	PM ₁₀ 24h	PM _{2,5} roční průměr annual average	NO ₂ roční průměr annual average	Benzo[a]pyren roční průměr annual average	O ₃
2012	31.05 %	85.38 %	67.04 %	–	87.91 %	16.28 %
2013	27.12 %	77.38 %	58.55 %	–	100.00 %	26.51 %
2014	15.88 %	69.28 %	50.15 %	–	88.66 %	5.23 %
2015	0.77 %	53.96 %	28.73 %	–	100.00 %	27.15 %
2016	–	46.32 %	20.50 %	–	97.92 %	7.55 %
2017	1.00 %	65.54 %	34.88 %	–	83.02 %	11.66 %
2018	4.68 %	57.88 %	40.86 %	–	77.13 %	3.33 %



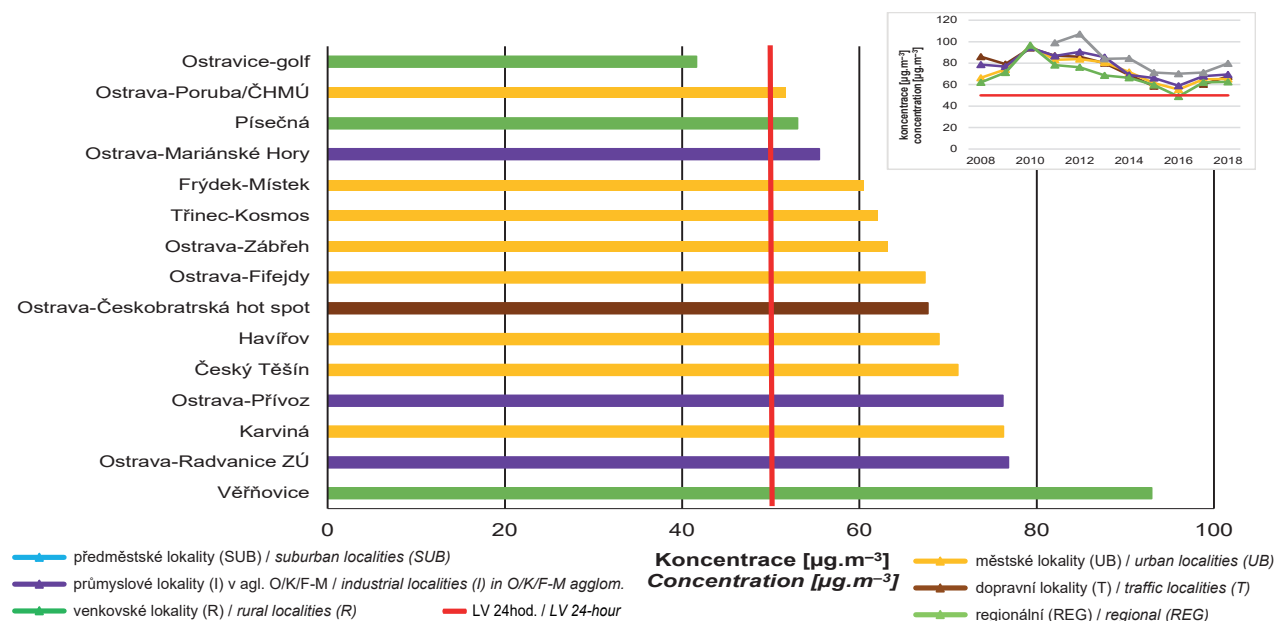
* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

* Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.1 Průměrné roční koncentrace PM₁₀ v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

Fig. V.3.1 Average annual PM₁₀ concentrations in 2018 and trend of concentrations, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2008–2018

V.3 AGLOMERACE – OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK
V.3 AGGLOMERATION – THE OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK

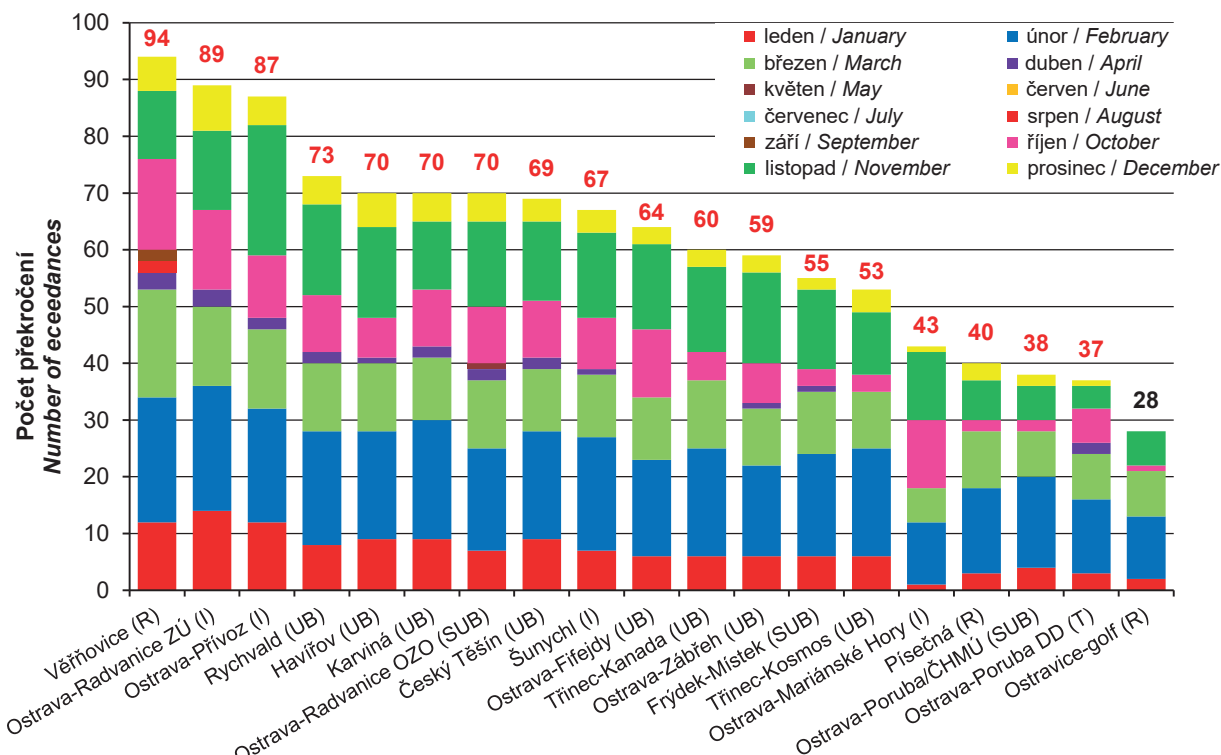


* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

* Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.2 36. nejvyšší 24hod. koncentrace PM₁₀ v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

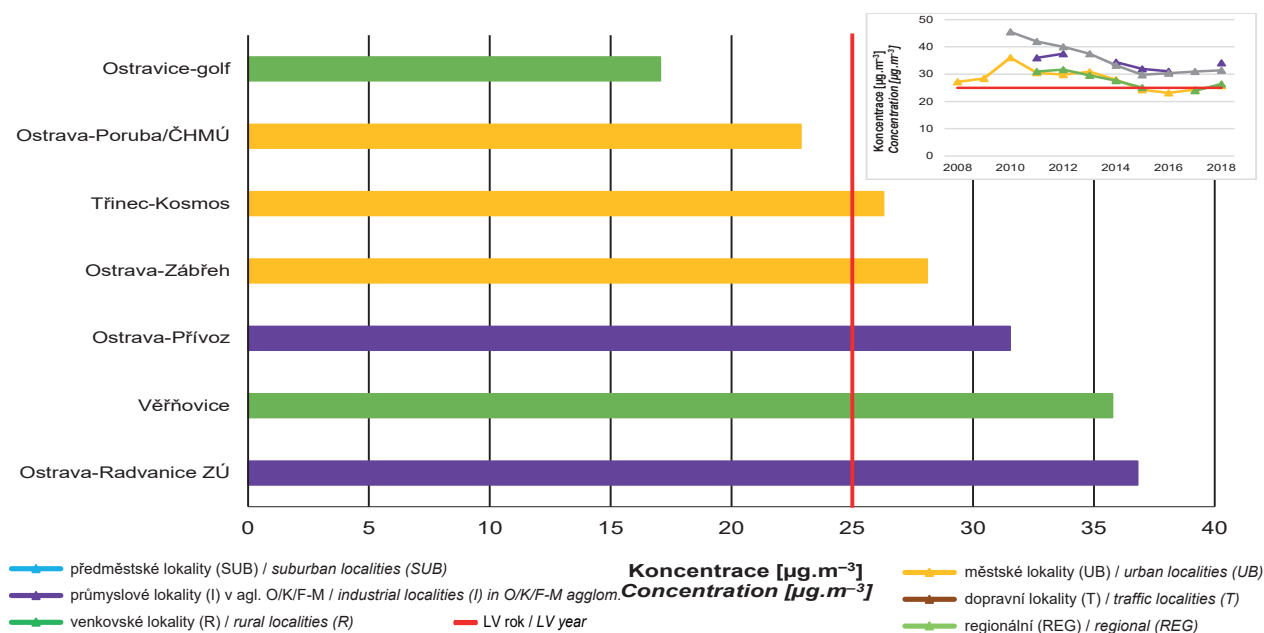
Fig. V.3.2 The 36th highest 24-hour concentration PM₁₀ in 2018 and trends of concentrations in 2008–2018, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek



Obr. V.3.3 Počet dní s koncentracemi PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ v jednotlivých měsících včetně celkového počtu překročení, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2018

Fig. V.3.3 Number of days with concentrations of PM₁₀ > 50 µg.m⁻³ in individual months, incl. total number of exceedances, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2018

V.3 AGLOMERACE – OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK V.3 AGGLOMERATION – THE OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK

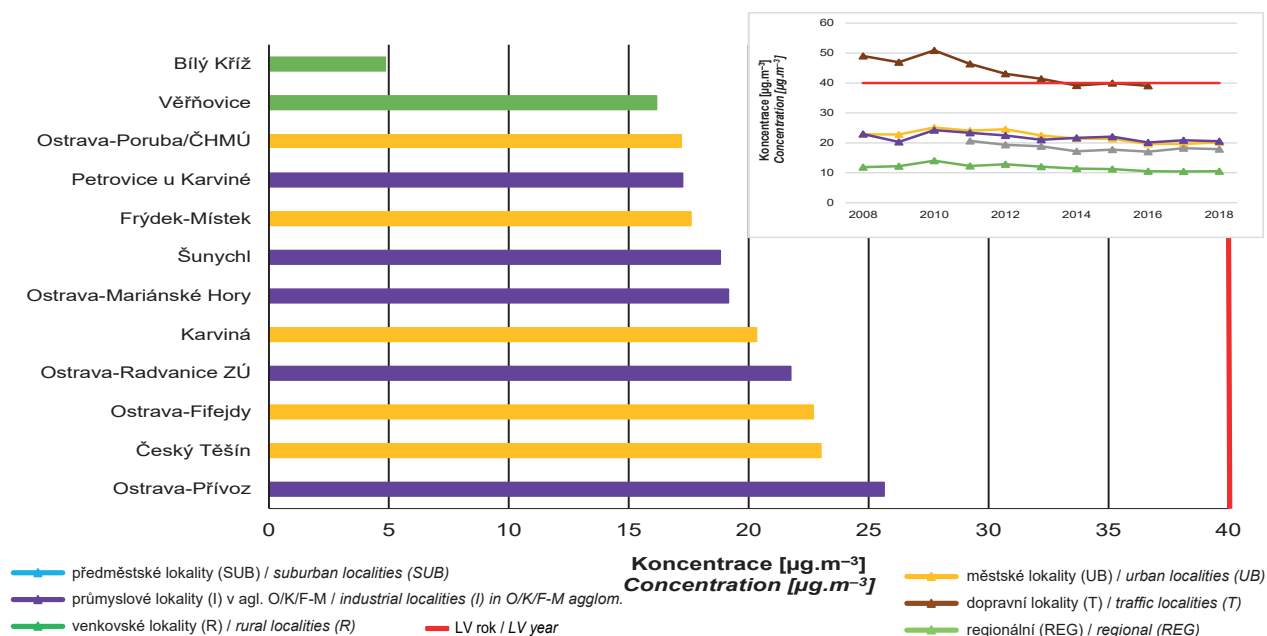


* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

* Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.4 Průměrné roční koncentrace PM_{2.5} v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

Fig. V.3.4 Average annual PM_{2.5} concentrations in 2018 and trends of concentrations, 2008–2018, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek



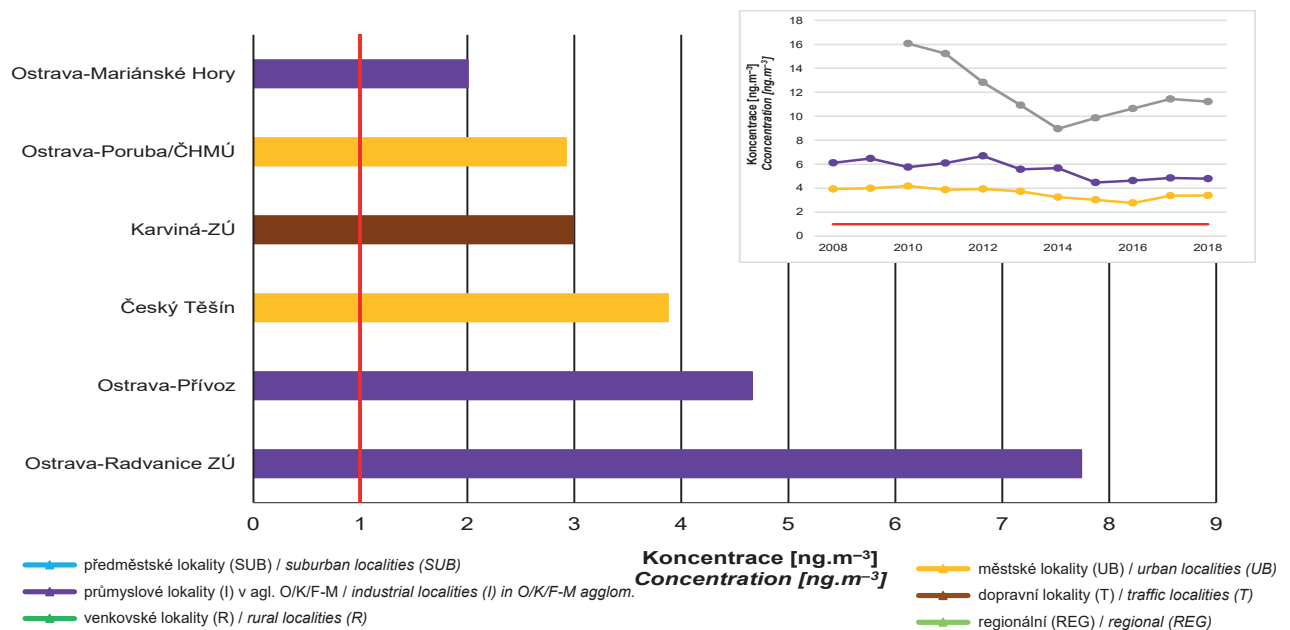
* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

* Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.5 Průměrné roční koncentrace NO₂ v roce 2018 na vybraných lokalitách a na jednotlivých typech stanic, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, trend 2008–2018

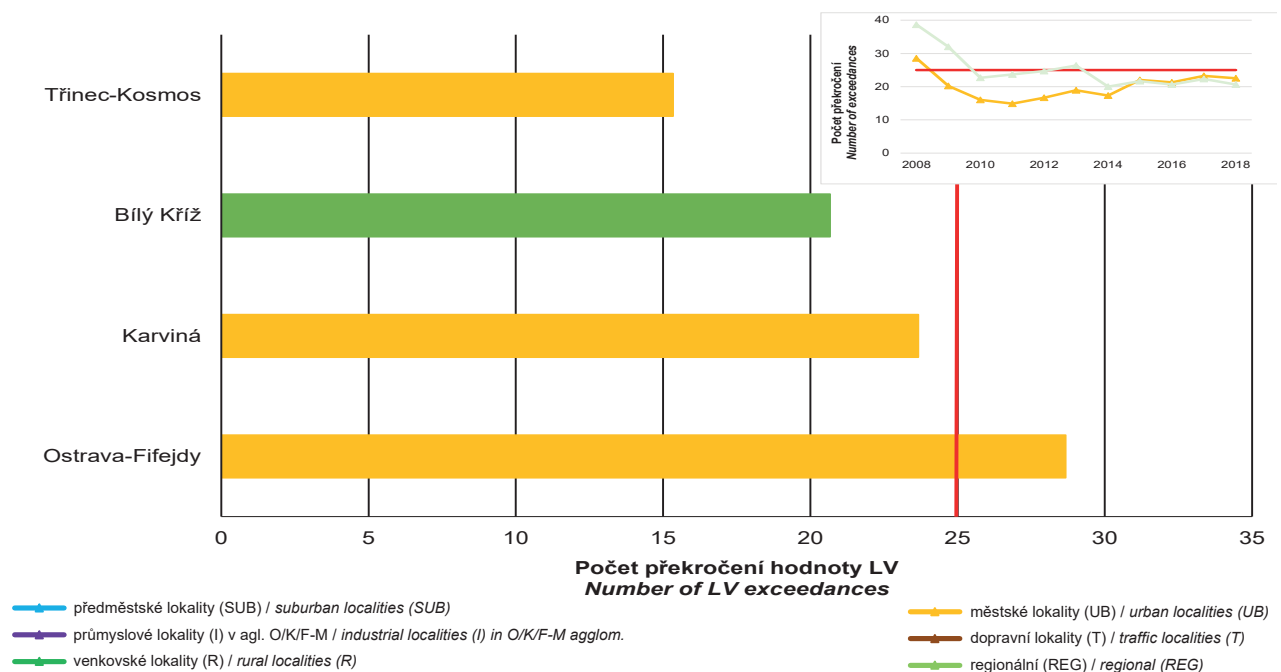
Fig. V.3.5 Average annual NO₂ concentrations in 2018 for selected locations and trend of concentrations, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2009–2018

V.3 AGLOMERACE – OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK
V.3 AGGLOMERATION – THE OSTRAVA/KARVINÁ/FRÝDEK-MÍSTEK



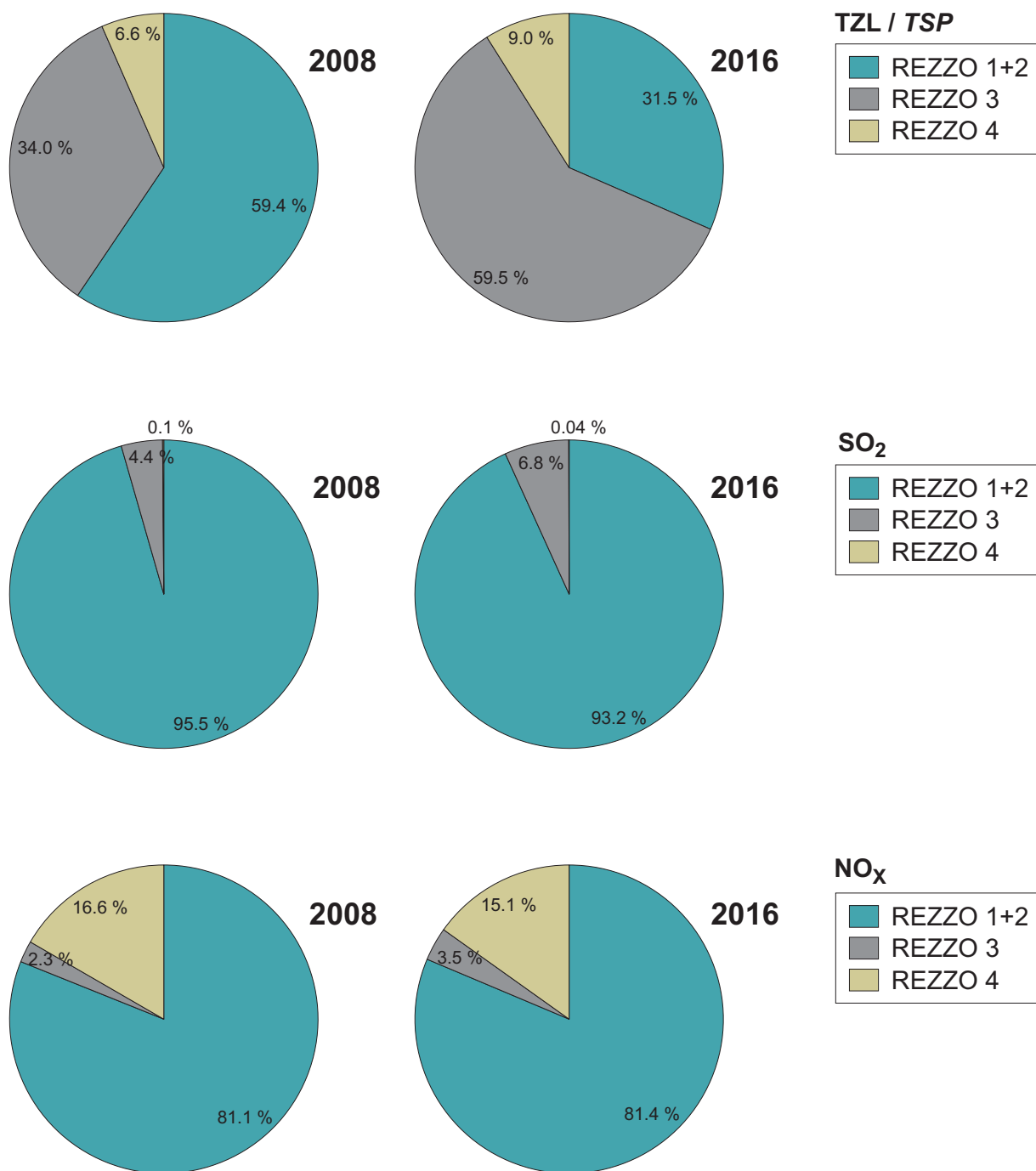
* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)
 * Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.6 Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v roce 2018 a trend koncentrací v letech 2008–2018, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek
Fig. V.3.6 Average annual benzo[a]pyrene concentrations in 2018 and trends of concentration, 2008–2018, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek



* polské příhraničí – průměr z městských lokalit jižní části Slezského vojvodství v Polské republice v sousedství ČR (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)
 * Polish border area – the average from urban localities in the southern part of the Silesian Voivodship in the Republic of Poland neighbouring with the Czech Republic (Cieszyn, Rybnik, Ustroń, Wodzisław)

Obr. V.3.7 Počty překročení hodnoty imisního limitu O₃ v průměru za tři roky, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2006–2018
Fig. V.3.7 Numbers of exceedances of the limit value of O₃ in the average for three years, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2006–2018



Obr. V.3.8 Emise vybraných znečišťujících látek v členění dle REZZO, aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2008 a 2016

Fig. V.3.8 Emissions of selected pollutants listed according to REZZO, agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, 2008 and 2016

V.4 INDEX KVALITY OVZDUŠÍ VE MĚSTECH

Souhrnné hodnocení kvality ovzduší převážně v krajských městech ČR, na městských a předměstských stanicích je založeno na indexu kvality ovzduší (IKO). Výpočet IKO za rok 2018 vychází z vyhodnocení hodinových koncentrací suspendovaných částic (PM_{10}), oxidu dusičitého (NO_2) a přízemního ozonu¹ (O_3) tak, aby co nejlépe charakterizoval kvalitu ovzduší s ohledem na imisní limity pro ochranu lidského zdraví stanovené současnou legislativou. Index kvality ovzduší nabývá šesti stupňů. Mezní hodnoty jsou odvozeny od hodnot imisních limitů, u přízemního ozonu od informativních a varovných prahových hodnot (tab. V.4.1). Pro výpočet IKO byly vybrány městské a předměstské automatizované stanice imisního monitoringu se souběžným měřením všech tří škodlivin. Na stanicích, kde nebylo dostupné měření všech tří znečišťujících látek, byly účelově použity hodinové koncentrace chybějící látky z nejbližší dostupné stanice.

IKO byl zjišťován pro každou veličinu v dané lokalitě zvlášť a do prezentace byl zařazen nejvyšší z nich (obr. V.4.1). Pro výpočet maxima bylo nutné, aby byly v jednotlivé hodině platné hodinové hodnoty koncentrací všech tří znečišťujících látek².

Na stanicích Plzeň-Doubravka a Plzeň-Lochotín v Plzeňském kraji dosáhly indexy 1 a 2 (velmi dobrá a dobrá kvalita ovzduší) četnosti výskytu vyšší než 65 %, ve více než 30 % situací byla zaznamenána kvalita ovzduší uspokojivá nebo vyhovující (index 3 a 4). K výskytu špatné nebo velmi špatné kvality ovzduší (index 5 a 6) na těchto lokalitách v roce 2018 došlo v méně než 0,5 % případů.

V Sokolově v Karlovarském kraji dosáhly nejvyšší četnosti (nad 60 %) kategorie velmi dobrá a dobrá

V.4 AIR QUALITY INDEX IN TOWNS AND CITIES

The overall air quality assessment, mostly in regional capitals of the Czech Republic, urban, and suburban stations, is based on the Air Quality Index (AQI). Calculation of AQI for 2018 is based on evaluation of hourly concentrations of suspended particles (PM_{10}), nitrogen dioxide (NO_2), and ground-level ozone¹ (O_3) to best characterise air quality in relation to the pollution limit levels for the protection of human health stipulated by the current legislation. The air quality index is divided into six levels. The limiting values are derived from the pollution limit values and, for ground-level ozone, from information and alert threshold values (Tab. V.4.1). For the calculation of AQI, urban and suburban air pollution monitoring stations having simultaneous measurement of all three pollutants were selected. At the stations where measurements of all three pollutants were not available, hourly concentrations of the missing substance were used from the nearest available station.

AQI was determined separately for each quantity at the given location and its highest index was included in the presentation (Fig. V.4.1). For calculation of the maximum, it was necessary that the hourly concentration values of all three pollutants be validated for the respective hours².

At the Plzeň-Doubravka and Plzeň-Lochotín stations of the Plzeň region, indices at the level of 1 and 2 (very good and good air quality) were reached with frequencies higher than 65% of the situations, and in more than 30% of situations the air quality was satisfactory or suitable (index 3 and 4). In 2018, poor or very poor air quality (index 5 and 6) occurred in less than 0.5% of cases.

In Sokolov in the Karlovy Vary region, the highest frequency (over 60%) was achieved by the categories

¹ Pro analýzy mimo letní období (duben–září) jsou koncentrace O_3 brány v potaz v úrovni, která odpovídá 1. stupni IKO, tedy velmi dobré kvalitě ovzduší. Tímto postupem nedochází k ovlivnění stanovení celkového IKO ani ke zkreslení skladby IKO pro O_3 .

² Hodnoty IKO pro Třinec byly vypočítány kombinací dat ze stanic Třinec-Kosmos (O_3 a PM_{10}) a Třinec-Kanada (NO_2). Hodnoty IKO pro Kladno byly vypočítány kombinací dat ze stanic Kladno-střed města (PM_{10} , O_3) a Kladno-Švermov (NO_2). Hodnoty IKO pro Pardubice byly vypočítány kombinací dat ze stanic Pardubice-Dukla (PM_{10} , O_3) a Pardubice-Rosice (NO_2). Hodnoty IKO pro Hradec Králové byly vypočítány kombinací dat ze stanic Hradec Králové-Brněnská (PM_{10} , NO_2) a Hradec Králové-observatoř (O_3). Hodnoty IKO pro Olomouc byly vypočítány kombinací naměřených dat ze stanice Olomouc-Hejčín (PM_{10} , NO_2) a modelově vypočítaných hodinových dat O_3 pro tuto stanici.

¹ For analyses apart from summer (April–September), the O_3 concentration values are taken into consideration at a level corresponding to AQI level 1, i.e. very good air quality. This procedure avoids affecting the determination of overall AQI or distortion of the AQI composition for O_3 .

² The AQI values for the Třinec station were calculated by combination of data from the Třinec-Kosmos (O_3 and PM_{10}) and Třinec-Kanada (NO_2) stations. The AQI values for Kladno were calculated by combining data from the Kladno-city centre (PM_{10} , O_3) and Kladno-Švermov (NO_2) stations. AQI values for Pardubice were calculated by combining data from the Pardubice-Dukla (PM_{10} , O_3) and Pardubice-Rosice (NO_2) stations. The AQI values for Hradec Králové were calculated by combining data from the Hradec Králové-Brněnská (PM_{10} , NO_2) station and Hradec Králové-observatory (O_3). The AQI values for Olomouc were calculated by combining the measured data from the Olomouc-Hejčín station (PM_{10} , NO_2) and the model-calculated hourly O_3 data for this station.

a necelých 40 % uspokojivá a vyhovující. Výskyt špatné nebo velmi špatné kvality ovzduší v Plzeňském kraji v roce 2018 byl nízký, s četností pod 0,5 %.

Na lokalitách Ústí nad Labem-město a Ústí nad Labem-Kočkov (Ústecký kraj) se četnost výskytu indexů kvality ovzduší 1, 2, 3 a 4 (velmi dobrá až vyhovující) pohybovala okolo 50 %. Indexy kvality ovzduší 5 a 6 dosáhly četnosti nižší než 1 %. Na stanici Most dosáhly nejvyšší četnosti výskytu kategorie kvality ovzduší uspokojivé a vyhovující 54 %, o 10 % méně četnost výskytu indexů 1 a 2 a pouze 2 % četnost výskytu špatné a velmi špatné kvality ovzduší.

Na stanici Liberec-Rochlice v Libereckém kraji se nejčastěji vyskytovaly situace s velmi dobrou nebo dobrou kvalitou ovzduší (58 %), nad 40 % s uspokojivou nebo vyhovující a pod 1 % s kvalitou ovzduší špatnou nebo velmi špatnou.

Na stanicích Mladá Boleslav a Kladno (Středočeský kraj) byl výskyt četností indexů kvality ovzduší velmi podobný. Nejčastěji bylo dosaženo kvality ovzduší velmi dobré nebo dobré (nad 50 %), nejméně často (pod 1 %) špatné a velmi špatné.

V Praze se v roce 2018 ve většině případů vyskytovala kvalita ovzduší velmi dobrá nebo dobrá (Praha-Libuš 58 %, Praha-Riegrovy sady a Praha-Kobylisy 54 %). Četnost výskytu uspokojivé nebo vyhovující kvality ovzduší v Praze-Libuši byla 42 %, na stanici Praha-Riegrovy sady a Praha-Kobylisy 45 %. Na všech třech lokalitách byla četnost výskytu špatné nebo velmi špatné kvality ovzduší pod 1 %.

Na stanicích České Budějovice a Prachatice (Jihočeský kraj) a Jihlava (kraj Vysočina) byla úroveň kvality ovzduší v roce 2018 podobná. Nejčastěji byla situace velmi dobrá nebo dobrá (61–64 %), dále uspokojivá a vyhovující (36–39 %) a nejméně často se vyskytovaly situace se špatnou nebo velmi špatnou kvalitou ovzduší (pod 0,5 %).

V Hradci Králové v Královéhradeckém kraji byl počet situací s indexy kvality ovzduší 1 až 4 vyrovnaný (zhruba 50 %) a s indexy 5 nebo 6 velmi nízký (pod 0,5 %).

V Pardubicích (Pardubický kraj) byla v roce 2018 nejčastěji dosažena kvalita ovzduší velmi dobrá a dobrá (četnost výskytu 59 %), dále uspokojivá a vyhovující (41 %) a špatná a velmi špatná (pod 0,5 %).

Na lokalitě Brno-Tuřany v Jihomoravském kraji byl dosažen index kvality ovzduší 1 nebo 2 v 52 %

of very good and good air quality and less than 40% by the satisfactory and suitable categories. The occurrence of poor or very poor air quality in the Plzeň region in 2018 was low, with a frequency below 0.5%.

At the Ústí nad Labem-city and Ústí nad Labem-Kočkov localities (Ústí nad Labem region), air quality indices 1, 2, 3 and 4 (very good to suitable) appeared in around 50% of situations. Frequency of air quality indices 5 and 6 was below 1%. At the Most station, the highest frequency of 54% was reached by the indices of the satisfactory and suitable air quality categories, 10% less frequency was reached by indices 1 and 2 and frequency of only 2% related to poor and very poor air quality categories.

The Liberec-Rochlice station of the Liberec region most often experienced very good or good air quality situations (58%), in over 40% satisfactory or suitable situations and below 1% poor or very poor air quality situations.

At the stations Mladá Boleslav and Kladno (Central Bohemian region), the incidence of air quality indices was very similar. Most often air quality was very good or good (above 50%), the least often (under 1%) poor and very poor.

In 2018, air quality in Prague was very good or good in most cases (Prague-Libuš 58%, Prague-Riegrovy sady and Prague-Kobylisy 54%). The frequency of satisfactory or suitable air quality in Prague-Libuš was 42%, and 45% in the Prague-Riegrovy sady and Praha-Kobylisy stations. At all three sites, the incidence of poor or very poor air quality was below 1%.

At the stations České Budějovice and Prachatice (South Bohemian region) and Jihlava (Vysočina region) the air quality level was similar in 2018. Most often the situation was very good or good (61–64%), further satisfactory and suitable (36–39%) and the least frequent were poor or very poor air quality situations (below 0.5%).

In Hradec Králové of the Hradec Králové region, the number of situations with air quality indices 1 to 4 was balanced (about 50%) and with very low incidence of indices 5 or 6 (below 0.5%).

In 2018, in Pardubice (Pardubice region) air quality was most often very good and good (59% frequency), satisfactory and suitable (41%) and poor to very poor (below 0.5%).

At the Brno-Tuřany locality of the South Moravian region, air quality index 1 or 2 was achieved in 52% of cases, index 3 or 4 in 47% and index 5 or 6

případů, index 3 nebo 4 ve 47 % a index 5 nebo 6 v necelém 1 % situací. Na lokalitě Brno-Dětská nemocnice byla nejčastěji (51 %) dosažena kvalita ovzduší uspokojivá nebo vyhovující a kvalita ovzduší velmi dobrá nebo dobrá (49 %). Četnost výskytu velmi špatné nebo špatné kvality ovzduší byla nižší než 1 %.

Na lokalitě Olomouc-Hejčín v Olomouckém kraji byla v roce 2018 nejčastěji dosažena kvalita ovzduší velmi dobrá nebo dobrá (četnost výskytu 51 %), dále uspokojivá nebo vyhovující (48 %). Nejnižší četnost výskytu (pod 1 %) byla dosažena pro situace se špatnou nebo velmi špatnou kvalitou ovzduší.

Na stanici Zlín ve Zlínském kraji dosáhly nejvyšší četnosti výskytu stupně kvality ovzduší velmi dobré nebo dobré (54 %), o 10 % nižší byla četnost výskytu indexů 3 a 4 a zhruba 2 % byla četnost výskytu špatné nebo velmi špatné kvality ovzduší.

Na stanicích v Moravskoslezském kraji byla v porovnání s jinými lokalitami v ČR dosažena vyšší četnost výskytu situací se špatnou nebo velmi špatnou kvalitou ovzduší: v Opavě-Kateřinkách necelé 4 %, v Třinci přes 5 %, Ostravě-Fifejdách přes 6 % a na lokalitách Ostrava-Radvanice OZO a Karviná to bylo více než 7 %. Velmi dobrá nebo dobrá kvalita ovzduší byla ze stanic v Moravskoslezském kraji nejčastější v Třinci (56 %), dále v Opavě-Kateřinkách (50 %), v Ostravě-Fifejdách (46 %), v Karviné (45 %) a nejméně často v Ostravě-Radvanicích OZO (42 %). Četnost výskytu kategorií uspokojivá nebo vyhovující kvalita ovzduší se na stanicích pohybovala mezi 39 % (Třinec) a 50 % (Ostrava-Radvanice OZO).

in less than 1% of situations. Mostly satisfactory or suitable air quality (51%) and very good or good air quality (49%) was reached at the Brno-Dětská nemocnice locality. The frequency of very poor or poor air quality appeared in less than 1% of situations.

In the Olomouc-Hejčín locality of the Olomouc region, the air quality was mostly very good or good (51% frequency) in 2018, and satisfactory or suitable (48%). The lowest incidence rate (below 1%) was achieved for situations with poor or very poor air quality.

At the Zlín station of the Zlín region, the highest frequency of air quality was very good or good (54%), the frequency of indices 3 and 4 was 10% lower and the frequency of poor or very poor air quality was about 2%.

At the stations in the Moravian-Silesian region, in comparison with other localities in the Czech Republic, a higher frequency of situations with poor or very poor air quality occurred: in less than 4% in Opava-Kateřinky, over 5% in Třinec, over 6% in the Ostrava-Fifejdy and in the Ostrava-Radvanice OZO and Karviná localities over 7%. Of the stations in the Moravian-Silesian region very good or good air quality was most frequent in Třinec (56%), followed by Opava-Kateřinky (50%), Ostrava-Fifejdy (46%), Karviná (45%) and the least frequently in Ostrava-Radvanice OZO (42%). The frequency of categories of the satisfactory or suitable air quality at stations ranged between 39% (Třinec) and 50% (Ostrava-Radvanice OZO).

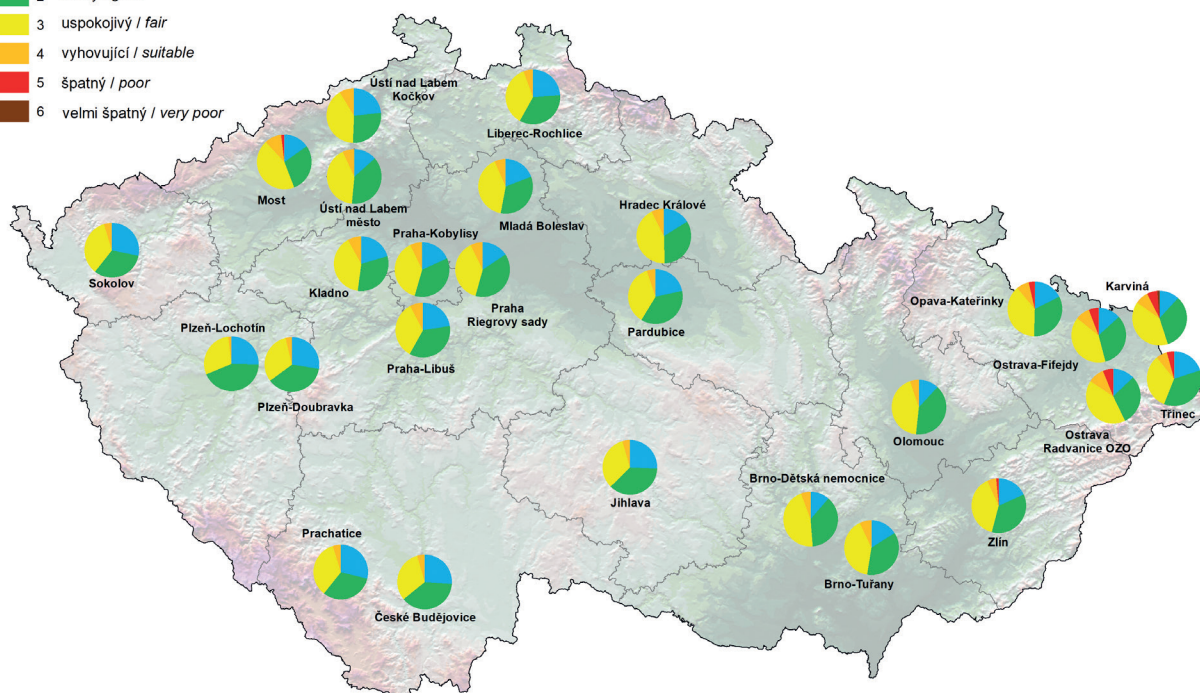
V.4 INDEX KVALITY OVZDUŠÍ VE MĚSTECH V.4 AIR QUALITY INDEX IN TOWNS AND CITIES

Tab. V.4.1 Stanovení indexu kvality ovzduší na základě koncentrací znečišťujících látek
Tab. V.4.1 Air quality index based on concentrations of pollutants

Index	Kvalita ovzduší	PM ₁₀ 1h koncentrace hourly concentration [µg.m ⁻³]	NO ₂ 1h koncentrace hourly concentration [µg.m ⁻³]	O ₃ 1h koncentrace hourly concentration [µg.m ⁻³]
1	velmi dobrá very good	0–20	0–25	0–33
2	dobrá good	> 20–40	> 25–50	> 33–65
3	uspokojivá fair	> 40–70	> 50–100	> 65–120
4	vyhovující suitable	> 70–90	> 100–200	> 120–180
5	špatná poor	> 90–180	> 200–400	> 180–240
6	velmi špatná very poor	> 180	> 400	> 240

Index kvality ovzduší

- 1 velmi dobrý / very good
- 2 dobrý / good
- 3 uspokojivý / fair
- 4 vyhovující / suitable
- 5 špatný / poor
- 6 velmi špatný / very poor



Obr. V.4.1 Poměrné zastoupení indexu kvality ovzduší na vybraných městských a předměstských stanicích, 2018

Fig. V.4.1 Relative representation of values of the air quality index at selected urban and suburban stations, 2018

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 (smogovou situaci) a také k regulaci (omezení) vypouštění znečišťujících látek z vybraných zdrojů významně ovlivňujících kvalitu ovzduší daného území. Mezi sledované látky patří suspendované částice PM₁₀, oxid siřičitý SO₂, oxid dusičitý NO₂ a přízemní (troposférický) ozon O₃.

SVRS je od 1. září 2012 upraven zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, a vyhláškou č. 330/2012 Sb. Hlavní změny oproti předchozí legislativní úpravě jsou popsány v ročence ČHMÚ za rok 2012 (ČHMÚ 2013). Od 1. ledna 2017 došlo k novelizaci zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (tab. VI.1). Tato novela umožnila mj. větší flexibilitu ve vyhlásování smogových situací a regulací, jejichž vyhlásování je nyní v mnohem lepším souladu se skutečným vývojem koncentrací, než tomu bylo dříve. Podrobnosti jsou popsány v ročence ČHMÚ za rok 2017 (ČHMÚ 2017).

Aktuální seznam oblastí a reprezentativních stanic pro PM₁₀, SO₂ a NO₂ (obr. VI.1, VI.3 a VI.4) je stanoven Věstníkem MŽP a pro O₃ (obr. VI.2) směrnici ředitele ČHMÚ. Od počátku roku 2018 byl pro PM₁₀, SO₂ a NO₂ v platnosti seznam zveřejněný ve Věstníku MŽP č. 7/2016 (MŽP 2016) a od října 2018 seznam zveřejněný ve Věstníku MŽP č. 7/2018 (MŽP 2018), který v zóně Střední Čechy zavedl nové reprezentativní stanice Rožďalovice-Ruská (SRORA, pro látky PM₁₀, NO₂ a SO₂) a Kutná Hora-Orebitská (SKHOA, pro látky PM₁₀ a NO₂). Pro O₃ byl po celý rok v platnosti seznam upravený směrnici ředitele ČHMÚ č. 2015/01.

Suspendované částice, oxid dusičitý a oxid siřičitý

V roce 2018 byly vyhlášeny smogové situace a regulace pouze z důvodu překročení prahových hodnot suspendovaných částic PM₁₀. Vyhlášeno bylo 10 smogových situací v celkové délce trvání 775 h (cca 32 dní) a 4 regulace v celkové délce 259 h (cca 11 dní; tab. VI.2). Smogové situace a regulace se vyskytovaly zejména v únoru a první dekádě března 2018, a to ve 4 z 16 oblastí SVRS (obr. VI.5). K vyhlášení smogových situací došlo během roku na území aglomerace Ostrava/Karvinná/Frýden-Místek (O/K/F-M) bez Třinecka, dále Třinecka, zóny Moravskoslezsko a Zlínského kraje (tab. VI.3).

VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

With credentials issued by the Ministry of the Environment CHMI operates the Smog Warning and Regulation System (SWRS). Information provided through this system serves both for issuing warnings of extreme levels of air pollution (smog situations) and for regulating (reducing) release of pollutants from selected sources significantly affecting ambient air quality in the respective area. The monitored pollutants include the PM₁₀ suspended particles, sulphur dioxide SO₂, nitrogen dioxide NO₂ and ground-level (tropospheric) ozone O₃.

SWRS has been specified as of 1 September 2012 by Act No. 201/2012 Coll., on protection of the air, and Decree No. 330/2012 Coll. The principal alterations compared to the previous legislation were described in the CHMI Yearbook for 2012 (ČHMÚ 2013). Act No. 201/2012 Coll., on protection of the air, has subsequently been amended with entry into force from 1 January 2017 (Tab. VI.1). The amendment introduced, among other issues, greater flexibility in announcing the smog situations and regulations, corresponding much better to the real development of concentrations compared to earlier practice (details are presented the CHMI Yearbook for 2017; ČHMÚ 2017).

The current list of areas and representative stations for PM₁₀, SO₂ and NO₂ (Fig. VI.1, Fig. VI.3, and Fig. VI.4) is specified by the Bulletin of the Ministry of the Environment and, for O₃ (Fig. VI.2) by the CHMI Director's Directive. From the beginning of 2018, a list published in the MoE Bulletin No. 7/2016 (MŽP 2016) applied for PM₁₀, SO₂ and NO₂ and a list published in the MoE Bulletin No. 7/2018 (MŽP 2018) applies from October 2018, which has established new representative stations Rožďalovice-Ruská (SRORA, for PM₁₀, NO₂ and SO₂) and Kutná Hora-Orebitská (SKHOA, for PM₁₀ and NO₂) in the Central Bohemian zone. For O₃, the list specified by the CHMI Director's Directive No. 2015/01 was in force throughout the year.

Suspended particles, nitrogen dioxide and sulphur dioxide

In 2018, smog situations were only announced due to exceeding the threshold values for PM₁₀ suspended particles. 10 smog situations were announced with an overall duration of 775 h (approx. 32 days) and 4 regulations with an overall duration of 259 h (approx. 11 days; Tab. VI.2). Smog situations and regulations appeared mainly in February and in the

Prahové hodnoty pro NO₂ nebyly v průběhu roku 2018 překročeny. K překročení informativní prahové hodnoty pro SO₂ došlo jednou na stanici Sokolov a informativní i regulační prahové hodnoty byly v průběhu roku opakovaně překračovány na stanici Ostrava-Fifejdy. Tato překročení souvisela se sanačními pracemi na lagunách Ostramo a nebyly při nich splněny podmínky nutné pro vyhlášení smogové situace, resp. regulace – ať z pohledu reprezentativnosti, nebo požadované doby překročení.

Přízemní ozon

V roce 2018 bylo vyhlášeno 12 smogových situací pro přízemní ozon O₃ v celkové délce trvání 378 h (cca 16 dnů; tab. VI.4). Smogové situace byly vyhlášovány zejména v první dekádě července 2018 a na území aglomerace Praha, zóny Střední Čechy a Ústeckého kraje i na sklonku července, resp. v první dekádě srpna (tab. VI.5). Prahová hodnota pro varování nebyla v roce 2018 překročena.

Synoptické situace během vybraných smogových situací

8.–11. 2. 2018

Okluzní fronta spojená s tlakovou níží se středem nad Balkánem se 8. 2. postupně přesouvala na východ a nad území ČR se 9. 2. rozšířil výběžek vyššího tlaku od severu spojený s minimem oblačnosti umožňující noční radiační ochlazování zemského povrchu. Zároveň docházelo zpočátku ve vyšších hladinách k advekci teplejšího vzduchu od jihu. Výsledkem byla teplotní inverze ve výšce cca 1,5 km, která se udržela i během následujícího dne, kdy výběžek vyššího tlaku zvolna slábl. Situace byla ukončena 11. 2. přechodem okluzní fronty spojené s brázdou nízkého tlaku nad Severním mořem a jižní Skandinávií.

1.–5. 3. 2018

Po okraji mohutné tlakové výše nad Skandinávií a Ruskem zpočátku proudil do střední Evropy studený arktický vzduch od severovýchodu. Ve vyšších vrstvách atmosféry začal během období nad naše území proudit teplejší vzduch, což 1. 3. vedlo k vytvoření výrazné teplotní inverze ve výšce nad 1 000 m. Během 3. a 4. 3. se vytvořila samostatná tlaková výše se středem nad Karpaty. Během 5. a 6. 3. přešla od jihozápadu přes Německo a naše území okluzní fronta a ukončila inverzní ráz počasí.

first decade of March 2018, specifically in 4 out of 16 areas of SWRS (Fig. VI.5). Smog situations were declared during the year on the territory of the agglomeration of O/K/F-M without Třinec, Třinec, and Moravia-Silesia and Zlín zones (Tab. VI.3).

The threshold values for NO₂ were not exceeded during 2018. The informative threshold value for SO₂ was exceeded once at the Sokolov station and informative and regulatory thresholds were repeatedly exceeded during the year at the Ostrava-Fifejdy station. These cases related to the remediation activities at the Ostramo lagoons, and the conditions necessary for the announcement of the smog situation or regulations, respectively, were not fulfilled – whether in terms of representativeness or required duration.

Ground-level ozone

12 smog situations were announced for ground-level ozone O₃ in 2018 with an overall duration of 378 h (approx. 16 days; Tab VI.4). Smog situations were announced mainly in the first decade of July 2018 and in the Prague agglomeration, Central Bohemian zone and Ustí nad Labem region at the end of July or in the first decade of August (Tab. VI.5). The alert threshold value was not exceeded in 2018.

Synoptic situation during selected smog situations

8–11 February 2018

Occluded front connected with the pressure low with the centre above the Balkans gradually shifted to the east on 8 February and a ridge of higher pressure from the north expanded on 9 February over the territory of the Czech Republic with a minimum cloud cover allowing night radiation cooling of the Earth's surface. At the same time, advection of warmer air from the south occurred, initially at higher levels. The result was a temperature inversion at a height of about 1.5 km, which was maintained during the next day when the ridge of higher pressure was slowly weakening. The situation ended on 11 February by crossing of the occluded front associated with the low pressure through over the North Sea and southern Scandinavia.

1–5 March 2018

Cold Arctic air from north-east flowed initially to Central Europe at the edge of the massive pressure high zone above Scandinavia and Russia. Warmer air began to flow in the higher atmosphere layers

4.–6. 7. 2018

Během 3. a 4. 7. v oblasti vyššího tlaku nad střední Evropou a Karpaty zesiloval od jihozápadu nad naše území příliv teplého vzduchu. Jeho vrchol nastal 5. 7., kdy v hladině 850 hPa byla teplota kolem 16 °C. Při intenzivním slunečním záření a teplotách až kolem 30 °C docházelo ke vzestupu koncentrací přízemního ozonu. Během 6. 7. chladnější severozápadní proudění ukončilo příliv teplého vzduchu.

31. 7.–9. 8. 2018

Zpočátku bylo naše území v pásu vyššího tlaku vzduchu táhnoucím se z Azor a jihozápadní Evropy přes střední Evropu až nad evropskou část Ruska. Postupně tlaková výše nad Ruskem zeslábla a vytvořila se samostatná tlaková výše nad střední Evropou postupující zvolna k východu. Teplotně byl po téměř celé období nad střední Evropou velmi teplý vzduch, v hladině 850 hPa mezi 15 a 20 °C. Až v noci na 10. 8. pronikl za studenou frontou nad naše území chladný vzduch od severozápadu. Při horkém slunečném počasí tak po většinu období docházelo během dne ke vzestupům koncentrací přízemního ozonu.

above our territory during the period, leading to a significant temperature inversion at a height above 1,000 m on 1 March. During the 3rd and 4th March, a separate high pressure zone with the centre above the Carpathians was created. During the 5th and 6th March, the occluded front passed from the south-west through Germany and our territory and ended the inverse type of the weather.

4–6 July 2018

During the 3rd and 4th July, the influx of warm air in the area of the higher pressure zone over Central Europe and the Carpathians intensified from the south-west over our territory. Its peak occurred on 5 July, when the temperature at 850 hPa was around 16 °C. Under intense solar radiation and temperatures up to about 30 °C, ground-level ozone concentrations increased. During 6 March colder north-west flow ended the influx of warm air.

31 July – 9 August 2018

Initially, our territory was in a belt of higher air pressure stretching from the Azores and south-west of Europe through Central Europe to the European part of Russia. Gradually, the pressure high over Russia weakened and a separate pressure high was created above Central Europe, slowly advancing to the east. The air was very warm over Central Europe for almost the entire period, between 15 and 20 °C at the level of 850 hPa. It was not until the night of 10 August that cold air from the north-west penetrated beyond the cold front over our territory. In the hot sunny weather most of the time, ground-level ozone concentrations increased during the day.

Tab. VI.1 Pravidla pro vyhlášení a odvolávání smogových situací a regulací (varování)
Tab. VI.1 The rules for the announcement and cancelling of smog situations and regulations (alerts)

	Prahová hodnota Threshold value		Délka překročení Exceedance duration	Počet stanic* Number of stations*	Doplňující podmínka Supplementary condition	
	Zkratka Abbreviation	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ Interval Interval				
Vyhlášení smogové situace Announcement of smog situation						
PM₁₀	IPH	100	12 h	1 h	50 % 2 stanice, jsou-li právě 2 <i>two stations if there are just two of them</i>	Na základě vyhodnocení předpovědi meteorologických podmínek a imisní situace se během následujících 24 hodin nepředpokládá pokles koncentrace pod informativní prahovou hodnotu. <i>Based on an evaluation of the forecast of meteorological conditions and pollution situation no decrease of the concentration below the informative threshold value can be expected during the next 24 hours.</i>
NO₂		200	1 h	3 h	1 stanice 1 station	
SO₂		250		1 h		
O₃		180		1 h		---
Vyhlášení regulace Announcement of regulation						
PM₁₀	RPH	150	12 h	1 h	50 % 2 stanice, jsou-li právě 2 <i>two stations if there are just two of them</i>	Na základě vyhodnocení předpovědi meteorologických podmínek a imisní situace se během následujících 24 hodin nepředpokládá pokles koncentrace pod regulační prahovou hodnotu. <i>Based on an evaluation of the forecast of meteorological conditions and pollution situation no decrease of the concentration below the informative threshold value can be expected during the next 24 hours.</i>
NO₂		400	1 h	3 h		
SO₂		500				
Vyhlášení varování Announcement of alert						
O₃	VPH	240	1 h	1 h	1 stanice station	---
NO₂	RPH	400		3 h		
SO₂	RPH	500				
Odvolání Cancellation						
<p>Smogová situace je ukončená a regulace nebo varování se odvolá, pokud na žádné měřicí lokalitě reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km² není naměřena 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. <i>The smog situation terminates and the regulation or alert is revoked if no measuring site representative for the pollution level in an area of minimum 100 km² reports the concentration of polluting substances above the corresponding threshold value and this state lasts continuously for at least 12 hours and no recurrent instance of exceeding the informative, regulatory or alert threshold value can be expected in the next 24 hours based on the meteorological forecast.</i></p>						
<p>Časový interval 12 hodin se zkracuje až na 3 hodiny 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. <i>12-hour time interval is being reduced up to 3 hours in a case when meteorological conditions cannot be assessed as leading to the smog situation and recurrent instance of exceeding the informative, regulatory or alert value can almost be excluded in the next 24 hours in accordance with the meteorological forecast.</i></p>						

* Stanice musí být reprezentativní pro úroveň znečištění v oblasti minimálně 100 km².

* The station must be representative for the pollution level in the area of minimum 100 km².

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

Note: **IPH** – information threshold value, **RPH** – regulatory threshold value, **VPH** – alert threshold value. The requirements for the number of stations are related to the representative stations for the given SWRS area.

VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

Tab. VI.2 Smogové situace a regulace pro PM₁₀ – počet a délka, 2018

Tab. VI.2 Smog situations and regulations for PM₁₀ – number and duration, 2018

Oblast SVRS SWRS area	Počet vyhlášení Number of announcements		Trvání Duration [h]	
	Smogová situace Smog situation	Regulace Regulation	Smogová situace Smog situation	Regulace Regulation
Aglomerace O/K/F-M bez Třinecka / Agglomeration of O/K/F-M without Třinec area	4	2	336	156
Třinecko / Třinec area	3	2	227	103
Zóna Moravskoslezsko / Moravia–Silesia zone	1	x	120	x
Zlínský kraj / Zlín region	2	x	92	x
Česká republika celkem / Czech Republic in total	10	4	775	259

Pozn.: Zahrnuty jsou pouze oblasti SVRS, ve kterých došlo k vyhlášení alespoň jedné smogové situace. Trvání smogové situace v sobě zahrnuje i trvání regulace, pokud byla vyhlášena.

Note: Included only the SWRS areas in which at least one smog situation was announced. The duration of the smog situation includes also the duration of the regulation, if announced.

Tab. VI.3 Smogové situace a regulace pro PM₁₀ – časy vyhlášení, 2018

Tab. VI.3 Smog situations and regulations for PM₁₀ – dates and times of announcement, 2018

Vyhlášení / Announcement		Odvolání / Cancellation		Trvání / Duration	
Smogová situace Smog situation	Regulace Regulation	Regulace Regulation	Smogová situace Smog situation	Smogová situace Smog situation	Regulace Regulation
den a hodina SEČ / day and hour CET				[h]	
Aglomerace O/K/F-M bez Třinecka / Agglomeration of O/K/F-M without Třinec area					
08.02.2018 21:03	10.02.2018 03:21	11.02.2018 13:10	12.02.2018 03:17	78	34
19.02.2018 10:45	x	x	22.02.2018 14:25	76	x
01.03.2018 09:15	02.03.2018 10:36	07.03.2018 12:06	07.03.2018 15:08	150	122
19.10.2018 21:19	x	x	21.10.2018 05:07	32	x
Třinecko / Třinec area					
08.02.2018 21:04	10.02.2018 03:21	11.02.2018 16:38	12.02.2018 03:17	78	37
02.03.2018 08:27	02.03.2018 12:46	05.03.2018 06:23	07.03.2018 11:12	123	66
19.10.2018 21:19	x	x	20.10.2018 23:00	26	x
Zlínský kraj / Zlín region					
10.02.2018 07:35	x	x	11.02.2018 11:08	28	x
02.03.2018 13:34	x	x	05.03.2018 05:27	64	x
Zóna Moravskoslezsko / Moravia–Silesia zone					
02.03.2018 09:20	x	x	07.03.2018 09:08	120	x

Pozn.: SEČ – místní čas, tj. středoevropský čas

Note: CET – local time, i.e. Central European Time

VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM
VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

Tab. VI.4 Smogové situace a varování pro O₃ – počet a délka, 2018
Tab. VI.4 Smog situations and alerts for O₃ – number and duration, 2018

Oblast SVRS SWRS area	Počet vyhlášení Number of announcements		Trvání Duration [h]	
	Smogová situace Smog situation	Varování Alert	Smogová situace Smog situation	Varování Alert
Aglomerace O/K/F-M / Agglomeration of O/K/F-M	1	x	13	x
Aglomerace Praha / Agglomeration of Prague	2	x	45	x
Královéhradecký kraj / Hradec Králové region	1	x	22	x
Pardubický kraj / Pardubice region	1	x	22	x
Liberecký kraj / Liberec region	1	x	18	x
Ústecký kraj / Ústí nad Labem region	3	x	141	x
Zóna Střední Čechy / Central Bohemia zone	3	x	117	x
Česká republika celkem / Czech Republic in total	12	x	378	x

Pozn.: Zahrnuty jsou pouze oblasti SVRS, ve kterých došlo k vyhlášení alespoň jedné smogové situace. Trvání smogové situace v sobě zahrnuje i trvání regulace, pokud byla vyhlášena.

Note: Included only the SWRS areas in which at least one smog situation was announced. The duration of the smog situation includes also the duration of the regulation, if announced.

Tab. VI.5 Smogové situace a varování pro O₃ – časy vyhlášení, 2018
Tab. VI.5 Smog situation and alerts for O₃ – dates and times of announcement, 2018

Vyhlášení / Announcement		Odvolání / Cancellation		Trvání / Duration	
Smogová situace Smog situation	Varování Alert	Varování Alert	Smogová situace Smog situation	Smogová situace Smog situation	Varování Alert
den a hodina SELČ / day and hour CEST				[h]	
Aglomerace O/K/F-M / Agglomeration of O/K/F-M					
05.07.2018 17:50	x	x	06.07.2018 07:06	13	x
Aglomerace Praha / Agglomeration of Prague					
05.07.2018 13:59	x	x	06.07.2018 06:13	16	x
08.08.2018 16:54	x	x	09.08.2018 21:25	29	x
Královéhradecký kraj / Hradec Králové region					
05.07.2018 14:48	x	x	06.07.2018 12:29	22	x
Liberecký kraj / Liberec region					
05.07.2018 14:58	x	x	06.07.2018 09:27	18	x
Pardubický kraj / Pardubice region					
05.07.2018 14:48	x	x	06.07.2018 12:29	22	x
Ústecký kraj / Ústí nad Labem region					
04.07.2018 16:12	x	x	06.07.2018 09:27	41	x
31.07.2018 20:25	x	x	03.08.2018 17:23	69	x
08.08.2018 16:31	x	x	09.08.2018 23:10	31	x
Zóna Střední Čechy / Central Bohemia zone					
05.07.2018 14:01	x	x	06.07.2018 06:14	16	x
31.07.2018 17:35	x	x	03.08.2018 17:51	72	x
08.08.2018 16:54	x	x	09.08.2018 21:25	29	x

Pozn.: SELČ – místní čas, tj. středoevropský letní čas

Note: CEST – local time, i.e. Central European Summer Time

VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

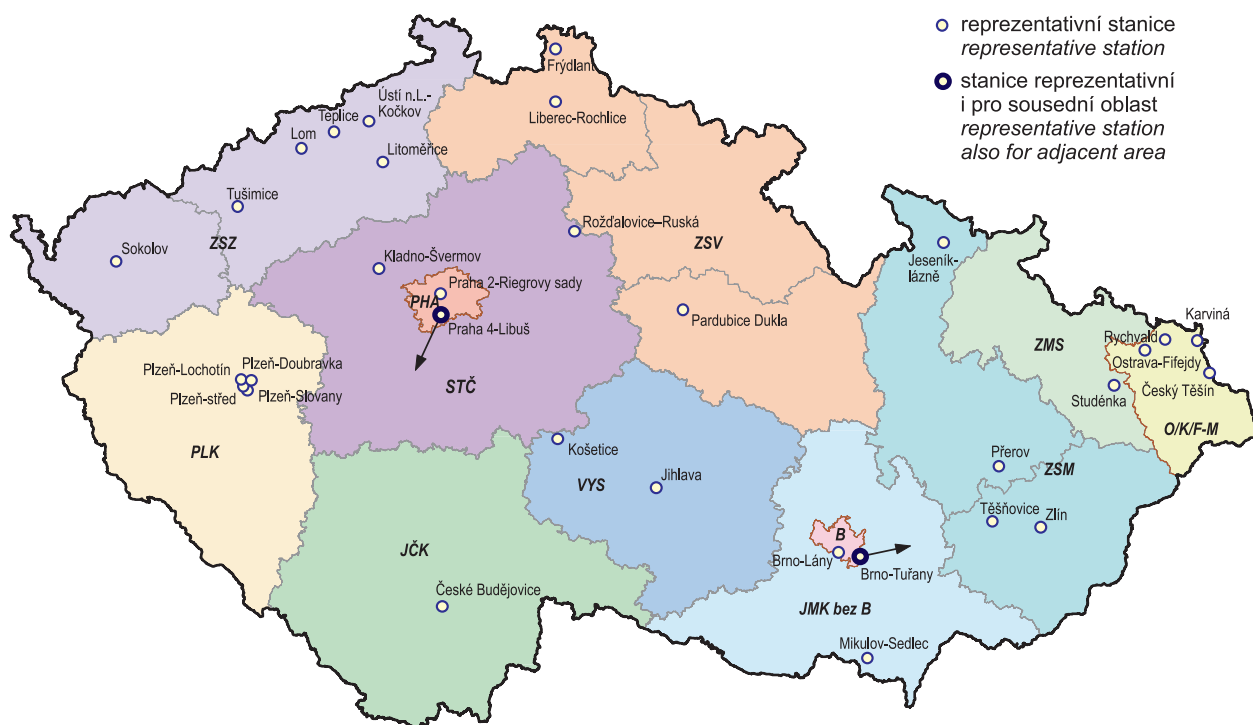


Obr. VI.1 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro PM_{10}
Fig. VI.1 SWRS areas and representative stations for PM_{10}

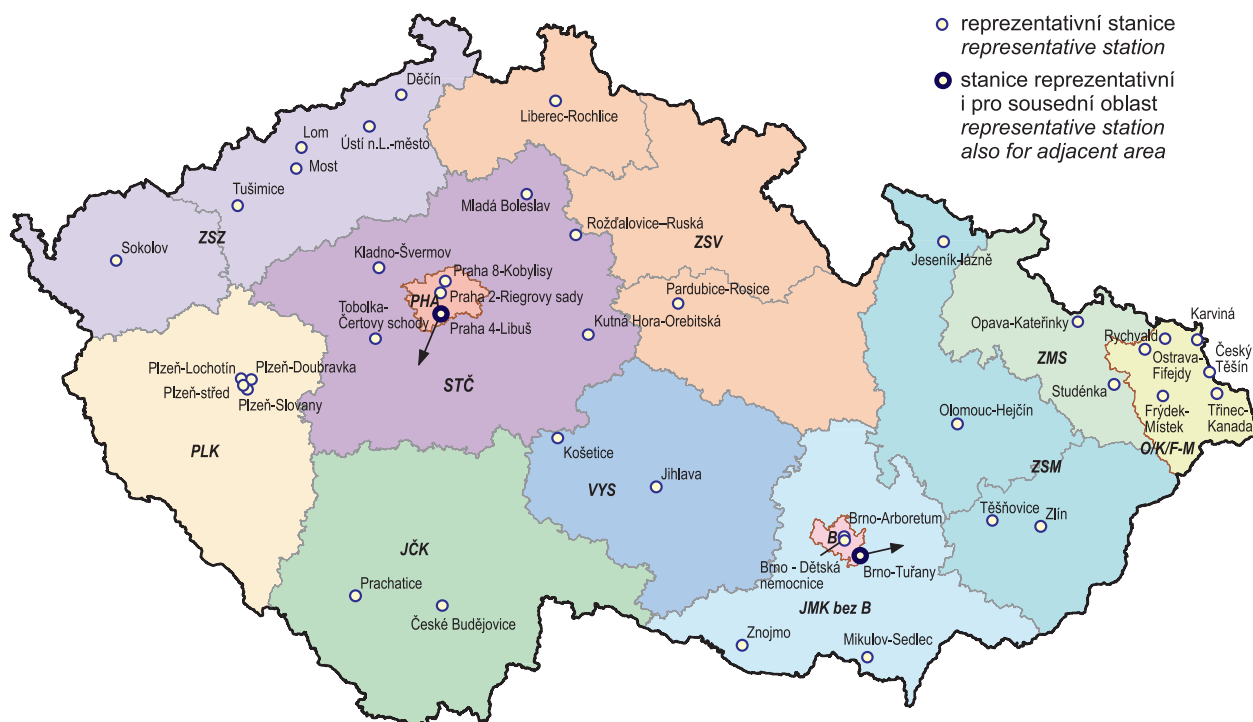


Obr. VI.2 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro O_3
Fig. VI.2 SWRS areas and representative stations for O_3

VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM

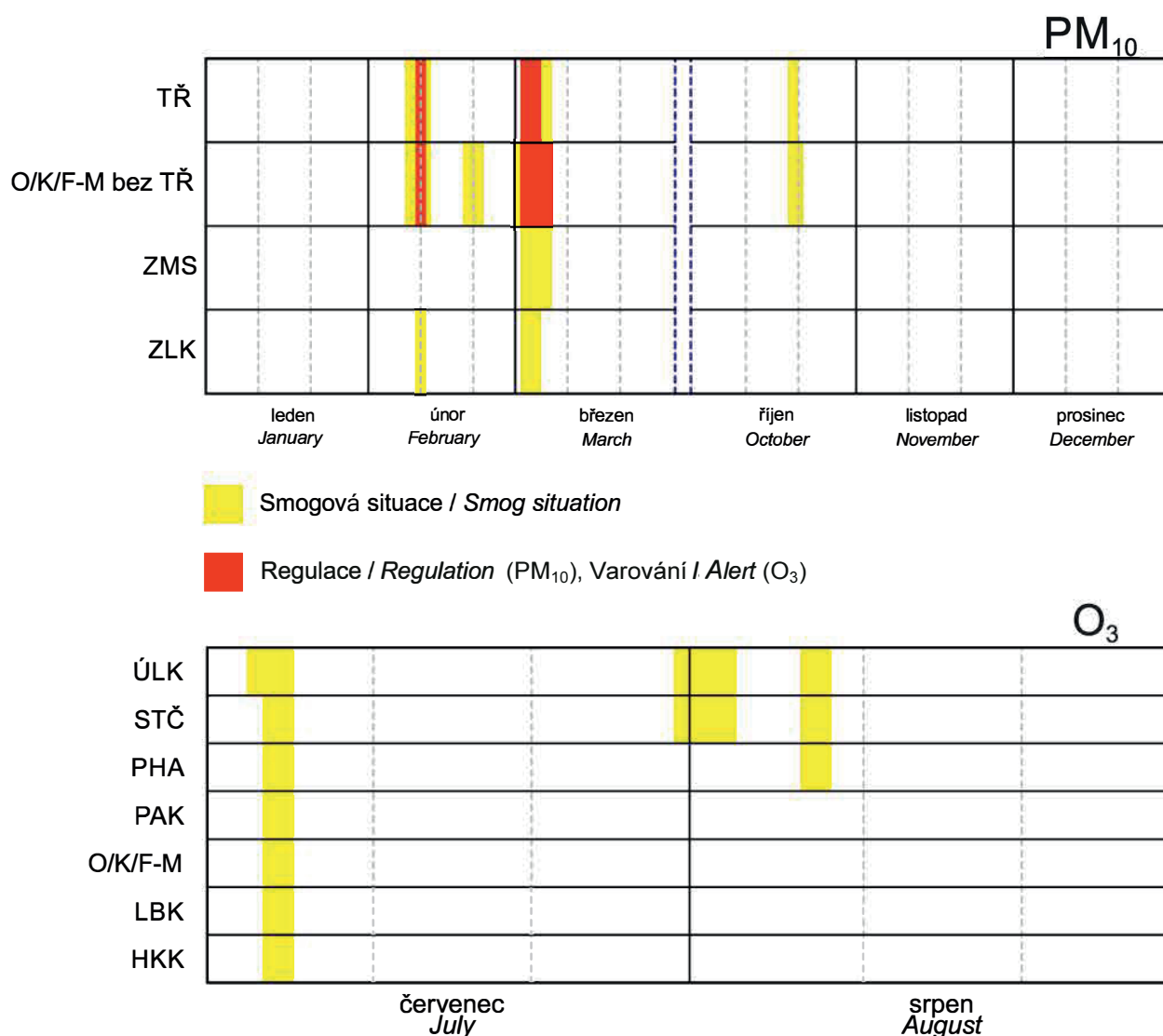


Obr. VI.3 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro SO_2
Fig. VI.3 SWRS areas and representative stations for SO_2



Obr. VI.4 Oblasti SVRS a reprezentativní stanice pro NO_2
Fig. VI.4 SWRS areas and representative stations for NO_2

VI. SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM VI. SMOG WARNING AND REGULATION SYSTEM



TŘ – Třinecko / Třinec area

O/K/F-M bez TŘ – Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek bez Třinecka / Agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek without Třinec area

ZMS – Zóna Moravsko-Slezsko / Moravia-Silesia zone

ZLK – Zlínský kraj / Zlín region

ÚLK – Ústecký kraj / Ústí nad Labem region

STČ – Zóna Střední Čechy / Central Bohemia zone

PHA – Aglomerace Praha / Agglomeration of Prague

PAK – Pardubický kraj / Pardubice region

O/K/F-M – Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek / Agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek

LBK – Liberecký kraj / Liberec region

HKK – Královéhradecký kraj / Hradec Králové region

Obr. VI.5 Smogové situace a regulace (varování) pro PM₁₀ a O₃ v oblastech SVRS, ve kterých byla vyhlášena alespoň jedna smogová situace, 2018

Fig. VI.5 Smog situations and regulations (alerts) for PM₁₀ and O₃ in the SWRS areas in which at least one smog situation was announced, 2018

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ

VII.1 OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ Z HLEDISKA OCHRANY LIDSKÉHO ZDRAVÍ

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, stanovuje imisní limity pro vybrané znečišťující látky bez dalšího rozlišení na imisní a cílové imisní limity. Pro rok 2018 jsou vymezeny 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 limitu¹ bez zahrnutí přízemního ozonu podává ucelenou informaci o kvalitě ovzduší na území ČR. V roce 2018 bylo jako oblast s překročením imisních limitů vymezeno 12,7 % území ČR, kde žije přibližně 36 % obyvatel (obr. VII.1; tab. VII.1).

Zařazení zón a aglomerací do těchto oblastí je v naprosté většině zapříčiněno překročením ročního imisního limitu benzo[a]pyrenu (tab. VII.2). V menší míře se na zařazení území do těchto oblastí podílelo v roce 2018 překročení imisních limitů suspendovaných částic PM₁₀ (zejména denního imisního limitu) a ročního imisního limitu PM_{2,5}. V meziročním porovnání plocha oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu bez zahrnutí ozonu oproti roku 2017 téměř dvojnásobně poklesla. Obr. VII.3 a 4 znázorňují porovnání území s překročenými imisními limity v roce 2018 s rokem 2017 a s pětiletým průměrem za roky 2013–2017. Na základě meziročního srovnání lze konstatovat, že k nejvýraznějšímu zmenšení nadlimitní plochy došlo v oblasti Polabí, v Praze a Plzni, kde došlo k úbytku území s překročeným imisním limitem pro benzo[a]pyren, jehož koncentrace meziročně poklesly (kap. VII.2). Z dlouhodobějšího porovnání (obr. VII.4) je zřejmé, že v roce 2018 je vymezená nadlimitní oblast o 2,7 % nižší než je pětiletý průměr (15,4 %) a nejvíce zatíženou oblastí z pohledu kvality ovzduší zůstávají kraje Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský a malé oblasti na Kladensku, západě Prahy a na Ústecku. Vymezená plocha s překročením alespoň jednoho imisního limitu

¹ Roční imisní limit pro PM₁₀, PM_{2,5}, benzo[a]pyren, NO₂, olovo, kadmium, arsen, nikl a benzen, imisní limit pro CO (max. denní 8hodinový klouzavý průměr), denní imisní limit pro PM₁₀ a SO₂, hodinový imisní limit pro SO₂ a NO₂.

VII. AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES ARE EXCEEDED

VII.1 AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF HUMAN HEALTH ARE EXCEEDED

Act No. 201/2012 Coll, on protection of the air, specifies pollution limit values for selected pollutants without differentiation between pollution limit values and target pollution limit values. For 2018, areas are defined where the pollution limit values are exceeded overall for all the pollutants that are monitored from the aspect of human health. The map of areas where at least one pollution limit value¹, not including ground-level ozone, is exceeded provides comprehensive information on ambient air quality in the Czech Republic. In 2018, 12.7% of the territory of the Czech Republic, inhabited by approx. 36% of the population, was designated as an area where the pollution limit values were exceeded (Fig. VII.1; Tab. VII.1).

Assignment of zones and agglomerations to these areas is, in the vast majority of cases, a result of exceeding the annual pollution limit values for benzo[a]pyrene (Tab. VII.2). To a lesser degree, assignment of a territory to these areas in 2018 was a result of exceeding the pollution limit values for suspended particulates PM₁₀ (particularly the daily pollution limit value) and the annual pollution limit value for PM_{2,5}. Compared inter-annually to 2017, the area of territories where at least one pollution limit value was exceeded, except for ground-level ozone, decreased nearly twice. Fig. VII.3 and 4 show a comparison of the territory with exceeded limit values in 2018 with that in 2017 and with the five-year average for the period 2013 to 2017. Based on the inter-annual comparison it can be noted that the most significant reduction of the above-limit concentration area took place in the Labe area, in Prague, and Plzeň where the area with exceeded pollution limit value for benzo[a]pyrene decreased following an inter-annual drop in its concentrations (Chap. VII.2). The longer-term comparison (Fig. VII.4) shows that in 2018 the delimited above-limit concentration area is 2.7% smaller than the five-year average (15.4%) and that the territories of the Moravian-Silesian, Olomouc, Zlín regions, small parts of the Kladno area, west of Prague, and Ústí nad Labem region remain the most

¹ The annual pollution limit values for PM₁₀, PM_{2,5}, benzo[a]pyrene, NO₂, lead, cadmium, arsenic, nickel and benzene, the pollution limit value for CO (max. daily 8-hour moving average), the daily pollution limit values for PM₁₀ and SO₂, the hourly pollution limit value for SO₂ and NO₂.

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

bez zahrnutí ozonu v roce 2018 je nejnižší za hodnocené období 2012–2018 (obr. VII.5).

Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2018 vymezeno 87,3 % území ČR (obr. VII. 2). V meziročním srovnání 2017/2018 došlo k výraznému navýšení plochy s překročením minimálně jednoho imisního limitu včetně ozonu, nicméně počet obyvatel vystavených těmto nadlimitním koncentracím poklesl z 68 % na 52 %. Důvodem je výskyt zvýšených až nadlimitních koncentrací ozonu převážně v přírodních lokalitách, tedy v oblastech s menší hustotou obyvatel (obr. IV.4.1). Vymezená plocha s překročením alespoň jednoho imisního limitu včetně ozonu v roce 2018 byla nejvyšší v hodnoceném období 2012–2018 (obr. VII.5). Z grafu je patrné zvětšení rozsahu nadlimitní plochy v posledních třech letech související s rostoucími koncentracemi ozonu (kap. IV. 4).

Z důvodu návaznosti na hodnocení v předešlých letech (tab. VII.1 a 2, obr. VII.5) byla zvláště vymezena i území s překročením imisních limitů stanovených bodem 1 přílohy č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší – dříve oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší, tzv. OZKO, a území s překročením imisních limitů stanovených bodem 3 přílohy č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší – dříve oblasti s překročením cílových imisních limitů bez zahrnutí ozonu. Vývoj plochy oblastí, dříve nazývaných OZKO, je dán zejména nadlimitním znečištěním ovzduší částicemi PM₁₀ a do určité míry kopíruje trend jejich koncentrací (kap. IV.1.1). Vývoj nadlimitních ploch oblastí, dříve nazývaných oblasti s překročením cílových imisních limitů bez zahrnutí ozonu, je dán nadlimitním znečištěním ovzduší benzo[*a*]pyrenem. Při hodnocení koncentračních úrovní polí ročních průměrných koncentrací benzo[*a*]pyrenu je však nezbytné brát v úvahu větší nejistotu odhadu u této škodliviny (kap. IV.2; Příloha I).

Regionální rozdíly v kvalitě ovzduší v rámci České republiky

V rámci ČR existují značné regionální rozdíly v kvalitě ovzduší, což dokazuje obr. VII.6, který znázorňuje vývoj plochy území s nadlimitními koncentracemi vyjma ozonu v zónách a aglomeracích v letech 2014–2018. Nejvíce zatíženými regiony jsou dlouhodobě aglomerace O/K/F–M a zóny Moravskoslezsko a Střední Morava. K re-

affected. The identified area with at least one pollution limit value exceeded in 2018, except for ground-level ozone, is the smallest within the evaluation period between 2012 and 2018 (Fig. VII.5).

After including ground-level ozone, the areas where at least one pollution limit value was exceeded in 2018 corresponded to 87.3% of the territory of the Czech Republic (Fig. VII.2). In the inter-annual comparison 2017/2018 there was a significant increase of the area exceeding at least one limit value, including ozone, but the number of inhabitants exposed to these above-limit concentrations decreased from 68% to 52%. This is because of the occurrence of elevated above-limit concentrations of ozone predominantly in natural localities, i.e. in areas with lower population densities (Fig. IV.4.1). The delimited area where at least one pollution limit value was exceeded including ozone in 2018 was the largest within the evaluation period between 2012 and 2018 (Fig. VII.5). The graph shows an increase in the extent of the above-limit concentration area in the last three years in relation to increasing ozone concentrations (Chap. IV.4).

To retain continuity with the evaluation in previous years (Tab. VII.1 and 2; Fig. VII.5), territories where the pollution limit values specified by Item 1 of Annex No. 1 of Act No. 201/2012 Coll., on protection of the air – formerly areas with deteriorated air quality, abbreviated as OZKO, and areas where the pollution limit values specified by Item 3 of Annex No. 1 of Act No. 201/2012 Coll., on protection of the air – formerly areas where the target pollution limit values without ozone are exceeded, were delimited separately. Trends in the extent of areas formerly designated as OZKO are determined especially by above-limit air pollution by PM₁₀ particulates and, to a certain degree, copy the trends in their concentration (Chap. IV.1.1). The trend in above-limit concentration areas formerly defined as areas where the target pollution limit values without ozone are exceeded is determined by the above-limit air pollution by benzo[*a*]pyrene. However, in evaluating the concentration levels of the fields of annual average benzo[*a*]pyrene concentrations, it is necessary to take into consideration the greater uncertainty in the estimate concerning this pollutant (Chap. IV.2; Annex I).

Regional differences in terms of air quality in the Czech Republic

Within the Czech Republic, there are considerable regional differences in terms of air quality as

gionům se zhoršenou kvalitou ovzduší lze řadit aglomerace Praha a Brno a zóny Střední Čechy, Severovýchod a Severozápad. Naopak v zónách Jihozápad a Jihovýchod dochází k překračování imisních limitů jen na velmi malých územích. V roce 2018 došlo k nejvýraznějšímu zmenšení plochy s nadlimitními koncentracemi v souvislosti s poklesem koncentrací benzo[*a*]pyrenu v aglomeraci Praha a zónách Střední Čechy a Střední Morava.

V rámci hodnocení expozice obyvatel byly nově vypočteny průměrné koncentrace pro suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5} a NO₂ vážené populací pro města, ve kterých žije více než 30 000 obyvatel (tab. VII.3). Zjednodušeně se jedná o hodnotu koncentrace znečišťující látky, které je v průměru vystaven člověk žijící v daném městě. Tato charakteristika je pro jednotlivé státy zveřejňována v rámci evropského hodnocení kvality ovzduší (ETC/ACM, 2018).

Z porovnání vážené koncentrace populací ve velkých městech ČR je vidět, že nejvyšší hodnoty suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} jsou ve městech Moravskoslezského kraje, což je region s dlouhodobě největším zatížením z pohledu kvality ovzduší u nás (kap. V.3). Vážené roční průměrné koncentrace PM₁₀ nepřekračují imisní limit. V případě 24hodinového imisního limitu PM₁₀ jsou průměrně nadlimitní koncentrace v Karviné, Ostravě, Havířově, Třinci, Frýdku–Místku, Mostě, Opavě a v Přerově. V těchto městech jsou i nejvyšší a často také nadlimitní vážené koncentrace PM_{2,5}. Značně vysokým průměrným váženým koncentracím suspendovaných částic, nicméně nepřekračujícím imisní limit, jsou vystaveni lidé v Děčíně, Kladně, Teplicích, Brně, Prostějově, Zlíně, Chomutově a ve Znojmě. K nejčistším městům z hlediska hodnocení koncentrací suspendovaných částic patří Cheb, Karlovy Vary, Jablonec nad Nisou, Písek a Příbram. 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, krajinný ráz umožňuje dobré provětrávání (zejména oblast jižních Čech). Nezanedbatelné je i nízké emisní zatížení těchto oblastí.

Z pohledu hodnocení úrovně zatížení ovzduší koncentracemi NO₂ je situace poněkud odlišná. Je to dáno zejména odlišnými hlavními emisní-

*shown in Fig. VII.6 presenting evolution of the area of territories with above-limit concentrations except for ozone in zones and agglomerations in the 2014–2018 period. The most affected regions in the long run are the O/K/F–M agglomeration and the Moravia-Silesia and Central Moravia zones. Regions with deteriorated air quality include the Prague and Brno agglomerations and the Central Bohemia, Northeast and Northwest zones. On the other hand, in the Southwest and Southeast zones the pollution limit values are exceeded only in very small areas. In 2018, the area with above-limit concentrations decreased most significantly in connection with a decrease in benzo[*a*]pyrene concentrations in the Prague agglomeration and in the Central Bohemia and Central Moravia zones.*

As part of the population exposure assessment, the average population-weighted concentrations were calculated for PM₁₀ and PM_{2,5} suspended particles and NO₂ for municipalities with population over 30,000 inhabitants (Tab. VII.3). In simple terms, the value represents a pollutant concentration that a person living in a given municipality is exposed to. This characteristic, classified according to Member States, is published in the framework of the European air quality assessment (ETC/ACM, 2018).

A comparison of the population-weighted concentration in large cities of the Czech Republic shows that the highest values of suspended PM₁₀ and PM_{2,5} particles are in the cities of the Moravian-Silesian region which is the region with the long-term pollution exposure in terms of air quality country-wide (Chap. V.3). The weighted annual average concentrations of PM₁₀ do not exceed the limit value. Concerning 24-hour PM₁₀ pollution limit values, on average above-limit concentrations occur in the Karviná, Ostrava, Havířov, Třinec, Frýdek-Místek, Most, Opava, and Přerov cities. In these cities there are also the highest and often above-limit weighted PM_{2,5} concentrations. Population in the Děčín, Kladno, Teplice, Brno, Prostějov, Zlín, Chomutov, and Znojmo cities are exposed to rather high average weighted concentrations of suspended particles but not exceeding the limit value. The Cheb, Karlovy Vary, Jablonec nad Nisou, Písek and Příbram cities are among the purest cities in terms of the evaluation of suspended particles concentrations. Relatively low concentration levels in cities located in the Karlovy Vary and South Bohemia regions are related to the local low regional background concentrations of suspended particles. Unlike the most heavily exposed regions, long-range transport of air pollution is

mi zdroji než v případě suspendovaných částic, kde jsou jimi veřejná energetika, výroba tepla a silniční doprava. V souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu jsou nejvyšším koncentracím NO₂ vystaveni lidé ve třech nejlidnatějších městech ČR, tj. v Praze, Brně a Ostravě, kde je navíc i vyšší regionální znečištění kvůli přítomnosti velkých zdrojů znečišťování. Nejnižším hodnotám NO₂ v rámci velkých měst jsou vystaveni lidé v Jablonci nad Nisou, Trutnově, Třebíči, Jihlavě a Táboře. Relativně nízké koncentrace NO₂ jsou ve městech s nižším počtem obyvatel a s tím související nižší intenzitou dopravy a v oblastech s nižšími regionálními pozadovými koncentracemi NO₂ zapříčiněnými nižšími emisemi z velkých zdrojů znečišťování a méně významným dálkovým transportem znečištění (kraje Jihočeský, Karlovarský, Vysočina a Liberecký). Úroveň průměrných vážených koncentrací NO₂ v ČR nepřekračují imisní limit, nicméně z dlouhodobého měření NO₂ na některých dopravních lokalitách, zejména v místech s vysokou dopravní intenzitou doprovázenou špatným provětráváním (hustá zástavba) a častým omezováním plynulosti dopravy (křižovatky a dopravní zácpy), lze překročení limitních hodnot v bezprostřední blízkosti silně vytižených komunikací předpokládat.

VII.2 OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ Z HLEDISKA OCHRANY EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

Z hlediska ochrany nejvhodnějších přírodních lokalit ČR je vyhodnocováno i překročení imisních limitů pro ochranu ekosystémů a vegetace² na území NP a CHKO (tab. VII.4). V roce 2018 došlo k překročení alespoň jednoho z těchto limitů na 70,5 % území NP a CHKO (obr. VII.8).

Nadlimitní koncentrace NO_x se vyskytují zejména v okolí dopravních komunikací; z hlediska nejvhodnějších přírodních částí ČR došlo k překročení imisního limitu pro NO_x na velmi malém území několika CHKO (tab. VII.4; obr. VII.7).

V roce 2018 došlo v ČR oproti roku 2017 k výraznému zvětšení území, kde byl překročen imisní limit pro přízemní ozon, tj. expoziční index AOT40 (obr. IV.4.5). Nadlimitními koncentracemi ozonu

² LV pro roční a zimní průměrnou koncentraci SO₂, LV pro roční průměrnou koncentraci NO_x a imisní limit pro O₃ vyjádřený jako expoziční index AOT40.

not as important here, while the landscape character allows good ventilation (especially in the South Bohemia area). The low emission load of these areas is also a not negligible factor.

The situation is somewhat different in terms of assessing the air exposure to NO₂ concentrations. This is mainly due to different major emission sources than that for suspended particles where those include public energy, heat generation and road transport. In connection with intensive traffic and restrained traffic flow, the population exposed to the highest NO₂ concentrations belong to three most populous cities of the Czech Republic, i.e. in Prague, Brno and Ostrava where there is also higher regional pollution due to the presence of large pollution sources. Within large cities, population in the Jablonec nad Nisou, Trutnov, Třebíč, Jihlava and Tábor cities is exposed to the lowest NO₂ values. Relatively low NO₂ concentrations occur in cities with a lower population and associated lower traffic intensity and in areas with lower regional background concentrations of NO₂ caused by lower emissions from large sources of pollution and less significant long-range pollution transport (the South Bohemia, Karlovy Vary, Vysočina and Liberec regions). Average weighted NO₂ concentration levels in the Czech Republic do not exceed the pollution limit value, however, following long-term measurements of NO₂ in some traffic localities, particularly in sites with high traffic intensity experiencing poor ventilation (dense build-up areas) and frequent restrictions of traffic flow, instances exceeding the pollution limit values in the immediate vicinity of heavily busy roads can be assumed.

VII.2 AREAS WHERE THE POLLUTION LIMIT VALUES FOR PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND VEGETATION ARE EXCEEDED

From the viewpoint of protection of the most valuable natural locations of the Czech Republic, exceeding of the pollution limit values for the protection of ecosystems and vegetation² in the territory of NPs and PLAs is also evaluated (Tab. VII.4). In 2018, at least one of these limit values was exceeded over 70.5% of the territory of NPs and PLAs (Fig. VII.8).

Above-limit NO_x concentrations occur particularly around transport roads; the pollution limit va-

²Limit values for the annual and winter average concentrations of SO₂. Limit value for the annual average concentration of NO_x and the pollution limit value for O₃ expressed as the AOT40 exposure index.

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

Tab. VII.1 Plocha území s překročením imisního limitu (%) a počet exponovaných obyvatel žijících v nadlimitních oblastech (%) v rámci České republiky, 2018

Tab. VII.1 Percentage of the area exceeding the pollution limit (%) and percentage of population resident in areas exposed to above-limit values (%) in the Czech Republic, 2018

Česká republika Czech Republic	Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění <i>Pollutants specified in Annex 1 to Act No. 201/2012 Coll., as amended</i>							
	Bod 1 přílohy <i>Item 1 of the Annex</i>				Bod 3 přílohy <i>Item 3 of the Annex</i>		Bod 4 přílohy <i>Item 4 of the Annex</i>	
	PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2.5}	Souhrn překročení LV <i>Total LV exceedances</i>	BaP	Celkový souhrn překročení bez O ₃ <i>Total exceedances, ozone excluded</i>	O ₃	Celkový souhrn překročení s O ₃ <i>Total exceedances, including ozone</i>
	roční průměr <i>annual average</i> > 40 µg.m ⁻³	36. max 24h průměr <i>36th max. 24-h average</i> > 50 µg.m ⁻³	roční průměr <i>annual average</i> > 25 µg.m ⁻³		roční průměr <i>annual average</i> > 1 ng.m ⁻³		max. denní 8h klouzavý průměr <i>max. daily 8-h running average</i> > 120 µg.m ⁻³	
Obyvatelé <i>Inhabitants</i>	0.3	13.8	6.1	13.8	35.5	36.3	52.1	75.6
Plocha <i>Area</i>	0.1	3.2	1.2	3.2	12.6	12.7	80	87.3

byly v roce 2018 zatíženy všechny NP a CHKO vyjma CHKO Poodří (obr. VII.8).

Imisní limit pro roční i zimní průměrnou koncentraci SO₂ nebyl v roce 2018, stejně jako v předchozích letech, překročen na území žádné CHKO ani NP.

lue for NO_x for the most valuable natural parts of the Czech Republic was exceeded over only a very small area of several PLAs (Tab. VII.4, Fig. VII.7).

The territory over which the pollution limit value was exceeded for ground-level ozone, i.e. the exposure index AOT40, increased significantly in 2018 compared to 2017 (Fig. IV.4.5). In 2018, all NPs and PLAs except for Poodří PLA were exposed to the above-limit ozone concentrations (Fig. VII.8).

The pollution limit value for the annual average concentration of SO₂ was not exceeded in 2018 in the territory of any PLA or NP, similar to the previous years.

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

Tab. VII.2 Překročení imisního limitu (LV) v rámci zón/aglomerací a krajů České republiky, % plochy územního celku, 2018
Tab. VII.2 Limit value (LV) exceedances in the zones/agglomerations, regions the Czech Republic, % of the area of the administrative unit, 2018

Zóna / aglomerace Zone / agglomeration	Kraj Region	Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb.. v platném znění Pollutants specified in Annex 1 to Act No. 201/2012 Coll.. as amended							
		Bod 1 přílohy Item 1 of the Annex		Bod 3 přílohy Item 3 of the Annex		Bod 4 přílohy Item 4 of the Annex			
		PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2,5}	Souhrn pře- kročení LV Total LV exceedances	BaP	Celkový sou- hrn překročení bez O ₃ Total excee- dances. ozone excluded	O ₃	Celkový sou- hrn překročení s O ₃ Total excee- dances. including ozone
		roční průměr annual average > 40 µg.m ⁻³	36. max 24h průměr 36 th max. 24-h average > 50 µg.m ⁻³	roční průměr annual average > 25 µg.m ⁻³		roční průměr annual average > 1 ng.m ⁻³		max. denní 8h klouzavý průměr max. daily 8-h running average > 120 µg.m ⁻³	
Aglomerace Praha Agglomeration of Prague	Praha Prague	-	1.98	-	1.98	19.03	19.23	97.38	97.38
Zóna Střední Čechy Central Bohemia zone	Středočeský kraj Central Bohemia region	-	0.38	-	0.38	4.96	4.96	97.97	98.20
Zóna Jihozápad South-western zone	Jihočeský kraj South Bohemia region	-	-	-	-	0.15	0.15	86.90	87.05
	Plzeňský kraj Plzeň Region	-	-	-	-	0.10	0.10	88.60	88.7
Zóna Severozápad North-western zone	Karlovarský kraj Karlovy Vary region	-	-	-	-	-	-	95.47	95.47
	Ústecký kraj Ústí nad Labem region	-	5.27	-	5.27	16.8	16.8	99.19	99.57
Zóna Severovýchod North-eastern zone	Liberecký kraj Liberec region	-	3.25	-	3.25	10.37	10.37	97.77	98.00
	Královéhradecký kraj Hradec Králové region	-	-	-	-	2.57	2.57	95.91	96.50
	Pardubický kraj Pardubice region	-	0.02	-	0.02	0.22	0.22	96.89	97.80
		-	0.01	-	0.01	1.47	1.47	84.69	84.84
		-		-				92.21	92.76

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

Znečišťující látky uvedené v příloze č. 1 zákona č. 201/2012 Sb., v platném znění Pollutants specified in Annex 1 to Act No. 201/2012 Coll., as amended									
Zóna / aglomerace Zone / agglomeration	Kraj Region	Bod 1 přílohy Item 1 of the Annex			Bod 3 přílohy Item 3 of the Annex		Bod 4 přílohy Item 4 of the Annex		Celkový sou- hrn překročení s O ₃ Total excee- dances, including ozone
		PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2,5}	Souhrn pře- kročení LV Total LV exceedances	BaP	Celkový sou- hrn překročení bez O ₃ Total excee- dances, ozone excluded	O ₃	
		roční průměr annual average > 40 µg.m ⁻³	36. max 24h průměr 36 th max. 24-h average > 50 µg.m ⁻³	roční průměr annual average > 25 µg.m ⁻³		roční průměr annual average > 1 ng.m ⁻³		max. denní 8h klouzavý průměr max. daily 8-h running average > 120 µg.m ⁻³	
	Kraj Vysočina Vysočina region	-	-	-	-	0.15	0.15	55.89	56.04
Zóna jihovýchod South-eastern zone	Jihomoravský kraj bez Brna South Moravia region without agglomeration of Brno	-	0.04	-	0.04	3.71	3.71	92.85	94.87
Agglomerace Brno Agglomeration of Brno		-	0.02	-	0.02	1.95	1.95	74.59	75.69
Zóna Střední Mo- rava Central Moravia zone	Olomoucký kraj Olomouc region	-	13.17	-	13.17	13.64	20.59	37.17	56.9
	Zlínský kraj Zlín region	-	2.34	-	2.34	37.21	37.21	46.01	67.37
Zóna Moravskoslezsko Moravia-Silesia zone		-	2.25	-	2.25	61.19	61.19	76.36	96.36
		-	2.31	-	2.31	47.51	47.51	59.03	79.81
Zóna Moravskoslezsko Moravia-Silesia zone		-	23.55	4.33	23.55	59.27	59.27	17.9	75.25
Agglomerace Ostra- va/Karviná/Frydek- -Místek Agglomeration of Ostrava/Karviná/ Frydek-Místek"	Moravskoslezský kraj Moravian-Silesian region	4.68	57.88	40.86	57.88	77.13	77.13	3.33	78.28
		1.63	35.54	17.09	35.54	65.51	65.51	12.81	76.31

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

Tab. VII.3 Průměrná koncentrace znečišťujících látek vážená populací ve městech s více jak 30 000 obyvateli, 2018

Tab. VII.3 Population-weighted average concentrations of air pollutants in cities with more than 30,000 inhab., 2018

Kraj Region	Obec Municipalities	PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂
		roční průměr annual average	36. max 24h průměr 36 th max. 24-h average	roční průměr annual average	roční průměr annual average
		µg.m ⁻³	µg.m ⁻³	µg.m ⁻³	µg.m ⁻³
Hlavní město Praha	Praha	26.4	45.3	19.8	23.7
Středočeský kraj	Kladno	25.9	47.5	19.9	15.2
	Kolín	24.0	40.6	18.5	15.6
	Mladá Boleslav	24.0	41.2	18.8	16.4
	Příbram	22.0	38.5	16.6	12.8
Jihočeský kraj	České Budějovice	19.8	33.4	15.4	13.9
	Písek	21.5	38.4	16.2	13.3
	Tábor	22.6	38.8	17.1	12.3
Plzeňský kraj	Plzeň	22.8	38.9	17.0	15.3
Karlovarský kraj	Cheb	19.6	33.7	14.2	12.9
	Karlovy Vary	20.0	32.8	14.7	14.4
Ústecký kraj	Děčín	26.3	47.7	20.6	16.8
	Chomutov	24.9	45.9	18.4	17.6
	Most	30.4	54.1	21.7	19.6
	Teplice	26.3	47.3	19.6	18.1
	Ústí nad Labem	25.6	45.1	19.4	17.9
Liberecký kraj	Česká Lípa	23.3	40.4	17.7	15.2
	Jablonec nad Nisou	19.7	33.4	15.4	11.2
	Liberec	22.5	37.0	18.0	14.1
Královéhradecký kraj	Hradec Králové	24.0	40.5	17.8	17.0
	Trutnov	23.3	39.6	18.0	11.5
Pardubický kraj	Pardubice	23.7	39.4	19.0	16.0
Kraj Vysočina	Jihlava	21.9	37.7	17.9	12.1
	Třebíč	23.8	41.9	18.3	12.2
Jihomoravský kraj	Brno	27.1	47.2	20.4	21.6
	Znojmo	24.8	45.9	18.9	14.0
Olomoucký kraj	Olomouc	26.4	43.9	19.6	20.3
	Prostějov	27.2	46.7	20.7	18.8
	Přerov	29.1	50.5	22.7	16.7
Zlínský kraj	Zlín	26.6	46.5	21.3	16.2
Moravskoslezský kraj	Frýdek-Místek	31.9	59.1	26.0	18.0
	Havířov	35.9	63.4	28.3	17.9
	Karviná	38.0	74.3	29.9	19.5
	Opava	30.2	53.3	23.9	15.1
	Ostrava	35.0	63.9	27.6	21.1
	Třinec	32.3	59.5	25.7	15.3
Průměr		25.8	45.4	19.9	16.1

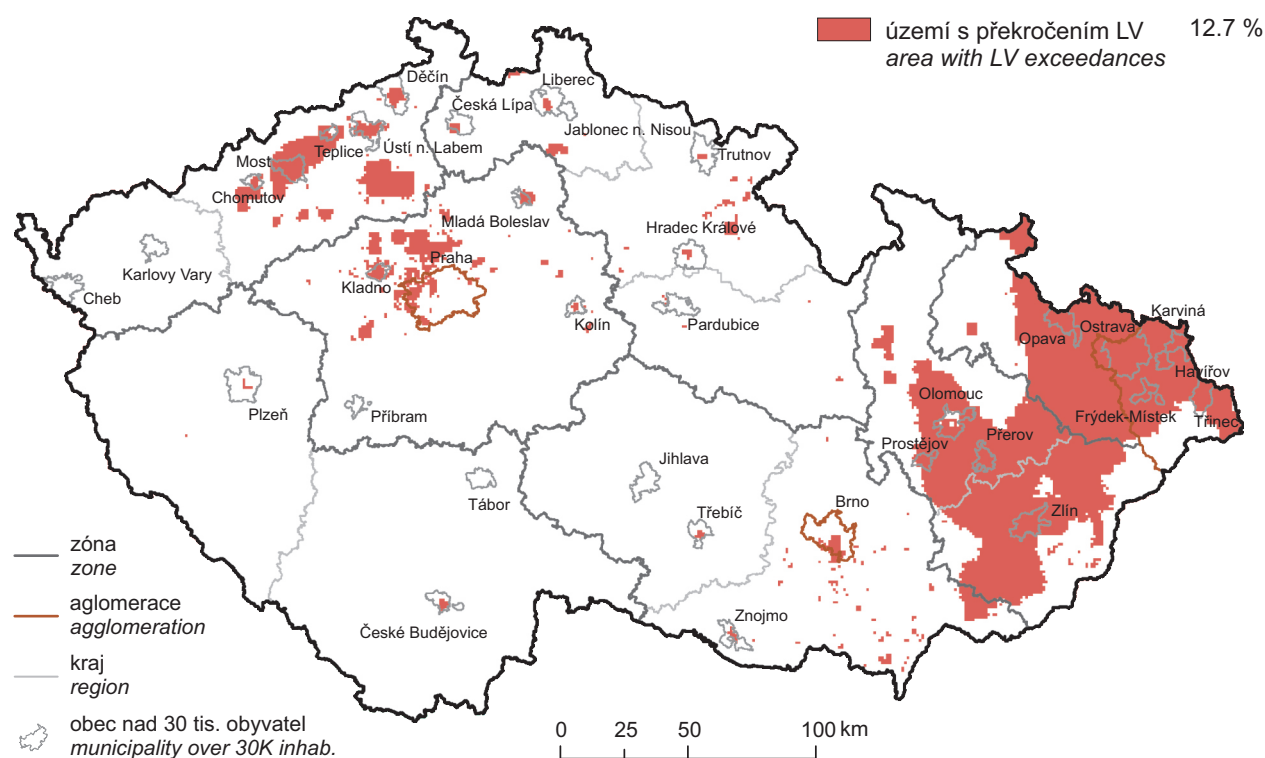
VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

Tab. VII.4 Překročení imisního limitu (NO_x a AOT40) pro ochranu ekosystémů a vegetace v rámci NP a CHKO, % plochy NP a CHKO, 2018

Tab. VII.4 Exceedances of the limit value (NO_x and AOT40) for the protection of ecosystems and vegetation within NP and CHKO, % of the territory of NP and CHKO, 2018

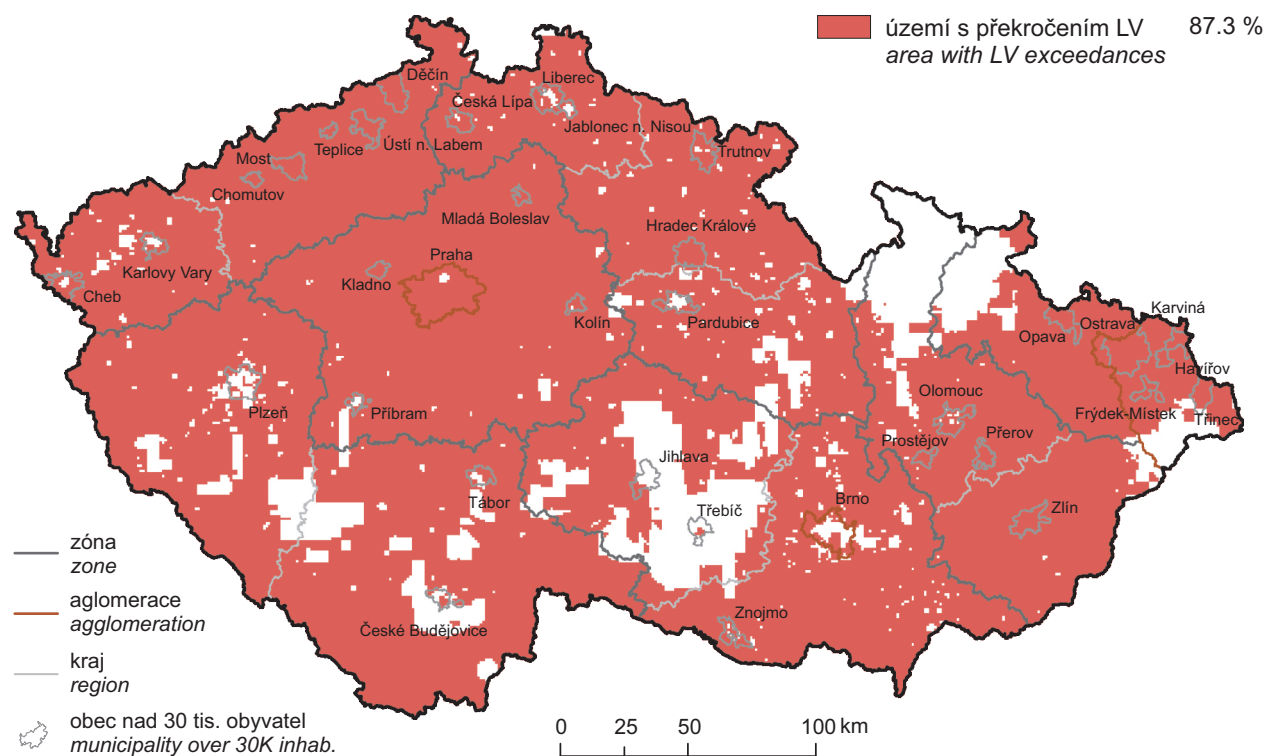
NP + CHKO <i>National park and protected landscape area</i>	NO _x Roční průměr <i>Annual average</i> > 30 µg.m ⁻³	O ₃ AOT 40 > 18000 µg.m ⁻³ .h	Souhrn <i>Sum</i>
Krkonošský národní park	–	82.4	82.4
NP České Švýcarsko	–	100.0	100.0
NP Podyjí	–	98.8	98.8
NP Šumava	–	99.9	99.9
CHKO Beskydy	–	7.5	7.5
CHKO Bílé Karpaty	–	98.7	98.7
CHKO Blaník	–	100.0	100.0
CHKO Blanský les	–	67.5	67.5
CHKO Brdy	–	99.9	99.9
CHKO Broumovsko	–	59.2	59.2
CHKO České středohoří	0.4	70.8	71.2
CHKO Český kras	0.9	84.9	84.9
CHKO Český les	–	43.6	43.6
CHKO Český ráj	–	36.5	36.5
CHKO Jeseníky	–	5.4	5.4
CHKO Jizerské hory	–	73.6	73.6
CHKO Kokořínsko – Máchův kraj	–	99.5	99.5
CHKO Křivoklátsko	–	99.5	99.5
CHKO Labské pískovce	0.0	96.2	96.2
CHKO Litovelské Pomoraví	0.1	23.7	23.7
CHKO Lužické hory	–	80.6	80.6
CHKO Moravský kras	–	98.9	98.9
CHKO Orlické hory	–	84.5	84.5
CHKO Pálava	–	95.9	95.9
CHKO Poodří	–	–	–
CHKO Slavkovský les	–	92.3	92.3
CHKO Šumava	–	90.1	90.1
CHKO Třeboňsko	–	57.1	57.1
CHKO Žďárské vrchy	–	91.3	91.3
CHKO Železné hory	–	99.6	99.6

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ
VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES



Obr. VII.1 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu, 2018

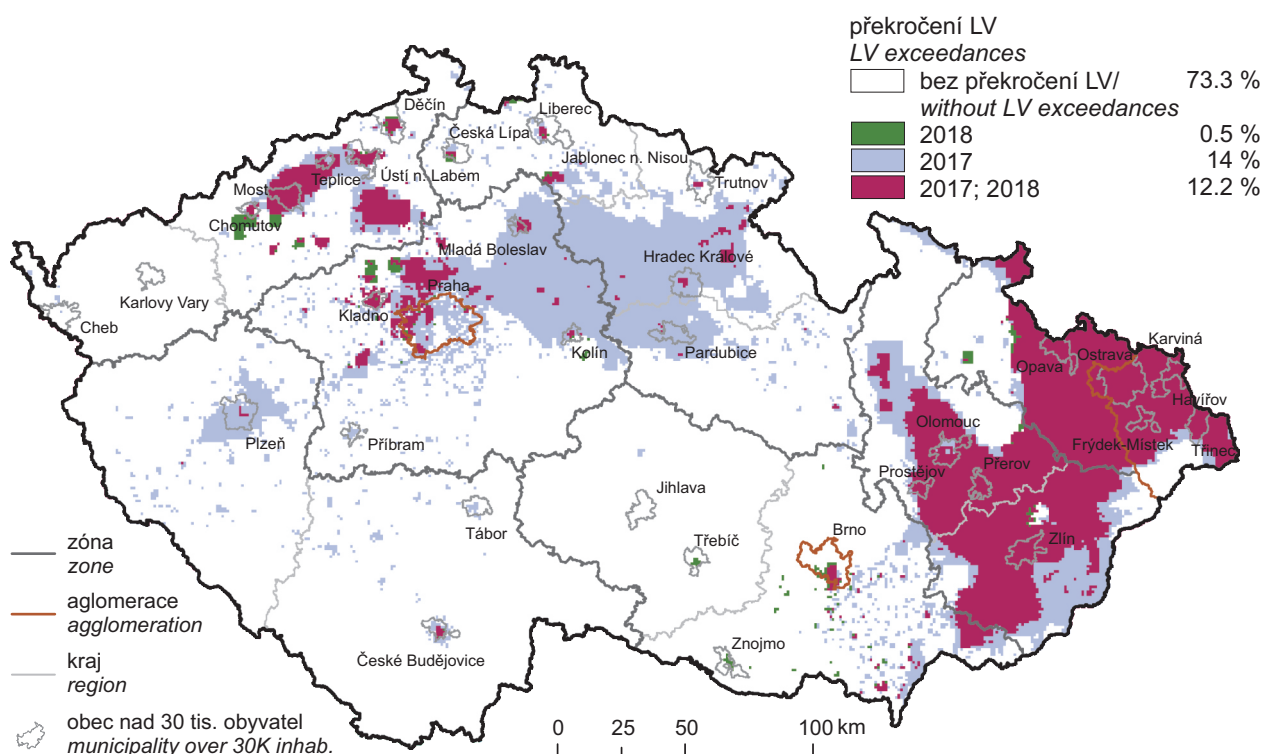
Fig. VII.1 Areas with exceeding of the health protection limit values, ground-level ozone excluded, 2018



Obr. VII.2 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví se zahrnutím přízemního ozonu, 2018

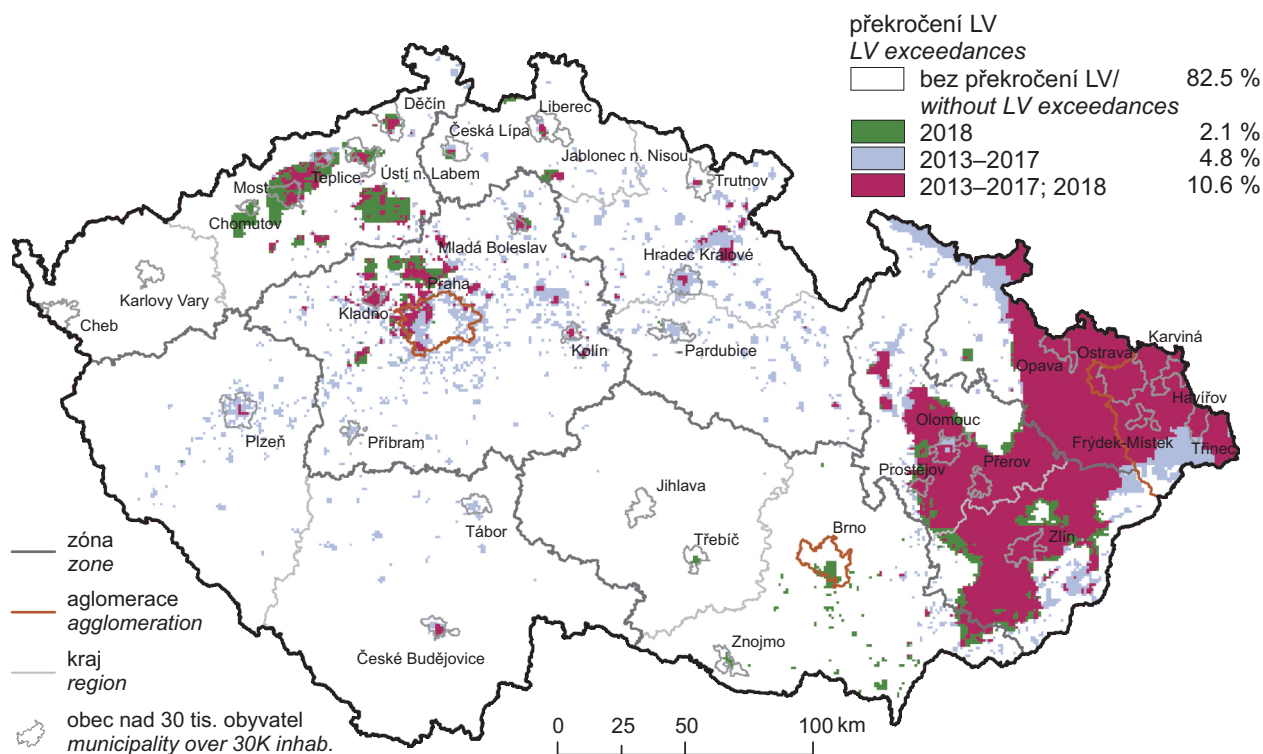
Fig. VII.2 Areas with exceeding of the health protection limit values, incl. ground-level ozone, 2018

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES



Obr. VII.3 Porovnání oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2018 a 2017

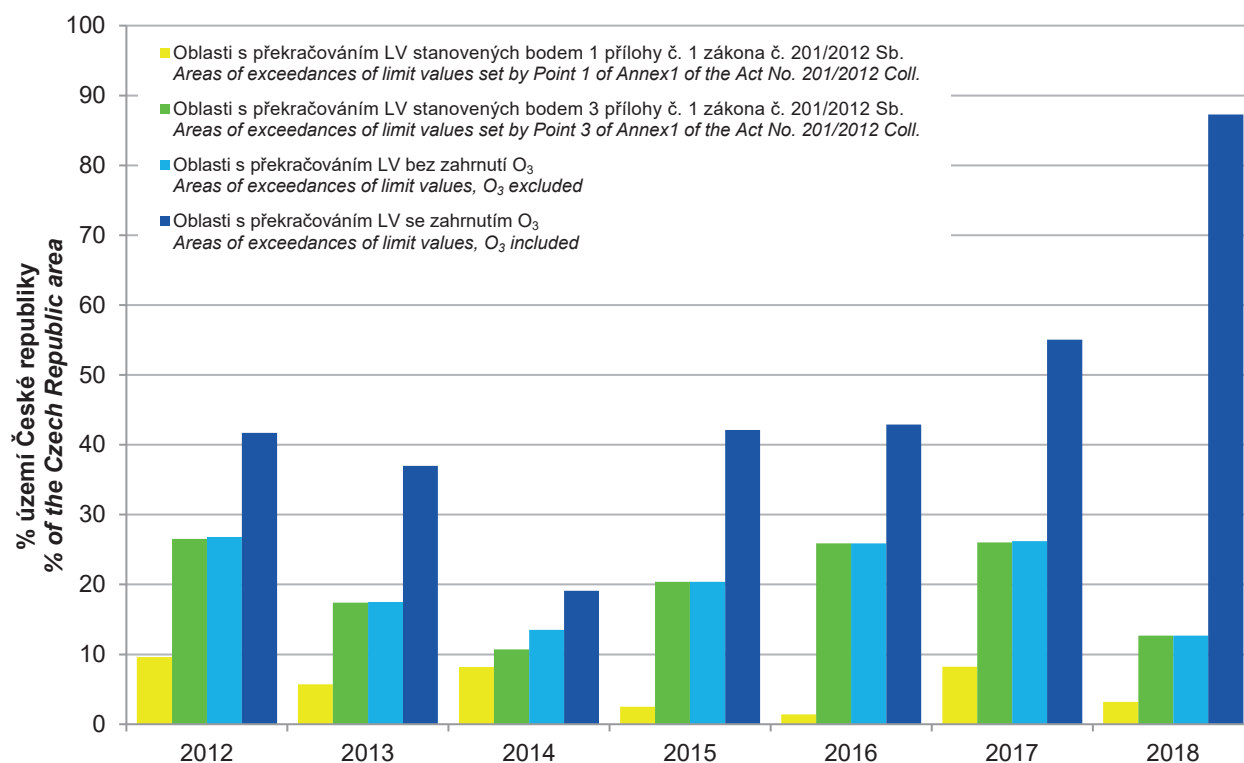
Fig. VII.3 Comparison of areas where the pollution limit values for protection of human health were exceeded in 2018 and in 2017, without the inclusion of ground-level ozone



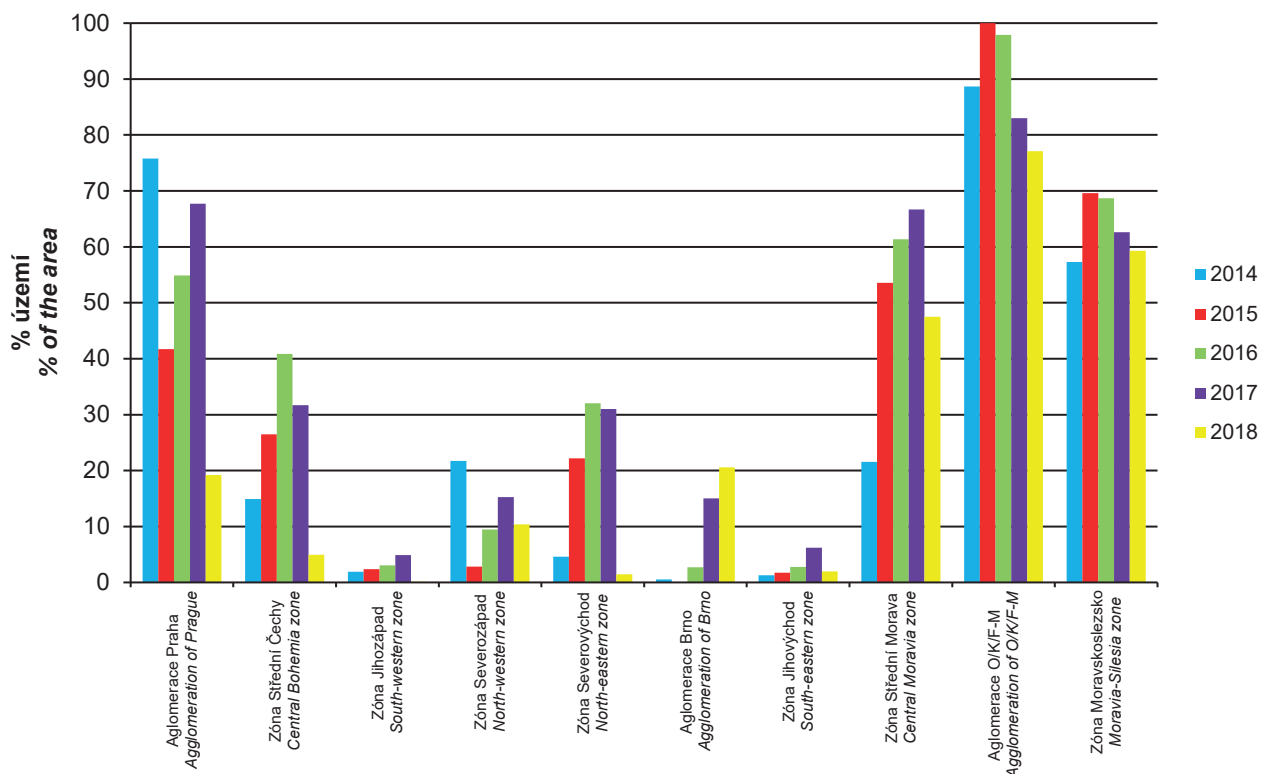
Obr. VII.4 Porovnání oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu zdraví bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2018 a v pětiletém průměru 2013–2017

Fig. VII.4 Comparison of areas where the pollution limit values for protection of human health were exceeded in 2018 and in the five-year average of 2013–2017, without the inclusion of ground-level ozone

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES

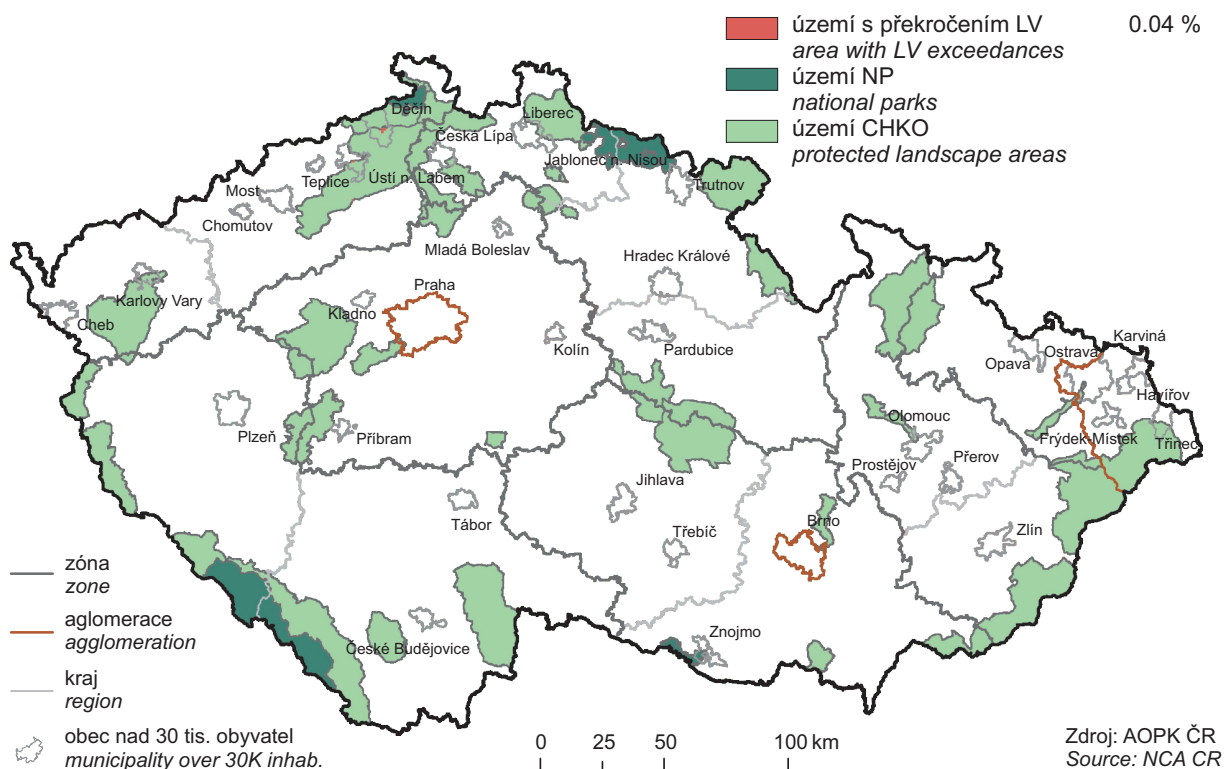


Obr. VII.5 Překročení imisního limitu v České republice, % plochy, 2012–2018
Fig. VII.5 Limit value exceedances in the Czech Republic, % of the area, 2012–2018



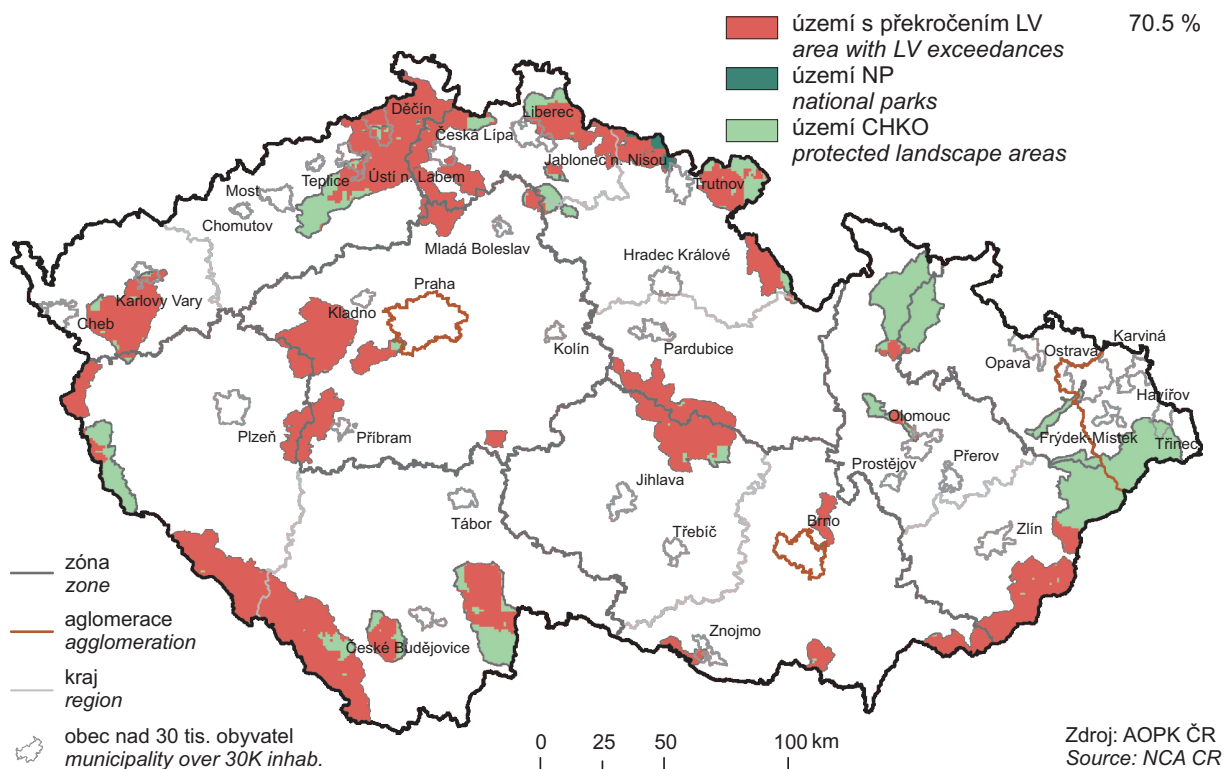
Obr. VII.6 Překročení imisního limitu v zónách a aglomeracích České republiky, % plochy, 2014–2018
Fig. VII.6 Limit value exceedances in the zones and agglomerations of the Czech Republic, % of the area, 2014–2018

VII. OBLASTI S PŘEKROČENÍM IMISNÍCH LIMITŮ VII. AREAS WITH EXCEEDANCES OF LIMIT VALUES



Obr. VII.7 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO bez zahrnutí přízemního ozonu, 2018

Fig. VII.7 Areas with exceeding of the ecosystems/vegetation protection limit values in national parks and protected landscape areas, ground-level ozone excluded, 2018



Obr. VII.8 Vyznačení oblastí s překročenými imisními limity pro ochranu ekosystémů a vegetace na území NP a CHKO se zahrnutím přízemního ozonu, 2018

Fig. VII.8 Areas with exceeding of the ecosystems/vegetation protection limit values in national parks and protected landscape areas, incl. ground-level ozone, 2018

VIII. EVROPSKÝ KONTEXT

Znečištění ovzduší ve velkých průmyslových oblastech patří mezi vážné environmentální problémy Evropy přibližně od poloviny minulého století. Znamé 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 direktiv 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 škodlivin vyšším, než jsou legislativně stanovené limity a doporučené hodnoty Světové zdravotnické organizace (WHO).

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

VIII. EUROPEAN CONTEXT

Air pollution in large industrial areas has been one of the serious environmental problems in Europe from roughly the middle of the last century. The well-known episodes of the “London smog” forced not only the UK, but also other Western European countries to gradually adopt national laws to reduce air pollution.

It was apparent in the 60's of the 20th Century that the problem can be solved only on the basis of international cooperation. It followed from a study in the framework of the program of investigation of long-range pollution transmission, which was carried out under the auspices of the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) in 1971–1977, that the acidification of rivers and lakes in Scandinavia is a result of the so-called acid rainfall caused by pollutants released into the atmosphere in continental Europe. Consequently, the first internationally binding document was adopted to resolve problems connected with air pollution at a broad regional level, the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP), which was adopted in 1979 by the UN Economic Commission for Europe.

Measures introduced in the framework of CLRTAP and especially as a result of a EU Directive have improved substantially the air quality in Europe in the past decade. It was possible to reduce emissions of a great many pollutants; nonetheless, the pollution caused by suspended particulate matter and ozone still constitutes a substantial risk. A considerable part of the European population and ecosystems continues to be exposed to higher pollutant concentrations than the legislatively stipulated limit levels and values recommended by the World Health Organisation (WHO).

In spite of the mentioned improvement, air pollution is one of the highest-risk environmental factors causing premature death, increasing the occurrence of a wide range of diseases, damaging vegetation and ecosystems and leading to a loss of biological diversity in Europe. All these factors lead to substantial economic losses. A further improvement will require measures and cooperation on a global, continental, national and local level in most branches of the economy with public participation. The measures must include technological development, structural changes including optimisation of the infrastructure and territorial planning, as well as a change in behaviour. Protection of the natural capital and support for economic prosperity, hu-

kteřá je stanovena 7. akčním programem EU pro životní prostředí (EU 2013). Emise hlavních znečišťujících látek vypouštěných do venkovního ovzduší v Evropě od roku 1990 poklesly. Nicméně ke snížení nedošlo dostatečně ve všech sektorech a emise některých znečišťujících látek se dokonce zvýšily. Nedošlo např. k dostatečnému snížení emisí NO_x z mobilních zdrojů, a proto nejsou v mnoha městech dodržovány imisní limity. V posledním desetiletí v EU rovněž vzrostly emise $\text{PM}_{2,5}$ a benzo[a]pyrenu, pocházející z nedokonalého spalování uhlí a biomasy v domácnostech, v soukromých i veřejných budovách. Tyto zdroje se nyní v EU nejvíce podílejí na emisích částic a benzo[a]pyrenu (obr. VIII.1).

Dlouhodobý monitoring kvality ovzduší v Evropě je na vysoké úrovni a hustotou sítě patří 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. Vedle národních sítí jsou dlouhodobě realizovány panevropské projekty, mezi jejichž hlavní cíle patří detekování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v celoevropském kontextu. Jedná se o programy realizované pod CLRTAP (EMEP a skupina pro hodnocení dopadů dálkového přenosu škodlivin přes hranice států), WMO GAW a v rámci evropských výzkumných infrastruktur (ACTRIS, ICOS). Z hlediska poškozování lidského zdraví v Evropě je nejproblematictější úroveň koncentrací částic (PM), přízemního ozonu (O_3), oxidu dusičitého (NO_2) a karcinogenního benzo[a]pyrenu. Závažné zdravotní problémy způsobuje znečištěné ovzduší zejména obyvatelům měst a obcí. Poškození ekosystémů způsobuje nejrozsáhleji O_3 , amoniak (NH_3) a oxidy dusíku (NO_x).

- Odhaduje se, že v členských státech EU bylo v tříletém období 2014–2016 vystaveno 13–19 % městských obyvatel nadlimitním 24hodinovým koncentracím PM_{10} , 6–8 % nadlimitním ročním koncentracím $\text{PM}_{2,5}$, 20–24 % nadlimitním ročním koncentracím benzo[a]pyrenu, 7–30 % koncentracím O_3 vyšším než cílová hodnota a 7–8 % nadlimitním ročním koncentracím NO_2 (EEA 2018).
- Odhad procenta městské populace vystavené koncentracím vyšším, než jsou doporučené hodnoty WHO, byl ještě vyšší, a to 42–52 %

man well-being and social development are part of the vision of European Union 2050, laying down the 7th EU Action Programme for the Environment (EU 2013). Emissions of the main pollutants released into the ambient air in Europe have decreased since 1990. Nonetheless, this reduction has not been sufficient in all the sectors and the emissions of some pollutants have even increased. For example, there has not been a sufficient reduction in NO_x emissions from mobile sources and consequently pollutant limit levels are not complied in many cities. In the past decade, $\text{PM}_{2,5}$ and benzo[a]pyrene emissions have also increased in the EU as a result of incomplete combustion of coal and biomass in households and in private and public buildings. These sources now make the greatest contribution in the EU to emissions of particulates and benzo[a]pyrene (Fig. VIII.1).

Long-term monitoring of air quality in Europe is at a high level and, together with North America, it is a continent with the highest density of measuring stations. The national air quality monitoring networks are operated by the individual countries in accordance with the EU legislation, but practical provisions for these networks differ in these countries. In some places they are established by the central environmental agencies or meteorological institutes, while elsewhere this responsibility is delegated to the regional authorities. In addition to the national networks, long-term pan-European projects are implemented, whose main goals include detecting long-term trends in air quality in a European-wide context. These programmes are implemented under CLRTAP (EMEP and the group for evaluating the impacts of long-range transboundary air pollution), WMO GAW and in the context of European research infrastructures (ACTRIS, ICOS). From the viewpoint of damage to human health in Europe, the greatest problems are caused by concentration levels of particulate matter (PM), ground-level ozone (O_3), nitrous oxide (NO_2) and carcinogenic benzo[a]pyrene. Polluted air causes serious health problems especially for the inhabitants of cities and municipalities. O_3 , ammonia (NH_3) and nitrogen oxides (NO_x) cause the most extensive damage to ecosystems.

- *It has been estimated that, in the three-year 2014–2016 period, 13–19% of the urban population in the EU Member States were exposed to above-limit 24-hour PM_{10} concentrations, 6–8% to above-limit annual $\text{PM}_{2,5}$ concentrations, 20–24% to above-limit annual benzo[a]pyrene concentrations, 7–30% to O_3 concentrations greater*

pro roční koncentraci PM₁₀, 74–85 % pro roční koncentraci PM_{2,5}, 85–90 % pro roční koncentraci benzo[a]pyrenu, 95–98 % pro O₃, 7–8 % pro roční koncentraci NO₂ a 21–38 % pro 24hodinovou koncentraci SO₂ (EEA 2018).

- Odhady zdravotních dopadů vlivu znečištěného ovzduší ukazují, že dlouhodobá expozice jemným částicím (PM_{2,5}) přispěla v Evropě v roce 2015 k cca 422 tis. předčasných úmrtí, dlouhodobá expozice koncentracím NO₂ k 79 tis. a krátkodobá expozice koncentracím O₃ přibližně k 18 tis. předčasných úmrtí (EEA 2017).
- 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.2, obr. VIII.3).
- Limitní koncentrace NO₂ jsou překračovány zejména v lokalitách ovlivněných dopravou (obr. VIII.4). 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.9.2) a přízemním ozonem. Koncentrace přízemního ozonu vzhledem k mechanismu jeho vzniku (kap. IV.4.3) narůstají od nízkých hodnot v severní Evropě až po nejvyšší koncentrace zejména ve státech kolem Středozemního moře (obr. VIII.5).

Úroveň znečištění ovzduší se v různých částech ČR velmi výrazně liší. Na jedné straně jsou oblasti velmi málo znečištěné, ve kterých je kvalita ovzduší obdobná jako v čistých souvisle obydlených regionech Evropy a koncentrace škodlivin ani zdaleka nedosahují imisních limitů. Data z českých pozadových stanic programu EMEP jsou srovnatelná s koncentracemi naměřenými na podobně lokalizovaných středoevropských stanicích. Na straně druhé aglomerace O/K/F-M patří společně s přilehlou oblastí Polské republiky k nejvíce znečištěným evropským regionům, a to jak z hlediska rozlohy, tak dosahovaných koncentrací (kap. IV.3). Přenos škodlivin mezi ČR a sousedícími státy je nejintenzivnější právě v oblasti Slezska (podrobněji kap. V.3 a Blažek et al. 2013). Znečištěný vzduch samozřejmě proudí přes státní hranici i v jiných oblastech, ale vzá-

than the target value and 7–8% to above-limit annual NO₂ concentrations (EEA 2018).

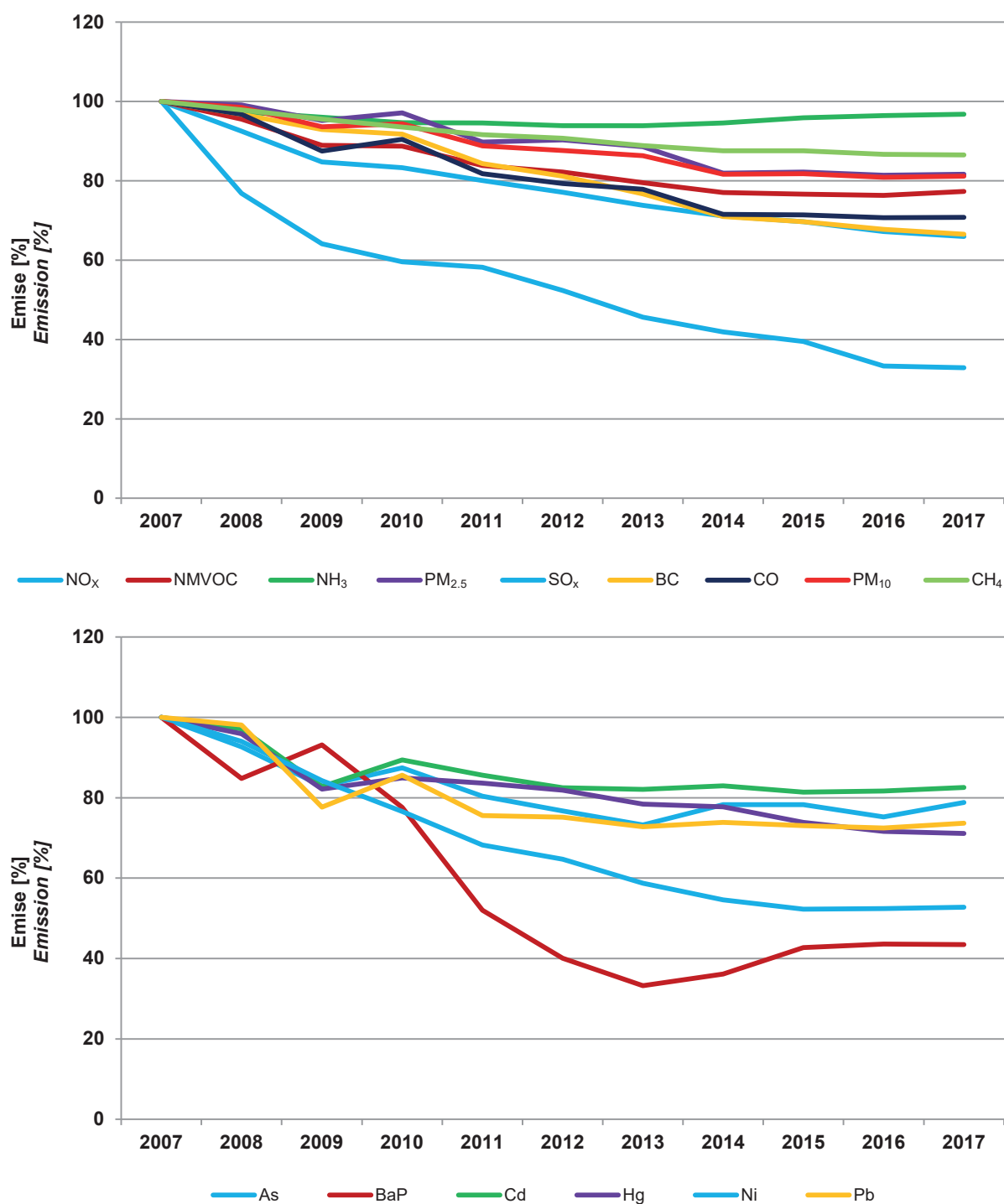
- The estimate of the percentage of the urban population exposed to concentrations higher than the values recommended by WHO was even greater, namely 42–52% concerning annual concentration of PM₁₀, 74–85% concerning annual concentration of PM_{2,5}, 85–90% concerning annual concentration of benzo[a]pyrene, 95–98% concerning O₃, 7–8% concerning annual concentration of NO₂, and 21–38% concerning 24-hour concentration of SO₂ (EEA 2018).
- Estimates of the health impacts of the effect of polluted air indicate that long-term exposure to fine particulates PM_{2,5} in Europe in 2015 contributed to approx. 422 thousand premature deaths, long-term exposure to high NO₂ concentrations to 79 thousand and short-term exposure to concentrations of O₃ to approx. 18 thousand premature deaths (EEA 2017).
- The inhabitants of Central and Eastern Europe, including the Balkan Peninsula, suffer from the greatest exposure to above-limit concentrations of suspended particulates and benzo[a]pyrene, while the areas with the most widespread pollution also include the Po Valley in northern Italy (Fig. VIII.2, Fig. VIII.3).
- Limit NO₂ concentrations are exceeded especially in areas affected by transportation (Fig. VIII.4). The occurrence of above-limit concentrations can also be anticipated in countries where these pollutants are monitored only at a limited number of sites or are not monitored at all or this data is not provided to EEA.
- The primary pollutants that are derived from local and other emission sources are also accompanied by air pollution by secondary aerosol (Chap. IV.9.2) and ground level ozone. In relation to the mechanism of its formation (Chap. IV.4.3), the ground level ozone concentrations increase from low values in northern Europe to the highest values especially in countries around the Mediterranean Sea (Fig. VIII.5).

The pollution levels in various parts of the Czech Republic differ substantially. On the one hand, there are areas with very low pollution levels, in which the air quality is similar to that in the continuously unpopulated regions of Europe and the pollutant concentrations are well below the pollution limit levels. The data from the Czech EMEP background stations are comparable with the concentrations measured at similarly located Central European

jemné přeshraniční působení je mnohem menší, přičemž většinou není dostupná jeho kvantifikace ani odhad pravděpodobného vlivu. Kromě oblasti Slezska je podíl různých zdrojů na úrovni znečištění ovzduší podrobněji popsán pouze v česko-slovenském příhraničí Moravskoslezského a Žilinského kraje (VŠB-TU Ostrava 2014). Dálkový přenos znečišťujících látek v rámci celého kontinentu i mimo něj je řešen Konvencí LRTAP v rámci programu EMEP (EMEP 2016a). 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.

stations. On the other hand, the O/K/F-M agglomeration, together with the adjacent areas in the Republic of Poland, are among the most highly polluted regions of Europe, both from the standpoint of extent and well as from that of concentrations reached (Chap. IV.3). Transmission of pollutants between the Czech Republic and neighbouring countries is most intense in the Silesian area (for more details, see Chap. V.3 and Blažek et al. 2013). Obviously, polluted air flows across the State borders in other areas, but the mutual transboundary effects are much less and mostly its quantification or even an estimate of probable impact is not available. In addition to the region of Silesia, the contributions of sources to the air pollution level has been described only in the Czech-Slovak boundary areas of the Moravian-Silesian and Žilina regions (VŠB-TU Ostrava 2014). CLRTAP deals with long-range transmission of pollutants across the continent and beyond it in the EMEP programme (EMEP 2016a). The programme was established in 1977 and its main goals encompass monitoring of long-term trends in air quality on a regional scale on the basis of measurements at selected background locations.

VIII. EVROPSKÝ KONTEXT
VIII. EUROPEAN CONTEXT



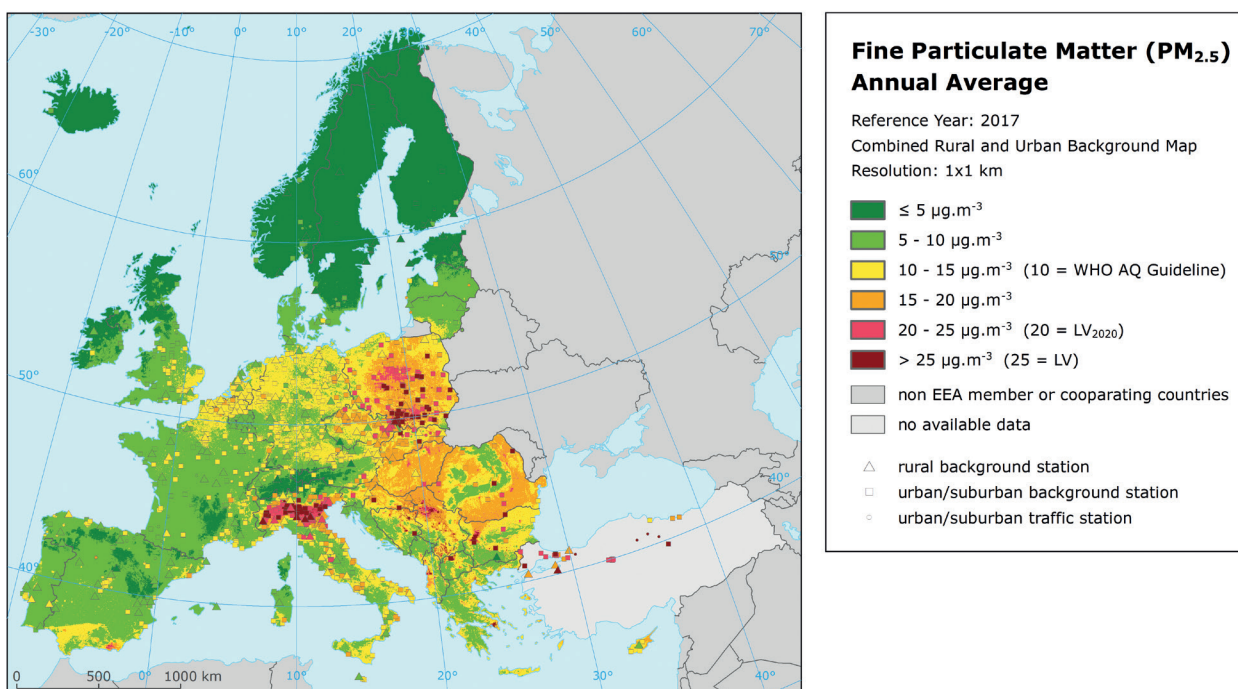
Pozn.: Emise jsou vyjádřeny podílem vůči emisím roku 2007. Emise CH₄ jsou celkové emise (IPPC sektory 1 až 5). Údaje o využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví jsou k dispozici do roku 2012. Předávání zpráv o emisích BC je dobrovolné, nejsou tedy zahrnuty všechny státy.

Note: The emission are expressed as a percentage of the emissions in 2007. CH₄ emissions are total emissions (IPPC sectors 1 through 5). Land use, land-use change and forestry, and data are only available until 2012. Reporting on BC emissions has been made on a voluntary basis and has not been made for every country.

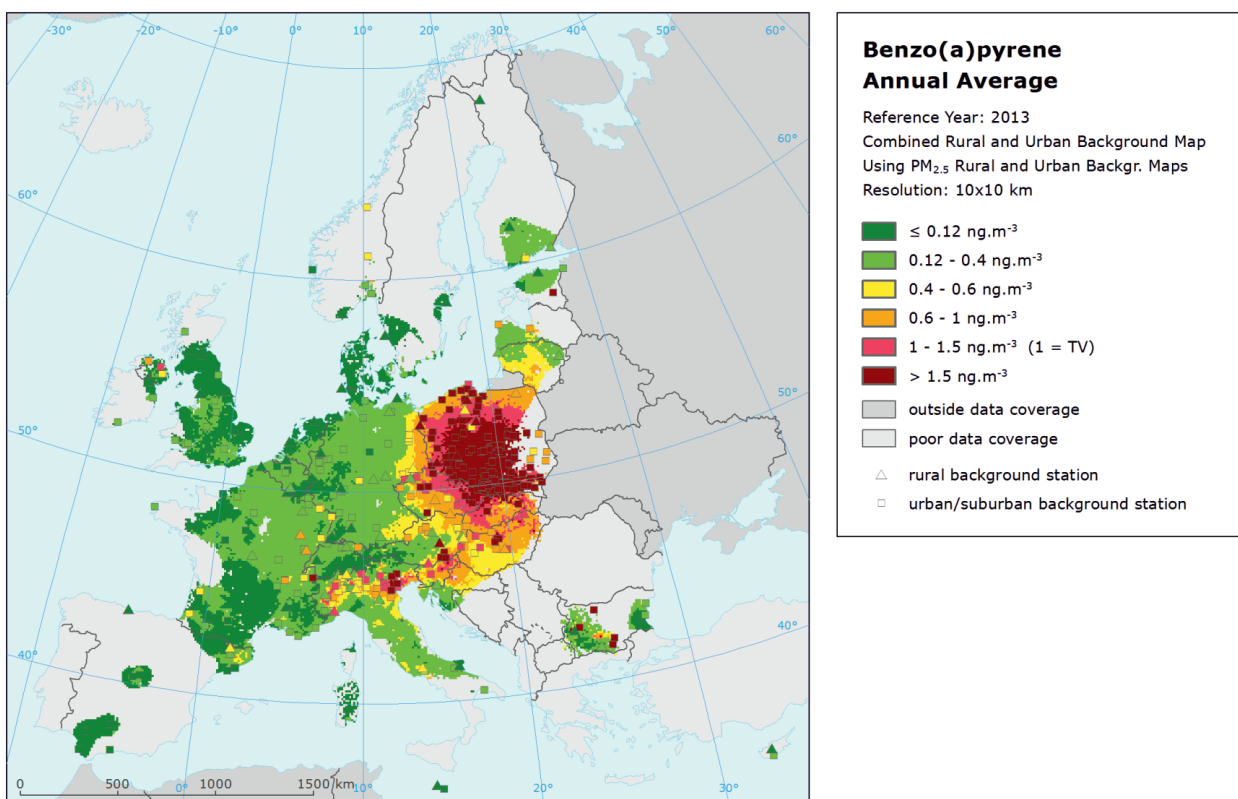
Data viz National emissions reported to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP Convention)
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-1>

Zdroj dat / Source of data: EEA

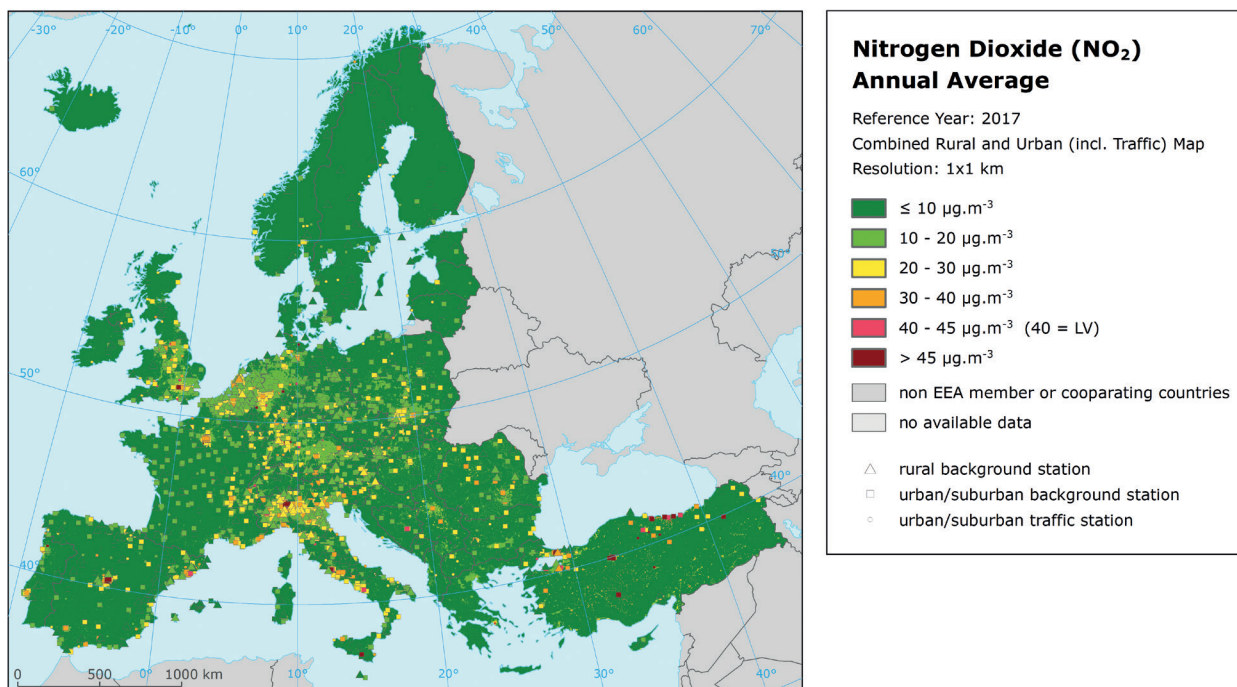
Obr. VIII.1 Vývoj emisí ve 28 členských státech Evropské unie, 2007–2017
Fig. VIII.1 Development of emissions in 28 member states of the European Union, 2007–2018



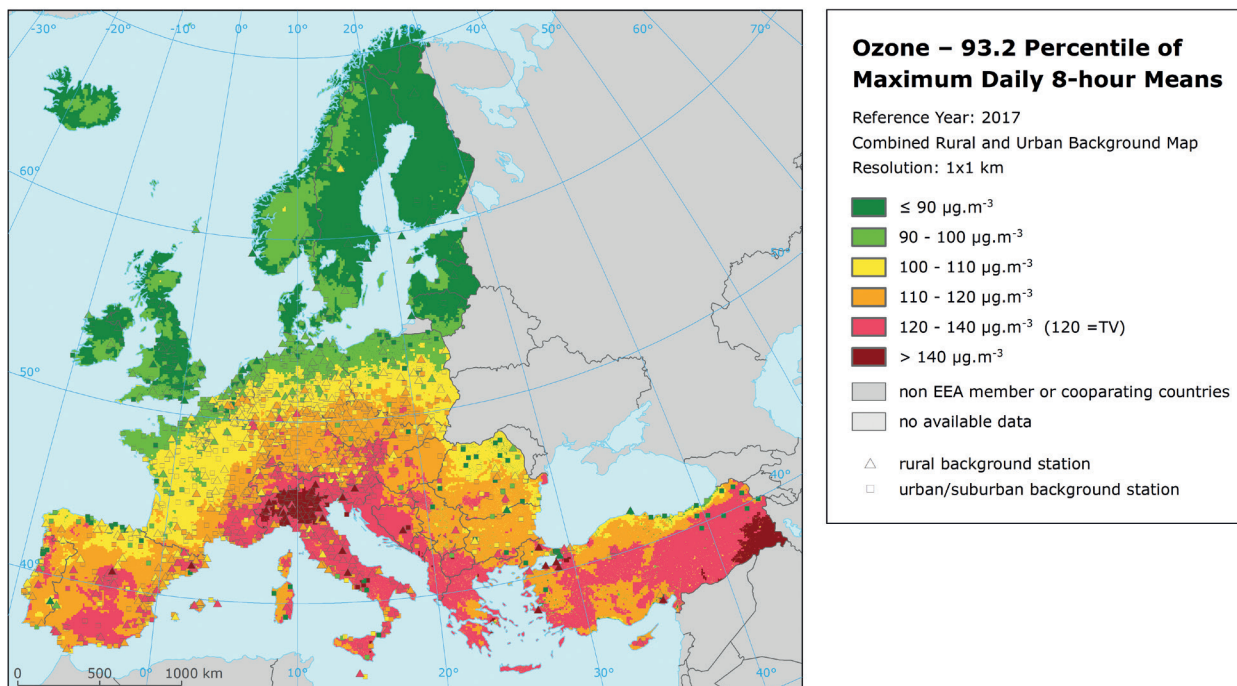
Obr. VIII.2 Pole průměrné roční koncentrace PM_{2,5} v Evropě, 2017
Fig. VIII.2 Annual average concentration of PM_{2,5} in Europe, 2017



Obr. VIII.3 Průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v Evropě, 2013
Fig. VIII.3 Annual average concentration of benzo[a]pyrene in Europe, 2013



Obr. VIII.4 Pole průměrné roční koncentrace NO₂ v Evropě, 2017
Fig. VIII.4 Annual average concentration of NO₂ in Europe, 2017



Obr. VIII.5 Pole 93,2 percentilu denních maximálních 8hodinových koncentrací O₃ v Evropě, 2017
Fig. VIII.5 Field of the 93.2 percentile of daily maximum 8-hour O₃ concentrations in Europe, 2017

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 složku mokrou a suchou. Složka mokrá je spojena s výskytem atmosférických srážek (depozice vertikální: déšť, sníh; horizontální: mlha, námraza), a je tedy epizodická. Složka suchá představuje depozici plynů a částic různými mechanismy a probíhá neustále.

Kvantifikace celkové atmosférické depozice je velmi důležitá pro studium jejích účinků na přírodní prostředí. Stanovení jednotlivých komponent se významně liší vzhledem k obtížnosti metody a spolehlivosti získaných výsledků. Relativně nejsnadněji měřitelná je mokrá vertikální depozice (Krupa 2002), zatímco metoda pro přímé měření suché depozice není k dispozici, a je tedy nutné ji odhadovat za použití různých, zpravidla poměrně komplikovaných, přístupů (Wesely, Hicks 2000; Kumar et al. 2008). Zdaleka nejobtížněji kvantifikovatelnou složkou atmosférické depozice je ovšem depozice horizontální (např. Krupa 2002; Klemm, Wrzesinsky 2007), která se měří pouze výjimečně, a reálná depozice bývá většinou vzhledem k této složce značně podhodnocena (Bridges et al. 2002; Hůnová et al. 2011). ČHMÚ se dlouhodobě věnuje zpřesňování depozičních toků s cílem dosáhnout výsledků blížících se co nejvíce depozici reálné (Hůnová et al. 2016). Jedním z dílčích cílů pak je i identifikace oblastí permanentně zatížených vysokou atmosférickou depozicí vybraných látek (Hůnová et al. 2019).

Atmosférická depozice většiny sledovaných látek se v Evropě za posledních dvacet let významně snížila, v řadě regionů však stále zůstává problémem (EEA 2011). Na území ČR se chemické složení atmosférických srážek a atmosférická depozice sledují dlouhodobě na poměrně značném počtu lokalit. Dlouhodobé časové trendy i změny v prostorovém složení majoritních složek depozice, tedy síry a dusíku, již byly publikovány (Hůnová et al. 2004; 2014).

V souvislosti se zavedením nové barevné škály v imisních mapách (viz kap. I.1) byla upravena i barevná škála pro vizualizaci atmosférické depozice. Látky prezentované v kapitole atmosférické depozice nemají limity, tak jak je tomu v případě

IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Atmospheric deposition refers to the flux of substances from the atmosphere to the surface of the Earth (Braniš, Hůnová 2009). This is an important process contributing to self-purification of the air; on the other hand, however, it is responsible for input of pollutants into other components of the environment. Atmospheric deposition has both wet and dry components. The wet component is connected with the occurrence of atmospheric precipitation (vertical deposition: rain and snow, and horizontal deposition: fog and rime) and is thus episodic in character. The dry component corresponds to the deposition of gases and particles by various mechanisms and occurs continuously.

Quantification of total atmospheric deposition is very important for studying its impact on the natural environment. Determination of the individual components differs substantially in relation to the difficulty of the method and reliability of the obtained results. Wet vertical deposition is relatively the easiest to measure (Krupa 2002), while no method is available for measuring direct dry deposition and thus this quantity must be estimated by using various, usually quite complicated approaches (Wesely, Hicks 2000; Kumar et al. 2008). However, horizontal deposition is by far the most difficult component of atmospheric deposition to measure (e.g. Krupa 2002; Klemm, Wrzesinsky 2007), and this component is measured only exceptionally, where real deposition of this component is mostly substantially underestimated (Bridges et al. 2002; Hůnová et al. 2011). The Czech Hydrometeorological Institute has long been focusing on the specification of deposition fluxes in order to achieve results as close as possible to real deposition (Hůnová et al. 2016). One of the goals is to identify areas permanently affected by high atmospheric deposition of selected substances (Hůnová et al. 2019).

The atmospheric deposition of most monitored substances in Europe has decreased substantially over the past twenty years but still remains a problem in a number of regions (EEA 2011). In the territory of the Czech Republic, the chemical composition of atmospheric precipitation and of atmospheric deposition has been monitored for a long time at relatively numerous localities. Long-term temporal trends and changes in the spatial distribution of the majority components of deposition, i.e. sulphur and nitrogen, have already been published (Hůnová et al. 2004; 2014).

In relation to the introduction of a new colour scale in the pollution maps (see Chap. I.1) the colour

imisi. Z tohoto důvodu byla zvolena odlišná barevná škála za účelem větší přehlednosti depozičních map.

V roce 2018 byla do databáze Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) dodána data o chemickém složení atmosférických srážek celkem ze 37 lokalit v ČR (14 lokalit, na kterých zajišťuje měření ČHMÚ, 10 ČGS, 8 VÚLHM, 2 HBÚ AV ČR a po jedné ÚH AV ČR, ÚVGZ AV ČR a GLÚ AV ČR). Dále byla dodána data ze 6 polských lokalit (organizace GIOS) v příhraničních oblastech (tab. IX.4). Lokality včetně měřicího programu jsou zobrazeny na mapě obr. IX.1 (s výjimkou dvou lokalit ležících v Polsku, které se s ohledem na svou polohu nevešly do prezentovaného výřezu). Stanice ČHMÚ měří ve většině případů čisté srážky v týdenním intervalu (z měsíčního intervalu na týdenní přešly v roce 1996 v souladu s mezinárodní metodikou programu EMEP). Dále byly v období 1997–2010 prováděny týdenní odběry srážek typu „bulk“ (s blíže nedefinovatelným obsahem prašného spadu) na analýzu těžkých kovů. Od roku 2011 se analýzy těžkých kovů provádějí na stanicích ČHMÚ z čistých srážek a odběry typu „bulk“ byly zrušeny (s výjimkou Národní atmosférické observatoře Košetice). Na lokalitách ostatních organizací se měří v měsíčních (popř. nepravidelných) intervalech koncentrace ve srážkách typu „bulk“ na volné ploše, popř. pod korunami stromů (tab. IX.4).

Pro znázornění depozičních polí byly vybrány ionty v souvislosti se závažností jejich působení na složky životního prostředí, konkrétně SO_4^{2-} -S, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, H^+ (pH), Cl^- , Pb^{2+} , Cd^{2+} a Ni^{2+} . Mapy mokré depozice jednotlivých iontů byly vytvořeny z pole koncentrací iontů ve srážkách (na základě průměrných ročních koncentrací vážených srážkovým úhrnem vypočtených z naměřených údajů) a z pole ročních srážkových úhrnů, které bylo vytvořeno na základě údajů ze 750 srážkoměrných stanic se zohledněním vlivu nadmořské výšky na množství srážek. Při tvorbě polí mokré depozice se na jednotlivých stanicích dává přednost výsledkům analýz čistých srážek před odběry srážek s prašným spadem „bulk“ a týdennímu intervalu odběru před měsíčním odběrem. Data ze sítě stanic, kde měření zajišťuje ČGS, VÚLHM a GIOS, založených na měsíčních odběrech srážek s prašným spadem „bulk“ (tab. IX.4), jsou pro tvorbu map mokré depozice upravena empiricky získanými koeficienty vyjadřujícími poměr jednotlivých iontů ve vzorcích srážek typu „wet-only“ a „bulk“ (hodnoty pro jednotlivé ionty v rozmezí 0,74 pro NH_4^+ až 1,06 pro H^+). Skutečnost, že v případě kationtů H^+ je po-

scale for visualisation of the atmospheric deposition has also been modified. The substances presented in the atmospheric deposition chapter have no limit values as in the case of pollution. Therefore, another colour scale has been chosen to improve a clarity of the depositions maps.

Data on the chemical composition of atmospheric precipitation were provided to the Air Quality Information System (AQIS) in 2018 from 37 locations in the Czech Republic (14 locations where CHMI performs measurements, 10 CGS, 8 VÚLHM, 2 HBÚ AV ČR, and one each ÚH AV ČR, ÚVGZ AV ČR and GLÚ AV ČR). Further, data were provided from 6 Polish locations (the GIOS organisation) in border areas (Tab. IX.4). The locations together with the measuring program are indicated in the map in Fig. IX.1 (except for two locations in Poland situated outside the presented area). In most cases, CHMI stations measure net precipitation at weekly intervals (changed from monthly intervals to weekly in 1996 in accordance with international EMEP Programme methodology). Further, weekly precipitation of the “bulk” type (with undefined dust fallout content) was collected in the 1997–2010 period for heavy metal analyses. Since 2011, heavy metals have been analysed at CHMI in net precipitation and the “bulk” type sampling was discontinued (except the National Atmospheric Observatory Košetice). At the locations of other organisations, concentrations are measured at monthly (possibly irregular) intervals for the “bulk” type precipitation in open areas or under the crowns of trees throughfall (Tab. IX.4).

To demonstrate deposition fields, relevant ions were selected in relation to the severity of their impact on components of the environment, specifically SO_4^{2-} -S, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, H^+ (pH), Cl^- , Pb^{2+} , Cd^{2+} and Ni^{2+} . Maps of wet deposition of individual ions were created from the fields of ion concentrations in precipitation (on the basis of the average annual concentrations of weighted total precipitation calculated from the measured data) and from the fields of total annual precipitation on the basis of data from 750 precipitation gauging stations, taking into account the effect of altitude on the amount of precipitation. In creating fields of wet deposition at the individual stations, the results of analysis of net precipitation are preferred over “bulk” samples of precipitation with dust fall-out and weekly sampling is preferred over monthly sampling. Data from the network of stations where measurements are performed by CGS, VÚLHM and GIOS, based on monthly collection of “bulk” samples of precipitation with dust fallout (Tab. IX.4), for creation of wet deposition maps are modified by empirical

Tab. IX.1 Průměrné hodnoty depozičních toků S, N a H v České republice, 2018
Tab. IX.1 Average deposition fluxes S, N and H in the Czech Republic, 2018

Prvek / Element	Depozice / Deposition	$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} / \text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{year}^{-1}$	$\text{keq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1} / \text{keq}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$
S (SO_4^{2-})	mokrá / wet	0.186	0.116
S (SO_2)	suchá / dry	0.252	0.157
S	celková / total	0.439	0.274
N (NO_3^-)	mokrá / wet	0.204	0.146
N (NH_4^+)	mokrá / wet	0.303	0.216
N (NO_x)	suchá / dry	0.225	0.160
N	celková / total	1.022	0.730
H (pH)	mokrá / wet	0.004	0.037
H (SO_2, NO_x)	suchá / dry	0.032	0.316
H	celková / total	0.036	0.353

měr větší než 1, lze vysvětlit tak, že pevné částice obsažené ve vzorcích typu „bulk“ reagují s vodíkovými kationty, čímž se jejich koncentrace snižuje (Ranalli et al. 1997).

Pro síru, dusík, vodíkové ionty, olovo a kadmium jsou uvedeny kromě map mokré depozice také mapy suché depozice. Mapy celkové roční depozice jsou uvedeny pro síru, dusík a vodíkové ionty.

Suchá depozice síry a dusíku byla spočtena na základě polí průměrných ročních koncentrací SO_2 a NO_x pro ČR a depozičních rychlostí pro oxid siřičitý $0,7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, resp. $0,35 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ a oxidy dusíku $0,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, resp. $0,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro území s lesními porosty, resp. území bezlesé (Dvořáková et al. 1995).

Sečtením map mokré a suché depozice síry a dusíku byly vytvořeny mapy celkové depozice. Mapa mokré depozice vodíkových iontů vznikla na základě naměřených hodnot pH ve srážkách. Mapa suché depozice vodíkových iontů odpovídá depozici plynů SO_2 a NO_x na základě stechiometrie za předpokladu jejich kyselých reakce v prostředí. Mapa celkové depozice vodíkových iontů vznikla součtem map depozice mokré a suché.

Průměrné hodnoty depozičních toků S, N a H za rok 2018 jsou uvedeny v tab. IX.1.

Mapové zobrazení podkorunové depozice síry bylo vytvořeno pro místa s porosty na základě pole koncentrací síry v podkorunových srážkách (tzv. throughfall) a z verifikovaného pole srážek procentuálně modifikovaného množstvím srážek naměřeným pod porosty na jednotlivých stanicích (v rozsahu 49–90 % srážkového úhrnu na volné ploše pro rok 2018). Podkorunová depozice obecně zahrnuje mokrou vertikální a horizontální depozici (z mlh, nízkých oblačností a z námraz) a suchou depozici částic a plynů v porostech. Pro síru, pro kterou je

coefficients expressing the ratios of the individual ions in samples of the “wet-only” and “bulk” precipitation types (values for the individual ions in the range from 0.74 for NH_4^+ to 1.06 for H^+). The fact that the ratio is greater than 1 for the H^+ ion can be explained by the fact that solid particulates contained in “bulk” type samples react with hydrogen cations, reducing their concentrations (Ranalli et al. 1997).

In addition to maps of wet deposition, maps of dry deposition are also included for sulphur, nitrogen, hydrogen ions, lead and cadmium. Maps of total annual deposition are depicted for sulphur, nitrogen and hydrogen ions.

Dry deposition of sulphur and nitrogen was calculated on the basis of the fields of the annual average concentrations of SO_2 and NO_x for the Czech Republic and the deposition rate for sulphur dioxide of $0.7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ or $0.35 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ respectively and nitrogen oxides of $0.4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ or $0.1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ respectively for forested or treeless areas respectively (Dvořáková et al. 1995).

A map of total deposition was created by sum up the maps of wet and dry deposition of sulphur and nitrogen. The wet deposition map was created on the basis of the measured pH values of the precipitation. The map of wet deposition of hydrogen ions corresponds to the deposition of SO_2 and NO_x on the basis of the stoichiometry, assuming acidic reactions in the environment. The total hydrogen deposition map was created by summation of the maps of wet and dry deposition.

Tab. IX.1 lists the average values of the deposition fluxes of S, N and H for 2018.

Map view of the throughfall of sulphur was prepared for forested areas on the basis of the sulphur concentration fields for throughfall precipitation and from the verified precipitation field, modified by the percentage amount of precipitation measured under

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Tab. IX.2 Odhad celkové roční depozice uvedených složek na plochu České republiky (78 841 km²) v tunách, 2018

Tab. IX.2 Estimate of the total annual deposition in the Czech Republic (78,841 sq. km) in tonnes, 2018

	DEPOZICE / DEPOSITION [t]		
	mokrá / wet	suchá / dry	celková / total
S	14 682	19 899	34 581
N (ox)	16 073	17 709	33 782
N (red)	23 892	–	–
N (ox + red)	39 965	–	57 674
H ⁺	296	2 509	2 863
Pb	37	28	–
Cd	1.3	1.3	–

vnitřní koloběh porosty zanedbatelný, by měla být dobrým odhadem depozice celkové.

Pole suché depozice olova a kadmia obsažených v aerosolu byla připravena z polí koncentrací těchto kovů v ovzduší (resp. na základě imisního pole ročního průměru koncentrací PM₁₀ a hodnot interpolace IDW podílů příslušného kovu v prachu). Pro hodnotu depozičních rychlostí pro kadmium obsažené v aerosolu byly použity hodnoty 0,27 cm.s⁻¹ pro les a 0,1 cm.s⁻¹ pro bezlesý terén, pro olovo 0,25 cm.s⁻¹ pro les a 0,08 cm.s⁻¹ pro bezlesý terén (Dvořáková et al. 1995).

Ke kontrole dat o kvalitě srážek se rutinně používá výpočet látkové bilance iontů. Rozdíl sumy kationů a sumy anionů ve vzorku by měl splňovat povolená kritéria, která se mírně liší u jednotlivých organizací. Dále se používá kontrola porovnáním vypočítané a naměřené vodivosti, jenž musí také splňovat povolená kritéria. Provádí se i kontrola analýzou slepých laboratorních vzorků a dále se průběžně sledují a vyhodnocují slepé stanovištní vzorky, které umožňují kontrolu práce při odběrech a kontrolu probíhajících změn vlivem transportu, manipulace, skladování a úpravy vzorků před vlastní chemickou analýzou.

Výsledky

Rok 2018 byl srážkově silně podnormální. V průměru na území ČR spadlo 518 mm srážek, což představuje 76 % dlouhodobého normálu 1981–2010. Oproti roku 2017 (680 mm) byl srážkový úhrn výrazně nižší. Nižší srážkové úhrny se projeví i na snížení mokré atmosférické depozice všech sledovaných látek.

Mokrú depozice síry poklesla po roce 1998 pod hodnotu 50 000 t a dále klesala až do roku 1999. V letech 1999–2005 hodnoty zůstávaly víceméně na úrovni roku 1999 s výjimkou nižších depozic

the forests at the individual stations (for the range of 49–90% of the total precipitation in open areas in 2018). Throughfall deposition generally includes wet vertical and horizontal deposition (from fogs, low clouds and rime) and dry deposition of particles and gases in forests. This should provide a good estimate of total deposition for sulphur for which internal deposition in forests is negligible.

The fields of dry deposition of lead and cadmium contained in PM were prepared from the concentration fields of these metals in the air (or on the basis of pollution value fields for the annual average PM₁₀ concentrations and the values of IDW interpolation of the fraction of the individual metal in the dust). For deposition rate for cadmium contained in PM, values of 0.27 cm.s⁻¹ for forests and 0.1 cm.s⁻¹ for treeless terrain were used, for lead 0.25 cm.s⁻¹ for forests and 0.08 cm.s⁻¹ for treeless terrain (Dvořáková et al. 1995).

Ion balance calculation is routinely used to check the precipitation data quality. The difference between the sum of the cations and sum of the anions in the sample should comply with the permitted criteria, which differ slightly for the individual organisations. Further, the results are checked by comparison of the calculated and measured conductivities which must also comply with the permitted criteria. A check is also performed by analysis of laboratory blank samples and blank site samples are regularly monitored and evaluated; this enables checking of work during sampling and checks of changes caused by transport, handling, storage and treatment of samples before the actual chemical analysis.

Results

Precipitation in 2018 was substantially subnormal. On an average, 518 mm of precipitation fell on the territory of the Czech Republic representing 76% of the long-term normal (for 1981–2010). Compared to 2017 (680 mm), the precipitation total was

v roce 2003, kdy byl zaznamenán výrazně podnormální srážkový úhrn (516 mm, tj. 77 % dlouhodobého normálu). Sestupný trend pokračoval od roku 2004 do současnosti. V roce 2018 hodnota mokré roční depozice síry na území ČR (tab. IX.2) dále klesla na 14 682 t (oproti 16 546 t v roce 2017). Nejvyšších hodnot mokré depozice síry bylo v roce 2018 dosaženo v horských oblastech, a to v Moravskoslezských Beskydech, v Jesenících a Krkonoších (obr. IX.2).

Také u suché depozice síry došlo mezi lety 1997 a 2000 k výraznému poklesu. V následujících letech již pole suché depozice zůstávalo víceméně na podobné úrovni (obr. IX.20), a to v souladu s úrovní koncentrace oxidu siřičitého v přízemní atmosféře. Suchá depozice síry činila v roce 2018 na území ČR 19 899 t (tab. IX.2) a nejvyšších hodnot dosáhla na území Krušných hor a aglomerace O/K/F-M (obr. IX.3).

Pole celkové depozice síry vzniká součtem mokré a suché depozice síry a vykazuje celkovou úroveň depozice síry odpovídající hodnotě 34 581 t síry na plochu ČR pro rok 2018 (tab. IX.2). Po předchozím poklesu z hodnot výrazně vyšších než 100 000 t síry depozice v letech 2000–2006 setrvala v rozsahu cca 65 000–75 000 t síry ročně s výjimkou roku 2003, který byl výrazně srážkově podnormální. V období 2015–2017 se hodnota celkové depozice síry pohybovala kolem 40 000 t síry na plochu ČR (obr. IX.20). Celková depozice síry vykazuje maxima v oblasti Krušných hor a Ostravska (obr. IX.4).

Podkorunová depozice síry dosahovala v roce 2018 maximálních hodnot v horských oblastech (obr. IX.5). Na některých územích našich hor jsou dlouhodobě hodnoty podkorunové depozice vyšší než hodnoty celkové depozice síry stanovené součtem mokré (pouze vertikální) a suché depozice z SO₂. Nárůst lze přičítat příspěvku depozice z mlhy, nízké oblačnosti a námraz (horizontální depozici), která není vzhledem k neurčitostem do celkové depozice zahrnuta. Námrazy a mlhy bývají vysoce koncentrované a v horských polohách a oblastech s častým výskytem mlh (údolní mlhy, mlhy v blízkosti vodních toků, jezer) mohou významně přispívat k depozici síry i jiných prvků. Problém je v místně značně proměnlivém charakteru této depozice, kdy při extrapolaci na větší území může docházet k značným nepřesnostem. Pro sírany je uváděna pro horské oblasti depozice z mlh a námraz v rozmezí 50–90 % depozice typu „bulk“ v průměru za delší časové období, trvající několik let (Tesař et al. 2000; Tesař et al. 2005). V některých samostatně hodnoce-

significantly lower. Lower precipitation totals were also reflected in a decrease in wet atmospheric deposition of all monitored substances.

Wet deposition of sulphur decreased below a value of 50,000 t after 1998 and continued to decrease until 1999. In 1999–2005 the values remained more or less at the 1999 level, except for lower deposits in 2003 when substantially subnormal precipitation was registered (516 mm, i.e. 77% of the long-term normal). The decreasing trend continues from 2004 to the present time. In 2018, the amount of annual wet deposition of sulphur in the territory of the Czech Republic (Tab. IX.2) decreased further to 14,682 t (compared to 16,546 t in 2017). In 2018, the greatest amount of wet deposition of sulphur was reached in mountain areas, in the Moravian-Silesian Beskydy, Jeseníky and Krkonoše (Fig. IX.2).

There was also a substantial decrease in dry deposition of sulphur between 1997 and 2000. In the following years, the deposition field of dry deposition remained more or less at a similar level (Fig. IX.20), consistent with the concentration level of sulphur dioxide in the troposphere. In 2018, dry deposition of sulphur in the territory of the Czech Republic was 19,899 t (Fig. IX.2), with the highest values at the territory of the Krušné hory and the O/K/F-M agglomeration (Fig. IX.3).

The deposition field of total sulphur deposition consists of the sum of wet and dry sulphur deposition and exhibits an overall level of sulphur deposition corresponding to 34,581 t of sulphur on the area of the Czech Republic in 2018 (Tab. IX.2). After a previous decrease from values substantially higher than 100,000 t of sulphur deposition in 2000–2006, the amount deposited remained in the range of approx. 65,000–75,000 t of sulphur in a year, except 2003 when precipitation was substantially subnormal. In the 2015–2017 period, the overall amount of sulphur deposited has varied around 40,000 t of sulphur on the area of the Czech Republic (Fig. IX.20). Total sulphur deposition exhibits maxima in the Krušné hory and Ostrava areas (Fig. IX.4).

In 2018, throughfall deposition attained maximum values in the mountain areas (Fig. IX.5). In some mountain areas in this country, the long-term throughfall deposition values are higher than the values of total sulphur deposition determined as the sum of wet (only vertical) and dry deposition from SO₂. This increase can be attributed to the contribution from deposition from fog, low clouds and rime (horizontal deposition), which is not included in total deposition because of its uncertainty. Rime and fogs are usually very concentrated and in mountain areas and areas with frequent occurrence of fogs (valley fogs, fogs close to water

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Tab. IX.3 Odhad celkové roční depozice síry na zalesněný povrch České republiky (26 428 km²) v tunách, 2001–2018

Tab. IX.3 Estimate of the total annual deposition of sulphur on the forested part of the Czech Republic (26,428 sq. km) in tonnes, 2001–2018

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

ných letech překročil poměr depozice síranů z mlhy a námrazy a depozice typu „bulk“ i 100 %.

Dále je v podkorunové depozici zahrnut příspěvek suché depozice S z SO₄²⁻ obsaženého v aerosolu. Na základě údajů o koncentraci síranů v aerosolu za rok 2014 ze dvou stanic (Churáňov a Košetice) a použití depoziční rychlosti 0,25 cm.s⁻¹ (Dvořáková et al. 1995) dosahovala suchá depozice S z SO₄²⁻ v průměru hodnoty 0,04 g.m⁻².rok⁻¹ pro lesní oblasti (Churáňov = 0,026 g.m⁻².rok⁻¹, Košetice = 0,058 g.m⁻².rok⁻¹). Vzhledem k omezenému počtu lokalit sledujících koncentrace síranů v aerosolu se jedná pouze o velmi orientační odhad.

Mapové zobrazení podkorunové depozice lze považovat za dokreslení, jakých hodnot může celková depozice síry (včetně horizontální depozice a suché depozice S z SO₄²⁻ prашného aerosolu) dosahovat, neboť pro síru na rozdíl od jiných polutantů je vnitřní koloběh porosty zanedbatelný (Draaijers et al. 1997).

Od roku 2008 se pro výpočet podkorunové depozice používá vrstva z geodatabáze ZABAGED ČÚZK v jemnějším gridu (500x500 m), kde celková plocha lesů je 26 428 km². Z toho důvodu byly také přepočteny s novou vrstvou lesů celkové hodnoty podkorunové depozice od roku 2001, aby

courses and lakes) can contribute substantially to the deposition of sulphur and other elements. The locally highly variable character of this deposition is also a problem as extrapolation over a larger area can lead to substantial inaccuracies. For mountain areas, sulphate deposition from fogs and rime is considered to correspond to 50–90% of the “bulk” type deposition on an average over a longer period lasting several years (Tesař et al. 2000; Tesař et al. 2005). In some independently evaluated years, the ratio of deposition of sulphates from fog and rime and deposition of the “bulk” type even exceeded 100%.

Throughfall deposition further includes a contribution by dry deposition of S from SO₄²⁻ contained in PM. Based on the data on sulphate concentrations in TSP for 2014 for two stations (Churáňov and Košetice) and a deposition rate of 0.25 cm.s⁻¹ (Dvořáková et al. 1995), the dry deposition of S from SO₄²⁻ attained an average value of 0.04 g.m⁻² per year for forested areas (Churáňov = 0.026 g.m⁻² per year, Košetice = 0.058 g.m⁻² per year). Because of the limited number of locations where the sulphate concentration in TSP is monitored, this is only a very rough estimate.

The map view of throughfall deposition can be considered as an illustration of the values that total sulphur deposition (including horizontal depositi-

mohlo být provedeno srovnání s daty po roce 2007 (tab. IX.3). Podkorunová depozice síry na zalesněný povrch naší republiky dosáhla v roce 2018 hodnoty 14 002 t.

Mokrá depozice oxidovaných (N/NO₃) i redukováných (N/NH₄⁺) forem dusíku se v roce 2018 v porovnání s rokem 2017 poněkud snížila (obr. IX.6 a obr. IX.7). Nejvyšší hodnoty celkové mokré depozice dusíku (součet mokrých depozic N/NO₃ a N/NH₄⁺) byly zaznamenány v oblasti Šumavy, Krušných hor, Jizerských hor, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd (obr. IX.8).

Vývoj suché depozice oxidovaných forem dusíku vykazoval do roku 2002 (kdy hodnota dosáhla 48 % hodnoty průměru za roky 1995–1997) klesající trend. V následujících letech již není žádný výrazný trend patrný. Fluktuace ročních hodnot depozice souvisejí s imisními koncentracemi NO_x v troposféře. V roce 2018 byla suchá roční depozice na území ČR obdobná jako v roce 2017. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na území větších měst a podél významných komunikací (obr. IX.9).

V roce 2018 byla celková depozice dusíku rovna hodnotě 57 674 t N. rok⁻¹ na plochu ČR (tab. IX.2). Ve srovnání s rokem 2017 (66 984 t. rok⁻¹) došlo tedy k jejímu poklesu. Nejvyšších hodnot dosahovala na území Jeseníků, Moravskoslezských Beskyd, Šumavy a Novohradských hor (obr. IX.10).

Mokrá depozice vodíkových iontů od začátku sledovaného období v roce 1996 významně poklesla. Nejnižší hodnoty dosáhla v roce 2015. Pokles mokré depozice v roce 2015 byl způsobený pravděpodobně nižšími ročními srážkovými úhrny. Hodnota roční mokré depozice vodíkových iontů byla v roce 2018 na území ČR, poněkud nižší, t. j. 296 t. rok⁻¹ (oproti 372 t. rok⁻¹ v roce 2017). Nejvyšších hodnot dosahovala na území Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor, Hrubého Jeseníku a Moravskoslezských Beskyd (obr. IX.11). Suchá depozice vodíkových iontů v roce 2018 byla obdobná jako v roce 2017 (obr. IX.12). Celkově došlo k mírnému nárůstu suché depozice z 2 491 t. rok⁻¹ v roce 2017 na 2 509 t. rok⁻¹ v roce 2018 (tab. IX.2). V druhé polovině 90. let minulého století došlo ke snížení mokré i suché depozice vodíkových iontů na plochu celé ČR o 50 %, snížení hodnot suché depozice vodíkových iontů odpovídalo snížení suché depozice SO₂–S a NO_x–N (obr. IX.20). Celková roční depozice vodíkových iontů pro rok 2018 je znázorněna na obr. IX.13.

Po roce 2000, kdy byl ukončen prodej olovnatých benzinů, se hodnoty depozice olovnatých iontů výrazně snížily. Mokrá depozice olova v roce 2018

on and dry deposition of S from SO₄²⁻ in dust TSP can attain because, unlike other pollutants, inter-nal circulation of sulphur in vegetation is negligible (Draaijers et al. 1997).

Since 2008, throughfall deposition has been calculated using the ZABAGED database of the State Administration of Land Surveying and Cadastre (SALSC) with a finer grid (500x500 m), where the total forest area is 26,428 km². Consequently, the total values of throughfall deposition were also recalculated for the new forest layer back to 2001, to enable comparison with the data after 2007 (Tab. IX.3). In 2018, throughfall deposition of sulphur in forested areas of this country attained a value of 14,002 t.

Wet deposition of oxidised (N/NO₃) and reduced (N/NH₄⁺) forms of nitrogen in 2018 slightly decreased compared to 2017 (Fig. IX.6 and Fig. IX.7). The highest values of total wet deposition of nitrogen (sum of the wet deposition of N/NO₃ and N/NH₄⁺) were recorded at the Šumava, Krušné Mts., Jizerské Mts., Jeseníky and Moravian-Silesian Beskydy areas (Fig. IX.8).

Dry deposition of oxidised forms of nitrogen exhibited a decreasing trend up to 2002 (when the value attained 48% of the average value for 1995–1997). No clear trend is apparent in the following years. Fluctuations in the annual values are related to pollution concentration levels of NO_x in the troposphere. In 2018, dry annual deposition on the territory of the Czech Republic was similar to 2016. The highest values were attained in the territories of larger cities and along important roadways (Fig. IX.9).

In 2018, the total deposition of nitrogen equalled 57,674 t N per year over the area of the Czech Republic (Tab. IX.2). There was thus a decrease compared to 2017 (66,984 t per year). The highest values were attained in the territory of the Jeseníky, Moravian-Silesian Beskydy, Šumava and Novohradské Mts. (Fig. IX.10).

Wet deposition of hydrogen ions has decreased substantially since the start of the monitored period in 1996. The lowest value was attained in 2015. The decrease in wet deposition in 2015 was probably caused by lower total annual precipitation. In 2018, the value of annual wet deposition of hydrogen ions was somewhat lower at 296 t per year (compared to 372 t per year in 2017). The highest values were attained in the territory of the Jizerské Mts., Krkonoše, Orlické Mts., Hrubý Jeseník and the Moravian-Silesian Beskydy (Fig. IX.11). In 2018, dry deposition of hydrogen ions was similar to 2017 (Fig. IX.12). Overall, there was a slight increase in dry deposition from 2,491 t per year in 2017 to 2,509 t per year in 2018 (Tab. IX.2). In the second half of the 1990s, wet and dry

(37 t.rok⁻¹) oproti roku 2017 (43 t.rok⁻¹) poklesla. Poněkud se změnilo její prostorové rozložení a na rozdíl od předchozích let bylo nejvyšších hodnot dosaženo v oblasti Šumavy (obr. IX.15). Suchá depozice olovnatých iontů v roce 2018 (28 t.rok⁻¹) naopak oproti roku 2017 (22 t.rok⁻¹) poněkud stoupla. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Ostravska, Moravskoslezských Beskyd a Brd (obr. IX.16).

Mokrý depozice kadmiových iontů se v porovnání s rokem 2017 snížila, suchá depozice naopak poněkud stoupla (obr. IX.17, obr. IX.18). Nejvyšší depozice dosahuje kadmium dlouhodobě na území okresu Jablonec nad Nisou. Obdobně jako v roce 2013 došlo k zatím nevysvětlenému nárůstu mokré depozice kadmia na lokalitě U dvou louček v Orlických horách. U suché depozice se nové maximum objevilo i v oblasti Českomoravské Vrchoviny.

Roční mokrá depozice nikelnatých iontů se v roce 2018 oproti roku 2017 snížila. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo na lokalitách Modrý potok, Polomka a Salačova Lhota (obr. IX.19).

Mokrý depozice chloridových iontů se oproti roku 2017 snížila. Podobně jako u dalších sledovaných polutantů také mokrá depozice chloridových iontů nabývá v rámci ČR vyšších hodnot v horských oblastech (obr. IX.14).

Vývoj roční mokré depozice hlavních složek na vybraných stanicích ČR (obr. IX.22) vykazuje po poklesu mokré depozice některých složek (převážně síranů, vodíkových iontů a olovnatých iontů) ve 2. polovině 90. let nyní spíše buď stagnující stav či další mírný pokles po roce 2010 u některých stanic u některých iontů (např. vodíkové ionty u všech stanic, dusičnanové ionty zejména na Souši, mírně pak i na Svatouchu, Košetických a na Přimdě).

S vývojem depozice síry a dusíku lze sledovat vývoj vzájemného poměru těchto prvků v atmosférických srážkách související s vývojem emisí jednotlivých sloučenin (obr. IX.21). Od 2. poloviny 90. let lze na některých stanicích pozorovat mírný, i když nikoliv monotónní, nárůst poměru dusičnanů a síranů (Hůnová et al. 2017).

deposition of hydrogen ions decreased by 50% over the entire area of the Czech Republic; the reduction in dry deposition of hydrogen ions corresponded to the reduction in dry deposition of SO₂-S and NO_x-N (Fig. IX.20). The total annual deposition of hydrogen ions for 2018 is presented in Fig. IX.13.

After 2000, when the sale of leaded petrol was terminated, the deposition of lead ions decreased substantially. Wet deposition of lead in 2018 (37 t per year) decreased compared to 2016 (43 t per year). Its spatial distribution has changed somewhat and, unlike in previous years, the highest values were reached in the Šumava region (Fig. IX.15). By contrast, dry deposition of lead ions in 2018 (28 t per year) increased somewhat compared to 2017 (22 t per year). The highest values were attained in the Ostrava, Moravian-Silesian Beskydy and Brdy areas (Fig. IX.16).

Wet deposition of cadmium ions decreased compared to 2017, while dry deposition increased somewhat (Fig. IX.17, Fig. IX.18). The cadmium deposition values have long been highest in the Jablonec nad Nisou district. Similar to 2013, there was again a so-far unexplained increase of wet cadmium deposition at the U dvou louček location in the Orlické Mts. Area. Concerning dry deposition, a new maximum appeared also in the area of the Bohemian-Moravian Highlands.

The annual wet deposition of nickel ions increased in 2017 compared to 2016. The highest values were attained in the Modrý potok, Polomka and Salačova Lhota locations (Fig. IX.19).

Compared to 2017, the wet deposition of chloride ions decreased. Similar to other monitored pollutants, the wet deposition of chloride ions in the Czech Republic attains higher values in mountain areas (Fig. IX.14).

Following a decrease in wet deposition of some components (predominantly sulphates, hydrogen ions and lead ions) in the second half of the 1990s, trends in the wet deposition of the main components at selected stations in the Czech Republic (Fig. IX.22) tend to be either stagnating or showing further slight decrease after 2010 at some stations for some ions (e.g. hydrogen ions at all stations, nitrate ions particularly at Souš, and mildly also at Svatouch, Košetice and Přimda).

Together with the variation of deposition of sulphur and nitrogen, a variation can be followed in the mutual ratio of these two elements in atmospheric precipitation related to trends in emissions of particular compounds (Fig. IX.21). A slight, although not steady, increase in the ratio of nitrates to sulphates can be observed at some stations since the second half of the 1990s (Hůnová et al., 2017).

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Tab. IX.4 Staniční sítě sledování chemického složení atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2018
Tab. IX.4 Station networks monitoring precipitation composition and atmospheric deposition, 2018

Kód Code	Stanice Station	Kraj/země Region/country	Okres District	Vlastník Owner	Dodavatel dat Data supplier	Nadmořská výška [m] Altitude [m]	Typ odběru Sampling method
ALIB	Praha 4-Libuš	Hl. m. Praha / Prague	Praha 4	ČHMÚ	ČHMÚ	301	W1(HM)
BKUC	Kuchařovice	Jihomoravský South Moravian	Znojmo	ČHMÚ	ČHMÚ	334	W1(HM)
CCHU	Churáňov	Jihočeský South Bohemian	Prachatice	ČHMÚ	ČHMÚ	1118	W1(HM)
CKAM	Kamýk-Všeteč	Jihočeský South Bohemian	České Budějovice	VÚLHM	VÚLHM	593	M2(HM), M4(HM)_bu
CKOC	Kocelovice	Jihočeský South Bohemian	Strakonice	ČHMÚ	ČHMÚ	519	W1(HM)
CLIZ	Na lizu	Jihočeský South Bohemian	Prachatice	ÚH AV ČR	ČGS	828	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
CPL1, CPL2, CPL3	Plešné jezero	Jihočeský South Bohemian	Prachatice	HBÚ AV ČR	HBÚ AV ČR	1087(CPL1), 1122 (CPL2), 1334 (CPL3)	F2 (CPL1), F2 (CPL2), F2 (CPL3)
EPOM	Polomka	Pardubický Pardubice	Chrudim	ÚVGZ AV ČR	ČGS	512	M2(HM), M4(HM)_sm
ESVR	Svratouch	Pardubický Pardubice	Chrudim	ČHMÚ	ČHMÚ	735	W1(HM)
HKRY	Krkonoše-Rý- chory	Královéhradecký Hradec Králové	Trutnov	ČHMÚ	ČHMÚ	1001	W1(HM)
HLUD	Luisino údolí	Královéhradecký Hradec Králové	Rychnov n. Kn.	ČHMÚ	ČHMÚ	875	W1(HM)
HLUU	Luisino údolí	Královéhradecký Hradec Králové	Rychnov n. Kn.	VÚLHM	VÚLHM	940	M4(HM)_sm
HMOP	Modrý potok	Královéhradecký Hradec Králové	Trutnov	ČGS	ČGS	1010	M2(HM), M4(HM)_sm
HUDL	U dvou louček	Královéhradecký Hradec Králové	Rychnov n. Kn.	VÚLHM	ČGS	880	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
IGLW	Gorzów Wlkp	Polsko / Poland	Lubušské vojvodství	GIOS	GIOS	72	M2(HM)
IZGO	Zielona Góra	Polsko / Poland	Lubušské vojvodství	GIOS	GIOS	192	M2(HM)
JKOS	Košetice	Vysočina / Vysočina	Pelhřimov	ČHMÚ	ČHMÚ ČGS	535	D1(HM) (POPS,PAHs), M2(HM), M4(HM)_sm
JLKV	Loukov	Vysočina / Vysočina	Havlíčkův Brod	ČGS	ČGS	500	M2(HM), M4(HM)_sm
JSAL	Salačova Lhota	Vysočina / Vysočina	Pelhřimov	ČGS	ČGS	557	M2(HM), M4(HM)_sm
JZEL	Želivka	Vysočina / Vysočina	Havlíčkův Brod	VÚLHM	VÚLHM	440	M2(HM), M4(HM)_sm
KLAZ	Lazy	Karlovarský Karlovy Vary	Cheb	VÚLHM	VÚLHM	875	M2(HM), M4(HM)_sm
KLY1, KLY2	Lysina	Karlovarský Karlovy Vary	Cheb	ČGS	ČGS	867 (KLY1), 836 (KLY2)	M2(HM) (KLY1), M4(HM)_sm (KLY2)
KNZ1, KNZ2	Na Zeleném	Karlovarský Karlovy Vary	Cheb	ČGS	ČGS	773 (KNZ1), 750 (KNZ2)	M2(HM) (KNZ1) M4(HM)_sm (KNZ2)
KPB1, KPB2	Pluhův bor	Karlovarský Karlovy Vary	Cheb	ČGS	ČGS	753 (KPB1), 714 (KPB2)	M2(HM) (KPB1) M4(HM)_sm (KPB2)

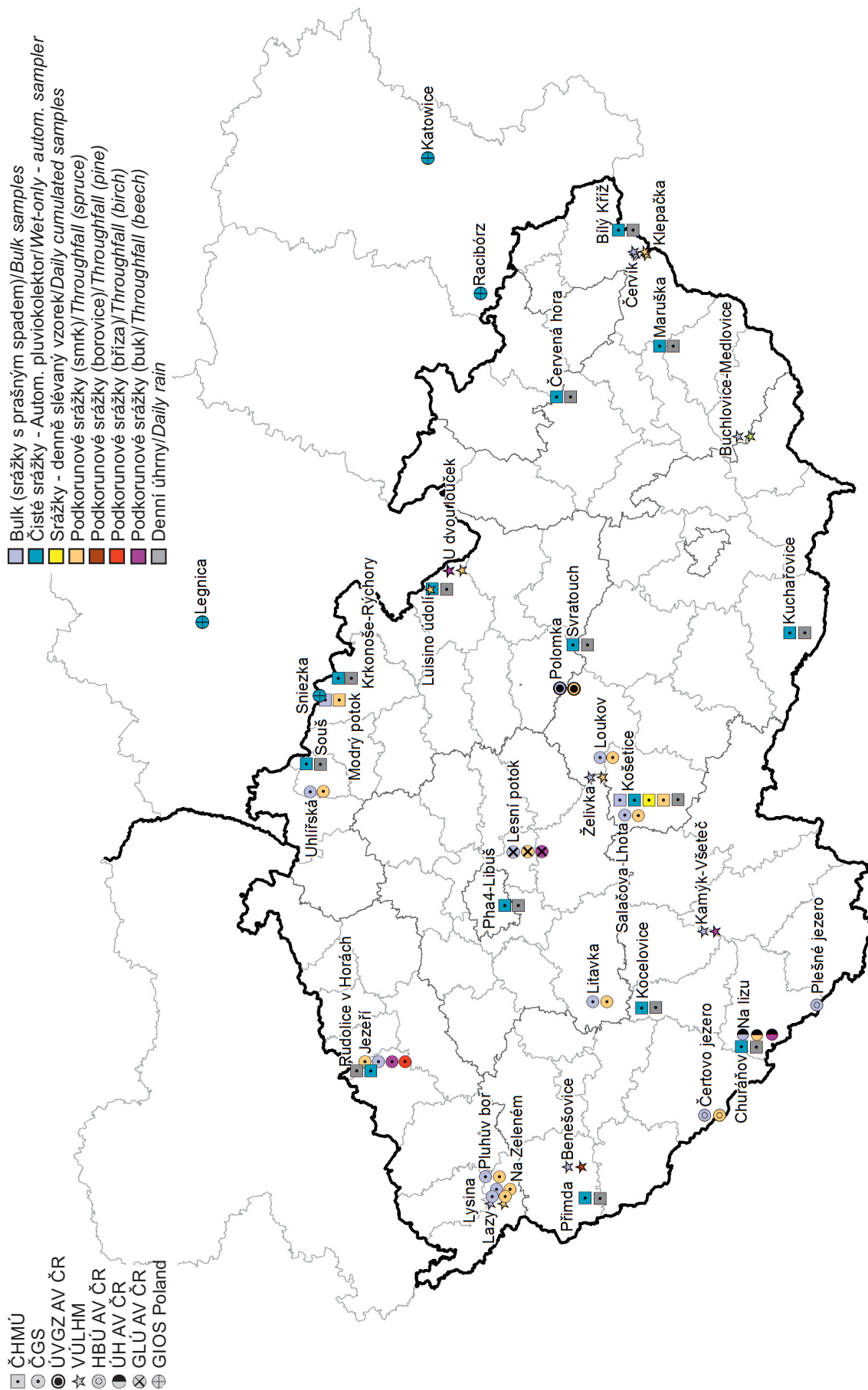
IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

Kód Code	Stanice Station	Kraj/země Region/country	Okres District	Vlastník Owner	Dodavatel dat Data supplier	Nadmořská výška [m] Altitude [m]	Typ odběru Sampling method
LSOU	Souš	Liberecký / <i>Liberec</i>	Jablonec n.N.	ČHMÚ	ČHMÚ	771	W1(HM)
LUHL	Uhlířská	Liberecký / <i>Liberec</i>	Liberec	ČGS	ČGS	780	M2(HM), M4(HM)_sm
PBEN	Benešovice	Plzeňský / <i>Plzeň</i>	Tachov	VÚLHM	VÚLHM	385	M2(HM), M4_bo
PCJ1, PCJ2, PCJ3	Čertovo jezero	Plzeňský / <i>Plzeň</i>	Klatovy	HBÚ AV ČR	HBÚ AV ČR	1180 (PCJ1), 1057 (PCJ2), 1330 (PCJ3)	F2 (PCJ1), F4_sm (PCJ2), F4_sm (PCJ3)
PPRM	Přimda	Plzeňský / <i>Plzeň</i>	Tachov	ČHMÚ	ČHMÚ	740	W1(HM)
SLES	Lesní potok	Středočeský <i>Central Bohemian</i>	Kolín	GLÚ AV ČR	ČGS	400	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu
SLI1, SLI2	Litavka	Středočeský <i>Central Bohemian</i>	Příbram	ČGS	ČGS	700 (SLI1), 710 (SLI2)	M2(HM) (SLI1), M4(HM)_sm (SLI2)
TBKR	Bílý Kříž	Moravskoslezský <i>Moravian-Silesian</i>	Frýdek-Místek	ČHMÚ	ČHMÚ	890	W1(HM)
TCER	Červená hora	Moravskoslezský <i>Moravian-Silesian</i>	Opava	ČHMÚ	ČHMÚ	749	W1(HM)
TCRV	Červík	Moravskoslezský <i>Moravian-Silesian</i>	Frýdek-Místek	ČGS	ČGS	640	M2(HM), M4(HM)_sm
TKLE	Klepačka	Moravskoslezský <i>Moravian-Silesian</i>	Frýdek-Místek	VÚLHM	VÚLHM	650	M2(HM), M4(HM)_sm
VLEG	Legnica	Polsko / <i>Poland</i>	Dolnoslezské vojvodství	GIOS	GIOS	122	M2(HM)
VSNI	Sniezka	Polsko / <i>Poland</i>	Dolnoslezské vojvodství	GIOS	GIOS	1603	M2(HM)
WKAT	Katowice	Polsko / <i>Poland</i>	Slezské vojvodství	GIOS	GIOS	284	M2(HM)
WRAC	Racibórz	Polsko / <i>Poland</i>	Slezské vojvodství	GIOS	GIOS	205	M2(HM)
UJEZ	Jezeří	Ústecký <i>Ústí nad Labem</i>	Chomutov	ČGS	ČGS	820	M2(HM), M4(HM)_sm, M4(HM)_bu, M4(HM)_br
URVH	Rudolice v Horách	Ústecký <i>Ústí nad Labem</i>	Chomutov	ČHMÚ	ČHMÚ	840	W1(HM)
ZBUC	Buchlovice- Medlovice	Zlínský / <i>Zlín</i>	Uherské Hradiště	VÚLHM	VÚLHM	350	M2(HM), M4(HM)_du
ZMAR	Maruška	Zlínský / <i>Zlín</i>	Vsetín	ČHMÚ	ČHMÚ	664	W1(HM)

Vysvětlivky / Explanatory notes:

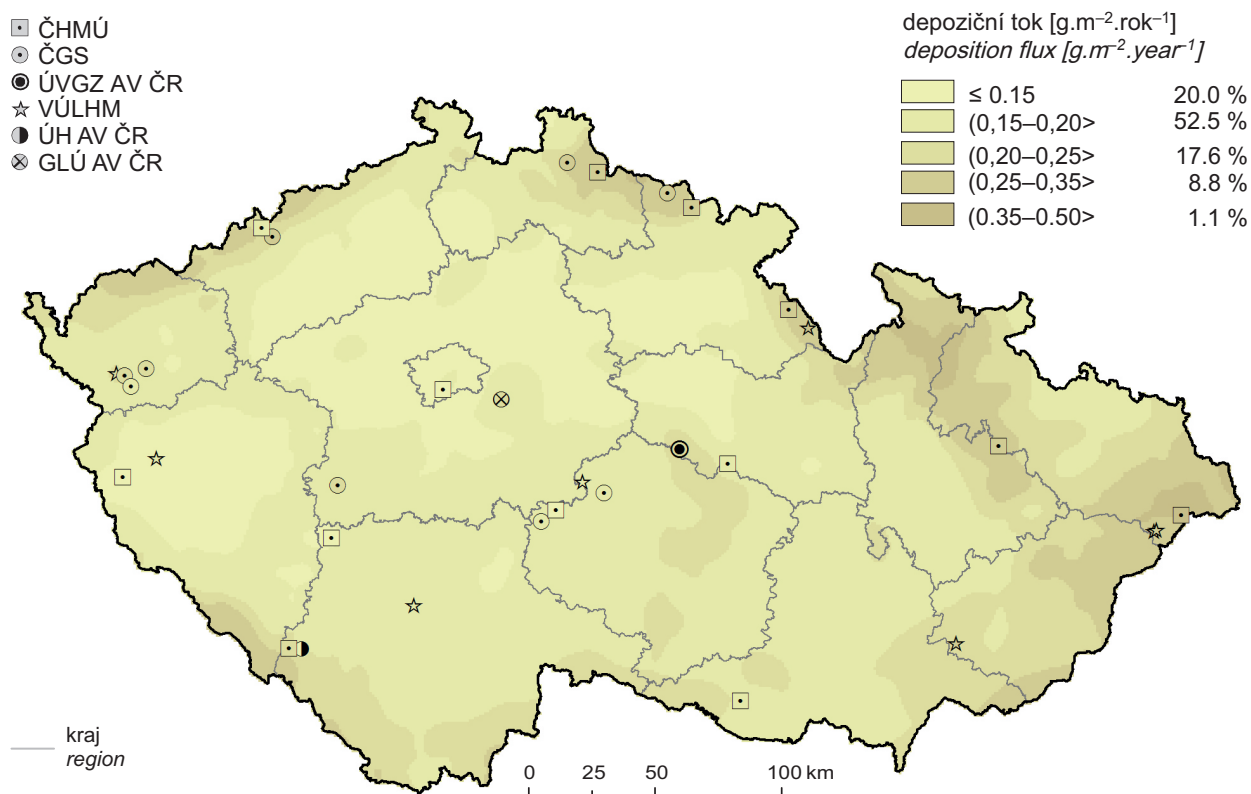
M2	– měsíční bulk (srážky s prašným spadem) / <i>monthly bulk samples</i>
M4	– měsíční podkorunové srážky / <i>monthly throughfall</i>
W1	– týdenní čisté srážky – autom. pluviokolektor / <i>weekly wet-only – autom. sampler</i>
D1	– denní čisté srážky – autom. pluviokolektor / <i>daily wet-only – autom. sampler</i>
F1	– čisté srážky – nepravidelný odběr / <i>wet-only – irregular samples</i>
F2	– bulk – nepravidelný odběr / <i>bulk – irregular samples</i>
F4	– podkorunové srážky – nepravidelný odběr / <i>throughfall – irregular samples</i>
(HM)	– analýza těžkých kovů v daném odběru / <i>heavy metals analysis in mentioned sampling</i>
(POPS, PAHS)	– analýza POPS a PAHS / <i>POPS and PAHS analysis</i>
_sm	– smrk / <i>spruce</i>
_bu	– buk / <i>beech</i>
_bo	– borovice / <i>pine</i>
_du	– dub / <i>oak</i>
_br	– bříza / <i>birch</i>

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

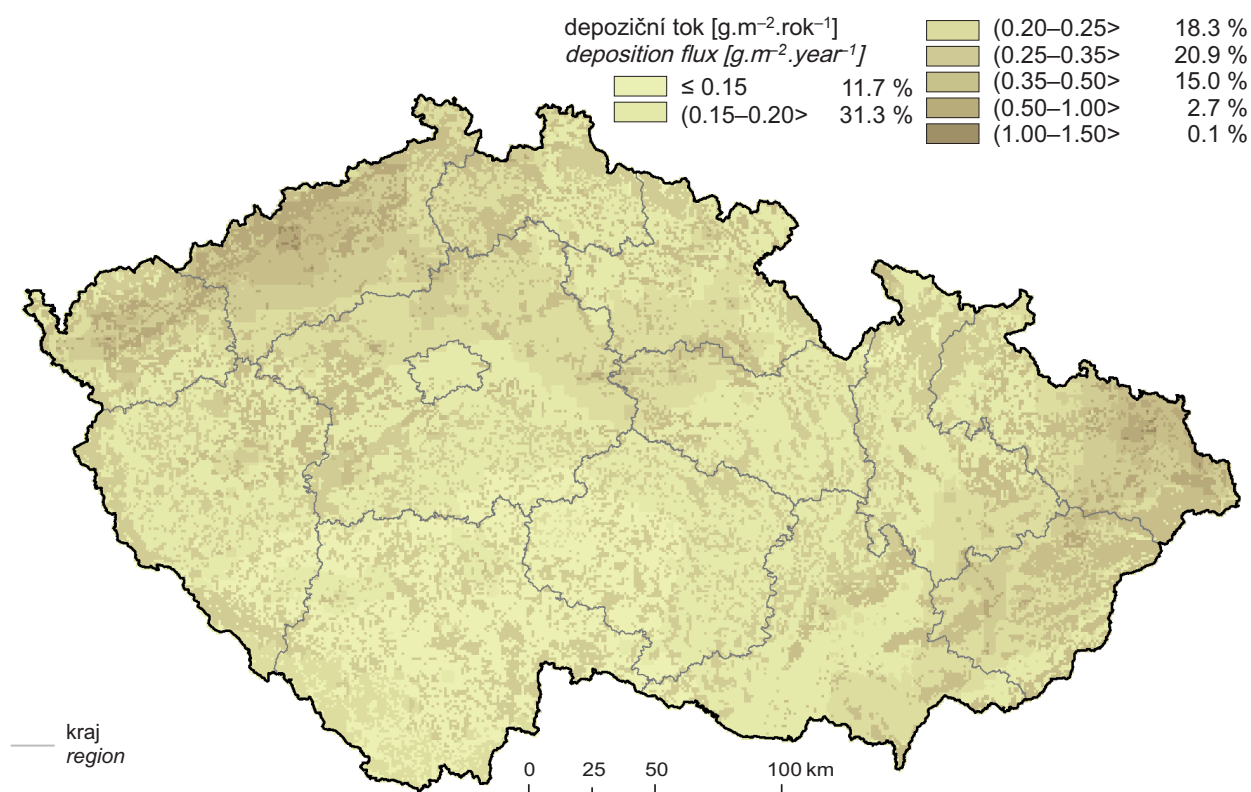


Obr. IX.1 Staniční síť sledování kvality atmosférických srážek a atmosférické depozice, 2018
Fig. IX.1 Station networks monitoring atmospheric precipitation quality and atmospheric deposition, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

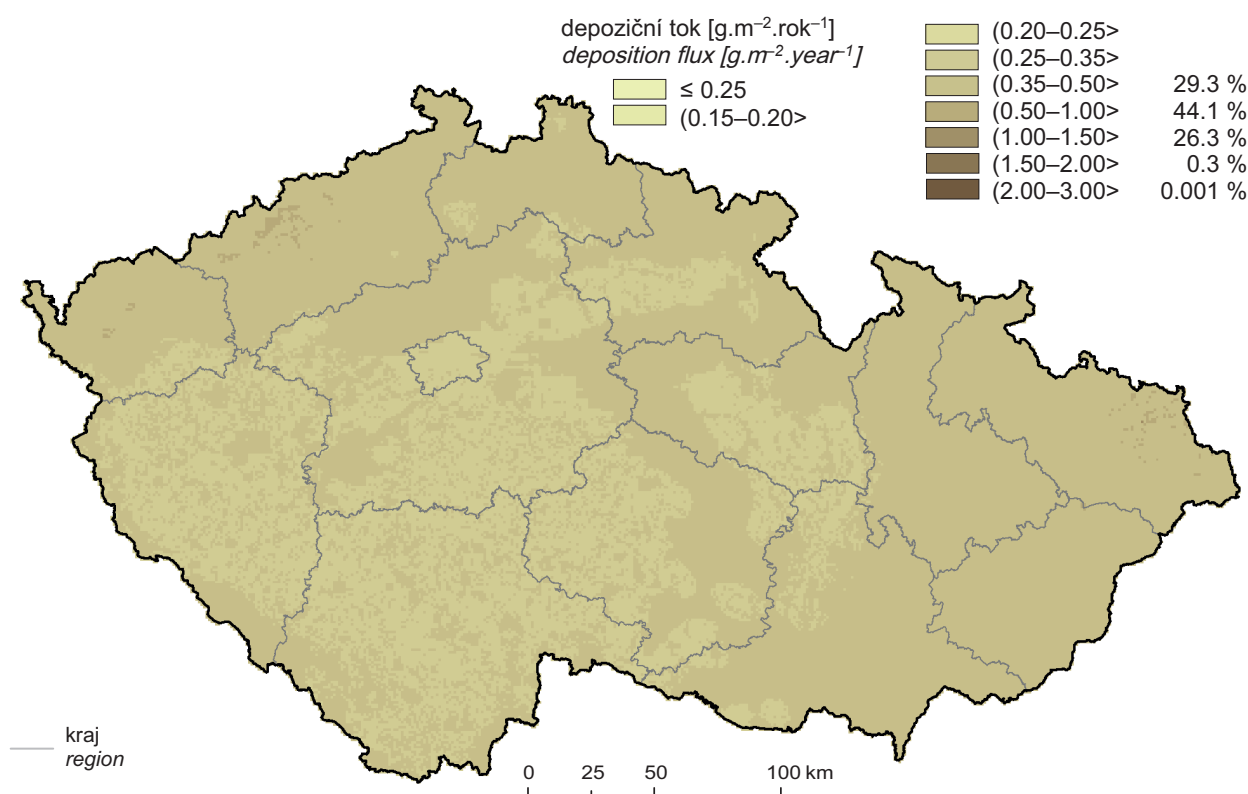


Obr. IX.2 Pole mokré roční depozice síry ($\text{SO}_4^{2-}-\text{S}$), 2018
Fig. IX.2 Field of annual wet deposition of sulphur ($\text{SO}_4^{2-}-\text{S}$), 2018

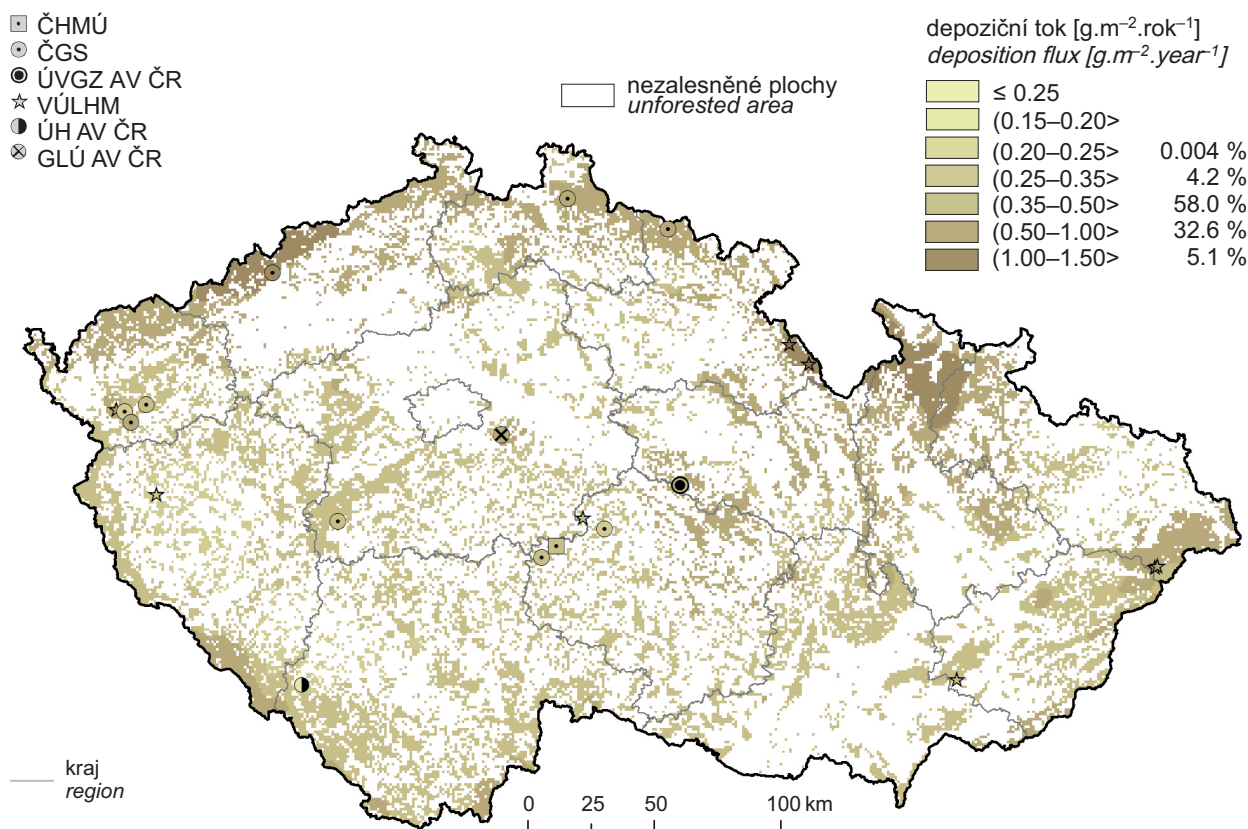


Obr. IX.3 Pole suché roční depozice síry (SO_2-S), 2018
Fig. IX.3 Field of annual dry deposition of sulphur (SO_2-S), 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

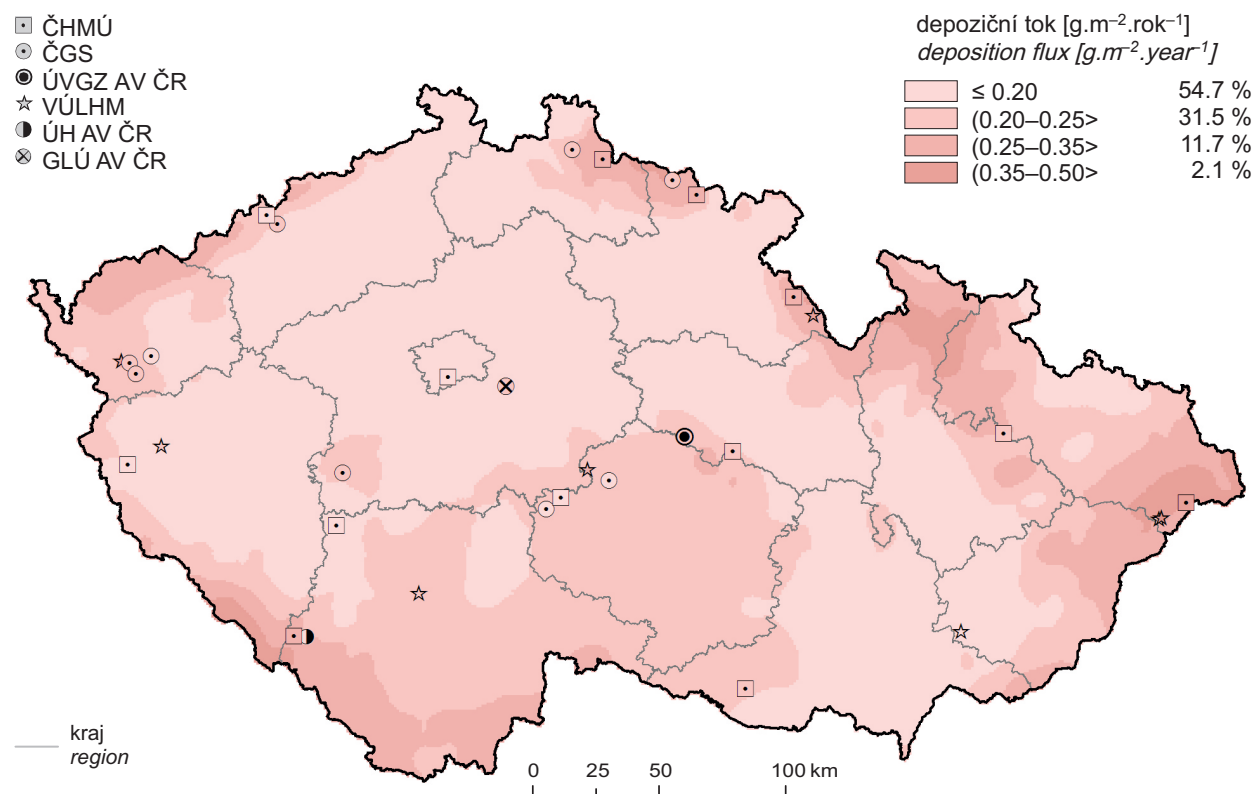


Obr. IX.4 Pole celkové roční depozice síry, 2018
Fig. IX.4 Field of annual total deposition of sulphur, 2018

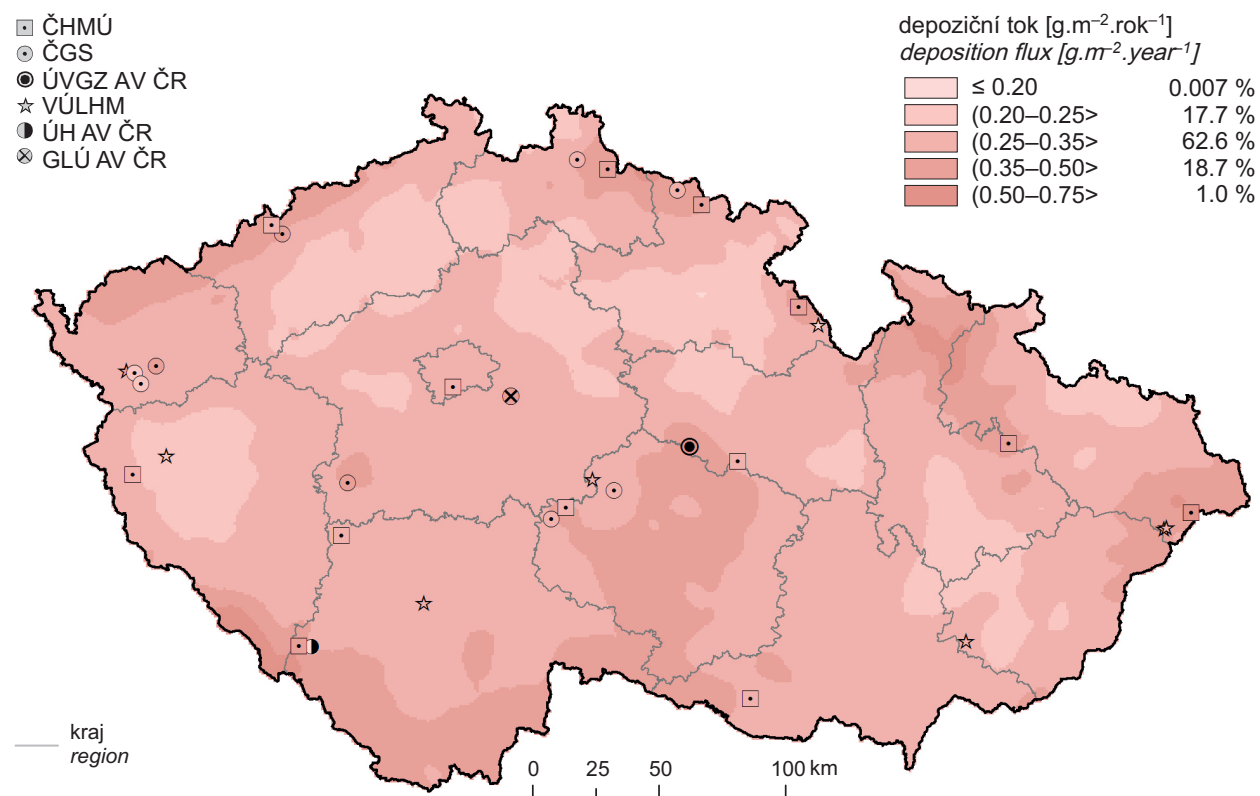


Obr. IX.5 Pole podkorunové roční depozice síry, 2018
Fig. IX.5 Field of annual throughfall deposition of sulphur, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

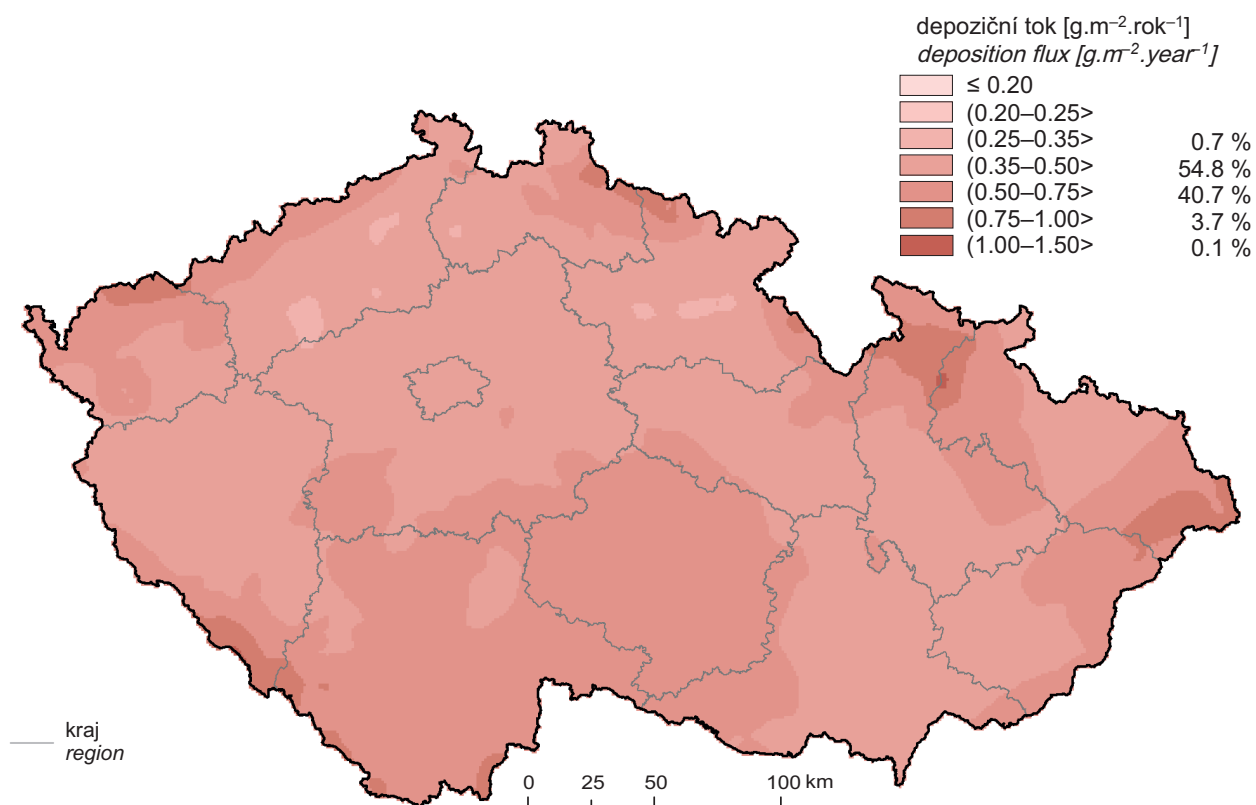


Obr. IX.6 Pole mokré roční depozice dusíku ($\text{NO}_3\text{-N}$), 2018
Fig. IX.6 Field of annual wet deposition of nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), 2018

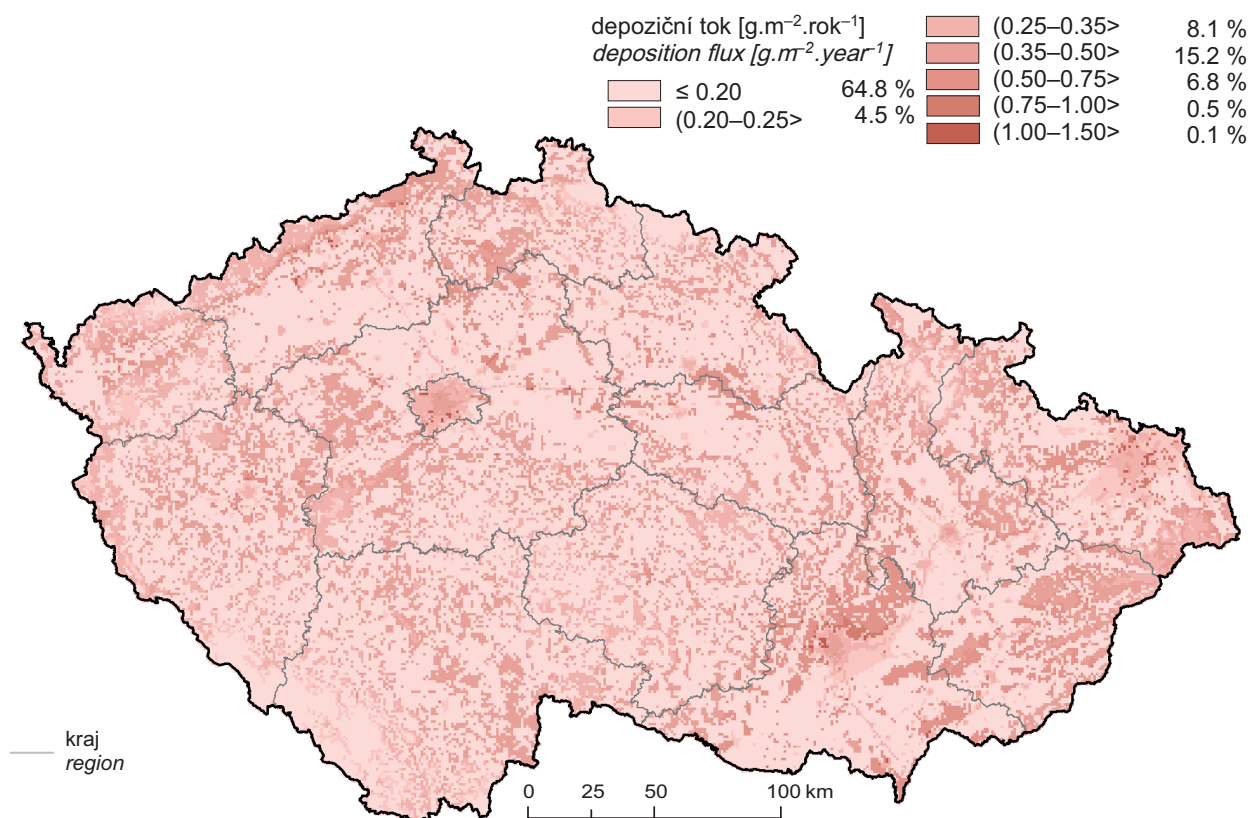


Obr. IX.7 Pole mokré roční depozice dusíku ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), 2018
Fig. IX.7 Field of annual wet deposition of nitrogen ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

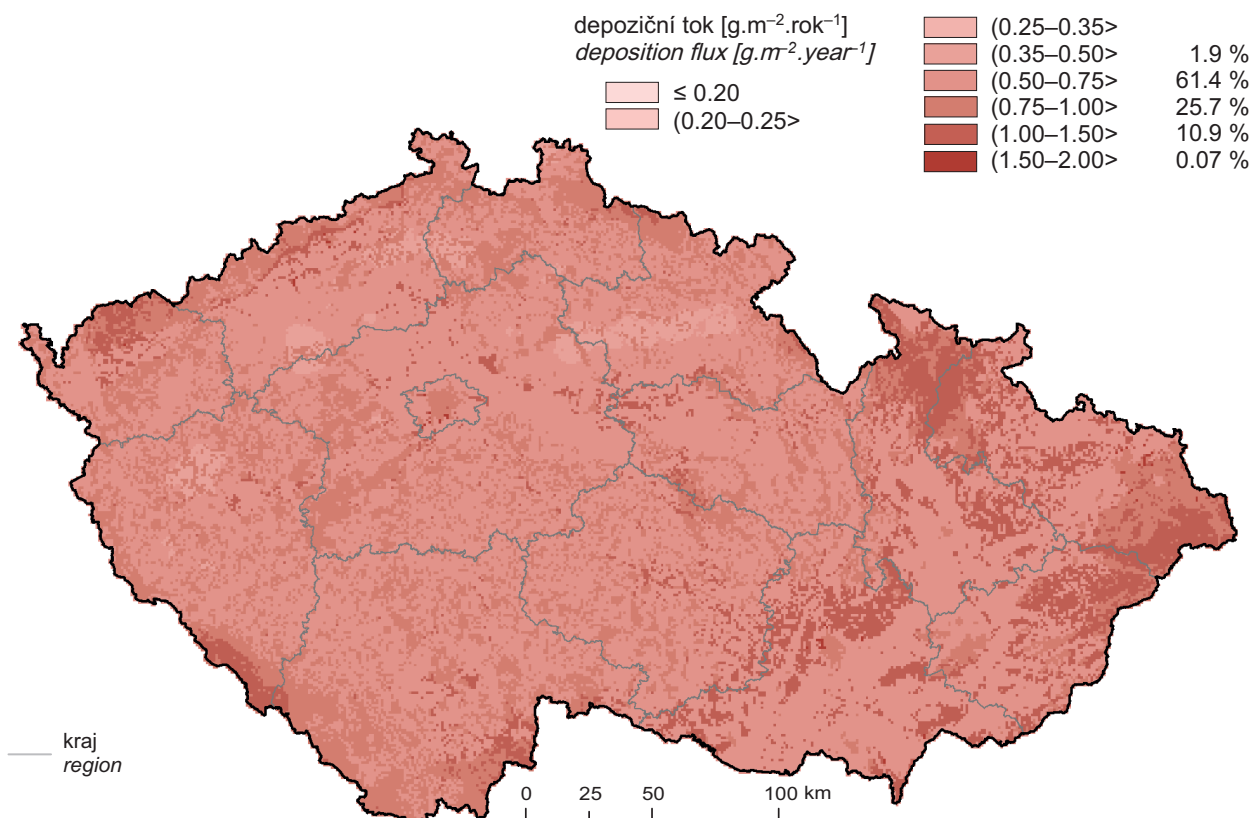


Obr. IX.8 Pole celkové mokré roční depozice dusíku, 2018
Fig. IX.8 Field of annual total wet deposition of nitrogen, 2018

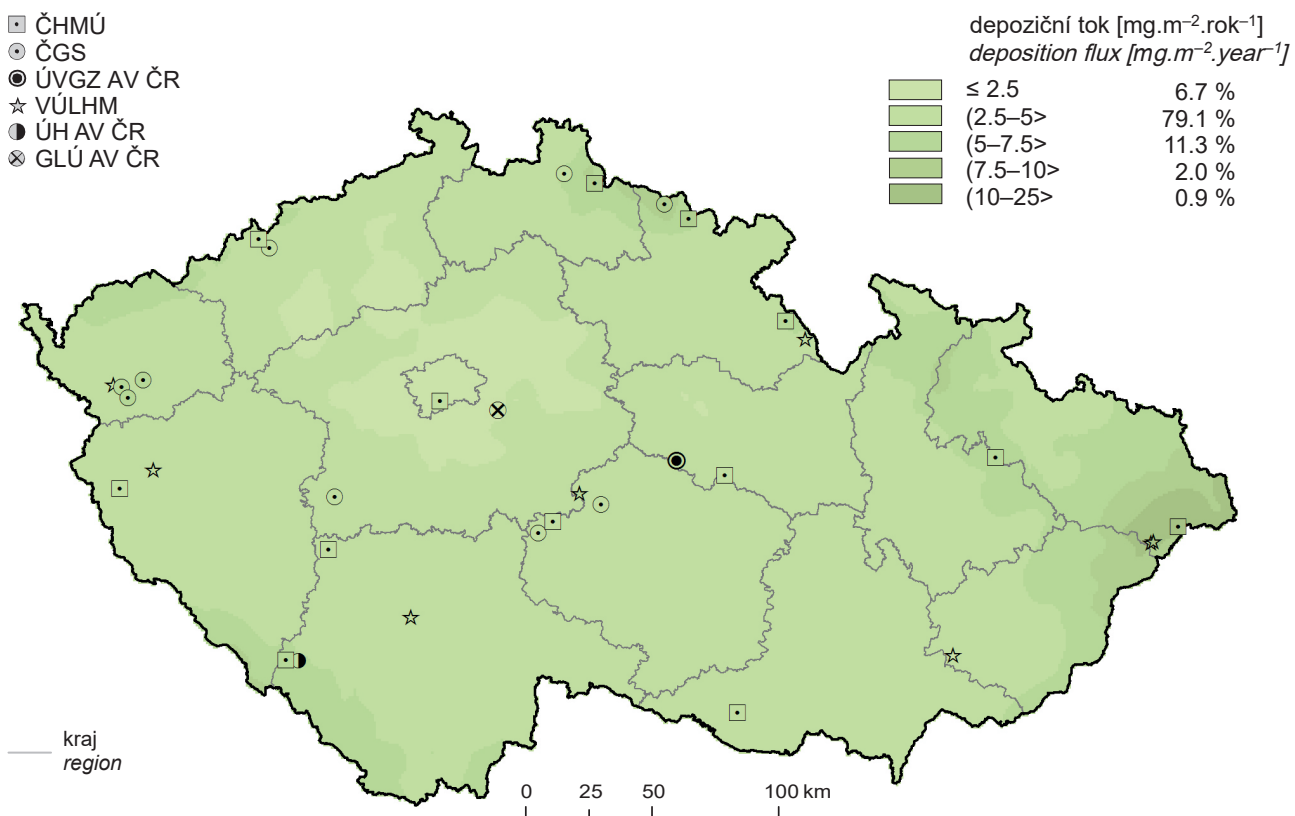


Obr. IX.9 Pole suché roční depozice dusíku ($\text{NO}_x\text{-N}$), 2018
Fig. IX.9 Field of annual dry deposition of nitrogen ($\text{NO}_x\text{-N}$), 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

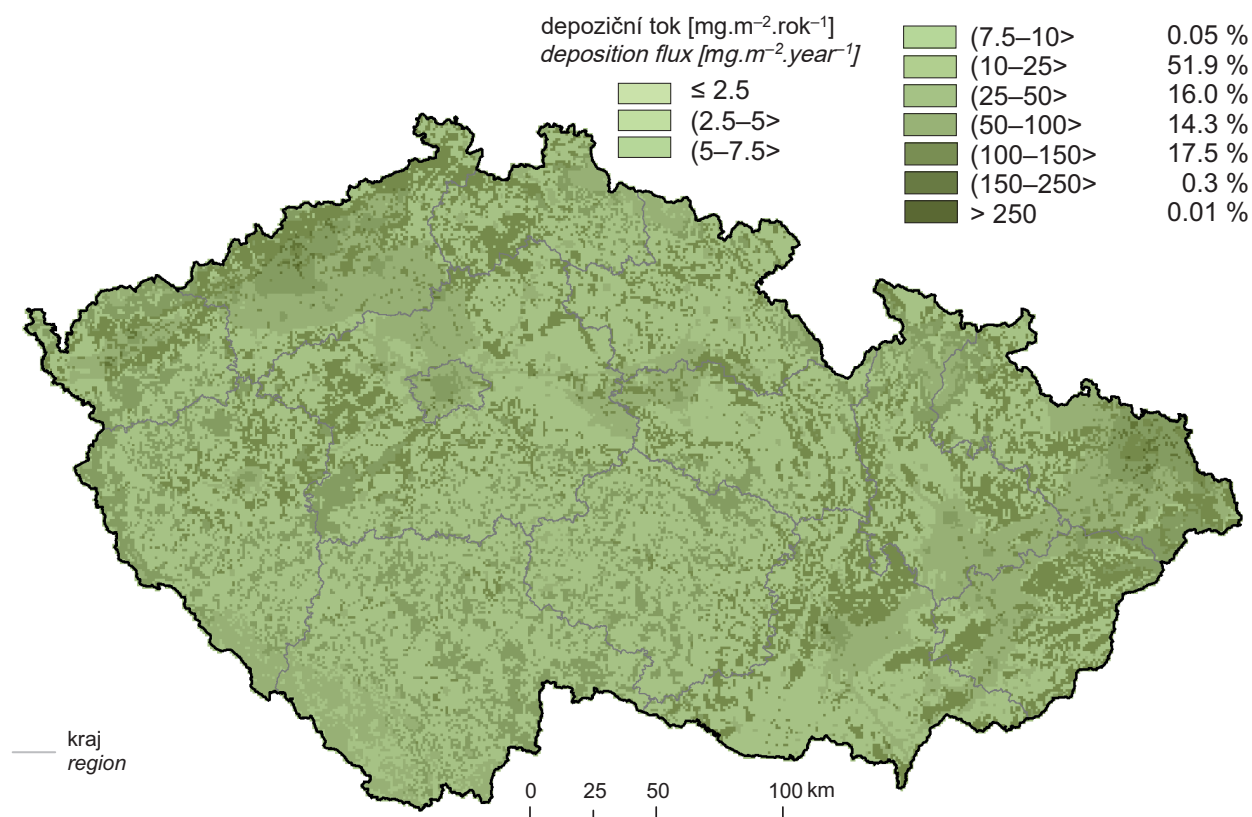


Obr. IX.10 Pole celkové roční depozice dusíku, 2018
Fig. IX.10 Field of annual total deposition of nitrogen, 2018

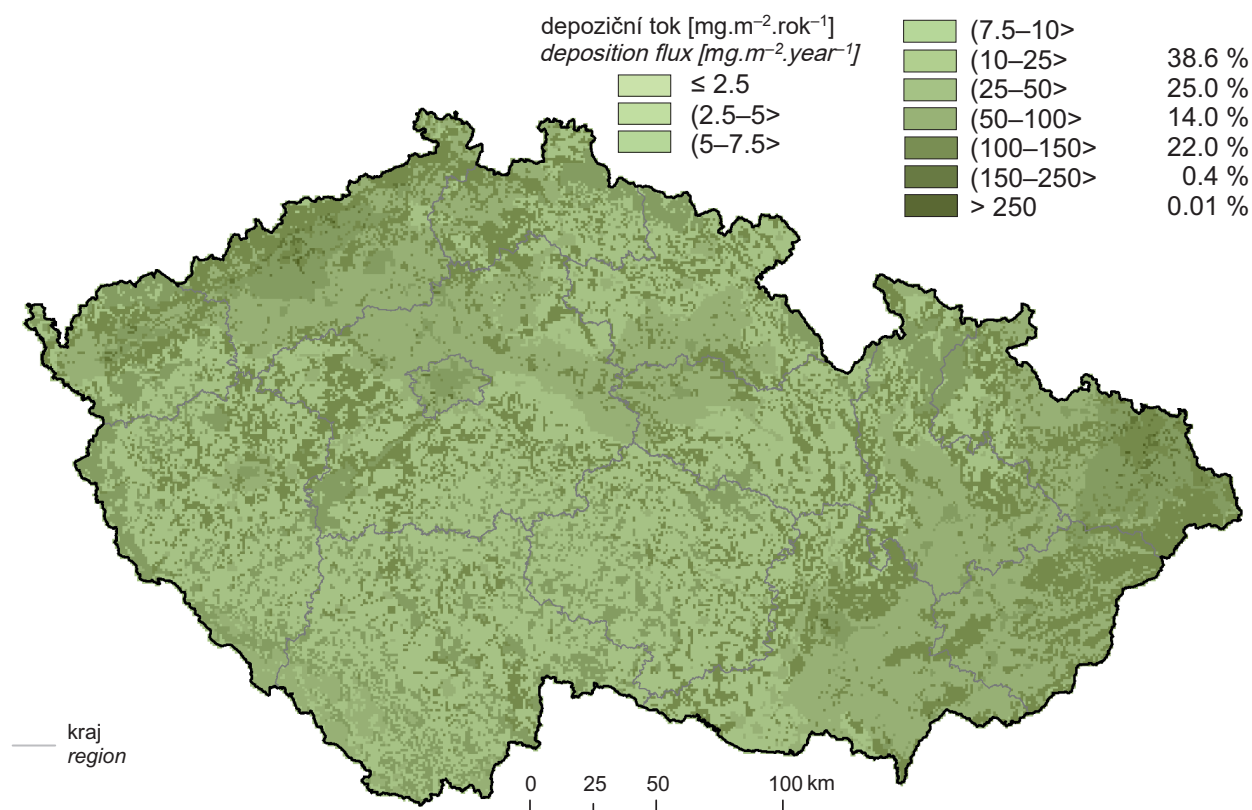


Obr. IX.11 Pole mokré roční depozice vodíkových iontů, 2018
Fig. IX.11 Field of annual wet deposition of hydrogen ions, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

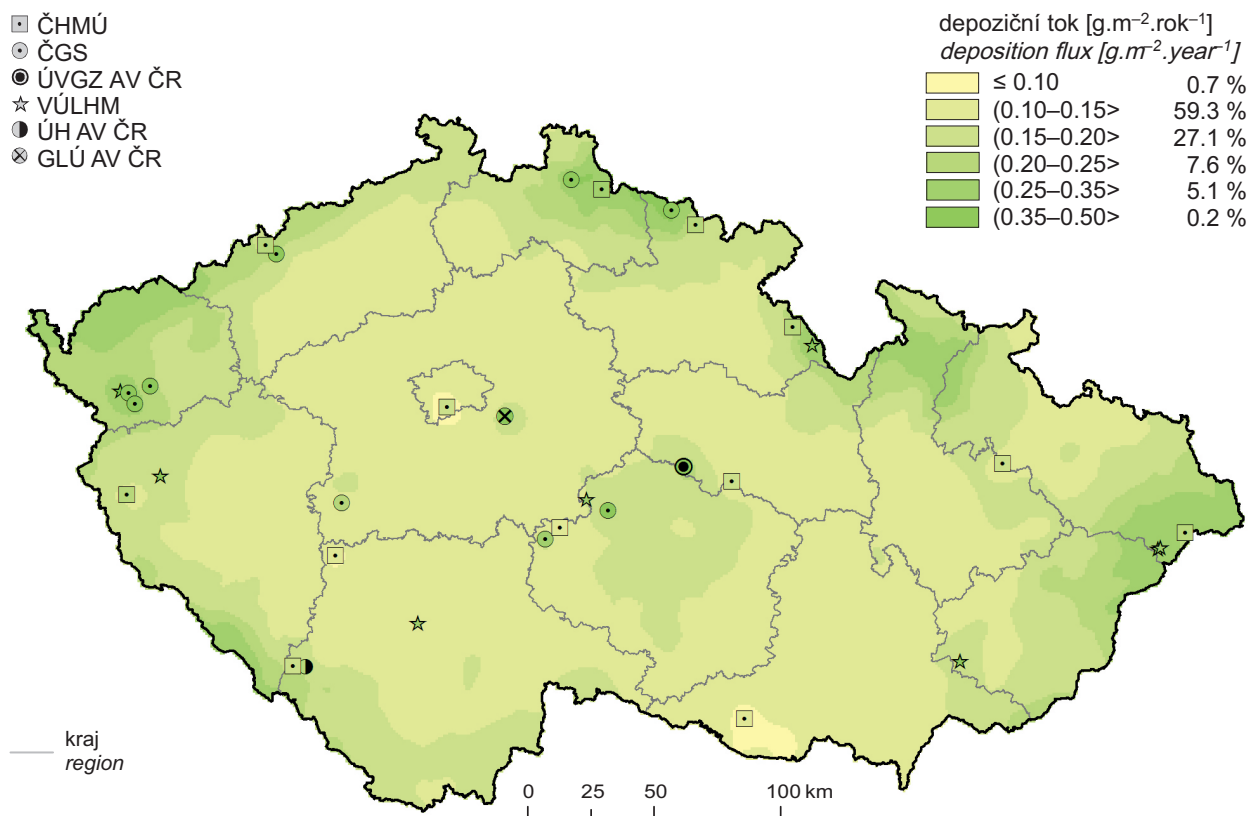


Obr. IX.12 Pole suché roční depozice vodíkových iontů odpovídající depozici plynů SO_2 a NO_x , 2018
Fig. IX.12 Field of annual dry deposition of hydrogen ions corresponding to SO_2 and NO_x deposition, 2018

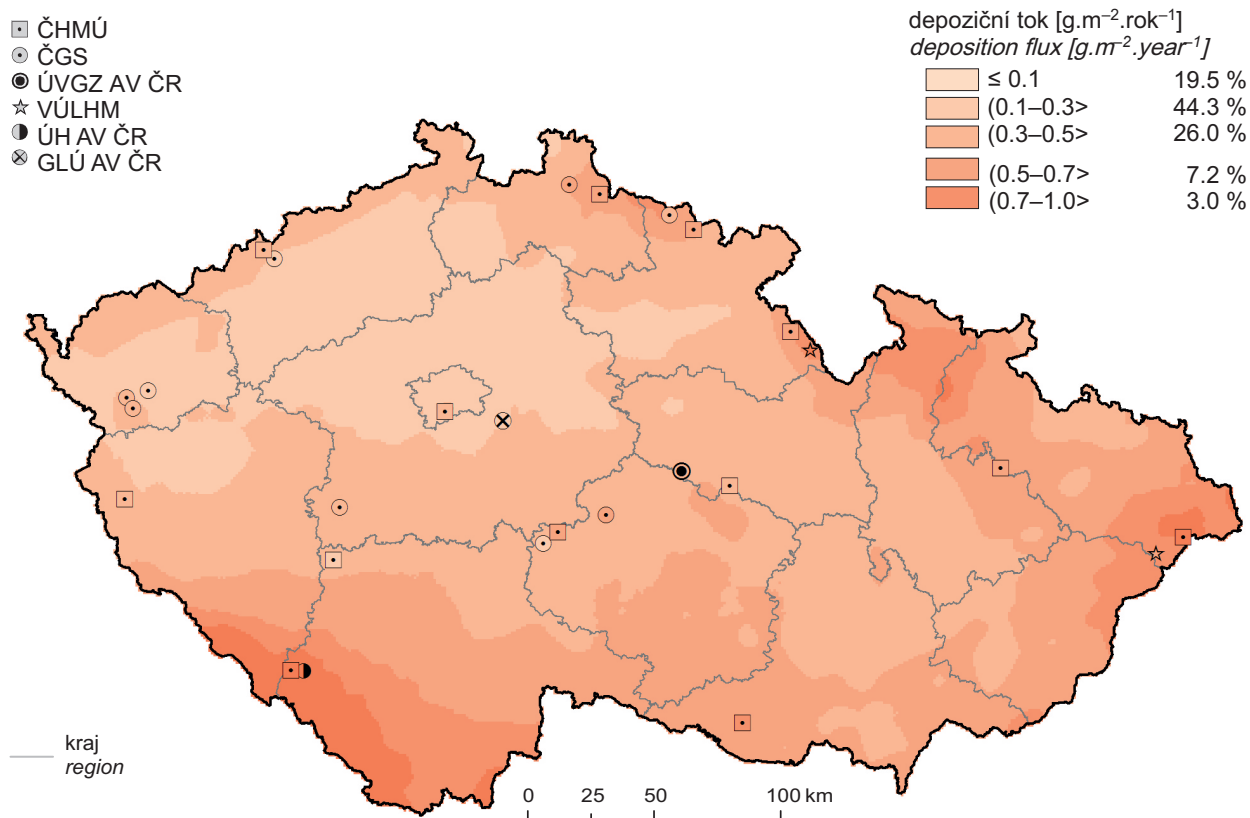


Obr. IX.13 Pole celkové roční depozice vodíkových iontů, 2018
Fig. IX.13 Field of annual total deposition of hydrogen ions, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

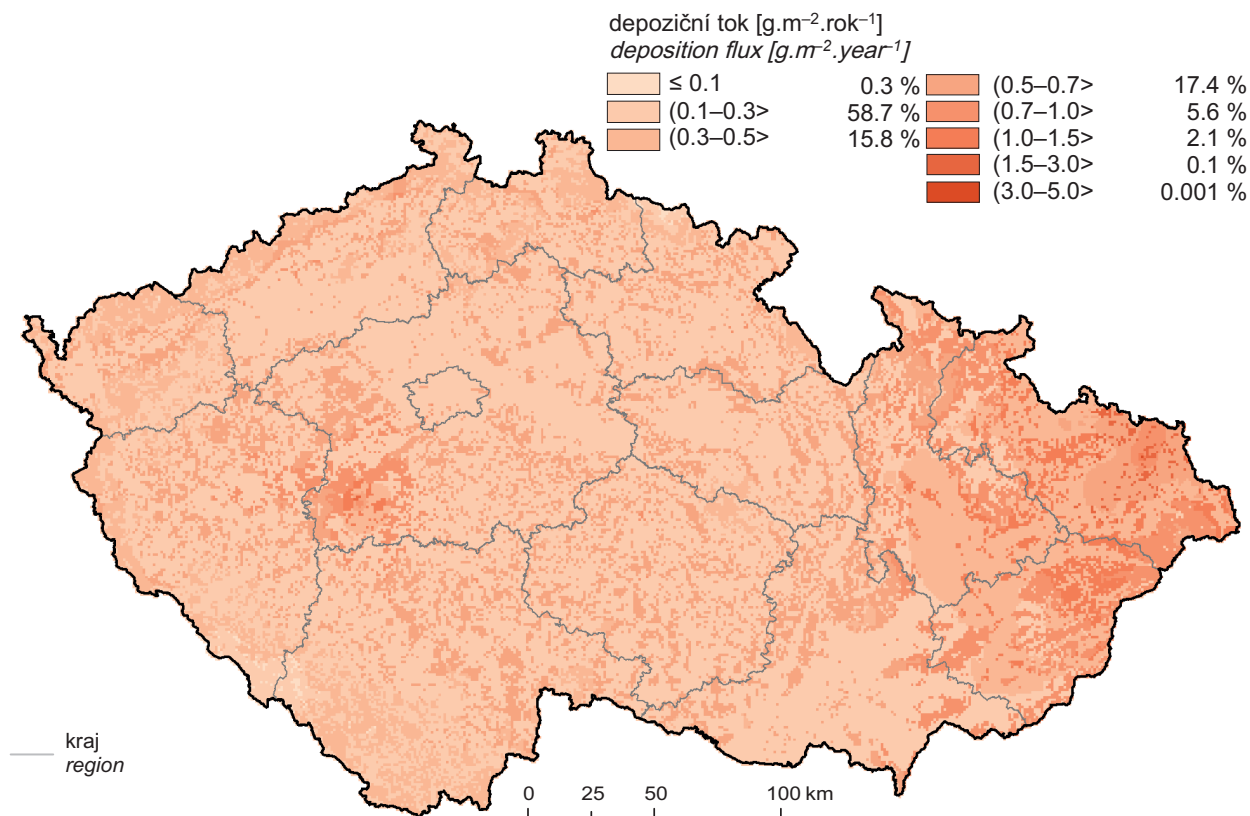


Obr. IX.14 Pole mokré roční deponice chloridových iontů, 2018
Fig. IX.14 Field of annual wet deposition of chloride ions, 2018

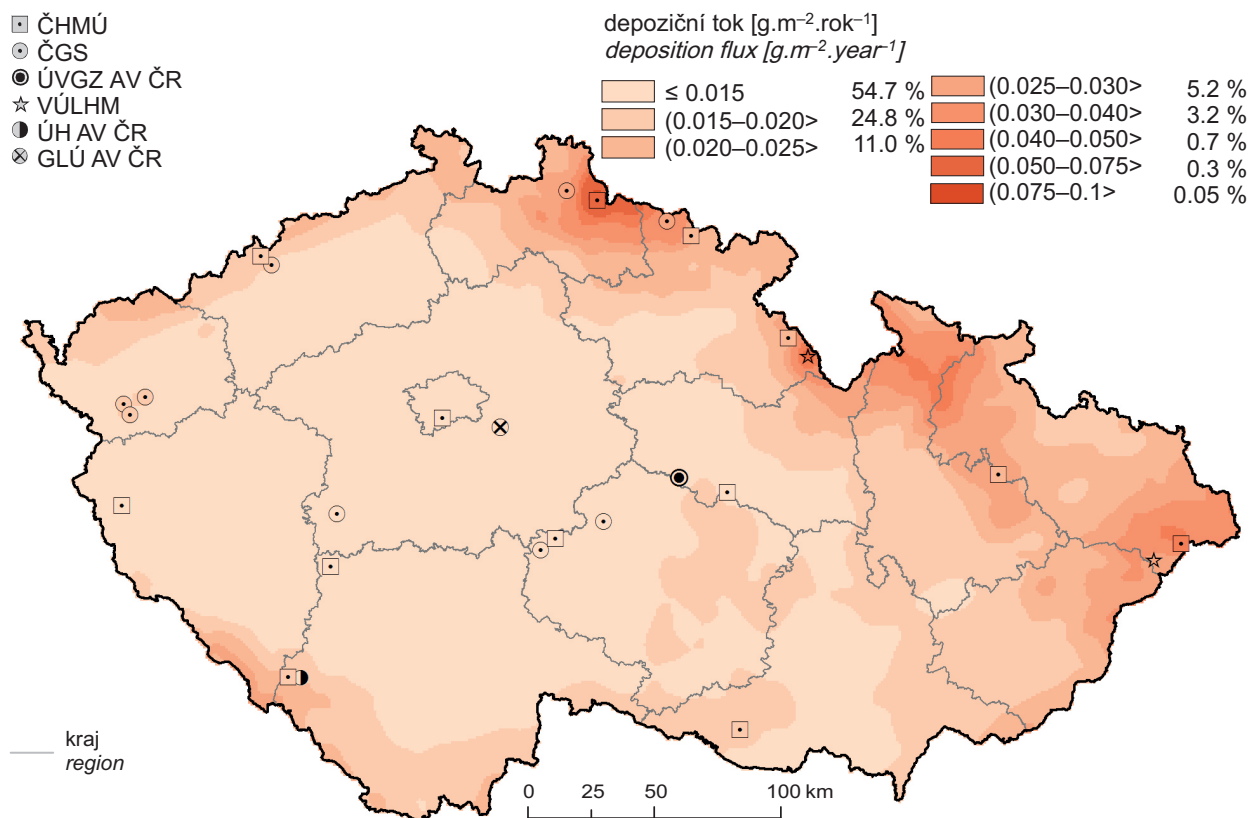


Obr. IX.15 Pole mokré roční deponice olovnatých iontů, 2018
Fig. IX.15 Field of annual wet deposition of lead ions, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

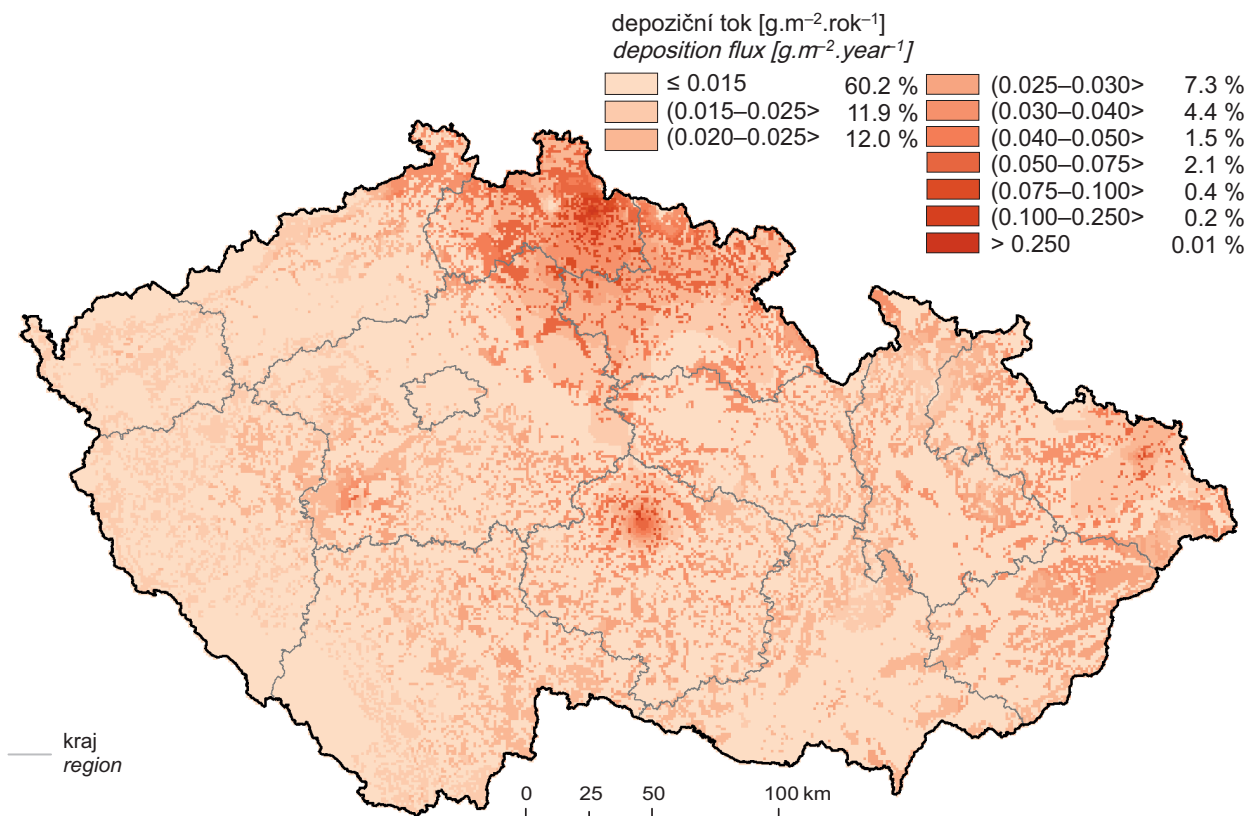


Obr. IX.16 Pole suché roční depozice olova, 2018
Fig. IX.16 Field of annual dry deposition of lead, 2018

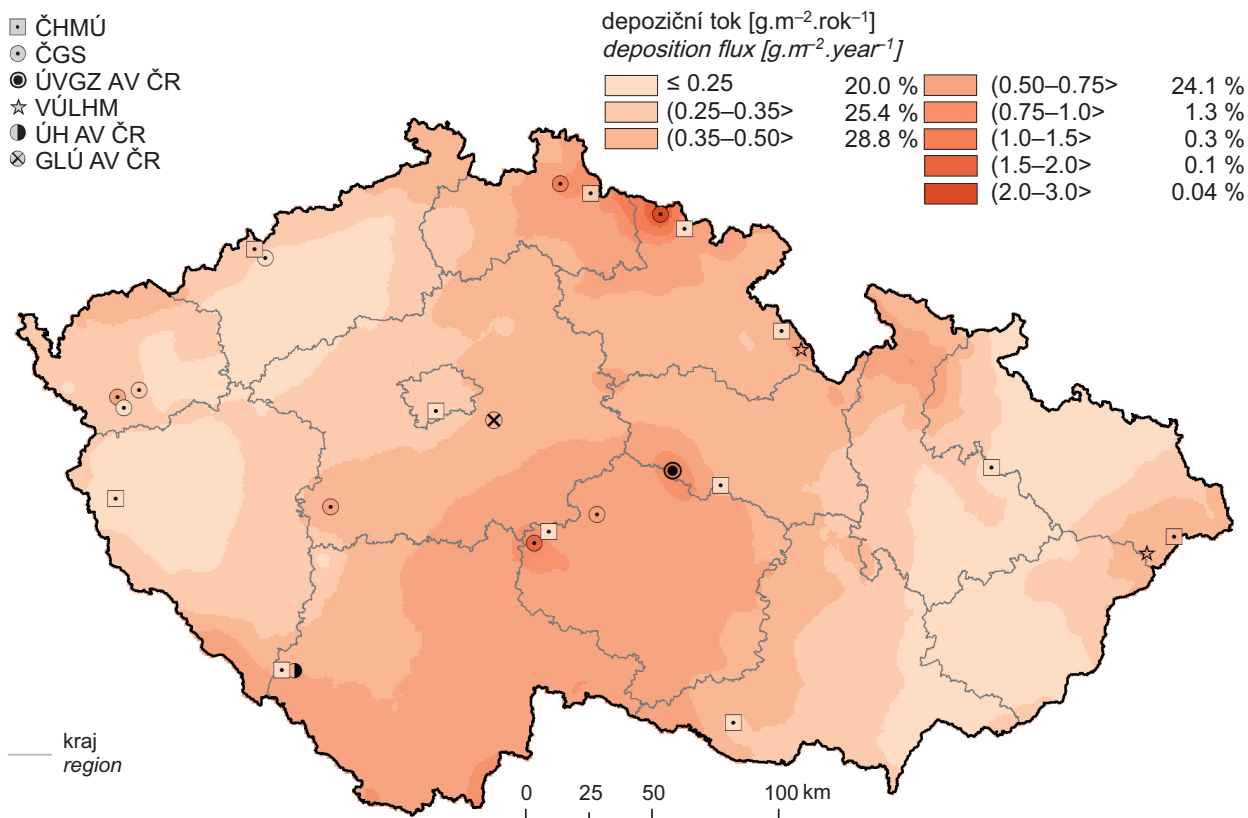


Obr. IX.17 Pole mokré roční depozice kademnatých iontů, 2018
Fig. IX.17 Field of annual wet deposition of cadmium ions, 2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC

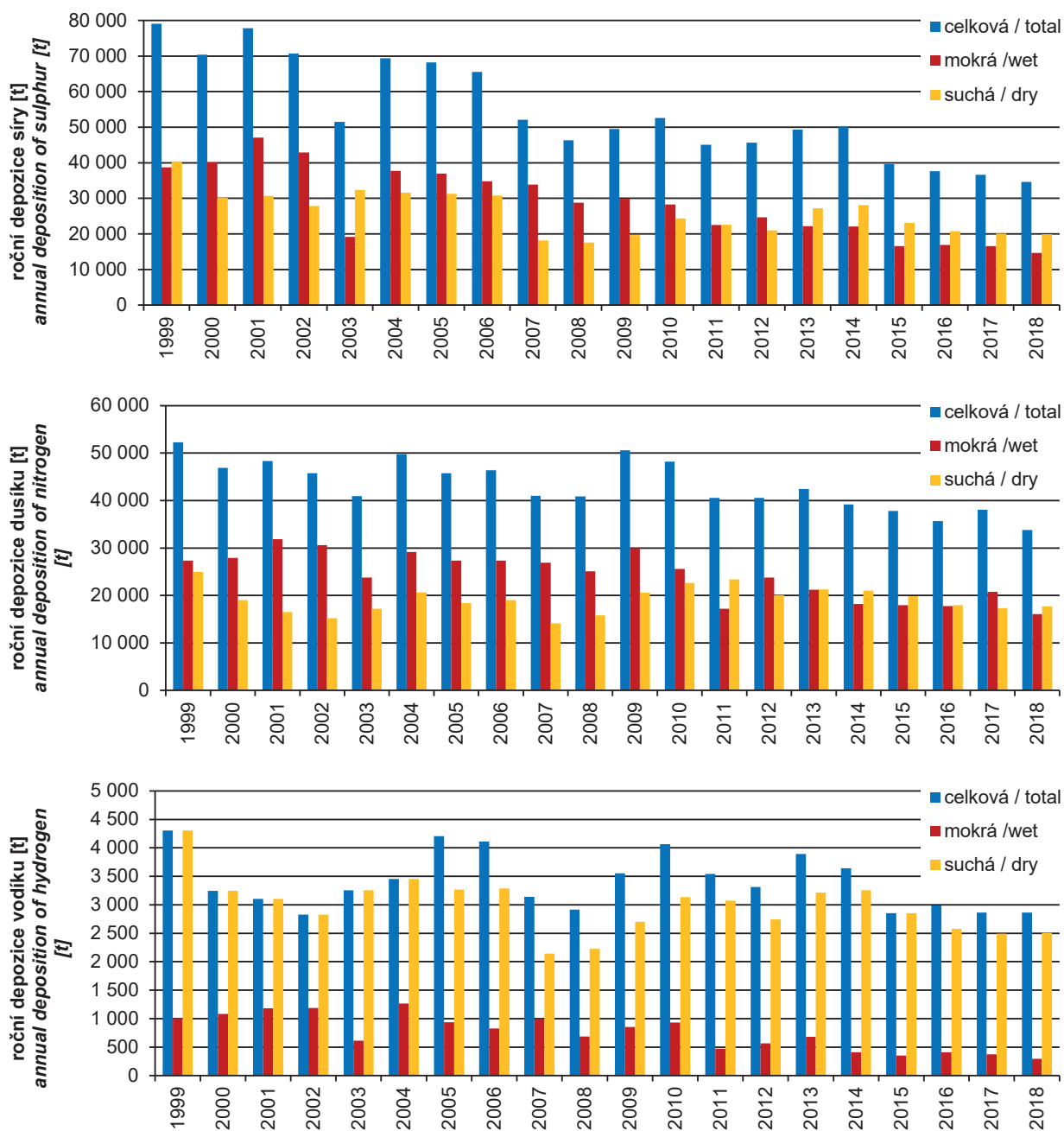


Obr. IX.18 Pole suché roční depozice kadmia, 2018
Fig. IX.18 Field of annual dry deposition of cadmium, 2018



Obr. IX.19 Pole mokré roční depozice nikelnatých iontů, 2018
Fig. IX.19 Field of annual wet deposition of nickel ions, 2018

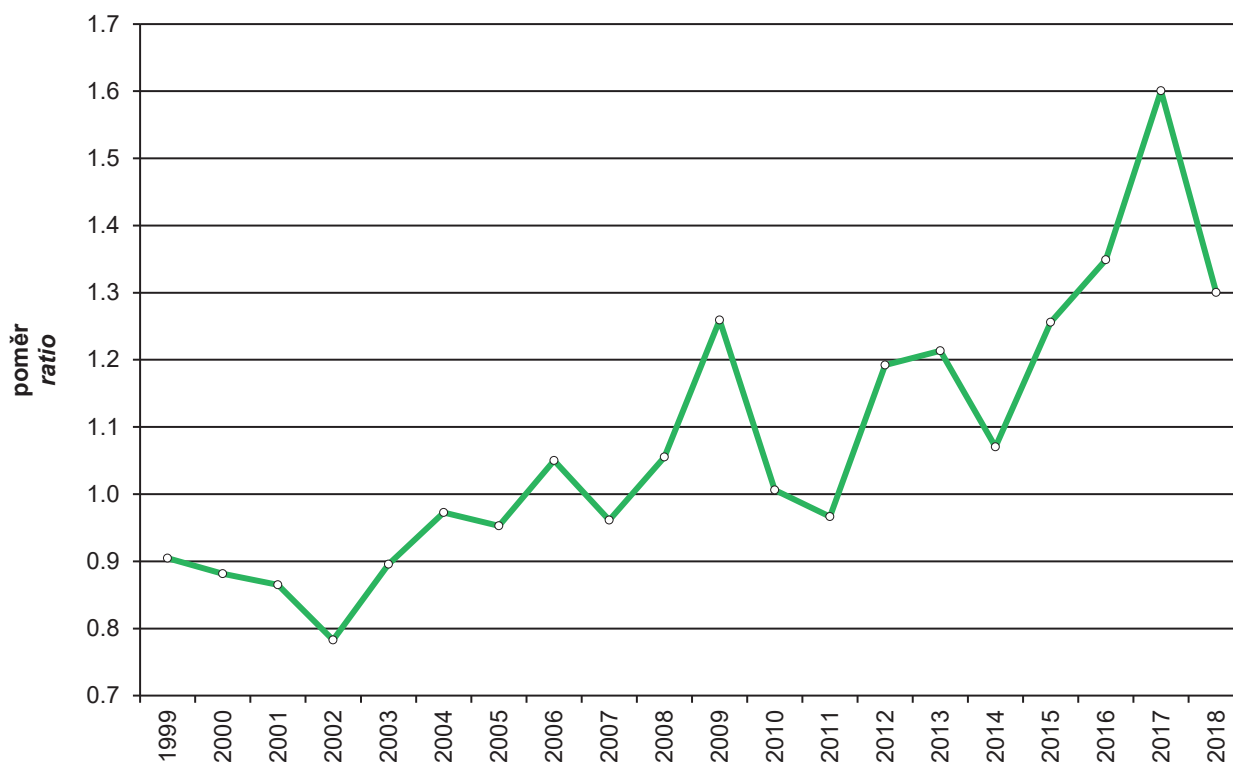
IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC



Obr. IX.20 Vývoj roční depozice síry ($SO_4^{2-}-S$, SO_2-S), oxidovaných forem dusíku ($NO_3^- -N$, NO_x-N) a vodíku na plochu České republiky, 1999–2018

Fig. IX.20 Annual deposition of sulphur ($SO_4^{2-}-S$, SO_2-S), oxidated forms of nitrogen $NO_3^- -N$, NO_x-N) and hydrogen in the Czech Republic, 1999–2018

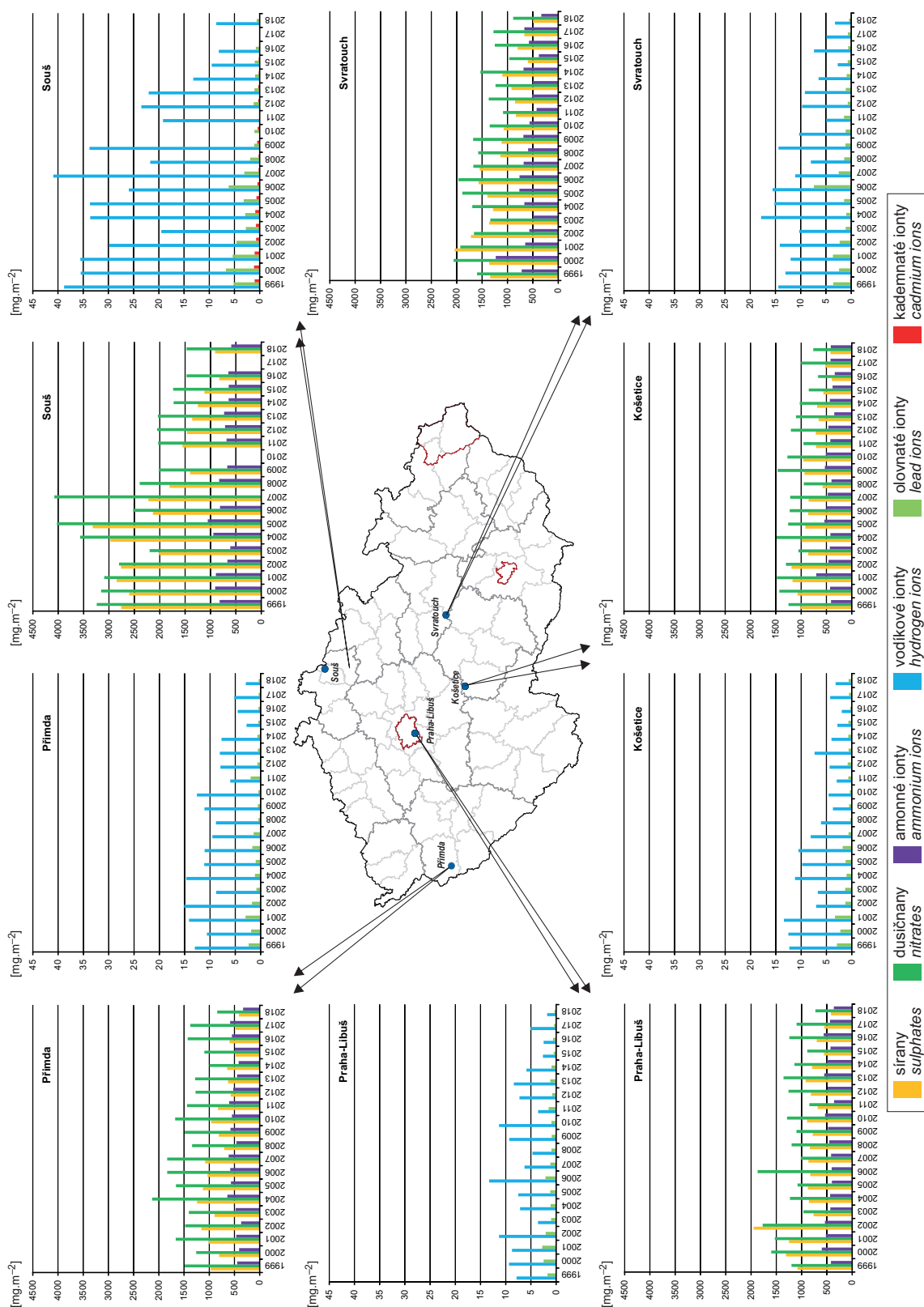
IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY
IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC



Obr. IX.21 Vývoj poměru koncentrací dusičnanů a síranů v atmosférických srážkách (vyjádřených jako $\mu\text{eq.l}^{-1}$) na lokalitách ČHMÚ, 1999–2018

Fig. IX.21 The development of the ration of nitrate/sulphate concentrations in atmospheric deposition (expressed as $\mu\text{eq.l}^{-1}$) at the CHMI localities, 1999–2018

IX. ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY IX. ATMOSPHERIC DEPOSITION IN THE TERRITORY OF THE CZECH REPUBLIC



Obr. IX.22 Vývoj roční mokré depozice na vybraných lokalitách, 1999–2018
Fig. IX.22 The development of annual wet deposition at selected localities, 1999–2018

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

Klimatický systém Země je ovlivňován celou řadou lidských aktivit, přičemž převažující úloha ve změně klimatu se přičítá antropogenním emisím skleníkových plynů, které způsobují zesílení tzv. skleníkového efektu. Mezi nejzávažnější dopady postupující klimatické změny patří rostoucí četnost extrémních klimatických jevů (povodně, sucha, vichřice), zvyšování hladiny oceánů, klesající dostupnost pitné vody, desertifikace, redukce biodiverzity atd. I v podmínkách ČR jsou projevy postupující klimatické změny patrné, a to především zvýšenou četností povodní či teplotních extrémů.

V roce 1992 na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Riu de Janeiro (Brazílie) byla vypracována Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (dále jako Úmluva), která vstoupila v platnost roku 1994. Základním cílem Úmluvy bylo vytvořit předpoklady pro včasnou stabilizaci globálních koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na takové úrovni, která by zabránila nebezpečné interferenci antropogenních vlivů s klimatickým systémem. Členské státy Úmluvy se každoročně scházejí na konferencích smluvních stran a kontroloují dosavadní postup, případně schvalují strategie k dosažení stanovených cílů.

Již v roce 1995 bylo ale zřejmé, že ne zcela konkrétně definované závazky v Úmluvě nebudou mít dostatečný globální efekt. Proto byla zahájena jednání pro posílení společné odpovědi na klimatickou změnu a po dvou letech byl přijat Kjótský protokol (KP) jako dodatek k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu, a to na Třetí konferenci smluvních stran Rámcové úmluvy v Kjótu (Japonsko) v roce 1997. I Kjótský protokol zavedl vlastní systém konferencí pro kontrolu jeho závazků, ale jelikož jsou členské státy zároveň i členy Úmluvy, probíhají konference smluvních stran Úmluvy i KP zpravidla současně.

KP rozvinutým státům uložil, aby v průběhu prvního kontrolního období (2008–2012) snížily jednotlivě nebo společně emise skleníkových plynů v celkovém objemu nejméně o 5,2 % v porovnání se stavem v roce 1990. Redukce se týkaly emisí a propadů oxidu uhličitého (CO_2), metanu (CH_4), oxidu dusného (N_2O), částečně (HFC) a zcela fluorovaných uhlovodíků (PFC) a fluoridu sírového (SF_6), vyjádřených ve formě agregovaných emisí CO_2 . V případě ČR se jednalo o závazek snížit celkové emise skleníkových plynů o 8 % vůči referenčnímu roku 1990 (pro HFC, PFC a SF_6 je jako referenční stanoven rok 1995).

X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS

The climate system of the Earth is affected by a range of human activities, while the predominant role in climate change is attributed to anthropogenic emissions of greenhouse gases which exacerbate the “greenhouse” effect. The most serious consequences of progressing climate change include an increasing frequency of extreme climatic events (floods, droughts, wind storms), rising sea levels, decreasing availability of drinking water, desertification, reduction of biodiversity, etc. Even under the conditions in the Czech Republic, advancing climate change is apparent, particularly through the increased frequency of floods or extremes of temperatures.

At the UN Conference on the Environment and Development in Rio de Janeiro (Brazil) in 1992, the UN Framework Convention on Climate Change (hereinafter the “Convention”) was formulated, which entered into force in 1994. The basic objective of the Convention was to create preconditions for timely stabilisation of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous interference of anthropogenic effects with the climate system. The parties to the Convention meet each year at a Conference of Parties to review progress to date and, as appropriate, approve strategies to achieve the set objectives.

However, in 1995 it was already obvious that the poorly defined commitments of the Convention would have insufficient global effect. Consequently, negotiations were commenced to strengthen the joint response to climate change and, two years later, in 1997, the Kyoto Protocol (KP) was adopted as an amendment to the UN Convention on Climate Change at the Third Conference of Parties to the Framework Convention in Kyoto (Japan). The Kyoto Protocol also introduced its own system of conferences to review implementation of its commitments; however, because the member states are also Parties to the Convention, the Conferences of Parties to the Convention and to KP take place simultaneously.

The Kyoto Protocol required that developed countries would reduce greenhouse gas emissions individually or jointly during the first review period (2008–2012) by an overall volume of at least 5.2% compared to conditions in 1990. This reduction was related to emissions of carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O), partly fluorinated hydrofluorocarbons (HFC) and completely

V prosinci 2012 byl na 18. konferenci smluvních stran (COP-18) v Doha (Katar) schválen dodatek, kterým bylo potvrzeno pokračování Kjótského protokolu a jeho druhé kontrolní období, které bylo stanoveno na osm let (2013–2020). V rámci druhého kontrolního období se část zemí zavázala přijmout nové redukční závazky, které by měly přispět ke snížení emisí skleníkových plynů o nejméně 18 % pod úroveň roku 1990. Pro ČR byl stanoven závazek snížení emisí o 20 %, EU bude svůj závazek vůči Úmluvě či KP plnit v rámci společenství.

V rámci 21. konference smluvních stran v roce 2015 v Paříži byla přijata Pařížská dohoda. Upravuje základní zásady opatření na ochranu klimatu, které by měly být uplatňovány po roce 2020, kdy se předpokládá její vstup v platnost.

EU se v současné době zabývá jak otázkou snižování emisí, tak možnostmi adaptace na změnu klimatu. EU (jejích tehdy 28 členských států) se zavázala snížit do roku 2020 emise skleníkových plynů o 20 % v porovnání s rokem 1990, a dokonce nabídla zvýšit svůj závazek až na 30 %, pokud by i ostatní velké světové ekonomiky přijaly přísnější závazek. Snížení o 20 % však odpovídá cíli formulovanému v příslušných předpisech EU přijatých v rámci tzv. klimaticko-energetického balíčku z roku 2009. Klimaticko-energetický balíček mimo jiné obsahuje směrnici novelizující a rozšiřující Evropský systém emisního obchodování (EU ETS). V květnu 2013 byl přijat text nového nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 525/2013 o mechanismu monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů a podávání dalších informací na úrovni členských států EU.

Jedním ze základních požadavků Úmluvy, KP i případných dalších dodatků je včasné, přesné, transparentní, konzistentní a mezinárodně porovnatelné systematické sledování emisí skleníkových plynů. Zodpovědnost za správné fungování národního inventarizačního systému (NIS) nese v ČR MŽP, které pověřilo ČHMÚ jako organizaci zajišťující koordinaci přípravy inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů, které jsou uveřejňovány na portálu Úmluvy (<https://unfccc.int>) stejně jako výstupy všech ostatních členských států.

Výsledky národní inventarizace skleníkových plynů

V inventarizaci, která byla odeslána v roce 2019, byla jako každý rok provedena řada rekalkulací, které napomáhají zpřesnění výpočtů emisí a pro-

fluorinated perfluorocarbons (PFC) and sulphur hexafluoride (SF₆), expressed in the form of aggregate CO₂ emissions. For the Czech Republic, this corresponded to a commitment to reduce the total greenhouse gas emissions by 8% compared to the reference year of 1990 (1995 was set as the reference year for HFC, PFC and SF₆).

In December 2012, the 18th Conference of the Parties to the Convention (COP-18) in Doha (Qatar) adopted an amendment confirming the continuation of the Kyoto Protocol with a second commitment period of eight years (2013–2020). In the context of the second period, some countries agreed to accept new reduction commitments which should contribute to the reduction of greenhouse gas emissions by at least 18% below the 1990 level. The reduction commitment for the Czech Republic was set at 20%; the European Union would meet its commitment in relation to the KP within the Community.

The Paris Agreement was adopted in 2015 at the 21st Conference of the Parties to the Convention. This agreement outlines the basic principles of measures to protect the climate that should be implemented after 2020, when it is expected to enter into force.

The European Union is currently engaged in both reducing emissions and finding ways to adapt to climate change. The EU (its then 28 Member States) pledged to reduce greenhouse gas emissions by 20% by 2020 compared with 1990 and even offered to increase its commitment to 30% if the other major global economies also adopt stricter commitments. However, reduction by 20% corresponds to the target formulated in the relevant EU regulations adopted in the framework of the climate and energy package of 2009. Amongst other things, the climate and energy package entails a Directive amending and extending the European Emission Trading Scheme (EU ETS). In May 2013, the text of new Regulation of the European Parliament and Council No. 525/2013, on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at the national and Union level relevant to climate change, was adopted.

One of the basic requirements of the Convention, KP and other possible amendments consists of timely, transparent, consistent, and systematic internationally comparable monitoring of greenhouse gas emissions. In the Czech Republic, the Ministry of the Environment is responsible for proper functioning of the national inventory system (NIS). The Ministry has authorised CHMI to coordinate pre-

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Tab. X.1 Celkové emise skleníkových plynů v letech 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 a 2017 [Mt CO₂ ekv.]
Tab. X.1 Total emissions of greenhouse gases, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2017 [Mt CO₂ eq.]

Skleníkový plyn / Greenhouse gas	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
CO ₂ emise bez CO ₂ z LULUCF ¹⁾ <i>emissions without net CO₂ from LULUCF¹⁾</i>	164.2	131.6	127.1	125.7	117.5	104.8	105.6
CO ₂ emise včetně CO ₂ z LULUCF <i>emissions with net CO₂ from LULUCF</i>	158.9	124.5	119.1	118.5	111.8	99.6	103.4
CH ₄	23.5	18.2	15.4	14.7	14.5	14.0	13.5
N ₂ O	9.7	6.9	6.4	6.0	5.3	5.7	5.8
F-plyny / F-gases	0.1	0.1	0.6	1.2	2.5	3.4	3.7
Celkem s LULUCF a nepřímými emisemi Total including LULUCF and indirect emissions	194.0	151.1	142.6	141.5	135.2	123.5	127.2
Mezinárodní letecká doprava International aviation	0.5	0.6	0.6	1.0	1.0	0.9	1.1

¹⁾ LULUCF – Využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví / LULUCF – Land use, land use change and forestry

Pozn.: Pro výpočet agregovaných emisí (CO₂) ekv. byly použity hodnoty radiačního potenciálu jednotlivých skleníkových plynů podle platné metodiky (např. pro CO₂ = 1, CH₄ = 25, N₂O = 298). Inventarizace zahrnuje rovněž propady emisí v důsledku využívání krajiny, změn ve využití krajiny a lesnictví. Emise z mezinárodní letecké dopravy se vykazují zvlášť.

Note: The global warming potential values for individual greenhouse gases according to the valid methodology were used to calculate the aggregate emissions (CO₂) eq. (e.g. CO₂ = 1, CH₄ = 25, N₂O = 298). The inventory also includes emission removals as a consequence of land use, land use changes and forestry. Emissions from international air transport are reported separately.

padů skleníkových plynů. V řadě případů se jednalo o naplnění požadavků inspekce orgánů Úmluvy, která proběhla v září roku 2017, a navazující zlepšení přesnosti odhadů emisí. Inspekce v roce 2017 proběhla přímo „ve státě“, inspekční tým byl sestaven ze zkušených inspektorů UNFCCC. Nebyly nalezeny žádné zásadní problémy, které by bylo třeba okamžitě řešit. Vylepšení v rámci rekalkulací v inventarizaci odeslané v roce 2019 se tedy týkají spíše upřesnění metodických postupů, na kterých tým inventarizace soustavně pracuje v průběhu let.

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 (CO₂ ekv.), poklesly v ČR z hodnoty 194 mil. tun v roce 1990 na 127 mil. tun v roce 2017 (tab. X.1). Samotné emise (bez LULUCF) poklesly z hodnoty 199,2 mil. tun na 129,4 mil. tun, vůči referenčnímu roku 1990 došlo k poklesu o 35 %. ČR tedy splnila závazek daný KP do roku 2012 snížit emise o 8 % vůči referenčnímu roku a již nyní plní i závazek EU na 20 % snížení k roku 2020 vůči referenčnímu roku 1990. Podíl jednotlivých sektorů na celkových emisích v CO₂ ekv. je patrný z tab. X.2.

V inventuře jsou též zahrnuty emise HFC, PFC a SF₆ (látek obsahujících fluor, tzv. F-plyny), kte-

paration of the inventory and of the required data and text outputs being published on the Convention website (<https://unfccc.int>) together with the outputs from all other Member States.

Results of the National Greenhouse Gas Inventory

In the inventory that was submitted in 2019 as every year, a range of recalculations was performed to assist in refining the calculations of greenhouse gas emissions and sinks. In a number of cases, these included fulfilment of the requirements requested by the Convention authorities during an inspection which took place in September 2017, as well as subsequent improvements of precision of emissions estimates. The inspection in 2017 took place right “in country” and the inspection team was composed of experienced inspectors of the UNFCCC. There were no major problems identified requiring immediate actions. Improvements within the recalculation of the inventory submitted in 2019 therefore concern rather amelioration of the methodology being continuously developed by the inventory team over the years.

Total greenhouse gas emissions, including sinks, from the Land Use, Land-Use Change and Forestry sector (LULUCF), expressed in equivalents of carbon dioxide (CO₂ equiv.), decreased in the Czech Republic from 194 Mt in 1990 to 127 Mt

Tab. X.2 Emise skleníkových plynů v letech 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 a 2017 [Mt CO₂ ekv.]
Tab. X.2 Emissions of greenhouse gases 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2017 [Mt CO₂ eq.]

Sektor / Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
Energetika / Energy	161.3	129.4	122.2	120.6	112.5	98.8	98.9
– z toho spalování ve stacionárních zdrojích – of which combustion in stationary sources	138.0	109.6	102.7	96.6	89.5	76.5	76.2
– z toho spalování v mobilních zdrojích – of which combustion in mobile sources	11.5	10.5	12.3	17.6	17.1	17.9	19.1
– z toho fugitivní emise – of which fugitive emissions	11.9	9.3	7.1	6.4	5.8	4.4	3.6
Průmyslové procesy a použití produktů Industrial processes and product use	17.1	14.2	14.9	14.8	15.0	15.4	15.7
Zemědělství / Agriculture	15.8	9.6	8.4	7.8	7.4	8.1	8.4
LULUCF ¹⁾	-5.2	-7.0	-7.9	-7.0	-5.5	-5.1	-2.1
Odpady / Waste	3.1	3.5	3.9	4.3	4.9	5.5	5.6
Celkem s LULUCF bez nepřímých emisí Total including LULUCF and excluding indirect emissions	192.2	149.7	141.4	140.5	134.2	122.7	126.5
Celkem bez LULUCF a nepřímých emisí Total excluding LULUCF and indirect emissions	197.4	156.7	149.3	147.5	139.7	127.8	128.7

¹⁾ LULUCF – Využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví / LULUCF – Land use, land use change and forestry

Pozn.: Pro výpočet agregovaných emisí (CO₂) ekv. byly použity hodnoty radiačního potenciálu jednotlivých skleníkových plynů podle platné metodiky (např. pro CO₂ = 1, CH₄ = 25, N₂O = 298). Inventarizace zahrnuje rovněž propady emisí v důsledku využívání krajiny, změn ve využití krajiny a lesnictví. Emise z mezinárodní letecké dopravy se vykazují zvlášť.

Note: The global warming potential values for individual greenhouse gases according to the valid methodology were used to calculate the aggregate emissions (CO₂) eq. (e.g. CO₂ = 1, CH₄ = 25, N₂O = 298). The inventory also includes emission removals as a consequence of land use, land use changes and forestry. Emissions from international air transport are reported separately.

ré rovněž spadají pod KP. Jejich současný podíl na celkových emisích skleníkových plynů v roce 2017 činil 2,9 %. Podíl emisí CO₂ na celkových emisích skleníkových plynů (bez LULUCF) byl v roce 2017 82,1 %, podíl emisí CH₄ 10,5 % a podíl emisí N₂O 4,5 %.

Podrobnější údaje o emisích a propadech skleníkových plynů v ČR jsou uvedeny na webových stránkách ČHMÚ nebo v národní inventarizační zprávě ČR (National Inventory Report of the Czech Republic, ČHMÚ 2019). Analogické informace ze všech států EU jsou pravidelně shromažďovány a publikovány EEA formou zpráv (EEA 2019) a také jako interaktivní internetové databáze (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/>).

Oxid uhličitý

Oxid uhličitý (CO₂) je nejvýznamnějším antropogenním skleníkovým plynem. Ve většině vyspělých zemí má v národních emisích největší podíl na celkových agregovaných emisích. V ČR byl v roce 2017 tento podíl 81,7 % (včetně LULUCF). Emise CO₂ pocházejí zejména ze spalování fosilních paliv. Z ostatních procesů přispívají zejména odsiřování, rozklad uhličitánů při výrobě

in 2017 (Tab. X.1). Emissions (without LULUCF) decreased from 199.2 Mt to 129.4 Mt corresponding to a drop by 35% compared to the reference year 1990. Thus, the Czech Republic fulfilled its commitment following from KP to reduce emissions by 2012 by 8% compared to the reference year and it already now fulfils also the EU commitment of 20% decrease by 2020 in comparison to the reference year of 1990. The share by particular sectors of the total CO₂ equiv. emissions is given in Tab. X.2.

The inventory also includes HFC, PFC and SF₆ emissions (i.e. substances containing fluorine, termed F-gases), which are also covered by KP. Their recent ratio of the total greenhouse gases emissions in CR was 2.9% in 2017. The fraction of CO₂ emissions in total greenhouse gas emissions (without LULUCF) in 2017 equalled 82.1%, the fraction of CH₄ emissions equalled 10.5% and that of N₂O emissions equalled 4.5%.

More detailed information on greenhouse gas emissions or sinks in the Czech Republic can be found in the CHMI website or in the National Inventory Report of the Czech Republic (CHMI 2019). Corresponding information from all the EU Countries

vápna, cementu a skla, metalurgická a chemická výroba. K emisím a propadům (pohlčení CO₂) dochází v sektoru LULUCF, propady vlivem lesního hospodaření dosud převládají. Pohlčení či zachytávání CO₂ v průmyslových procesech není dosud v ČR registrováno. V ČR k emisím oxidu uhličitého ze spalovacích procesů přispívá nejvíce spalování pevných paliv, v menší míře pak i spalování kapalných a plyných paliv.

Mezi roky 1990 a 2017 došlo k poklesu emisí CO₂ o 35 % (obr. X.1) a podílel se na něm zejména pokles v sektorech Energetiky – ve výrobních podnicích a službách, domácnostech a podobně. Pokles emisí při spalování v závodech na začátku 90. let byl 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 připisat na vrub hospodárnějšímu využití energií (zvyšování energetické účinnosti, zejména zateplování budov, a hospodárnějšímu nakládání s energií). Opačná situace je v sektoru Dopravy, kde je od roku 1990 patrný více než dvojnásobný nárůst, což je dáno obecně rozvojem dopravy, zejména pak individuální automobilové dopravy a silniční nákladní dopravy. Pozitivně se na vývoji emisí CO₂ projevil trend klesajícího podílu spalování tuhých paliv a nárůst podílu zemního plynu a od roku 2003 i využívání biomasy. Od roku 2006 však došlo k výraznému růstu cen plynu, což v některých lokalitách vedlo k přechodu na využívání jiných druhů paliv.

Metan

Metan je druhý nejdůležitější skleníkový plyn z pohledu produkce v ČR, jeho podíl na celkových agregovaných emisích skleníkových plynů (při zahrnutí LULUCF) činil v roce 2017 zhruba 11 %. Antropogenní emise metanu (CH₄) v ČR pocházejí zejména z těžby, úpravy a distribuce paliv; tento typ emisí je označován jako fugitivní (emise volně unikající do ovzduší). Dalšími významnými zdroji emisí CH₄ jsou chov zvířat, anaerobní rozklad bioodpadů při jejich ukládání na skládky a čištění odpadních vod. Při chovu zvířat tento plyn vzniká během trávicích pochodů (zejména u skotu) a při rozkladu exkrementů živočišného původu.

V období 1990–2017 došlo ke snížení emisí CH₄ o 42 % (obr. X.2), které bylo způsobeno zejména poklesem těžby uhlí a stavu hospodářských zvířat, v menší míře pak i nižší spotřebou tuhých paliv v domácnostech. Nárůst emisí v sektoru Odpadů je snižován využíváním skládkového plynu či bioplynu k energetickým účelům.

is regularly collected and published by EEA in the form of reports (EEA 2019) and also as an interactive internet database (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/>).

Carbon dioxide

Carbon dioxide (CO₂) is the most important anthropogenic greenhouse gas. In a majority of developed countries it makes the greatest contribution to aggregate national emissions. In 2017, this fraction equalled 81.7% in the Czech Republic (including LULUCF). CO₂ emissions originate mainly from combustion of fossil fuels. Other important contributing processes include desulphurisation, decomposition of carbonates in production of lime, cement and glass, and metallurgical and chemical production. Emissions and sinks (CO₂ absorption) take place in the LULUCF sector and sinks due to forest management still predominate. Carbon capture and storage in industrial processes is not currently performed in the Czech Republic. Combustion of solid fuels and, to a lesser extent, also combustion of liquid and gaseous fuels make the largest contribution to carbon dioxide emissions from combustion processes in the Czech Republic.

CO₂ emissions decreased by 35% between 1990 and 2017 (Fig. X.1), with the major contribution particularly from a decrease in the Energy sector – factories, services, households, etc. The reduction in emissions from combustion in the factories at the beginning of the 1990s was caused by the cut-back and restructuring of some branches of industry; savings and the introduction of new technologies caused a reduction in emissions towards the end of this period. The reduction in emissions in services and households can be attributed to more economical energy use (increasing energy efficiency, especially thermal insulation of buildings, and more economical energy use). The Transport sector exhibits the opposite trend; emissions from this sector have increased more than two-fold since 1990 as a consequence of general trends in transport and particularly so in individual car transport and road freight transport. The trend in decreasing the fraction of solid fuels and increasing the fraction of natural gas and, since 2003, the use of biomass have had a favourable impact on CO₂ emissions. However, the price of gas increased substantially after 2006, is leading to transition to the use of other kinds of fuel in some locations.

Methane

Methane is the second most important greenhouse gas in terms of production in the Czech Republic.

Oxid dusný

Podíl emisí N_2O na celkových agregovaných emisích skleníkových plynů v roce 2017 činil zhruba 5 %. Největší množství emisí oxidu dusného (N_2O) pochází ze zemědělských aktivit, zejména z denitrifikace dusíku dodávaného do půdy ve formě umělých hnojiv nebo organického materiálu. Dalším významným zdrojem je výroba kyseliny dusičné a v menší míře i doprava (automobily s katalyzátory).

V období 1990–2017 došlo k poklesu emisí N_2O o 39 % (obr. X.3), a to zejména v důsledku snížení používání umělých hnojiv v zemědělství, poklesem stavu hospodářských zvířat a v poslední době též v důsledku cíleného zavádění technologií na odstraňování emisí oxidu dusného při výrobě kyseliny dusičné.

Fluorované plyny

Emise fluorovaných plynů vzrostly od roku 1995 z 115,82 na 3719,22 Gg CO_2 ekv. v roce 2017 (obr. X.4). Tím vzrostl i podíl fluorovaných plynů na celkových agregovaných emisích z průmyslových procesů (z 0,82 % v roce 1995 na 23,76 % v roce 2017). Tyto látky nejsou v ČR vyráběny a veškerá jejich spotřeba je kryta dovozem. Jsou využívány zejména v chladírenské a klimatizační technice (zejména HFCs), v elektrotechnice (zejména SF_6 a nově od roku 2010 i NF_3) 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 automobilů a klimatizačních jednotek). 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 něž jsou k dispozici alternativní technologie, které jsou ekonomicky efektivnější a mají menší nebo žádný dopad na klimatický systém Země. Efekt legislativních opatření se již projevil např. při použití fluorovaných plynů jako meziokenní izolace, nadouvadla nebo jako chladiva do chladírenské techniky určené pro domácnosti, kde se již tyto plyny nepoužívají. Nicméně jejich emi-

Its share of total aggregated greenhouse gas emissions (with LULUCF) was around 11% in 2017. Anthropogenic methane (CH_4) emissions in the Czech Republic are derived mainly from the mining, treatment and distribution of fuels; these types of emissions are classified as fugitive sources (emissions freely escaping into the atmosphere). Animal breeding, anaerobic decomposition of biological waste in landfills and wastewater treatment are further important sources of CH_4 emissions. In the breeding of animals, this gas is generated during digestive processes (especially in cattle) and decomposition of excrements of animal origin.

In the 1990–2017 period, CH_4 emissions were reduced by 42% (Fig. X.2), particularly as a consequence of reduction of coal mining and livestock numbers and, to a lesser degree, by reduced solid fuel consumption in households. The increase in emissions in the Waste sector was reduced by utilisation of landfill gases and biogas for energy production purposes.

Nitrogen monoxide (nitrous oxide)

The contribution of N_2O to total aggregate emissions of greenhouse gases was around 5% in 2017. The greatest amounts of emissions of nitrous oxide (N_2O) originate from agricultural activities, especially denitrification of nitrogen added to the soil in the form of artificial fertilizers or organic material. The production of nitric acid and, to a lesser degree, transport (vehicles with catalytic converters) are also important sources.

There was a reduction in N_2O emissions by 39% in the 1990–2017 period (Fig. X.3), particularly as a consequence of reduced use of artificial fertilizers in agriculture, a reduction in livestock numbers and, recently, also as a result of targeted introduction of technologies to eliminate nitrous oxide emissions in the production of nitric acid.

Fluorinated gases

Emissions of fluorinated gases increased from 115.82 Gg CO_2 equiv. in 1995 to 3719.22 Gg CO_2 equiv. in 2017 (Fig. X.4). Consequently, the contribution of fluorinated gases to the total aggregate emissions from industrial processes also increased (from 0.82% in 1995 to 23.76% in 2017). These substances are not manufactured in the Czech Republic and their total use is covered by imports. They are employed especially in refrigeration technology (esp. HFC's), in electrical engineering (esp. SF_6 and newly since 2010 also NF_3) and in a number of other areas (e.g. in plasma etching, filling of fire extingui-

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS

se jsou stále uvolňovány do atmosféry z důvodu dlouhé životnosti těchto zařízení.

Systém emisního obchodování

Obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů (CO₂) je považováno za ekonomicky efektivní nástroj ke snižování emisí skleníkových plynů. V ČR v současnosti fungují dva navzájem propojené systémy – Evropský systém emisního obchodování a flexibilní mechanismy Kjótského protokolu: Mechanismus čistého rozvoje, Projekty společné realizace a Mezinárodní emisní obchodování. Ukončení platnosti flexibilních mechanismů KP stanovuje nové nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 525/2013.

Experti ČHMÚ se od začátku podíleli na přípravě a implementaci EU ETS v ČR zejména po stránce metodické (monitorování, vykazování a ověřování emisí skleníkových plynů). Interakce národní inventarizace emisí skleníkových plynů a systému EU ETS je oboustranná, národní inventarizace přináší některé podkladové údaje pro výpočet emisí z vybraných procesů

ishers, aerosol propellants, and blowing agents). The emissions are generated mainly by releases from the facilities in which they are used. The increase in these emissions is caused by their use in replacing substances depleting the Earth's ozone layer (CFC, HCFC – mainly as refrigerants), greater use of modern technologies (air conditioning) and the manufacturing focus of the Czech Republic (production of cars and air conditioning units). The rapid increase of F-gases emissions in the context of their high potential of the global warming (GWP, Global Warming Potential) lead globally to the increased attention to monitoring of the level of emissions and consequently to regulation of F-gases use. These regulations deal mainly with applications for which there are available alternative technologies, more effective in terms of economy and having lower or no impact to the Earth climate system. The effect of the legislative measures has already been demonstrated, for example, in the use of fluorinated gases as inter-window insulation, blowing agents, or as refrigerants to refrigeration technologies designed for households, where these gasses are not used any more. Nevertheless, their emissions to the atmos-

Tab. X.3 Ověřené emise CO₂ vykázané v systému ETS, 2010–2017 [Mt CO₂ ekv.]

Tab. X.3 Verified emissions of CO₂ reported in the ETS scheme, 2010–2017 [Mt CO₂ eq.]

Sektor Sector	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	změna change 2017/2016 [%]
Spalovací (energetická) zařízení <i>Combustion installations</i>	62.05	60.63	56.25	54.56	53.24	53.28	53.87	53.61	-0.49
Rafinace minerálních olejů <i>Mineral oil refineries</i>	1.05	0.99	0.95	0.82	0.91	0.93	0.71	1.00	39.40
Výroba surového železa a oceli <i>Pig iron and steel</i>	6.08	5.92	5.86	5.92	5.90	5.70	6.06	5.45	-10.03
Výroba slínku (cementu) a vápna <i>Cement clinker and lime</i>	3.37	3.75	3.42	3.14	3.37	3.49	3.72	3.82	2.68
Výroba skla a skelných vláken <i>Glass including glass fibre</i>	0.66	0.63	0.65	0.63	0.67	0.73	0.73	1.29	77.38
Výroba keramiky <i>Ceramic products by firing</i>	0.43	0.47	0.45	0.43	0.40	0.40	0.40	0.41	1.96
Výroba celulózy, papíru a lepenky <i>Pulp, paper and board</i>	0.65	0.59	0.59	0.50	0.48	0.48	0.46	0.46	-0.35
Celkové emise CO ₂ v EU ETS <i>Total emissions in EU ETS (CZE)</i>	75.58	74.19	69.31	67.71	66.70	66.63	67.52	66.98	-0.81
Celkové emise CO ₂ v ČR (dle NIS) <i>Total emissions by national inventory</i>	118.43	115.95	111.81	107.18	104.82	105.57	107.35	106.32	-0.96
Podíl emisí CO ₂ z EU ETS [%] <i>Share of EU ETS in national Total CO₂</i>	63.82	63.98	61.99	63.17	63.63	63.11	62.90	63.00	0.16

a na druhé straně vybrané údaje získané prostřednictvím EU ETS jsou využívány při národní inventarizaci.

V případě využívání flexibilních mechanismů KP je implementace a provoz Národního inventarizačního systému základní a nevyhnutelnou podmínkou pro možnost využívání Mezinárodního emisního obchodování, pro Projekty společné realizace přináší možnost výrazně nižšího administrativního zatížení, a tím i snížení nákladů na jejich realizaci.

České podniky zapojené do EU ETS v roce 2017 vypustily o 0,8 % méně skleníkových plynů než v roce 2016. Emise v roce 2017 dosáhly 66,9 Mt CO₂, což je hodnota výrazně nižší, než předpokládá Národní alokační plán pro ČR. Výsledky jsou uvedeny v tab. X.3, vývoj emisí CO₂ v rámci obchodování v EU ETS je patrný z obr. X.5.

phere still appear due to long lifetime of the related equipment.

Emission trading system

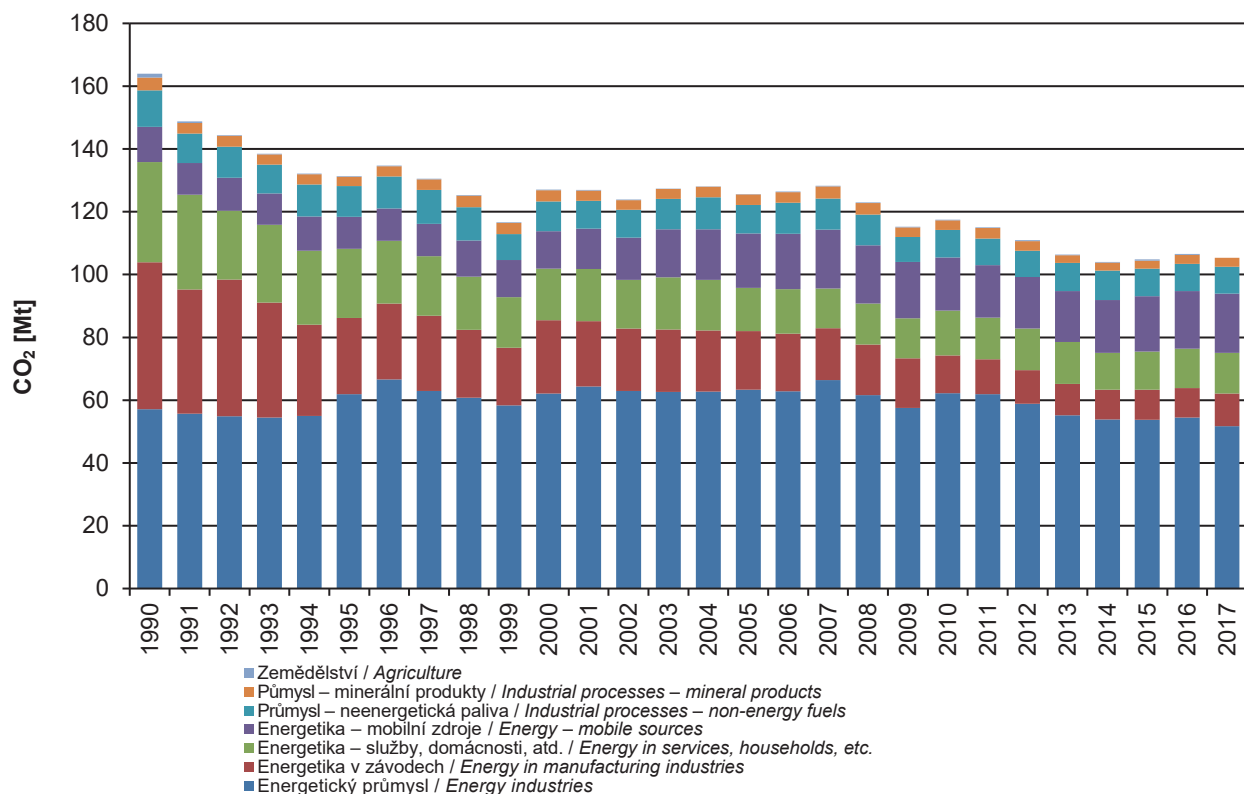
Trading in greenhouse gas (CO₂) emissions permits is considered to be an economically effective instrument for reducing greenhouse gas emissions. Two interconnected systems are currently in effect in the Czech Republic – the European Emission Trading Scheme and the flexible Kyoto Protocol mechanisms: the Clean Development Mechanism, Joint Implementation Projects and International Emission Trading. The flexible mechanisms under the Kyoto Protocol were repealed by the new Regulation of the European Parliament and the Council (EU) No. 525/2013.

From the very beginning, experts from CHMI participated in the preparation and implementation of EU ETS in the Czech Republic, especially in relation to methodology (monitoring, reporting and verifying greenhouse gas emissions). The interaction of the national greenhouse gas emission inventory and the EU ETS system is bilateral; the national inventory provides some basic data for the calculation of emissions from selected processes and, on the other hand, selected data obtained through the EU ETS are used in the national inventory.

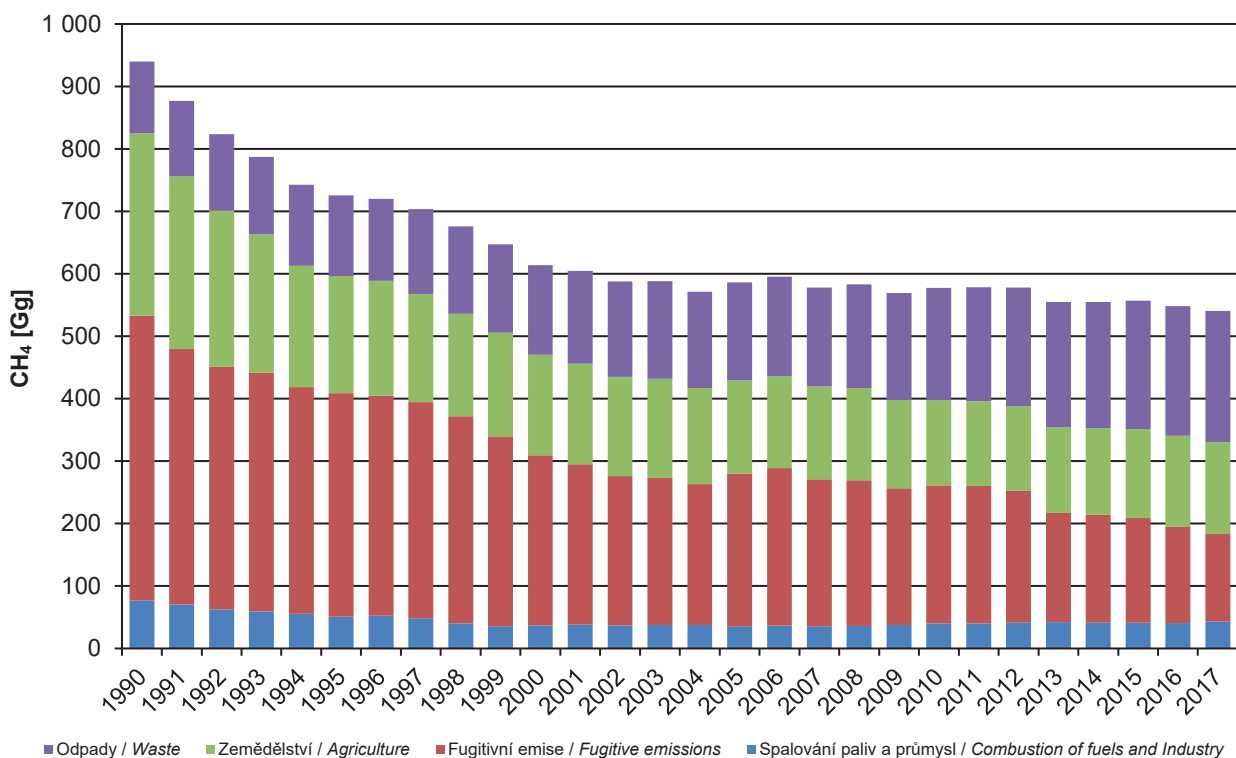
In utilisation of the KP flexible mechanisms, the implementation and operation of the National Inventory System is a fundamental and unavoidable condition for the ability to participate in International Emission Trading; it provides the potential for substantially lower administrative burden and thus a reduction in costs for the Joint Implementation Projects.

Czech enterprises participating in EU ETS in 2017 emitted 0.8% less greenhouse gases compared to 2016. Emissions in 2017 equalled 66.9 Mt CO₂, which is a figure substantially lower than anticipated by the National Allocation Plan for the Czech Republic. The results are presented in Tab. X.3, and the trend in CO₂ emissions within EU ETS is apparent from Fig. X.5.

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS

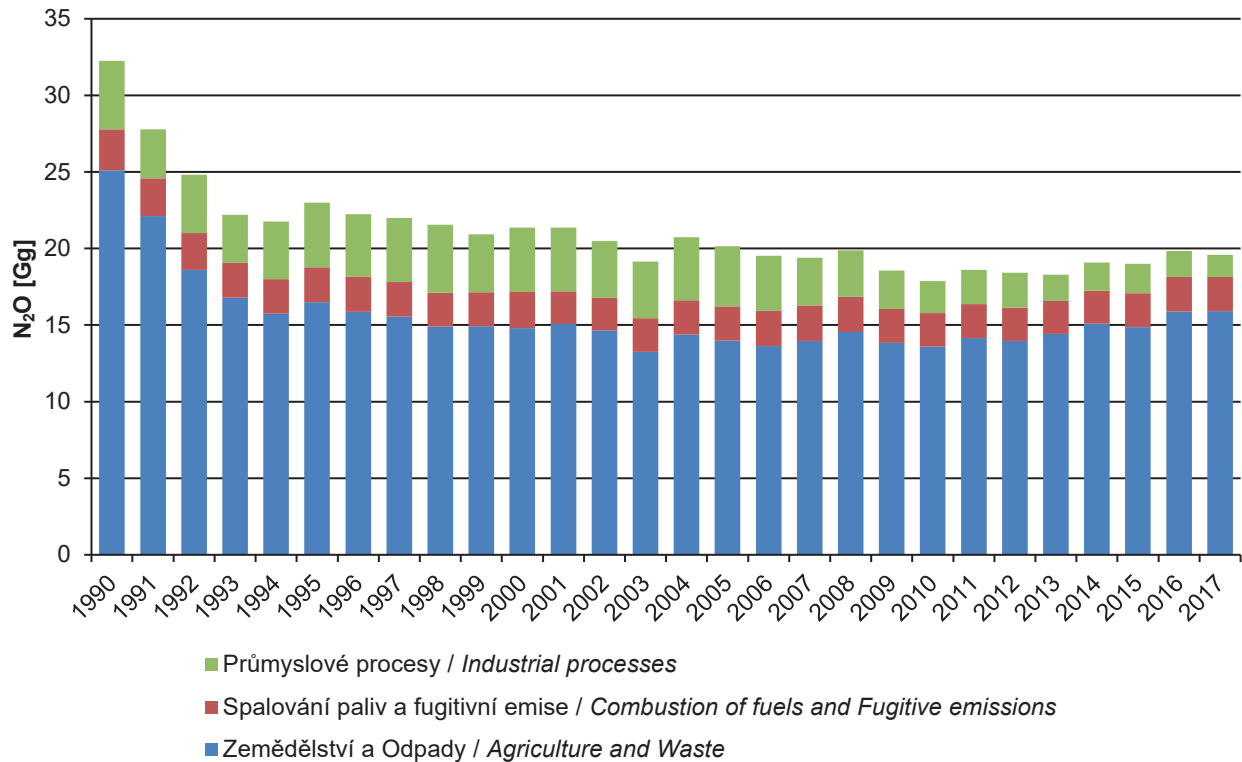


Obr. X.1 Emise oxidu uhličitého v sektorovém členění, 1990–2017
Fig. X.1 Emissions of carbon dioxide structured by sectors, 1990–2017

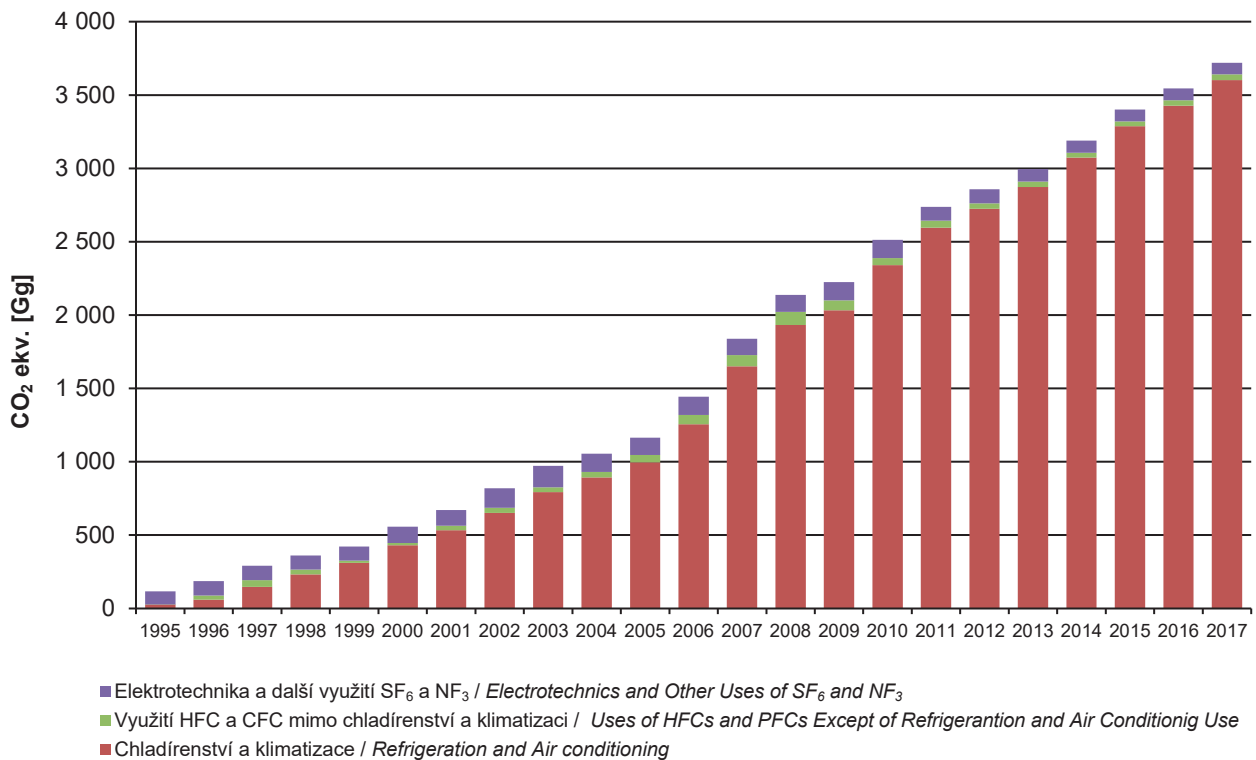


Obr. X.2 Emise metanu v sektorovém členění, 1990–2017
Fig. X.2 Emissions of methane structured by sectors, 1990–2017

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ
X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS

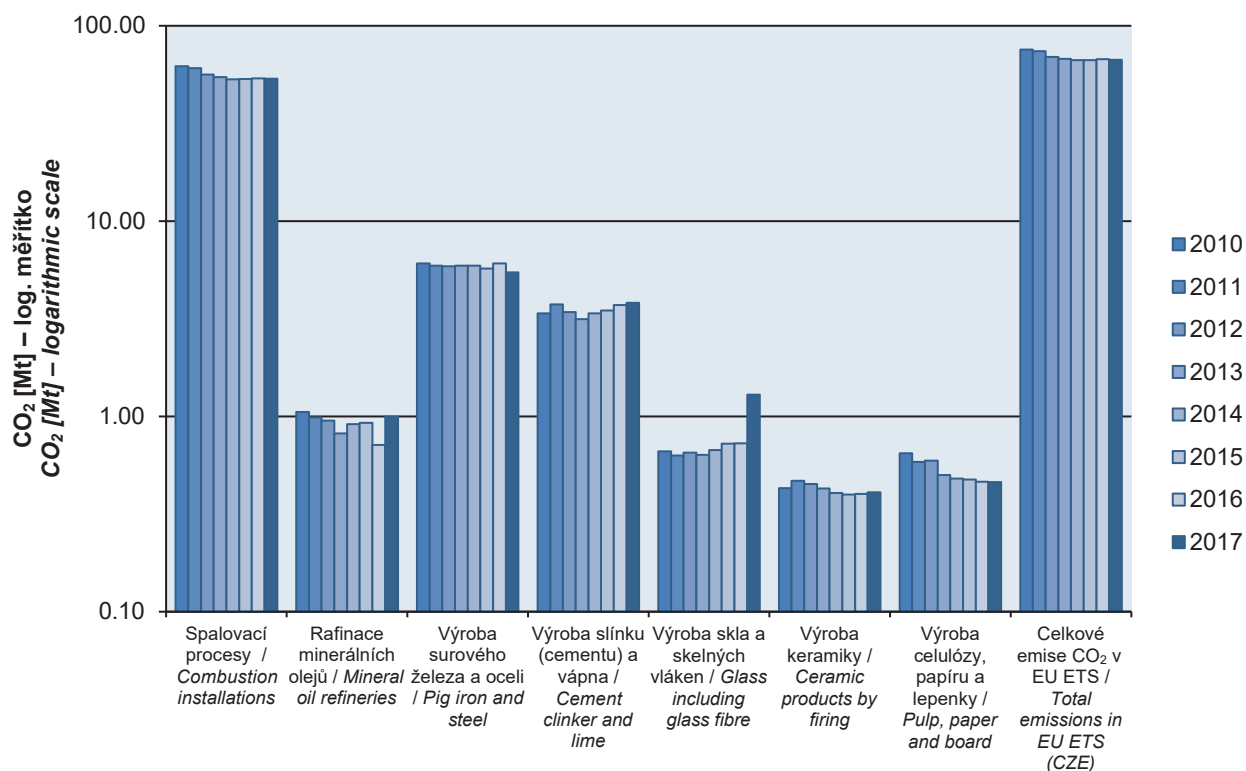


Obr. X.3 Emise oxidu dusného v sektorovém členění, 1990–2017
Fig. X.3 Emissions of nitrous oxide structured by sectors, 1990–2017



Obr. X.4 Emise fluorovaných plynů, 1995–2017
Fig. X.4 Emissions of F-gases, 1995–2017

X. EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ
X. GREENHOUSE GAS EMISSIONS



Obr. X.5 Emise oxidu uhličitého z podniků registrovaných v EU ETS, 2010–2017
Fig. X.5 Carbon dioxide emissions from the plants registered in EU ETS, 2010–2017

XI. HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

XI.1 ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA PŘI HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

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

Úroveň znečištění ovzduší je v ročence dokumentována zejména mapami územního rozložení imisních charakteristik. Měřicí stanice reprezentují v mapách značky různého tvaru podle typu lokality, barvou značky jsou odlišeny úrovně naměřených koncentrací. Červeně je zvýrazněno překročení imisního limitu, dalšími základními hranicemi mezi kategoriemi jsou dolní a horní mez pro posuzování.

Diagramové mapy přehledně znázorňují vývoj imisních charakteristik v letech 2008–2018, přičemž překročení imisního limitu v roce 2018 je zvýrazněno červeným jménem stanice. Grafy trendů imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek v aglomeracích a na celém území ČR od roku 2008 (pokud jsou k dispozici data) ukazují vývoj úrovně znečištění ovzduší. V tabulkách v příloze jsou pro jednotlivé znečišťující látky uvedeny lokality s nejvyššími hodnotami imisních charakteristik v roce 2018. Hodnoty jsou seřazeny sestupně a šedým podkladem je zdůrazněno překročení imisního limitu.

Základem pro hodnocení kvality ovzduší jsou koncentrace naměřené na monitorovacích stanicích. Měřicí síť je nejhustší v oblastech s nejvyššími koncentracemi škodlivin, nicméně pokrývá celou ČR. Páteřní síť monitorovacích stanic je Státní síť imisního monitoringu (SSIM), kterou provozuje ČHMÚ. Její součástí jsou jak automatizované monitorovací stanice (AIM), tak i manuální imisní stanice (MIM), ze kterých jsou odebrané vzorky analyzovány v laboratořích ČHMÚ. V mnoha případech je na jedné lokalitě znečištění ovzduší sledováno současně automatickými i manuálními metodami. Státní síť imisního monitoringu je doplněna monitorovacími stanicemi dalších organizací,

XI. EVALUATION OF AIR QUALITY

XI.1 BASIC SOURCES FOR EVALUATING AIR QUALITY

The evaluation of air quality set forth in this yearbook covers the entire territory of the Czech Republic. Documentation of compliance with legal requirements including areas where none of the pollution limit values are exceeded is one of the fundamental principles of Directive 2008/50/ES. Where the targets for ambient air quality stipulated in this Directive are not met the member states are obliged to take measures towards compliance with the pollution limit values and long-term air pollution targets.

In this yearbook, the level of air pollution is documented mainly by maps of the territorial distribution of air pollution characteristics. The monitoring stations are represented in the maps by differently shaped symbols, where the colours of the symbols are differentiated according to the levels of the measured concentrations. Red symbols indicate substantial exceeding of the pollution limit level; other basic thresholds between categories consist in the lower and upper assessment limits.

The diagram maps clearly depict the trends in pollution level characteristics in 2008–2018 where the name of the station is highlighted in red when the pollution level limit was exceeded in 2018. The graphs of trends in the pollution characteristics of selected pollutants in agglomerations and over the entire territory of the Czech Republic since 2008 (if the data are available) show trends in the air pollution levels. The tables in the Annexes for the particular pollutants list locations with the highest values of the air pollution characteristics in 2018. The values are sorted in descending order and a grey background indicates exceeding of the pollution limit level.

The concentrations measured at the monitoring stations form the basis for evaluation of the air quality. The monitoring network is densest in areas with the highest pollution concentrations but nonetheless covers the entire Czech Republic. The National Air Quality Monitoring Network (NAQMN), operated by CHMI, forms the backbone of monitoring stations. It consists of both automated monitoring stations (AIM) and manual monitoring stations (MIM), from which samples are analysed in the CHMI laboratories. At many locations,

jejichž měření je rovněž využíváno při hodnocení kvality ovzduší (obr. XI.1). V roce 2015 došlo ke komplexní obnově SSIM, modernizována byla měřicí a laboratorní technika, byly vybudovány nové stanice a upraven měřicí program (kap. XI.7).

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

XI.2 KLASIFIKACE STANIC

Důležitým podkladem při tvorbě map imisních charakteristik a při hodnocení kvality ovzduší je klasifikace měřicích stanic pro výměnu informací (EoI). Tato oficiální evropská klasifikace byla aplikována na všechny lokality ČR registrované v databázi Informačního systému kvality ovzduší (ISKO). Úplná klasifikace lokalit podle EoI se skládá ze tří základních písmen oddělených lomítkem, která určují typ lokality, typ oblasti a charakteristiku oblasti. Ve třetím sloupci jsou uvedeny pouze příklady kombinací charakteristik oblastí, ve skutečnosti je možná jakákoli logická kombinace, přičemž první písmeno má nejvyšší prioritu (tab. XI.2). Další informace ohledně klasifikace stanic, včetně legislativy, jsou uvedeny v Souhrnném tabelárním přehledu 2018 (ČHMÚ 2019).

Počet imisních monitorovacích stanic základních znečišťujících látek vybraných organizací, jejichž údaje jsou uloženy v ISKO, se od roku 1969 průběžně měnil. Nejvíce stanic bylo v provozu v 80. a 90. letech minulého století. Většinu stanic na území ČR v současnosti provozuje ČHMÚ v rámci Státní sítě imisního monitoringu (obr. XI.2).

the air pollution is monitored simultaneously by both automatic and manual methods. The national pollution monitoring network is supplemented by the monitoring stations of other organisations and their measurements are also employed in evaluating the air quality (Fig. XI.1). In 2015, NAQMN was entirely updated, with modernisation of measuring and laboratory techniques and construction of new stations, with modification of the measuring programme (Chap. XI.7).

The air quality was evaluated for this yearbook employing the calculation criteria in Annex I of Directive 2008/50/ES and Annex IV of Directive 2004/107/ES. These annexes set the data quality targets for ambient air quality assessment. According to Annex I of Directive 2008/50/ES and Annex IV of Directive 2004/107/ES, air quality may be evaluated only using data from monitoring stations at which the requirement of minimum data collection of 90% was met, not including losses of data as a consequence of regular calibration or normal maintenance of the instrumental technology. Without prejudice to Annex I of Directive 2008/50/ES, data collection and calculation of statistical parameters are based on the criteria set forth in Annex XI of this Directive. As a consequence of these changes, some of the data presented in earlier yearbooks may differ slightly from the data presented in this yearbook.

XI.2 CLASSIFICATION OF STATIONS

The Exchange of Information (EoI) European classification of measuring stations forms an important basis in creation of maps of pollution characteristics and evaluation of ambient air quality. This official European classification has been applied to all locations in the Czech Republic registered in the Air Quality Information System (AQIS). Complete classification of locations according to EoI consists of three basic letters separated by a stroke, specifying the type of location, type of area and characteristics of the area. The third column only gives examples of combinations of area characteristics; in fact, any logical combination is possible, where the first letter has the highest priority (Tab. XI.2). Further information on the classification of stations, including the legislation, is presented in the 2018 Summary Tabular Survey (ČHMÚ 2019).

The number of air quality monitoring stations for basic pollutants of selected organisations whose data are stored in AQIS has changed continuously since 1969. The greatest number of stations was in

Tab. XI.1 Přehled počtu lokalit podle vlastníka, kde se měří znečištění ovzduší v České republice, 2018
Tab. XI.1 Air pollution monitoring localities, based on the owner, Czech Republic, 2018

Zóna / aglomerace Zone / agglomeration	ČEZ	ČHMÚ	KMon	P+V	SV	ZÚ	O	Celkem Total
Aglomerace Brno Agglomeration of Brno	–	6	5	–	–	1	–	12
Aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek Agglomeration of Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek	2	15	2	–	12	1	–	32
Aglomerace Praha Agglomeration of Prague	–	14	–	1	–	2	1	18
Zóna Jihovýchod South-eastern zone	–	10	–	4	–	5	–	19
Zóna Jihozápad South-western zone	–	13	3	–	–	3	–	19
Zóna Moravskoslezsko Moravia-Silesia zone	–	3	–	–	2	–	–	5
Zóna Severovýchod North-eastern zone	–	23	–	1	–	1	–	25
Zóna Severozápad North-western zone	8	21	1	–	–	4	–	34
Zóna Střední Čechy Central Bohemia zone	–	10	–	1	–	5	–	16
Zóna Střední Morava Central Moravia zone	–	12	5	–	–	1	–	18
Celkem/Total	10	127	16	7	14	23	1	198

Vysvětlivky/Explanatory notes:

ZÚ Zdravotní ústav/Health Institute [SZÚ (1), ZÚ Ústí n.L.(13), ZÚ Ostrava (8), HEL Cheb (1)]

P+V průmysl/industry [Severní energetická a.s (1), Vápenka Čertovy schody, a.s. (1), Českomoravský cement a.s. (2)] + výzkum/research [Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i./Global Change Research Centre AS CR, v.v.i. (1), Ústav chemických procesů AV ČR/Institute of Chemical Process Fundamentals of the CAS (2)]

KMon komunální monitoring/municipal monitoring [Statutární město Třinec (1), Město Plzeň (3), Statutární město Brno (5), Město Otrokovice (1), Město Šumperk (1), Město Zlín (1), Město Hranice (1), Město Štětí (1), Obec Loštice (1), Obec Nošovice (1)]

SV spoluvlastníci/part-owners [ČHMÚ+Moravskoslezský kraj (3), ZÚ+Statutární město Ostrava (4), ZÚ+Moravskoslezský kraj(6), ZÚ+Statutární město Havířov (1)]

O ostatní/other [Letiště Praha a.s./Prague Airport, a.s. (1)]

Tab. XI.2 Klasifikace lokalit podle Eol
Tab. XI.2 Exchange of Information (Eol) locality classification

Typ lokality Type of locality		Typ oblasti Charakteristika oblasti		Type of area Characterisation of area	
Dopravní Traffic	(T)	Městská Urban	(U)	Obytná Residential	(R)
Průmyslová Industrial	(I)	Předměstská Suburban	(S)	Obchodní Commercial	(C)
Pozadí Background	(B)	Venkovská Rural	(R)	Průmyslová Industrial	(I)
				Zemědělská Agricultural	(A)
				Přírodní Natural	(N)
				Obytná/obchodní Residential/Commercial	(RC)
				Obchodní/průmyslová Commercial/Industrial	(CI)
				Průmyslová/obytná Industrial/Residential	(IR)
				Obytná/obchodní/průmyslová Residential/Commercial/Industrial	(RCI)
				Zemědělská/přírodní Agricultural/Natural	(AN)

Součástí SSIM jsou také čtyři stanice označené termínem „hot spot“, kterým se běžně označují lokality nebo oblasti s vysokým znečištěním ovzduší. V ISKO a v ročence se pod tímto názvem rozumí stanice orientované výhradně na sledování vlivu dopravy na znečištění ovzduší (odst. A.2 přílohy č. 3 k vyhlášce č. 330/2012 Sb.). Monitorovací hot spot stanice ČHMÚ provozuje v dopravně silně zatížených lokalitách v Praze, Brně, Ostravě a Ústí nad Labem.

XI.3 INFORMAČNÍ SYSTÉM KVALITY OVZDUŠÍ – IMISNÍ DATABÁZE A DATABÁZE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ SRÁŽEK

Koncentrace naměřené imisními monitorovacími stanicemi jsou ukládány do imisní databáze ISKO. V ISKO jsou archivovány údaje již od počátku měření, koncentrace oxidu siřičitého a suspendovaných částic ze staničních sítí ČHMÚ v severních Čechách, v Praze a v aglomeraci O/K/F-M již od roku 1969 a koncentrace ozonu v Hradci Králové již od roku 1957. ISKO spravuje také podrobné popisné údaje o lokalitách měření, měřicích programech a metodách, klasifikaci a kvalitě měření.

ISKO je stále rozvíjen a provozován s využitím současných informačních technologií jako integrovaná soustava pro celouzemní komplexní hodnocení stavu a vývoje znečištění ovzduší; zahrnuje sběr, archivaci a zpracování dat z automatizovaných i manuálních měřicích sítí ČR (imisní databáze a databáze chemického složení srážek) a rovněž ukládání a zpracování dat o emisích a zdrojích znečišťování ovzduší (emisní databáze). S imisními daty jsou do imisní databáze ukládána i doprovodná meteorologická data, která jsou měřena na velké části automatizovaných imisních stanic ČHMÚ a jsou využívána pro hodnocení imisně-meteorologických vztahů.

Imisní databáze a databáze chemického složení srážek ISKO zahrnují kromě výsledků měření ČHMÚ, která zajišťují pracovníci Imisního monitoringu v centru na pobočkách, také data poskytovaná spolupracujícími institucemi. Jedná se zejména o zdravotní ústavy, ČEZ, a. s., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Českou geologickou službu, Hydrobiologický ústav, městské úřady a další přispěvatele (tab. XI.1; obr. XI.1). V ISKO jsou též zahrnuty informace z příhraničních oblastí Německa, Polska a Rakouska, které jsou získány v rámci reciproční výměny dat.

operation in the 1980's and 1990's. At the present time, most stations in the territory of the Czech Republic are operated by CHMI within the National Air Quality Monitoring Network (Fig. XI.2).

NAQMN also includes four stations designated as "hot spots", which is generally used to designate locations or areas with high air pollution. In AQIS and the yearbook, this term refers to stations focused exclusively towards monitoring the effects of traffic on air pollution (par. A.2 of Annex No. 3 to Decree No. 330/2012 Coll.). CHMI operates "hot spot" monitoring stations at locations with heavy traffic levels in Prague, Brno, Ostrava and Ústí nad Labem.

XI.3 AIR QUALITY INFORMATION SYSTEM – AIR POLLUTION DATABASE AND DATABASE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PRECIPITATION

The concentrations measured at the pollution monitoring stations are stored in the AQIS air pollution database. Data have been stored in AQIS since the beginning of monitoring. Concentrations of sulphur dioxide and suspended particulate matter obtained from stations of the CHMI network in northern Bohemia, Prague and the O/K/F-M agglomeration have been stored since 1969 and ozone concentrations in Hradec Králové since 1957 already. AQIS also administers detailed descriptive data on the monitoring locations, on monitoring programmes and methods and on monitoring classification and quality.

AQIS is being continuously developed and operated using state-of-the-art information technology such as the integrated system for country-wide comprehensive evaluation of the state and trends in air pollution; this includes collection, storage and processing of data from the automated and manual monitoring network of the Czech Republic (air pollution database and database of the chemical composition of precipitation) and also storage and processing of data on emissions and air pollution sources (emission database). Together with the air pollution data, the accompanying meteorological data, measured at a major number of automated CHMI monitoring stations and used for evaluation of air pollution – meteorological relationships, are also stored in the air pollution database.

In addition to the results of CHMI monitoring, carried out by the pollution monitoring staff at the headquarters and at regional branches, the AQIS air pollution database and the database of the che-

XI.4 INFORMAČNÍ SYSTÉM KVALITY OVZDUŠÍ – EMISNÍ DATABÁZE

Metodický rozvoj a každoroční celorepublikové zpracování a vedení archivu emisní databáze zajišťuje ČHMÚ. V časové řadě počínající cca rokem 1984 jsou v rámci emisní části ISKO archivovány vykazované roční emisní údaje a doprovodné technické údaje nejvýznamnější skupiny provozoven (dříve zvláště velkých a velkých zdrojů označovaných jako REZZO 1). Od devadesátých let minulého století jsou součástí databáze rovněž údaje zdrojů zařazených předchozí legislativou mezi tzv. střední zdroje znečišťování ovzduší (dříve zdroje REZZO 2). Sběr ohlašovaných údajů stacionárních zdrojů, vymezených v příloze č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, je prováděn prostřednictvím Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP), zavedeného zákonem č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů.

Rozdělení provozoven do kategorií REZZO 1 a REZZO 2 je vytvořeno podle formy ohlášených údajů souhrnné provozní evidence. Za rok 2018 bylo pro cca 43 % hlášení využito tzv. zjednodušené formy podle podmínek stanovených úvodním textem přílohy č. 11 vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší, popisující seznam údajů souhrnné provozní evidence. Ohlášeny byly rovněž údaje za 462 tzv. přemístitelných zdrojů, především recyklačních linek stavebních odpadů a asfaltu, které mohou svou činnost vykonávat v rámci vydaného povolení na území celého kraje.

XI.5 EMISNÍ BILANCE

V databázi REZZO 3 jsou dopočítávány údaje o emisích z dalších stacionárních zdrojů, nevyjmenovaných v příloze č. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, mezi které patří spalování paliv v domácnostech a dalších spalovacích zdrojích se jmenovitým tepelným příkonem nižším než 300 kW, plošné použití rozpouštědel, čerpací stanice, zemědělské a stavební činnosti, těžba uhlí, požáry automobilů a budov, nakládání s odpady a s odpadními vodami. Emise z těchto zdrojů jsou pro účely emisních inventur zjišťovány s využitím údajů sledovaných národní statistikou a emisních faktorů. Pro potřeby modelování kvality ovzduší ČHMÚ používá vlastní model

mical composition of precipitation also include data provided by cooperating institutions. These mainly comprise the health institutes, ČEZ, a. s., the Forestry and Game Management Research Institute, v.v.i., the Czech Geological Survey, the Institute of Hydrobiology, municipal authorities and other contributors (Tab. XI.1; Fig. XI.1). AQIS also collects information from border areas of Germany, Poland and Austria obtained through reciprocal data exchange.

XI.4 AIR QUALITY INFORMATION SYSTEM – EMISSION DATABASE

CHMI is responsible for methodical development and annual country-wide processing and storage of records in an emission database. In a time series since 1984, the emissions part of AQIS stores reported annual emission data and accompanying technical data for the most important group of operators (formerly very large and large sources, designated as REZZO 1). Since the 1990's, the database has also encompassed data on sources classified by the previous legislation among medium-sized pollution sources (formerly REZZO 2 sources). Collection of reported data on stationary sources specified in Annex No. 2 to Act No. 201/2012 Coll. on protection of the air is performed through the Integrated System of Fulfilment of Notification Obligations (ISPOP), introduced by Act No. 25/2008 Coll., on the integrated register of environmental pollution and integrated system of fulfilling notification obligations in the area of the environment and amending certain laws.

The classification of facilities into categories REZZO 1 and REZZO 2 is based on the form for data reported in the summary operating records. For 2018, the simplified form was used for approx. 43% of the reports according to the conditions stipulated in the introductory text to Annex No. 11 of Decree No. 415/2012 Coll., on the permissible level of pollution and its ascertainment and on implementation of some other provisions of the air protection act, describing the list of data for summary operating records. Also, there were data reported for 462 so-called transferable sources, primarily recycling waste treatment facilities for construction waste and asphalt, which may operate throughout the region within specifications of a permit issued.

XI.5 EMISSION BALANCE

In REZZO 3 database, the emission data are additionally calculated for other stationary sources not

výpočtu emisí z domácností, kterým se stanovují emise z lokálního vytápění trvale obydlených bytů v detailním územním členění.

Databáze REZZO 4 zahrnuje emise mobilních zdrojů ze sektoru silniční dopravy, včetně emisí z otěrů pneumatik, brzd a vozovek a emisí z odparů benzínu z palivových systémů, vypočtené podle mezinárodní metodiky COPERT. Databáze dále zahrnuje emise železniční, vodní a letecké dopravy a nesilničních mobilních zdrojů (zemědělství, stavebnictví apod.), vypočtené s využitím údajů o spotřebách pohonných hmot (ČSÚ) a emisních faktorů.

XI.6 VAZBY ISKO A PREZENTACE ÚDAJŮ

ISKO je navázáno na zdroje dat a kooperující systémy, především na monitorovací síť kvality ovzduší, zdroje vykazovaných dat a na průřezové informační systémy. Propojení je realizováno zejména výměnou dat elektronickou poštou, dále na magnetických médiích, po komutovaných linkách a v případě dat ze sítí automatizovaného imisního monitoringu především s využitím rádiového přenosu.

Výběr informací, tabulek, grafů a mapových prezentací ze Souhrnného tabelárního přehledu i z grafické ročenky Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2018 je dostupný na internetových stránkách ČHMÚ (<http://www.chmi.cz>), kde jsou k dispozici i další přehledy včetně grafických znázornění, týkající se znečištění ovzduší. V záložce Ovzduší jsou s malým časovým zpožděním rovněž prezentovány aktuální výsledky měření z automatizovaných stanic ČHMÚ a dalších organizací ve formě tabulek, tzv. indexu kvality ovzduší (IKO), grafů a odhadu plošného rozložení koncentrací PM₁₀, SO₂, NO₂ a O₃ včetně samotné mapy indexu kvality ovzduší. Tyto mapy také vstupují do nově zřízené mobilní aplikace ČHMÚ+ pro operační systémy Android a iOS. V současné době je k dispozici také aktuální přehled dat z polských a rakouských automatizovaných stanic, v případě polských stanic jsou data z provozních důvodů o 2 hodiny pozdější.

XI.7 INOVACE STÁTNÍ SÍTĚ IMISNÍHO MONITORINGU

V roce 2015 došlo k zásadní inovaci Státní sítě imisního monitoringu (SSIM), největší od vybudování celorepublikového automatizované-

specified in Annex No. 2 of Act No. 201/2012 Coll. on protection of the air, comprising combustion of fuels in households and other combustion sources with the rated thermal input lower than 300 kW, surface use of solvents, filling stations, agricultural and construction activities, coal mining, fires of vehicles and buildings, and treatment of waste and waste-water. The emissions for emission inventories from these sources are identified using data registered by national statistics and through emission factors. For the air quality modelling purposes, CHMI uses its own calculation model for household emissions determining emissions from the local heating of permanently inhabited apartments in a detailed territorial classification.

REZZO 4 database includes emissions from mobile sources of the road transport sector including emissions from tyre and brake wear, road abrasion, and evaporation of petrol from fuel systems calculated following the international COPERT methodology. In addition, the database includes emissions of rail, water and air transport and off-road mobile sources (agriculture, construction activities etc.) calculated using data on fuel consumption (CSO) and emission factors.

XI.6 TIES BETWEEN AQIS AND DATA PRESENTATION

AQIS is linked to data sources and cooperating systems, primarily to air quality monitoring systems, sources of the reported data and cross-sectional information systems. The interconnection takes place particularly through exchange of data by e-mail, on magnetic media, over switched data lines and, for data from the automated monitoring network, primarily through the use of radio transmissions.

Selected information, tables, graphs and map presentations from the Summary Tabular Survey and from the graphic yearbook of Air Pollution in the Czech Republic in 2018 are available on the CHMI website (<http://www.chmi.cz>), along with other surveys, including graphical depiction related to air pollution. With a brief delay, the Air Quality selection also provides up-to-date results of measurements from the CHMI automated monitoring stations and other organisations in tables, as the air quality index (AQI), in graphs and as estimates of the spatial distribution of PM₁₀, SO₂, NO₂ and O₃ concentrations including a specific map of the air quality index. These maps are also presented in a newly developed ČHMÚ+ mobile application for the Android and iOS operation systems. Currently,

ho imisního monitoringu v první polovině 90. let minulého století. ČHMÚ realizoval v rámci Operačního programu Životní prostředí projekt komplexní obnovy techniky pro sledování a hodnocení kvality ovzduší na celém území České republiky. Kromě samotné přístrojové techniky byly obnoveny i kontejnery automatizovaných stanic včetně stožárů pro meteorologická čidla. Sledované lokality a rozsah měření byly vybrány v souladu s platnou legislativou, a to zejména s ohledem na potřebu plošného celorepublikového hodnocení kvality ovzduší. Optimalizace měřicí sítě vedla na jedné straně k omezení či zrušení měření v některých lokalitách a naopak k přesunu či vybudování 10 měřicích lokalit v místech, kde doposud souvislé sledování kvality ovzduší chybělo a kde je potřebné pro mapování a hodnocení kvality ovzduší na území ČR. Na pěti lokalitách pak došlo ke změně měřicího programu z manuálního na automatický, což přineslo kromě podrobnějších informací o kvalitě ovzduší rovněž zlepšení informovanosti obyvatel o aktuálním znečištění ovzduší. Inovace SSIM byla zahájena v polovině února a dokončena k 30. září 2015.

V rámci projektu bylo inovováno 98 automatizovaných měřicích stanic (např. obr. XI.3 a XI.4). Na dalších 27 lokalitách byly samostatně osazeny nové vzorkovače pro odběry vzorků určených pro podrobnou laboratorní analýzu (obr. XI.6). Bylo pořízeno i 14 automatických kolektorů srážek pro následnou chemickou analýzu srážkových vod. Celkem bylo obměněno téměř 500 zařízení. Zejména výměna kontejnerů automatických stanic kladla velké nároky na logistické zabezpečení celé akce, kdy bylo nutné koordinovat činnost několika dodavatelů a často i překonávat nepřízeň počasí, která zvláště na venkovských stanicích komplikovala dopravu a umístění kontejnerů.

Do laboratoří kvality ovzduší byly pořízeny analytické přístroje, které zvýšily přesnost a spolehlivost laboratorních analýz. Za zmínku stojí např. laboratoř na stanovení koncentrací PAH (obr. XI.5).

Observatoř Tušimice byla vybavena speciální meteorologickou technikou pro sledování poměrů v mezní vrstvě atmosféry (meteorologická čidla v několika úrovních nad zemí a akustický radar – SODAR, obr. XI.7). Na AMS Třinec-Kosmos a Věřňovice sledují mezní vrstvu atmosféry ceilometry (přístroje pro měření výšky spodní základny oblačnosti pomocí laseru). Informace z těchto zařízení jsou důležité pro činnost Smogového varovného a regulačního systému a pro

there is also available an up to date review of data from the Polish and Austrian automated stations, in the case of Polish stations the data are delayed by two hours.

XI.7 UPGRADING OF THE NATIONAL AIR QUALITY MONITORING NETWORK

The National Air Quality Monitoring Network (NAQMN) underwent a major upgrading in 2015, the largest one since the establishment of country-wide automated air quality monitoring in the first half of the 1990's. Within the Operational Programme Environment, CHMI implemented a project of comprehensive upgrading of the air quality monitoring and evaluating technology throughout all of the Czech Republic. In addition to the instrumentation, the containers of the automated stations were also upgraded, including the masts for meteorological sensors. The monitored locations and scope of measurements were selected in accordance with the valid legislation, in particular in relation to the need for country-wide air quality evaluation. Optimisation of the monitoring network led both to reduction or termination of measurements at some locations and also to the moving or construction of 10 completely monitoring stations at sites where continuous air quality monitoring was lacking and where it is required for mapping and evaluating air quality in the territory of the Czech Republic. Thus, the monitoring programs at five locations were changed from manual to automatic, providing not only more detailed information on air quality but also ensuring greater public awareness of the current air pollution situation. Upgrading of NAQMN was commenced in the middle of February and completed on 30 September 2015.

Within the project, 98 automated monitoring stations were updated (e.g. Fig. XI.3 and XI.4). New samplers were separately installed at a further 27 locations for taking samples intended for detailed laboratory analysis (Fig. XI.6). 14 automated precipitation collectors were acquired for subsequent chemical analysis of precipitation water. Nearly 500 devices were replaced. The replacement of containers at automated stations placed great demands on the logistical aspects of the whole undertaking, where it was necessary to coordinate the work of several suppliers and frequently also overcome adverse weather conditions, which complicated transport and installation of containers, especially at rural locations.

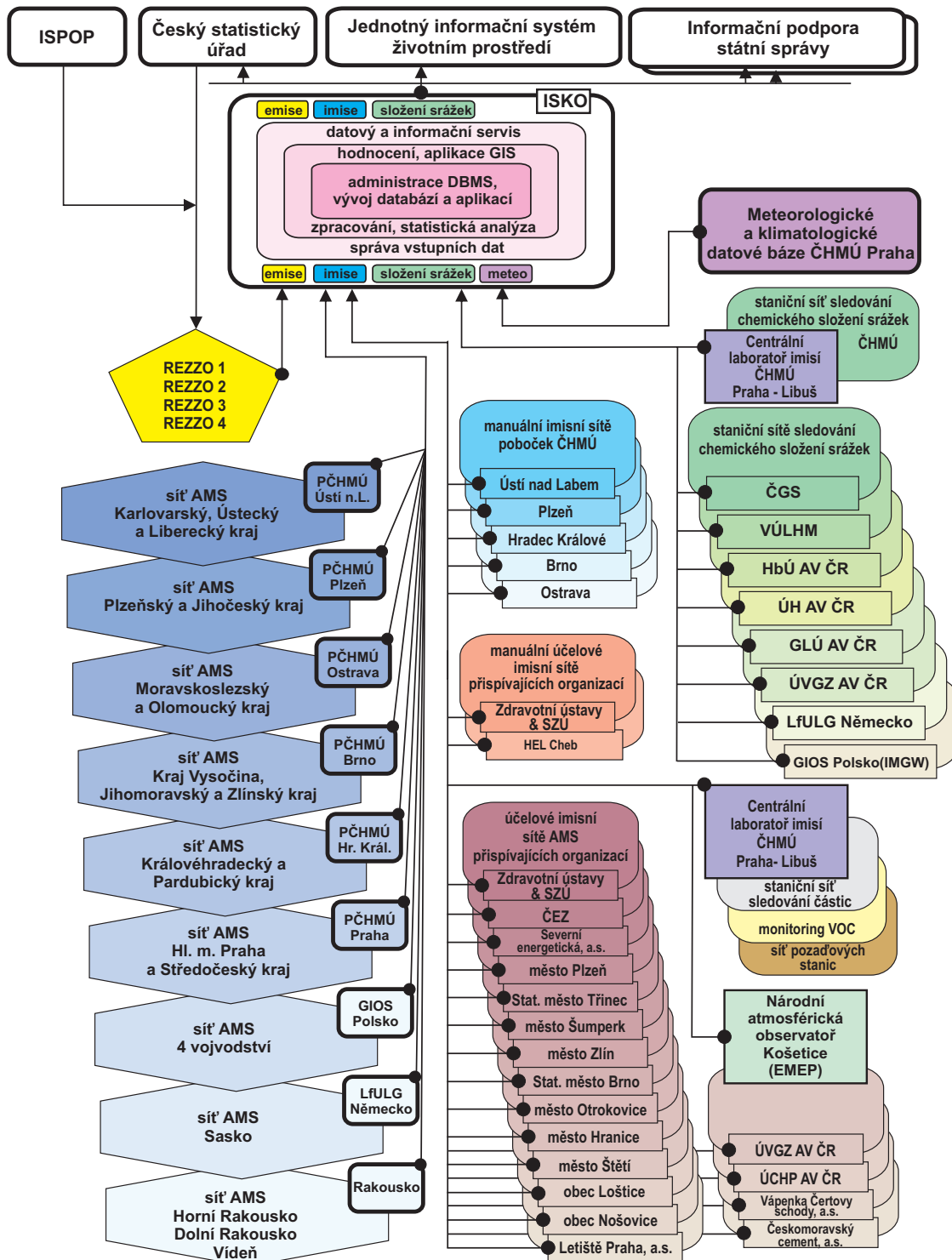
zpřesnění hodnocení kvality ovzduší zejména pomocí matematických modelů transportu a rozptylu znečištění. Pro posledně jmenované aktivity byl zakoupen i výpočetní server.

Úspěšná realizace projektu umožnila ČHMÚ i nadále zachovat vysokou úroveň sledování a hodnocení kvality ovzduší v ČR a dále zpřesnit a rozvinout klíčové aktivity v této oblasti.

Analytical instruments were provided for the air quality laboratories to increase the precision and reliability of laboratory analyses. Noteworthy equipment includes, for example, a laboratory for determination of PAHs concentrations (Fig. XI.5).

The Tušimice observatory was equipped with special meteorological technology for monitoring the relations in the boundary layer of the atmosphere (meteorological sensors at several levels above the ground and acoustic radar – SODAR, Fig. XI.7). The boundary layer of the atmosphere is monitored at AMS Třinec-Kosmos and Věřňovice using ceilometers (devices for measuring the height of the lower cloud base using a laser beam). Information from these devices is important for the work of the Smog Warning and Regulatory System and for improving the quality of air quality evaluations, especially using mathematical models of pollution transport and dispersion. A computation server was purchased for the latter purpose.

Successful implementation of the project enabled CHMI to continue to maintain a high standard of air quality monitoring and evaluation in the Czech Republic and to further improve and develop key activities in this area.



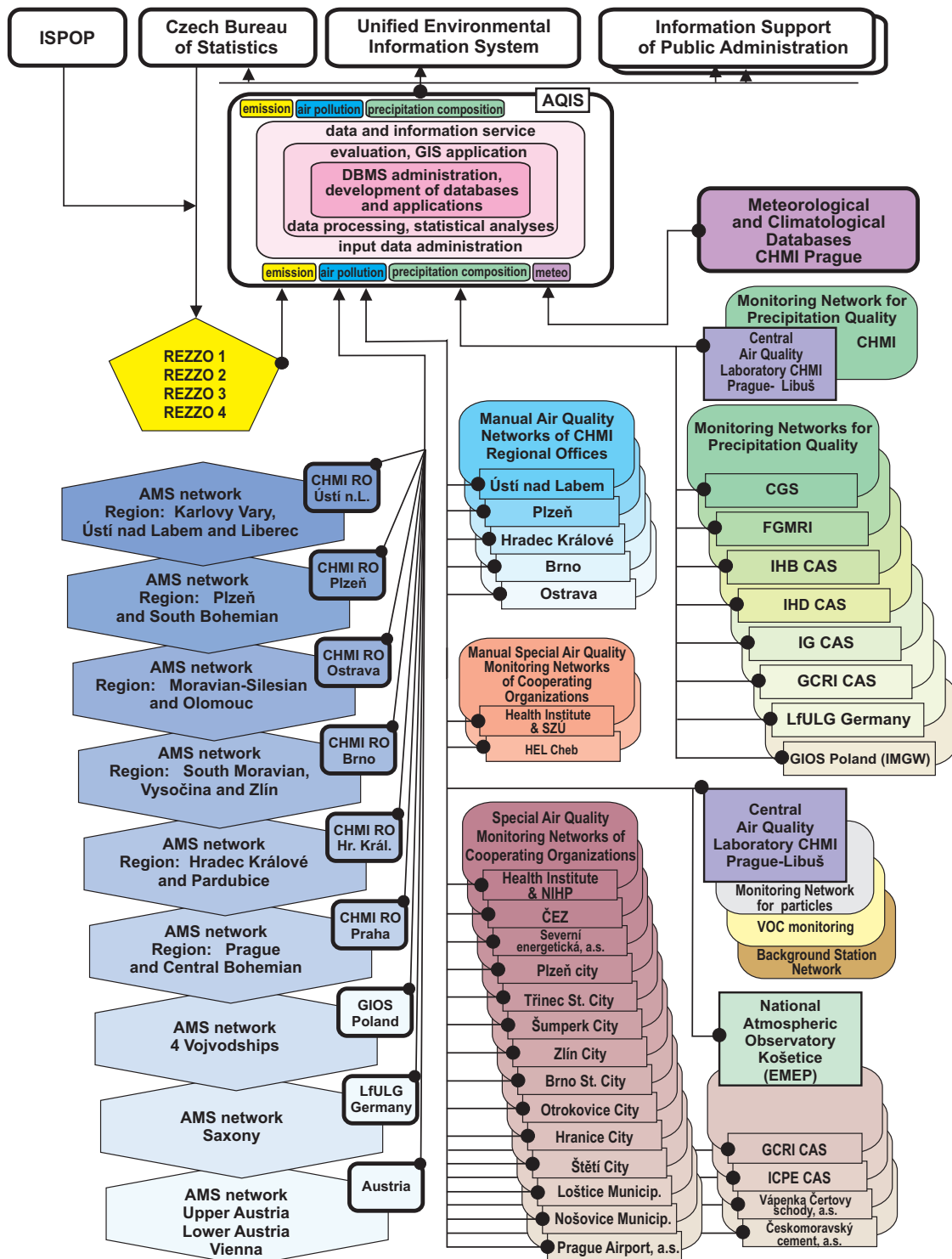
Vysvětlivky:

ISKO Informační systém kvality ovzduší
DBMS Systém řízení báze dat
GIS Geografický informační systém
PČHMÚ Pobočka ČHMÚ
SZÚ Státní zdravotní ústav
VÚLHM Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
HEL Cheb Hygienické a ekologické laboratoře Cheb
AMS Automatizovaná monitorovací stanice
ISPOP Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností

REZZO Registr emisí a stacionárních zdrojů
ČGS Česká geologická služba
HBÚ AV ČR Hydrobiologický ústav Akademie věd ČR
ÚH AV ČR Ústav pro hydrodynamiku Akademie věd ČR
GLÚ AV ČR Geologický ústav Akademie věd ČR
ÚCHP AV ČR Ústav chemických procesů Akademie věd ČR (měření počtu částic)
ÚVGZ AV ČR Ústav výzkumu globální změny Akademie věd ČR
LfULG Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Dresden, SRN
GIOS Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Polsko
IMGW Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Wrocław, Polsko

Obr. XI.1a Schéma vazeb ISKO na zdroje dat a kooperující systémy, 2018

XI. HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ
XI. EVALUATION OF AIR QUALITY

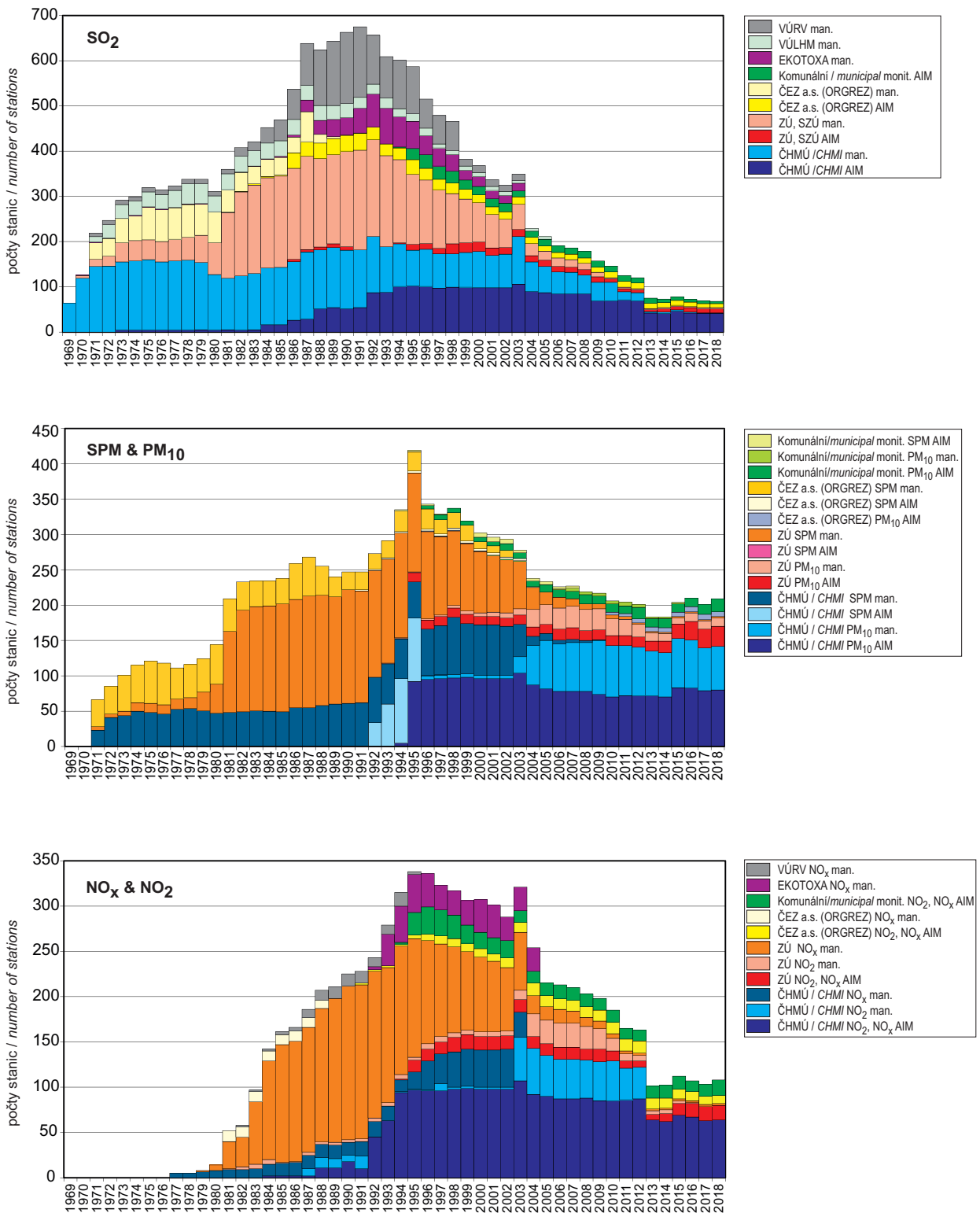


Explanations:

AQIS Air Quality Information System
 DBMS Database Management System
 GIS Geographic Information System
 CHMI RO CHMI Regional Office
 NIPH National Institute of Public Health
 FGMRI Forestry and Game Management Research Institute
 Hel Cheb Hygienic and ecological laboratories Cheb
 AMS Automated Monitoring Station
 ISPOP Integrated System of Compliance with Reporting Duty in Environmental Areas

REZZO Register of emissions and stationary sources
 CGS Czech Geological Survey
 IHB CAS Institute of Hydrobiology of the Czech Academy of Sciences
 IHD CAS Institute of Hydrodynamics of the Czech Academy of Sciences
 IG CAS Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences
 ICPE CAS Institute of Chemical Process Fundamentals of the Cz. Acad. of Sc.
 GCRI CAS Global Change Research Institute of the Cz. Acad. of Sc.
 LfULG Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Dresden, FRG
 GIOS Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Poland
 IMGW Instytut Meteorologii i Zarządzania Wodą, Wrocław, Poland

Fig. XI.1b Ties of the AQIS to data sources and co-operating systems, 2018



ČHMÚ: ČHMÚ + ČHMÚ; Moravskoslezský kraj + ČHMÚ; Statutární město Pardubice
CHMI: CHMI + CHMI; Moravian-Silesian Region + CHMI; Statutory City Pardubice

ZÚ: SZÚ + ZÚ Ústí nad Labem + ZÚ Ostrava + ZÚ, Statutární město Ostrava / Statutory City Ostrava +
ZÚ; Moravskoslezský kraj / Moravian-Silesian Region + ZÚ; Statutární město Havířov / Statutory City Havířov

VÚLHM: VÚLHM + VÚLHM Opočno

Kmon: města / Cities – Olomouc, Otrokovice, Plzeň, Třinec, Břeclav, Hodonín, Vsetín, Valašské Meziříčí, Zlín, Brno, Hranice, Štětí,
Šumperk, Loštice, Nošovice

Obr. XI.2 Vývoj monitoringu základních znečišťujících látek u vybraných organizací
Fig. XI.2 Monitoring of basic pollutants in selected organisations – development

XI. HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ XI. EVALUATION OF AIR QUALITY



Obr. XI.3 Stanice AIM Těšovice
(foto: ČHMÚ, pobočka Brno)
Fig. XI.3 AIM station Těšovice
(photo: CHMI, Brno Regional Office)



Obr. XI.4 Observatoř Košetice
(foto: ČHMÚ, Observatoř Košetice)
Fig. XI.4 Košetice Observatory
(photo: CHMI, Košetice Observatory)



Obr. XI.5 Laboratoř na stanovení koncentrací PAH v_e venkovním ovzduší, Ústí n.L. - Kočkov
(foto: ČHMÚ, pobočka Ústí nad Labem)
Fig. XI.5 Laboratory for determination of PAH concentrations in ambient air, Ústí n. Labem-Kočkov (photo: CHMI, Ústí nad Labem Regional Office)



Obr. XI.6 Stanice MIM Vyškov – vzorkovač
(ČHMÚ, pobočka Brno)
Fig. XI.6 MIM station Vyškov – sampler
(photo: CHMI, Brno Regional Office)



Obr. XI.7 Observatoř Tušimice (foto: P. Bauerová)
Fig. XI.7 Tušimice observatory
(photo: P. Bauerová)

XII. TVORBA MAP ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, která je promítnuta do české legislativy (mj. vyhláška č. 330/2012 Sb.), vyžaduje, aby kvalita ovzduší byla hodnocena ve všech zónách a aglomeracích každého členského státu. Dále vyžaduje, aby primárním zdrojem hodnocení byly výsledky stacionárních měření. Naměřené koncentrace mohou být při tvorbě map znečišťujících látek doplněny modelováním a indikativním měřením, aby výsledný odhad poskytoval dostatečné informace o prostorovém rozložení koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. Požadavek, aby stacionární měření byla použita jako primární zdroj informací, se vztahuje zejména na oblasti, v nichž koncentrace znečišťujících látek překračují horní mez pro posuzování. Z důvodu jednotnosti metodiky tvorby map je tento požadavek aplikován pro celé území ČR.

Základním zdrojem dat pro tvorbu map znečištěného ovzduší jsou tedy koncentrace znečišťujících látek naměřené na jednotlivých měřicích stanicích. Měřicích stanic je jen omezený počet. Kromě měřených (primárních) dat jsou proto pro potřeby mapování využita i různá doplňková (sekundární) data, která poskytují komplexní informaci o celém území a zároveň vykazují regresní závislost s měřenými daty. Hlavním sekundárním zdrojem informací jsou modely transportu a rozptylu znečišťujících látek, které jsou založeny na datech z emisních inventur a na meteorologických datech. V ČR je využíván zejména Eulerovský chemický disperzní model CAMx, doplňkově též Gaussovský model SYMOS a evropský Eulerovský model EMEP. Dále jsou to v případě jednotlivých znečišťujících látek např. nadmořská výška či populační hustota (podrobnosti v Příloze I). Při kombinaci primárních a sekundárních dat je využito jak přesnosti primárních měřených dat, tak komplexního pokrytí celého území daty sekundárními. Při pravidelné tvorbě map pro ročenku je používán lineární regresní model s následnou interpolací jeho reziduí. Jakožto interpolační metody jsou používány kriging a IDW (podrobnosti v Příloze I).

Městské a venkovské znečištění má odlišný charakter, městské znečištění je vlivem emisí obecně vyšší než znečištění venkovské. Výjimkou je znečištění přízemním ozonem, u kterého je tomu naopak. Městské a venkovské mapy jsou proto tvořeny samostatně, výsledná mapa vzniká sloučením městské a venkovské mapy pomocí gridu populač-

XII. CREATION OF AMBIENT AIR POLLUTION MAPS

Directive No. 2008/50/EC on ambient air quality and on cleaner air for Europe, which is implemented into the Czech legislation (i.a. Decree No. 330/2012 Coll.), requires that the air quality be evaluated in all the zones and agglomerations of each member state. It further requires that the primary source of the evaluation be the results of stationary measurements. In the creation of air pollution maps, the measured concentrations may be supplemented by modelling and indicative measurements, so that the resultant estimate provides sufficient information on the spatial distribution of the pollutant concentrations in the air. The requirement to use stationary measurements as primary sources of information is related especially to areas in which the pollutant concentrations exceed the upper assessment threshold. This requirement is applied for the whole territory of the Czech Republic to ensure uniformity of the map creation methodology.

The basic source of data for creating air pollution maps thus consists in the pollutant concentrations measured at the individual monitoring stations. There are only a limited number of monitoring stations. In addition to the measured (primary) data, creation of maps is also based on the use of various supplementary (secondary) data, which provide comprehensive information about the entire territory and simultaneously exhibit regression dependence on the measured data. The main secondary source of information consists in models of pollution transport and dispersion, based on data from emission inventories and meteorological data. In the Czech Republic, mainly the Eulerian chemical dispersion model CAMx is used, supplemented by the SYMOS Gaussian model and the European EMEP Eulerian model. In addition, for individual pollutants, data are used on the altitude and population density (for details, see Annex I). Combination of primary and secondary data is based on both the precision of the primary measured data and complete coverage of the whole territory by the secondary data. In regular map creation for the yearbook, the linear regression model is used with subsequent interpolation of its residuals. The kriging and IDW models are used as interpolation methods (for details, see Annex I).

Urban and rural air pollution have different character; in general, urban pollution is affected by emissions and is generally higher than rural air pollution. However, air pollution by ground-level ozone, where conditions are the opposite, is an exception. Thus urban and rural maps are created independently and the resultant map is a product of combination of the

ní hustoty. V případě některých znečišťujících látek (Příloha I) je kromě městské a venkovské vrstvy uvažována ještě vrstva dopravní. Tato vrstva je sloučena s městskou a venkovskou pozadřovou vrstvou pomocí gridu emisí z dopravy. Pro konstrukci venkovské mapy jsou jako primární data používána měřená imisní data z pozadřových venkovských stanic. V případě městské mapy to jsou imisní data z městských a předměstských pozadřových stanic. U případné dopravní vrstvy to jsou data z dopravních stanic. Využíváno je přitom klasifikace jednotlivých stanic podle databáze ISKO.

Mapy jsou vytvářeny v prostředí geografických informačních systémů (GIS). Jako zdroj dat je využívána zejména relační databáze naměřených imisí a chemického složení atmosférických srážek ISKO. Mapy jsou konstruovány v prostorovém rozlišení 1x1 km, v projekci Gauss-Krügerova zobrazení. Detailní specifikace mapování pro jednotlivé znečišťující látky je uvedena v Příloze I.

Jako podklady pro základní geografické a tematické vrstvy ve standardizované projekci (konformní Gauss-Krügerovo zobrazení) jsou od roku 1994 používány digitální vrstvy DMÚ 200, DMR-2, DMÚ25 a později ZABAGED. V posledních letech jsou pro aktuální vrstvy administrativního členění využívány podklady poskytnuté ČSÚ.

Mapování venkovské a městské (resp. dopravní) vrstvy

Mapy venkovského a městského pozadřového znečištění (a případně dopravního znečištění) jsou připravovány zvlášť, jsou konstruovány pomocí kombinace primárních (měřených) a sekundárních (modelových a dalších doplňkových) dat (Horálek et al. 2007). Používanou metodikou je lineární regresní model s prostorovou interpolací jeho reziduí. Tato metodika umožňuje použití doplňkových dat pro celé mapované území. V případě, že neexistují vhodná doplňková data, použije se prostá interpolace měřených dat. Odhad je počítán pomocí vztahu:

$$\hat{Z}(s_0) = c + a_1 \cdot X_1(s_0) + a_2 \cdot X_2(s_0) + \dots + a_p \cdot X_p(s_0) + \eta(s_0) \quad (1)$$

kde $\hat{Z}(s_0)$ je odhadnutá hodnota koncentrace v bodě s_0 ,

$X_i(s)$ jsou různé doplňkové parametry v bodě s_0 pro $i = 1, 2, \dots, p$,

c, a_1, a_2, \dots jsou parametry lineárního regresního modelu,

$\eta(s_0)$ je prostorová interpolace reziduí lineárního

urban and rural maps using the grid of population density. For a number of pollutants (Annex I), the traffic layer is considered in addition to the urban and rural layers. This layer is merged with the urban and rural background layers using the grid of traffic emissions. The measured air pollution data from the background rural stations are used as primary data for construction of rural maps. Air pollution data from urban and suburban background stations are used for urban maps. Data from traffic stations are used for the traffic layers. Simultaneously, the individual stations are classified according to the AQIS database.

The maps are created using geographic information systems (GIS). The main data source is the AQIS relational database of measured emissions and the chemical composition of atmospheric precipitation. The maps are constructed with spatial resolution of 1x1 km, in the Gauss-Krüger projection. Annex I gives detailed specification of mapping for the individual pollutants.

Since 1994, the digital DMÚ 200, DMR-2, DMÚ25 and later the ZABAGED layers have been used as a foundation for the basic geographic and thematic layers in the standard projection (Gauss-Krüger conformal projection). In recent years, the basic information provided by CSO has been used for up-dated layers of administrative classification.

Mapping of rural and urban (or traffic) layers

Maps of rural and urban background pollution (and, where applicable, also traffic pollution) are prepared separately, constructed on the basis of combinations of primary (measured) and secondary (model and other supplementary) data (Horálek et al. 2007). The methodology employed consists in the linear regression model with spatial interpolation of its residuals. This methodology enables the use of supplementary data for the entire mapped territory. Where there are no suitable supplementary data, simple interpolation of the measured data is employed. The estimate is calculated using the relationship: (1)

$$\hat{Z}(s_0) = c + a_1 \cdot X_1(s_0) + a_2 \cdot X_2(s_0) + \dots + a_p \cdot X_p(s_0) + \eta(s_0)$$

where $\hat{Z}(s_0)$ is the estimated concentration value at point s_0 ,

$X_i(s)$ are the various supplementary parameters at point s_0 for $i = 1, 2, \dots, p$,

c, a_1, a_2, \dots are the parameters of the linear regression model,

$\eta(s_0)$ is the spatial interpolation of the residuals of the linear regression model at point s_0 ,

regresního modelu v bodě s_0 spočtená na základě reziduí v bodech měření.

Interpolace je prováděna buď pomocí metody vážení převrácenou hodnotou vzdálenosti (IDW), nebo pomocí obyčejného krigingu (specifikace pro jednotlivé znečišťující látky v Příloze I). Metoda IDW je jednoduchá deterministická metoda, kdy váha jednotlivých měřicích stanic v interpolaci závisí jen na jejich vzdálenosti od odhadovaného bodu. Kriging je oproti tomu pokročilejší geostatistická metoda, která zohledňuje strukturu imisního pole. Výhodou metody IDW ovšem je, že tato interpolace respektuje naměřené hodnoty v bodech měřicích stanic. Kriging naměřené hodnoty obecně nerespektuje. Určitým řešením je interpolace pomocí krigingu, přičemž na jeho rezidua v místech měření je ještě aplikována IDW.

Interpolace reziduí pomocí IDW je počítána pomocí vztahu

$$\hat{R}(s_0) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{R(s_i)}{d_{0i}^\beta}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{0i}^\beta}} \quad (2)$$

kde $\hat{R}(s_0)$ je odhad pole reziduí v bodě s_0 ,

$R(s_i)$ je reziduum lineárního regresního modelu v místě měření s_i ,

N je počet okolních stanic použitých při interpolaci,

d_{0i} je vzdálenost mezi body s_0 a s_i ,

β je váha.

V případě obyčejného krigingu je interpolace reziduí počítána pomocí vztahu

$$\hat{R}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i R(s_i) \quad \text{při} \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (3)$$

kde

$\lambda_1, \dots, \lambda_N$ jsou váhy odhadované na základě odhadnutého variogramu (viz níže),

$R(s_i)$ je reziduum lineárního regresního modelu v místě měření s_i .

Variogram vyjadřuje závislost mezibodové variability na vzájemné vzdálenosti bodů, je mírou prostorové korelace (např. Cressie 1993). Variogram je odhadnut proložení sférické křivky empirickým variogramem, který je počítán pomocí vztahu

calculated on the basis of the residuals at the points of measurement.

The interpolation is performed either using the inverse distance weighting method (IDW) or using the ordinary kriging (specification for individual pollutants is given in Annex I). The IDW method is a simple deterministic method, where the weight of the individual measuring stations in the interpolation depends only on their distance from the estimated point. On the other hand, kriging is a more advanced geostatistical method taking into account the structure of the air pollution field. However, the IDW method has the advantage that this interpolation respects the measured values in the points of the measuring stations. Kriging does not, in general, respect the measured values. A solution lies in interpolation using kriging and applying IDW to its residuals at the measuring sites.

Interpolation of residuals using IDW is calculated using the relationship

$$\hat{R}(s_0) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{R(s_i)}{d_{0i}^\beta}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{0i}^\beta}} \quad (2)$$

where $\hat{R}(s_0)$ is the estimate of the field of residuals at point s_0 ,

$R(s_i)$ is the residual of the linear regression model at the measuring site s_i ,

N is the number of surrounding stations used in the interpolation,

d_{0i} is the distance between points s_0 and s_i ,

β is the weight.

For ordinary kriging, the interpolation of the residuals is calculated using the relationship

$$\hat{R}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i R(s_i) \quad \text{at} \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (3)$$

where

$\lambda_1, \dots, \lambda_N$ are the weights estimated on the basis of the estimated variogram (see below),

$R(s_i)$ is the residual of the linear regression model at the measuring site s_i .

The variogram expresses the dependence of the variability between points on the mutual distance between the points, and is a measure of the spatial correlation (e.g Cressie 1993). A variogram is estimated by fitting a spherical curve with an empirical variogram calculated using the relationship

$$2\gamma_v(h) = \frac{1}{n} \sum_{i,j;d_{ij}=h\pm\delta} (R(s_i) - R(s_j))^2 \quad (4)$$

kde

$2\gamma_v(d)$ je empirický variogram pole reziduí,

$R(s_i), R(s_j)$ jsou rezidua v bodech měření s_i a s_j ,

d_{ij} je vzdálenost bodů s_i a s_j ,

n je počet dvojic stanic s_i a s_j , jejichž vzájemná vzdálenost je $h\pm\delta$

δ je tolerance.

Sférická křivka a parametry variogramu range, nugget a sill jsou ilustrovány na obr. XII.1.

Spočtené městské a venkovské (a případně dopravní) vrstvy jsou následně sloučeny.

Sloučení městské a venkovské (a případně dopravní) vrstvy

Pro sloučení městské a venkovské vrstvy je využívána vrstva populační hustoty (Horálek et al. 2007; De Smet et al. 2011). Sloučení se provádí pomocí vztahu

$$\begin{aligned} \hat{Z}(s_0) &= \hat{Z}_r(s_0) && \text{pro / for } \alpha(s_0) \leq \alpha_1 \\ &= \frac{\alpha_2 - \alpha(s_0)}{\alpha_2 - \alpha_1} \cdot \hat{Z}_r(s_0) + \frac{\alpha(s_0) - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \cdot \hat{Z}_u(s_0) && \text{pro / for } \alpha_1 < \alpha(s_0) < \alpha_2 \\ &= \hat{Z}_u(s_0) && \text{pro / for } \alpha(s_0) \geq \alpha_2 \end{aligned} \quad (5)$$

kde

$\hat{Z}(s_0)$ je výsledný odhad koncentrace v bodě s_0 ,

$\hat{Z}_r(s_0), \hat{Z}_u(s_0)$ je koncentrace v bodě s_0 pro venkovskou, resp. městskou mapu,

$\alpha(s_0)$ je hustota populace v bodě s_0 ,

α_1, α_2 jsou klasifikační intervaly příslušné k populační hustotě (Příloha I).

Celý koncept odděleného mapování venkovského a městského znečištění je založen na předpokladu, že $\hat{Z}_r(s_0) \leq \hat{Z}_u(s_0)$ pro všechny běžné znečišťující látky kromě ozonu, resp. $\hat{Z}_r(s_0) \geq \hat{Z}_u(s_0)$ pro ozon. Pro oblasti, kde tento předpoklad není splněn, se použije vrstva vytvořená obdobně jako městská i venkovská vrstva, nicméně na základě veškerých pozadových stanic, bez rozlišení na městské a venkovské.

V případě, že je u dané znečišťující látky mapováno i dopravní znečištění, přičte se dopravní vrstva k pozadové (sloučené městské a venkovské) vrstvě za pomoci gridu emisí z dopravy:

$$2\gamma_v(h) = \frac{1}{n} \sum_{i,j;d_{ij}=h\pm\delta} (R(s_i) - R(s_j))^2 \quad (4)$$

where $2\gamma_v(d)$ is an empirical variogram of the field of residuals,

$R(s_i), R(s_j)$ are the residuals at measuring points s_i and s_j ,

d_{ij} is the distance between points s_i and s_j ,

n is the number of pairs of stations s_i and s_j , whose mutual distance is $h\pm\delta$ and

δ is the tolerance.

The spherical curve and the variogram range, nugget and sill are illustrated in Fig. XII.1.

The calculated urban and rural (and, as appropriate, also traffic) layers are subsequently merged.

Merging of urban and rural (and, as appropriate, traffic) layers

The population density layer is used for merging the urban and rural layers (Horálek et al. 2007; De Smet et al. 2011). Merging is carried out using the relationship

where $\hat{Z}(s_0)$ is the final estimate of the concentration at point s_0 ,

$\hat{Z}_r(s_0), \hat{Z}_u(s_0)$ is the concentration at point s_0 for the rural or urban map,

$\alpha(s_0)$ is the population density at point s_0 ,

α_1, α_2 are the classification intervals corresponding to the population density (Annex I).

The entire concept of separate mapping of rural and urban pollution is based on the assumption that $\hat{Z}_r(s_0) \leq \hat{Z}_u(s_0)$ for all common pollutants except for ozone, where $\hat{Z}_r(s_0) \geq \hat{Z}_u(s_0)$ for ozone. For areas where this assumption is not fulfilled, a layer created similarly to the urban and rural layers is used; nonetheless, it is created on the basis of all the background stations without distinguishing between urban and rural stations.

If traffic pollution is also mapped for the relevant pollutant, the traffic layer is added to the background (merged urban and rural) layer using the grid of traffic emissions:

$$\hat{Z}(s_0) = \hat{Z}_b(s_0) \quad \text{pro / for } \tau(s_0) \leq \tau_1 \quad (6)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \hat{Z}_b(s_0) + \frac{1}{3} \left(\frac{\tau_2 - \tau(s_0)}{\tau_2 - \tau_1} \cdot \hat{Z}_b(s_0) + \frac{\tau(s_0) - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} \cdot \hat{Z}_t(s_0) \right) \quad \text{pro / for } \tau_1 < \tau(s_0) < \tau_2$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \hat{Z}_b(s_0) + \frac{1}{3} \cdot \hat{Z}_t(s_0) \quad \text{pro / for } \tau(s_0) \geq \tau_2$$

kde

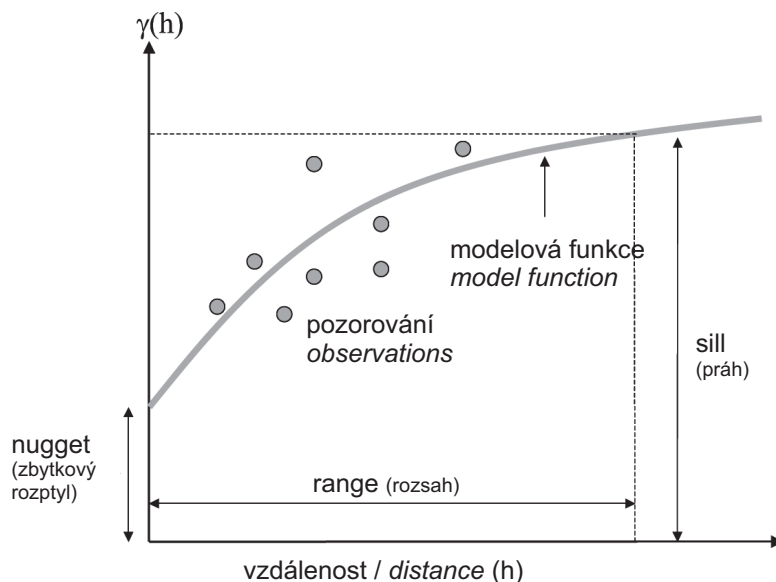
$\hat{Z}(s_0)$ je výsledný odhad koncentrace v bodě s_0 ,
 $\hat{Z}_b(s_0)$ je koncentrace v bodě s_0 pro pozad'ovou vrstvu,
 $\hat{Z}_t(s_0)$ je koncentrace v bodě s_0 pro dopravní vrstvu,
 $\tau(s_0)$ jsou emise z dopravy v bodě s_0 ,
 τ_1, τ_2 jsou klasifikační intervaly příslušné k emisím z dopravy (Příloha I).

Výše uvedená funkce je založena na předpokladu, že $\hat{Z}_b(s_0) \leq \hat{Z}_t(s_0)$ pro běžné znečišťující látky kromě ozonu, resp. $\hat{Z}_b(s_0) \geq \hat{Z}_t(s_0)$ pro ozon. Pro oblasti, kde tento předpoklad není splněn, se použije pozad'ová vrstva $\hat{Z}_b(s_0)$.

where

$\hat{Z}(s_0)$ is the final estimate of the concentration at point s_0 ,
 $\hat{Z}_b(s_0)$ is the concentration at point s_0 for the background layer,
 $\hat{Z}_t(s_0)$ is the concentration at point s_0 for the traffic layer,
 $\tau(s_0)$ are the emissions from traffic at point s_0 ,
 τ_1, τ_2 are classification intervals corresponding to emissions from traffic (Annex I).

The above function is based on the assumption that $\hat{Z}_b(s_0) \leq \hat{Z}_t(s_0)$ for common pollutants, except ozone, where $\hat{Z}_b(s_0) \geq \hat{Z}_t(s_0)$ for ozone. The background layer is used for areas where this assumption is not fulfilled.



Obr. XII.1 Diagram znázorňující parametry variogramu a proloženou sférickou křivku
Fig. XII.1 Diagram showing the variogram parameters and the fitted spherical function

Tab. XIII.1 Stanice s nejvyššími počty překročení 24hod. limitu PM₁₀
Tab. XIII.1 Stations with the highest numbers of exceedances of the 24-hour limit value of PM₁₀

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classifica- tion	pLV	Max. 24h koncentrace Max. 24-hour concentration [µg.m ⁻³]	36. nejvyšší 24h koncentrace 36th highest 24-hour concentration [µg.m ⁻³]
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/R/AI-NCI	94	271.9	93.0
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	OPEL	I/S/IR	89	212.4	76.8
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	I/U/IR	87	174.8	76.2
TRYCA	Rychvald	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	73	241.8	78.0
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	70	229.0	76.2
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	RADIO	B/S/R	70	214.3	74.7
THARA	Havířov	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	70	199.8	69.0
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	69	222.1	71.1
TSUNA	Šunychl	Karviná	ČEZ	OPTO-RA- DIO	I/S/A	67	252.6	76.9
SKLSA	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	RADIO	B/U/RI	65	113.0	63.0
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	64	169.8	67.4
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	RADIO	B/R/IN-NCI	62	118.7	60.5
TTRKA	Třinec-Kanada	Frydek-Místek	SMTř.	RADIO	B/S/RN	60	213.9	60.1
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	59	185.5	63.2
TFMIA	Frydek-Místek	Frydek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	55	172.2	60.5
TTROA	Třinec-Kosmos	Frydek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	53	218.0	62.0
AVRSA	Praha 10-Vršovice	Praha 10	ČHMÚ	RADIO	T/U/R	53	111.0	57.8
UMOMA	Most	Most	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	53	105.7	54.8
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	52	134.8	55.7
TTRAM	Třinec-Konská	Frydek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	I/S/IRA	50	194.4	59.0
THAOA	Havířov	Ostrava-město	ZÚ, SMHa	TEOM	B/U/R	49	191.4	54.8
ALERA	Letiště Praha	Praha 6	Letiště Pr	RADIO	T/S/C	49	126.7	57.0
ZVMZA	Valašské Meziříčí	Vsetín	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	48	171.0	56.9
TOVKA	Opava-Kateřinky	Opava	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	48	135.3	54.9
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	RADIO	I/S/RI	48	132.2	57.1
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	47	156.8	57.8
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	OPEL	T/U/R	47	115.4	54.4
AKALA	Praha 8-Karlín	Praha 8	ČHMÚ	RADIO	T/U/C	46	90.1	51.9
TTRRM	Třinec-Nebory	Frydek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	B/S/RNI	44	194.7	57.6
UDCMA	Děčín	Děčín	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	44	88.3	52.9
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	RADIO	I/U/IR	43	133.9	55.5
MBELA	Bělotín	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	42	121.7	52.4
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	RADIO	T/U/RCI	42	93.4	53.3
TPISM	Písečná	Frydek-Místek	ČHMÚ	GRV	B/R/AN-NCI	40	226.8	53.0
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	40	107.8	52.1
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	OPEL	T/U/RIC	39	128.3	52.1
MPRRA	Přerov	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/U/CR	39	123.3	51.5
EMTPA	Moravská Třebová - Piaristická.	Svitavy	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	39	105.8	50.9
UULMA	Ústí n.L.-město	Ústí nad Labem	ČHMÚ	RADIO	B/U/RC	39	85.3	50.8

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	pLV	Max. 24h koncentrace Max. 24-hour concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	36. nejvyšší 24h koncentrace 36th highest 24-hour concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
TOPOM	Ostrava-Poruba/ ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	GRV	B/S/R	38	136.9	51.7
ASMIA	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	38	97.3	52.3
UULDA	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	38	89.7	50.5
AREPA	Praha 1-n. Republiky	Praha 1	ČHMÚ	RADIO	B/U/C	38	89.5	51.5
TOPDA	Ostrava-Poruba, DD	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	TEOM	T/U/R	37	134.0	51.5
MOLJA	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	36	97.8	50.4
USTEA	Štětí	Litoměřice	MSTE	OPEL	B/U/R	34	98.4	49.3
ZZZSA	Zlín - ZŠ Kvitkova	Zlín	MZLI	RADIO	B/U/R	33	109.0	48.3
APRUA	Praha 10-Průmyslová	Praha 10	ČHMÚ	RADIO	T/U/IC	33	106.5	49.3
BBDNA	Brno - Dětská nemocnice	Brno-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/RC	32	86.6	48.8
PSTAM	Staňkov	Domažlice	ČHMÚ	GRV	B/S/R	32	81.0	49.0
BBNYA	Brno-Tuřany	Brno-město	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	31	125.6	47.8
MPSTA	Prostějov	Prostějov	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	29	111.5	47.9
UCHMA	Chomutov	Chomutov	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	29	98.7	48.0
TOSGM	Ostravice-golf	Frýdek-Místek	ČHMÚ	GRV	B/R/NA-REG	28	168.4	41.6
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	RADIO	I/S/RI	28	133.1	45.9
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-REG	28	133.1	47.3
AVYNA	Praha 9-Vysočany	Praha 9	ČHMÚ	RADIO	T/U/CR	28	98.0	47.5
CTABA	Tábor	Tábor	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	28	88.8	45.9
BZNOA	Znojmo	Znojmo	ČHMÚ	RADIO	B/S/RN	27	83.3	48.0
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	RADIO	B/R/IA-NCI	26	93.7	45.8
ULTTA	Litoměřice	Litoměřice	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	26	87.7	44.5
UTPMA	Teplice	Teplice	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	26	80.3	46.0
ZZLNA	Zlín	Zlín	ČHMÚ	RADIO	B/S/RN	25	118.6	44.3
BLOCM	Lovčice	Hodonín	ČHMÚ	GRV	B/R/AN-REG	25	97.8	44.7
UDROA	Droužkovice	Chomutov	ČEZ	OPTO-RADIO	I/R/A	24	123.8	44.0
SMBOA	Mladá Boleslav	Mladá Boleslav	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	24	96.4	42.9
HTRTA	Trutnov - Tkalcovská	Trutnov	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	23	77.2	42.5
BVYSM	Vyškov	Vyškov	ČHMÚ	GRV	B/S/RA	22	93.8	44.0
ARIEA	Praha 2-Riegrovovy sady	Praha 2	ČHMÚ	RADIO	B/U/NR	22	93.0	43.3
ASUCA	Praha 6-Suchbát	Praha 6	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	22	88.9	44.2
ZVSHM	Vsetín - hvězdárna	Vsetín	ČHMÚ	GRV	B/S/RN	21	135.8	44.1
SBRLM	Brandýs n. Labem	Praha-východ	ČHMÚ	GRV	B/S/R	21	78.0	43.0
BBNFM	Brno-Kroftova	Brno-město	ČHMÚ	GRV	T/U/R	21	74.8	43.6
MDSTM	Dolní Studénky	Šumperk	ČHMÚ	GRV	B/R/A-NCI	20	97.0	43.0
AKOBA	Praha 8-Kobylisy	Praha 8	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	19	107.1	41.7
SRORA	Rožďalovice-Ruská	Nymburk	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	19	96.0	42.3
BHODA	Hodonín	Hodonín	ZÚ-Ostrava	OPEL	B/U/R	19	82.6	39.3
HHKBA	Hradec Králové- -Brněnská	Hradec Králové	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	19	76.5	43.7
BBMAA	Brno-Arboretum	Brno-město	SMBro	RADIO	B/U/RN	19	75.0	43.9
SKLMA	Kladno-střed města	Kladno	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	17	93.5	38.8

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.2 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM₁₀
Tab. XIII.2 Stations with the highest values of annual average concentrations of PM₁₀

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [µg.m ⁻³]
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	OPEL	I/S/IR	44.0
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/R/AI-NCI	43.6
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	I/U/IR	40.8
TRYCA	Rychvald	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	39.6
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	39.1
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	38.4
THARA	Havířov	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	37.4
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	RADIO	B/S/R	37.4
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	36.2
TSUNA	Šunychl	Karviná	ČEZ	OPTO-RADIO	I/S/A	36.2
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	35.3
ALERA	Letiště Praha	Praha 6	Letiště Pr	RADIO	T/S/C	35.0
THAOA	Havířov	Ostrava-město	ZÚ, SMHa	TEOM	B/U/R	34.9
TTRKA	Třinec-Kanada	Frýdek-Místek	SMTř.	RADIO	B/S/RN	33.9
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	RADIO	B/R/IN-NCI	33.9
AVRSA	Praha 10-Vršovice	Praha 10	ČHMÚ	RADIO	T/U/R	33.6
TTRAM	Třinec-Konská	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	I/S/IRA	33.0
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	RADIO	I/S/RI	32.8
ASMIA	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	32.6
TTROA	Třinec-Kosmos	Frýdek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	32.5
AKALA	Praha 8-Karlín	Praha 8	ČHMÚ	RADIO	T/U/C	32.2
SKLSA	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	RADIO	B/U/RI	32.2
TFMIA	Frýdek-Místek	Frýdek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	32.0
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	OPEL	T/U/R	31.8
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	31.8
TTRRM	Třinec-Nebory	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	B/S/RNI	31.5
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	31.5
UMOMA	Most	Most	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	31.3
TOVKA	Opava-Kateřinky	Opava	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	31.2
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	RADIO	T/U/RCI	31.1
ZVMZA	Valašské Meziříčí	Vsetín	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	30.8
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	RADIO	I/U/IR	30.4
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	30.1
TOPDA	Ostrava-Poruba, DD	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	TEOM	T/U/R	30.1
AREPA	Praha 1-n. Republiky	Praha 1	ČHMÚ	RADIO	B/U/C	30.0
TOPOM	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	GRV	B/S/R	30.0
MOLJA	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	29.9
APRUA	Praha 10-Průmyslová	Praha 10	ČHMÚ	RADIO	T/U/IC	29.8
MPRRA	Přerov	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/U/CR	29.7
MBELA	Běloutín	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	29.6

Tab. XIII.3 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací PM_{2,5}
Tab. XIII.3 Stations with the highest values of annual average concentrations of PM_{2,5}

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	OPEL	I/S/IR	36.8
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/R/AI-NCI	35.8
TOPRA	Ostrava-Přivoz	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	I/U/IR	31.5
TRYCA	Rychvald	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	31.4
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	30.1
TPEKA	Petrovice u Karviné	Karviná	ČEZ	OPTO-RADIO	I/S/C	30.1
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	29.7
THARA	Havířov	Karviná	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	29.0
TOZRA	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	28.1
TFMIA	Frýdek-Místek	Frýdek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	26.7
TTRKA	Třinec-Kanada	Frýdek-Místek	SMTř.	RADIO	B/S/RN	26.6
TTROA	Třinec-Kosmos	Frýdek-Místek	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	26.3
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	25.5
TOVKA	Opava-Kateřinky	Opava	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	24.5
ZVMZA	Valašské Meziříčí	Vsetín	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	24.5
TTRRM	Třinec-Nebory	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	B/S/RNI	24.4
TTRAM	Třinec-Konská	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GRV	I/S/IRA	24.1
ALERA	Letiště Praha	Praha 6	Letiště Pr	RADIO	T/S/C	24.0
MBELA	Běloutín	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-NCI	23.6
UDCMA	Děčín	Děčín	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	23.2
EMTPA	Moravská Třebová - Piaristická.	Svitavy	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	23.1
MPRRA	Přerov	Přerov	ČHMÚ	RADIO	B/U/CR	23.1
TOPOM	Ostrava-Poruba/ ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	GRV	B/S/R	22.9
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	RADIO	T/U/RCI	22.6
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	OPEL	T/U/RIC	22.5
MOLJA	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	22.4
ASMIA	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	22.2
ZZZSA	Zlín - ZŠ Kvítkova	Zlín	MZLI	RADIO	B/U/R	21.8
UMOMA	Most	Most	ČHMÚ	RADIO	B/U/R	21.7
BBDNA	Brno - Dětská nemocnice	Brno-město	ČHMÚ	RADIO	B/U/RC	21.6
ZZLNA	Zlín	Zlín	ČHMÚ	RADIO	B/S/RN	21.6
BBNYA	Brno-Tuřany	Brno-město	ČHMÚ	RADIO	B/S/R	21.3
USTEA	Štětí	Litoměřice	MSTE	OPEL	B/U/R	21.3
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	RADIO	B/R/A-REG	20.8
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	RADIO	B/R/IN-NCI	20.7
UULDA	Ústí n.L.-Všebořic- ká (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	20.5
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	19.8
HHKBA	Hradec Králové-Br- něnská	Hradec Králové	ČHMÚ	RADIO	T/U/RC	19.8
STCSA	Tobolka-Čertovy schody	Beroun	VČs	RADIO	B/R/AN-NCI	19.6
BZNOA	Znojmo	Znojmo	ČHMÚ	RADIO	B/S/RN	19.5

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.4 Stanice měřící PM₁ s uvedenými ročními průměrnými a maximálními 24hodinovými koncentracemi

Tab. XIII.4 Stations measuring PM₁ in the ambient air with the values of annual average and maximum 24-hour concentrations

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Max. 24h koncentrace Max. 24-hour concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Roční koncentrace Annual concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	76.8	17.3
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	OPEL	T/U/R	58.2	15.3
BMOCA	Sivice	Brno-venkov	Českomorav	OPEL	B/R/I-NCI	58.5	14.7
PPLEA	Plzeň-střed	Plzeň-město	MPI	OPEL	T/U/RC	60.4	15.4
PPLLA	Plzeň-Lochotín	Plzeň-město	MPI	OPEL	B/U/R	62.8	14.8
TTRKA	Třinec-Kanada	Frýdek-Místek	SMTř.	RADIO	B/S/RN	187.6	24.2
USTEA	Štětí	Litoměřice	MSTE	OPEL	B/U/R	70.3	19.2
UULDA	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	OPEL	T/U/RC	73.6	18.0
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	OPEL	T/U/RIC	109.6	20.8

Tab. XIII.5 Přehled lokalit, kde byl v letech 2014–2018 překročen imisní limit pro roční průměrnou koncentraci PM₁₀

Tab. XIII.5 Overview of localities with the exceedance of the limit value for annual average PM₁₀ concentration, 2014–2018

KLOK	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Klasifikace Classification	2014	2015	2016	2017	2018
TCTN	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	B/U/R	43.4	36.5	32.9	34.8	38.4
THAR	Havířov	Karviná	ČHMÚ	B/U/R	41.6	36.2	32.9	35.0	37.4
TKAR	Karviná	Karviná	ČHMÚ	B/U/R	41.8	36.6	33.8	35.3	39.1
TOPR	Ostrava-Přívov	Ostrava-město	ČHMÚ	I/U/IR	42.1	36.3	32.9	35.1	40.8
TORE	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	I/S/IR	42.6	42.2	41.0	43.9	44.0
TORV	Orlová	Karviná	ČHMÚ	B/U/R	40.2	36.1	34.0	–	–
TOZR	Ostrava-Zábřeh	Ostrava-město	ČHMÚ	B/U/R	42.2	31.8	29.6	30.5	35.3
TSUN	Šunychl	Karviná	ČEZ	I/S/A	41.3	34.0	33.2	34.1	36.2
TVER	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	B/R/AI-NCI	48.0	41.6	39.7	40.1	43.6
ZZLT	Zlín-Svit	Zlín	MZLI	T/U/CR	45.3	41.7	–	–	–

Tab. XIII.6 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací benzo[a]pyrenu v ovzduší
Tab. XIII.6 Stations with the highest values of annual average concentrations of benzo[a]pyrene in the ambient air

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [ng.m ⁻³]
TOREP	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	HPLC	I/S/IR	7.7
TOPRP	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-MS	I/U/IR	4.7
TOROP	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	HPLC	B/S/R	4.7
TVRTP	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	HPLC	I/S/RI	4.0
TCTNP	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	3.9
TOHBP	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	HPLC	I/S/RI	3.7
SKLSP	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	GC-MS	B/U/RI	3.5
TOKUP	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	HPLC	I/S/RI	3.4
TTRAP	Třinec-Konská	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GC-MS/PUF	I/S/IRA	3.1
TKAOP	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	HPLC	T/U/R	3.0
TOPOP	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-MS	B/S/R	2.9
TSTDP	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	GC-MS	B/R/A-NCI	2.8
TTRRP	Třinec-Nebory	Frýdek-Místek	ČHMÚ,MSK	GC-MS/PUF	B/S/RNI	2.4
TOPDP	Ostrava-Poruba, DD	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	HPLC	T/U/R	2.3
ZVMZP	Valašské Meziříčí	Vsetín	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	2.2
TOMHP	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	HPLC	I/U/IR	2.0
SBRLP	Brandýs n. Labem	Praha-východ	ČHMÚ	GC-MS	B/S/R	1.6
MOLJP	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	1.3
UDOKP	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	GC-MS	B/R/NA-NCI	1.3
ZZLNP	Zlín	Zlín	ČHMÚ	GC-MS	B/S/RN	1.2
CCBAP	Č.Budějovice-Antala Staška	České Budějovice	ČHMÚ	GC-MS	B/S/R	1.1
PPLXP	Plzeň-Slovany	Plzeň-město	ČHMÚ	GC-MS	T/U/RC	1.1
HHKTP	Hradec Králové - tř. SNP	Hradec Králové	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	1.0
LLILP	Liberec Rochlice	Liberec	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	1.0
MOLSP	Olomouc-Šmeralova	Olomouc	ZÚ-Ostrava	HPLC	B/U/R	1.0
SRORP	Rožďalovice-Ruská	Nymburk	ČHMÚ	GC-MS	B/R/A-NCI	1.0
EPAUP	Pardubice Dukla	Pardubice	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	0.9
UTPMP	Teplice	Teplice	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	0.9
ALIBP	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	GC-MS	B/S/R	0.8
BHODP	Hodonín	Hodonín	ZÚ-Ostrava	HPLC	B/U/R	0.8
ARIEP	Praha 2-Riegrovy sady	Praha 2	ČHMÚ	GC-MS	B/U/NR	0.7
ASROP	Praha 10-Šrobárova	Praha 10	ZÚÚstí/SZÚ	GC-MS	B/U/RC	0.7
BBNIP	Brno-Líšeň	Brno-město	ČHMÚ	GC-MS	B/U/R	0.6
JJIZP	Jihlava-Znojemská	Jihlava	ZÚ-Ostrava	HPLC	T/U/R	0.6
JZNZP	Žďár nad Sázavou	Žďár nad Sázavou	ZÚ-Ostrava	HPLC	B/U/RC	0.6
BBNAP	Brno-Masná	Brno-město	ZÚ-Ostrava	HPLC	B/U/CR	0.5
BKUCP	Kuchařovice	Znojmo	ČHMÚ	GC-MS	B/R/A-NCI	0.5
UULKP	Ústí n.L.-Kočkov	Ústí nad Labem	ČHMÚ	GC-MS	B/S/RN	0.5
JKOSP	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	GC-MS	B/R/AN-REG	0.4

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.7 Stanice s nejvyššími hodnotami 19. a maximální hodinové koncentrace NO₂
Tab. XIII.7 Stations with the highest values of the 19th and maximum hourly concentrations of NO₂

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classifica- tion	pLV	Max. 1h kon- centrace Max. hourly concentration [µg.m ⁻³]	19. nejvyšší 1h koncentrace 19 th highest hourly concentration [µg.m ⁻³]
ASMA	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	0	192.8	138.5
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	CHLM	T/U/RIC	0	179.4	125.1
TOPDA	Ostrava-Poruba, DD	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	CHLM	T/U/R	0	172.5	114.6
BBMSA	Brno-Svatoplukova	Brno-město	SMBрно	CHLM	T/U/R	0	167.0	125.3
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	0	165.8	146.9
AKALA	Praha 8-Karlín	Praha 8	ČHMÚ	CHLM	T/U/C	0	148.2	109.6
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	CHLM	I/S/RI	0	141.2	86.7
AREPA	Praha 1-n. Re- publiky	Praha 1	ČHMÚ	CHLM	B/U/C	0	139.3	113.1
MOLJA	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	137.2	93.5
AVYNA	Praha 9-Vysočany	Praha 9	ČHMÚ	CHLM	T/U/CR	0	135.1	107.5
APRUA	Praha 10-Průmys- lová	Praha 10	ČHMÚ	CHLM	T/U/IC	0	131.6	101.8
ALERA	Letiště Praha	Praha 6	Letiště Pr	CHLM	T/S/C	0	131.4	85.9
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	CHLM	T/U/R	0	124.9	106.9
TKAOK	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	CHLM	T/U/R	0	122.0	90.1
BBMVA	Brno-Výstaviště	Brno-město	SMBрно	CHLM	T/U/C	0	120.9	91.4
BBMLA	Brno-Lány	Brno-město	SMBрно	CHLM	B/S/RN	0	119.4	95.1
ARIEA	Praha 2-Riegrovy sady	Praha 2	ČHMÚ	CHLM	B/U/NR	0	118.0	97.4
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	CHLM	T/U/RCI	0	117.6	86.7
PPLEA	Plzeň-střed	Plzeň-město	MPI	CHLM	T/U/RC	0	116.9	78.0
TFMIA	Frýdek-Místek	Frýdek-Místek	ČHMÚ	CHLM	B/S/R	0	116.9	85.7
UULDA	Ústí n.L.-Všebořic- ká (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	0	116.3	91.6
ABREA	Praha 6-Břevnov	Praha 6	ČHMÚ	CHLM	B/U/RN	0	115.7	83.4
ALIBA	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	CHLM	B/S/R	0	113.2	82.1
SMBOA	Mladá Boleslav	Mladá Boleslav	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	113.1	82.1
BBDNA	Brno - Dětská nemocnice	Brno-město	ČHMÚ	CHLM	B/U/RC	0	112.5	93.0
UHVRA	Havraň	Most	ČEZ	CHLM	I/R/A	0	112.0	98.0
TOPRA	Ostrava-Přivoz	Ostrava-město	ČHMÚ	CHLM	I/U/IR	0	111.5	91.2
HHKBA	Hradec Králové-Br- něnská	Hradec Králové	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	0	110.2	80.2
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	110.0	94.9
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	CHLM	I/S/RI	0	107.7	88.2
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hra- diště	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	0	106.4	88.4
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	105.4	81.3
PPLAA	Plzeň-Slovany	Plzeň-město	MPI	CHLM	T/U/RC	0	104.8	71.2
UDCMA	Děčín	Děčín	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	103.9	67.7
UNVDA	Nová Víska u Domašína	Chomutov	ČEZ	CHLM	I/R/N	0	103.0	55.0
TOPOA	Ostrava-Poruba/ ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	CHLM	B/S/R	0	102.9	74.6
AKOBA	Praha 8-Kobylisy	Praha 8	ČHMÚ	CHLM	B/S/R	0	102.0	80.3
UMOMA	Most	Most	ČHMÚ	CHLM	B/U/R	0	101.8	81.9
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	CHLM	I/U/IR	0	100.6	80.2
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	CHLM	B/S/R	0	99.9	67.1

Tab. XIII.8 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací NO₂
Tab. XIII.8 Stations with the highest values of annual average concentrations of NO₂

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [µg.m ⁻³]
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	54.4
BBMSA	Brno-Svatoplukova	Brno-město	SMBrno	CHLM	T/U/R	46.0
ASMIA	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	40.2
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	CHLM	T/U/R	39.9
AVYNA	Praha 9-Vysočany	Praha 9	ČHMÚ	CHLM	T/U/CR	35.0
UULDA	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	33.5
AREPA	Praha 1-n. Republiky	Praha 1	ČHMÚ	CHLM	B/U/C	33.0
AKALA	Praha 8-Karlín	Praha 8	ČHMÚ	CHLM	T/U/C	30.4
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	ČHMÚ	CHLM	T/U/RC	30.4
APRUA	Praha 10-Průmyslová	Praha 10	ČHMÚ	CHLM	T/U/IC	30.3
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	CHLM	T/U/RIC	28.9
BBMVA	Brno-Výstaviště	Brno-město	SMBrno	CHLM	T/U/C	28.4
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	CHLM	T/U/RCI	27.5
TOPDA	Ostrava-Poruba, DD	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	CHLM	T/U/R	26.9
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	CHLM	I/U/IR	25.6
BBMLA	Brno-Lány	Brno-město	SMBrno	CHLM	B/S/RN	24.8
TKAOK	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	CHLM	T/U/R	24.2
ARIEA	Praha 2-Riegrovy sady	Praha 2	ČHMÚ	CHLM	B/U/NR	24.1
ABREA	Praha 6-Břevnov	Praha 6	ČHMÚ	CHLM	B/U/RN	23.8
TOKUA	Ostrava-Kuncičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	CHLM	I/S/RI	23.6

Tab.XIII.9 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací NO_x na venkovských stanicích
Tab. XIII.9 Stations with the highest values of annual average of NO_x concentrations at rural stations

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification method	Roční koncentrace Annual concentration [µg.m ⁻³]
BMOCA	Sivice	Brno-venkov	Českomorav	CHLM	B/R/I-NCI	27.9
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	CHLM	B/R/AI-NCI	21.8
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	CHLM	B/R/A-NCI	21.0
UDOKA	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	CHLM	B/R/NA-NCI	18.5
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	CHLM	B/R/IN-NCI	15.3
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	CHLM	B/R/IA-NCI	15.3
PKUJA	Kamenný Újezd	Rokycany	ČHMÚ	CHLM	B/R/NA-NCI	14.4
SRORA	Rožďalovice-Ruská	Nymburk	ČHMÚ	CHLM	B/R/A-NCI	11.4
STCSA	Tobolka-Čertovy schody	Beroun	VČs	CHLM	B/R/AN-NCI	10.9
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	CHLM	B/R/A-REG	10.9
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-REG	9.5
BMISA	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	CHLM	B/R/A-REG	8.5
TCERA	Červená hora	Opava	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-REG	7.3
MJESA	Jeseník-lázně	Jeseník	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-NCI	7.2
HPLOA	Polom	Rychnov nad Kněžnou	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-REG	6.5
KPRBA	Přebuz	Sokolov	ČHMÚ	CHLM	B/R/AN-REG	6.0
TBKRA	Bílý Kříž	Frydek-Místek	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-REG	5.7
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	CHLM	B/R/AN-REG	5.1
CCHUA	Churáňov	Prachatice	ČHMÚ	CHLM	B/R/N-REG	3.2

Tab. XIII.10 Stanice s nejvyššími hodnotami maximálních denních 8hodinových klouzavých průměrných koncentrací ozonu
Tab. XIII.10 Stations with the highest values of maximum daily 8-hour running average concentrations of ozone

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	n	ppLVn 2016–2018	MAX 8h- 2018 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	MAXx-n 2016–2018 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	x	Platné roky Valid years
BKUJA	Kuchařovice	Znojmo	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-NCI	1	50.0	156.5	129.0	26	2018
HKRYA	Krkonoše-Rýchory	Trutnov	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	2	49.5	166.6	128.8	51	2016,2018
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	43.0	172.4	129.2	76	2016–2018
TCERA	Červená hora	Opava	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	43.0	159.1	126.4	76	2016–2018
URVHA	Rudolice v Horách	Most	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	42.0	174.1	128.5	76	2016–2018
UULKA	Ústí n.L.-Kočkov	Ústí nad Labem	ČHMÚ	UVABS	B/S/RN	3	38.0	173.1	127.9	76	2016–2018
HPLOA	Polom	Rychnov nad Kněžnou	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	37.0	159.9	125.9	76	2016–2018
ESVRA	Svratouch	Chrudim	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	2	36.5	161.9	124.6	51	2016,2018
ASUCA	Praha 6-Suchdol	Praha 6	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	3	36.3	161.7	127.4	76	2016–2018
ASTOA	Praha 5-Stodůlky	Praha 5	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	36.3	160.4	126.4	76	2016–2018
SKLMA	Kladno-střed města	Kladno	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	35.7	159.8	125.3	76	2016–2018
ZSNVA	Štítná n.Vláří	Zlín	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	35.7	154.5	124.6	76	2016-2018
USTEA	Štětí	Litoměřice	MSTE	UVABS	B/U/R	1	35.0	155.5	124.4	26	2018
BBNYA	Brno-Tuřany	Brno-město	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	3	34.7	162.5	123.8	76	2016–2018
UTPMA	Teplice	Teplice	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	34.0	167.0	124.1	76	2016–2018
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	3	34.0	163.9	123.5	76	2016–2018
BMISA	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-REG	3	33.0	153.7	123.8	76	2016–2018
PPRMA	Přimda	Tachov	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	32.7	160.4	124.2	76	2016–2018
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-NCI	3	32.0	166.1	123.3	76	2016–2018
ALIBA	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	3	31.7	162.6	124.0	76	2016–2018
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVABS	I/U/R	3	31.3	176.7	122.5	76	2016–2018
KPRBA	Přebuz	Sokolov	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	3	30.0	168.7	123.1	76	2016–2018
SONRA	Ondřejov	Praha-východ	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	30.0	164.9	122.4	76	2016-2018

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	n	pLVn 2016–2018	MAX 8h- 2018 [µg.m ⁻³]	MAXx-n 2016–2018 [µg.m ⁻³]	x	Platné roky Valid years
UMOMA	Most	Most	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	29.7	165.7	123.0	76	2016–2018
HHKOK	Hradec Králové- -observatoř	Hradec Králové	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	3	29.3	174.8	122.4	76	2016–2018
CCHUA	Churáňov	Prachovice	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	29.3	152.9	122.0	76	2016–2018
ULTTA	Litoměřice	Litoměřice	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	28.7	159.7	121.9	76	2016–2018
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	28.7	169.6	121.2	76	2016–2018
LFRTA	Frydlant	Liberec	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	28.3	181.2	122.4	76	2016–2018
UDOKA	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	UVABS	B/R/NA-NCI	3	28.0	163.9	121.7	76	2016–2018
CKOCA	Kocelovice	Strakonice	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	26.7	158.5	121.1	76	2016–2018
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVABS	B/S/R	3	26.3	170.7	120.6	76	2016–2018
LSOUA	Souš	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	26.0	161.1	121.1	76	2016–2018
ARIEA	Praha 2-Riegrovy sady	Praha 2	ČHMÚ	UVABS	B/U/NR	3	26.0	160.8	120.1	76	2016–2018
SMBOA	Mladá Boleslav	Mladá Boleslav	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	25.0	169.2	120.0	76	2016–2018
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	23.7	172.7	119.3	76	2016–2018
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-REG	3	23.0	153.2	119.1	76	2016–2018
TCTAA	Český Těšín-auto- busové nádraží	Karviná	ZÚ, MSK	UVABS	T/U/R/C	1	23.0	-	118.0	26	2017
STCSA	Tobolka-Čertovy schody	Beroun	VČs	UVABS	B/R/AN-NCI	2	22.5	-	118.4	51	2016,2017
LLILA	Liberec Rochlice	Liberec	ČHMÚ	UVABS	B/U/R	3	22.3	161.8	118.7	76	2016–2018

Poznámka / Note:

n počet platných let pro výpočet / number of valid years for the calculation

x x-tá max. denní 8hod. koncentrace / xth max. daily 8-h concentration

pLVn průměrný počet překročení LV za n platných let / average number of LV exceedances for n valid years

MAX8h nejvyšší max. denní 8hod. koncentrace v hodnoceném roce / the highest max. daily 8-h concentration for the current year

MAXx-n nejvyšší x-tá max. denní 8hod. koncentrace za n platných let / the highest xth max. daily 8-h concentration for n valid years

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.11 Stanice s nejvyššími hodnotami AOT40 ozonu na venkovských a předměstských stanicích
Tab. XIII.11 Stations with the highest AOT40 values of ozone at rural and suburban stations

KMPL	Lokalita <i>Locality</i>	Okres <i>District</i>	Vlastník <i>Owner</i>	Metoda měření <i>Measuring method</i>	Klasifikace <i>Classification</i>	n	AOT40* [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$]	Platné roky <i>Valid years</i>
BKUCA	Kuchařovice	Znojmo	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-NCI	4	22900.2	2014–2015, 2017–2018
URVHA	Rudolice v Horách	Most	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	21152.8	2014–2018
BBNYA	Brno-Tuřany	Brno-město	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	21084.0	2014–2018
TCERA	Červená hora	Opava	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	20928.9	2014–2018
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	20928.7	2014–2018
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVABS	B/S/R	5	20708.8	2014–2018
ZSNVA	Štítná n.Vláří	Zlín	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	20414.8	2014–2018
BMISA	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-REG	5	20394.2	2014–2018
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	5	20152.5	2014–2018
ALIBA	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	20001.4	2014–2018
ASUCA	Praha 6-Suchbát	Praha 6	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	19933.6	2014–2018
CKOCA	Kocelovice	Strakonice	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	19778.9	2014–2018
CCHUA	Churáňov	Prachatice	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	19434.3	2014–2018
HKRYA	Krkonoše-Rýchory	Trutnov	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	4	19161.6	2014–2016, 2018
LSOUA	Souš	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	19083.9	2014–2018
HPLOA	Polom	Rychnov nad Kněžnou	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	19024.6	2014–2018
ESVRA	Svratouch	Chrudim	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	5	18957.0	2014–2018
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-REG	3	18875.1	2016–2018
HHKOK	Hradec Králové-observatoř	Hradec Králové	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	18784.2	2014–2018
KPRBA	Přebuz	Sokolov	ČHMÚ	UVABS	B/R/AN-REG	5	18776.2	2014–2018
UDOKA	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	UVABS	B/R/NA-NCI	3	18629.6	2016–2018
LFRTA	Frýdlant	Liberec	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	3	18548.8	2016–2018
UULKA	Ústí n.L.-Kočkov	Ústí nad Labem	ČHMÚ	UVABS	B/S/RN	5	18411.4	2014–2018
STCSA	Tobolka-Čertovy schody	Beroun	VČs	UVABS	B/R/AN-NCI	4	17434.3	2014–2017
JKMYA	Kostelní Myslová	Jihlava	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-NCI	5	17387.8	2014–2018
ZZLNA	Zlín	Zlín	ČHMÚ	UVABS	B/S/RN	5	17299.0	2014–2018
SONRA	Ondřejov	Praha-východ	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	17272.8	2014–2018
PPRMA	Přimda	Tachov	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	17192.7	2014–2018
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	UVABS	B/R/IA-NCI	5	17120.3	2014–2018
CPRAA	Prachatice	Prachatice	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	15893.8	2014–2018
KSOMA	Sokolov	Sokolov	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	5	15359.4	2014–2018
CHVOA	Hojná Voda	České Budějovice	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	14879.5	2014–2018
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	UVABS	B/R/A-NCI	5	14257.3	2014–2018
AKOBA	Praha 8-Kobylisy	Praha 8	ČHMÚ	UVABS	B/S/R	4	14117.9	2015–2018
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	UVABS	B/R/IN-NCI	5	13653.9	2014–2018
MJESA	Jeseník-lázně	Jeseník	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-NCI	5	13385.0	2014–2018
TBKRA	Bílý Kříž	Frýdek-Místek	ČHMÚ	UVABS	B/R/N-REG	5	13038.3	2014–2018
PPLVA	Plzeň-Doubravka	Plzeň-město	ČHMÚ	UVABS	B/S/A	5	12377.1	2014–2018

Poznámka / Note:

n počet let pro výpočet (kdy byl platný roční průměr) / number of years for the calculation (with the valid annual average)

* průměr za n let / average for n years

Tab. XIII.12 Počty hodin překročení informativní prahové hodnoty pro ozon ($180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) za rok na vybraných stanicích AIM, 2004–2018
Tab. XIII.12 Number of hours of the ozone information threshold exceedance ($180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) per year at selected AIM stations, 2004–2018

Kraj Region	KMPL	Stanice Station	Vlastník Owner	Klasifikace Classification	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hlavní město Praha Capital City of Prague	AKOBA	Praha 8-Kobylisy	ČHMÚ	B/S/R	0	0	16	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	4
	ALIBA	Praha 4-Libuš	ČHMÚ	B/S/R	0	4	10	5	0	0	0	0	6	3	2	29	0	0	3
	AREPA	Praha 1-n. Republiky	ČHMÚ	B/U/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ARIEA	Praha 2-Riegrovy sady	ČHMÚ	B/U/NR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	11	0	0	4
	ASMA	Praha 5-Smíchov	ČHMÚ	T/U/RC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ASTOA	Praha 5-Stodůlky	ČHMÚ	B/U/R	0	0	19	4	0	0	2	0	6	0	0	30	0	1	4
	ASUCA	Praha 6-Suchdol	ČHMÚ	B/S/R	0	1	24	10	0	0	3	0	2	9	1	28	0	0	3
	AVELA	Praha 6-Veleslavín	ČHMÚ	B/S/R	0	0	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AVEXA	Praha 6-Veleslavín	ČHMÚ	I/U/I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AVYNA	Praha 9-Vysočany	ČHMÚ	T/U/CR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jihomoravský South Moravia	BBDNA	Brno - Dětská nemocnice	ČHMÚ	B/U/RC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	BBMLA	Brno-Lány	SMBрно	B/S/RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	BBMRA	Brno-Arboretum	SMBрно	T/U/RN	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BBMZA	Brno-Zvonafka	SMBрно	T/U/C	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BBNDA	Brno-střed	ČHMÚ	T/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BBNYA	Brno-Tuřany	ČHMÚ	B/S/R	0	0	12	6	0	0	1	0	0	1	0	11	0	0	0
	BHODA	Hodonín	ZÚ-Ost-rava	B/U/R	0	0	1	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BKUCA	Kuchařovice	ČHMÚ	B/R/A-NCI	0	0	8	7	0	0	0	0	0	5	0	12	0	0	0
	BMISA	Mikulov-Sedlec	ČHMÚ	B/R/A-REG	0	2	7	3	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0
	Jihočeský South Bohemia	CCBDA	České Budějovice	ČHMÚ	B/U/R	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CCHUA		Churaňov	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0
CHVOA		Hojná Voda	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	1	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
CKOCA		Kocelovice	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
CPRAA		Prachatice	ČHMÚ	B/S/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTABA		Tábor	ČHMÚ	T/U/RC	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPAOA		Pardubice-Rosice	ČHMÚ	B/S/RI	0	3	14	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
EPAUA		Pardubice Dukla	ČHMÚ	B/U/R	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
ESVRA		Svratouch	ČHMÚ	B/R/AN-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Kraj Region	KMPL	Stanice Station	Vlastník Owner	Klasifikace Classification	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Královéhradecký Hradec Králové	HKBA	Hradec Králové-Brněnská	ČHMÚ	T/U/RC	0	2	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HKOK	Hradec Králové-observatoř	ČHMÚ	B/S/R	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	HKSA	Hr. Král.-Sukovy sady	ZÚ Ústí nL	T/U/RCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HKRYA	Krkonoše-Rýchoř	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	HOHA	Orlické hory-Zakletý I	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HPLOA	Polom	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	HSERA	Šerlich	ČHMÚ	B/R/N-REG	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JJIHA	Jihlava	ČHMÚ	B/U/RC	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JKMYA	Kostelní Myslová	ČHMÚ	B/R/A-NCI	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	JKOSA	Košetice	ČHMÚ	B/R/AN-REG	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vysočina Vysočina	JZNA	Ždár nad Sázavou	ZÚ-Ost-rava	B/U/RC	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KPRBA	Přebuz	ČHMÚ	B/R/AN-REG	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	KSOMA	Sokolov	ČHMÚ	B/S/R	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	LFRTA	Frydlant	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	LFRUA	Frydlant-Údolí	ČHMÚ	B/R/AN-NCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LLILA	Liberec Rochlice	ČHMÚ	B/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	LLIMA	Liberec-město	ČHMÚ	B/U/RC	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LSOUA	Souš	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	MJESA	Jeseník-lázně	ČHMÚ	B/R/N-NCI	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MOLSA	Olomouc-Šmeralova	ZÚ-Ost-rava	B/U/R	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olomoucký Olomouc	MOLVK	Olomouc-Velkomoravská	MOLO	T/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPHRA	Hranice	MHRA	B/U/RC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPRRA	Přerov	ČHMÚ	B/U/CR	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	MPSTA	Prostějov	ČHMÚ	B/U/R	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MSMSA	Šumperk - 5.ZŠ	MŠUM	B/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MSMUK	Šumperk MÚ	MŠUM	B/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PKLSA	Klatov soud	ZÚ Ústí nL	T/U/R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PPLAA	Pízeň-Slovany	MPI	T/U/RC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PPLBA	Pízeň-Bory	MPI	B/U/R	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	PPLLA	Pízeň-Lodhotín	MPI	B/U/R	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Pízeňský Pízeň	PPLVA	Pízeň-Doubravka	ČHMÚ	B/S/A	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PPRMA	Přimda	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	3

Kraj Region	KMPL	Stanice Station	Vlastník Owner	Klasifikace Classification	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Středočeský Central Bohemian	SKLMA	Kladno-střed města	ČHMÚ	B/U/R	0	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	
	SMBOA	Mladá Boleslav	ČHMÚ	B/U/R	0	4	28	5	0	0	1	0	0	0	0	9	0	0	1	
	SONRA	Ondřejov	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	
	STCSA	Tobolka-Čertovy schody	VČs	B/R/AN-NCI	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	18	0	0	2	
	TBILA	Bílavec	ZÚ, MSK	T/S/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	6	0	0	
	TBKRA	Bílý Kříž	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TBOUA	Bohumín	ZÚ, MSK	T/S/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	
	TBRNA	Bruntál	ZÚ, MSK	T/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	
	TCERA	Červená hora	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	
	TCTAA	Český Těšín-autobusové nádraží	ZÚ, MSK	T/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	
Moravskoslezský Moravian-Silesian	THLOA	Horní Lomná	ZÚ, MSK	B/R/N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0		
	TKARA	Karviná	ČHMÚ	B/U/R	0	0	14	2	0	0	7	0	0	0	0	2	0	0	2	
	TKSTA	Karlova Studánka	ZÚ, MSK	B/R/N-NCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	
	TODRA	Odry	ZÚ, MSK	B/S/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	31	0	0	-	
	TOFFA	Ostrava-Fifejdy	ČHMÚ	B/U/R	0	0	3	8	0	0	2	0	0	0	1	3	7	0	0	
	TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	ZÚ, SMO- va	I/U/R	-	-	-	-	-	0	5	0	0	0	5	1	12	0	0	3
	TONVA	Ostrava Nová Ves-areál OVak	ZÚ, MSK	T/U/IAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	
	TOPRA	Ostrava-Přivoz	ČHMÚ	I/U/R	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	ZÚ, SMO- va	I/S/R	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	5	1	10	0	0	0
	TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	ZÚ, SMO- va	B/S/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4	3	11	0	0	0
TOSTA	Ostravice	ZÚ, MSK	B/R/NR-NCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	0	-	-		
TOUZA	Opava-univerzitní zahrada	ZÚ, MSK	T/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0		
TOVKA	Opava-Kateřinky	ČHMÚ	B/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	7	0	0	0		
TRYMA	Rýmařov	ZÚ, MSK	B/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0		
TSTDA	Studénka	ČHMÚ	B/R/A-NCI	0	0	1	5	0	0	0	2	0	2	1	0	7	0	0		
TTROA	Třinec-Kosmos	ČHMÚ	B/U/R	0	0	12	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0		
TVITA	Vitkov	ZÚ, MSK	B/S/RN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	0	0		

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Kraj Region	KMPL	Stanice Station	Vlastník Owner	Klasifikace Classification	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Ústecký Ústí n. L.	UDOKA	Doksany	ČHMÚ	B/R/NA-NCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4	0	1	0	
	ULOMA	Lom	ČHMÚ	B/R/IN-NCI	0	2	21	5	0	3	3	0	0	0	0	0	15	0	0	0
	ULTHK	Litoměřice-ZÚ	ZÚ	B/U/RC	5	6	32	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ULTTA	Litoměřice	ČHMÚ	B/U/R	2	2	21	2	0	0	6	0	0	0	4	0	7	0	0	0
	UMOMA	Most	ČHMÚ	B/U/R	0	2	6	0	2	0	6	0	0	0	1	0	18	0	0	3
	URVHA	Rudolice v Horách	ČHMÚ	B/R/N-REG	1	7	43	8	3	0	0	0	0	0	1	0	37	0	0	1
	USNZA	Sněžník	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	14	0	0	0	4	0	0	0	4	0	30	0	0	6
	USTEA	Štětí	MSTE	B/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	UTPMA	Teplice	ČHMÚ	B/U/R	1	2	17	1	0	3	7	0	0	0	7	0	23	0	3	3
	UTUSA	Tušimice	ČHMÚ	B/R/IA-NCI	1	6	10	0	0	0	2	1	0	0	0	0	14	0	0	1
	UULKA	Ústí n.L.-Kočkov	ČHMÚ	B/S/RN	2	0	11	7	0	0	0	0	0	0	3	0	29	0	0	5
	UULMA	Ústí n.L.-město	ČHMÚ	B/U/RC	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	3
	UVALA	Valdek	ČHMÚ	B/R/AN-NCI	0	0	11	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	UZAZA	Žatec	SŠZE Žatec	B/S/R	-	-	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZSNVA	Štítná n.Vláří	ČHMÚ	B/R/N-REG	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZTNVA	Těšnovice	ČHMÚ	B/R/A-REG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
ZZLNA	Zlín	ČHMÚ	B/S/RN	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ZZLTK	Zlín-Svit	MZLI	T/U/CR	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	-	
ZZZSA	Zlín - ŽŠ Kvítkova	MZLI	B/U/R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	

Poznámka: Tučně jsou uvedeny údaje pro stanici/rok, kde byla splněna podmínka pro výpočet platného ročního aritmetického průměru.
Note: Bold figures show data for the station /year with the fulfilled condition for the calculation for the valid annual arithmetic average.

Tab. XIII.13 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací benzenu
Tab. XIII.13 Stations with the highest values of annual average concentrations of benzene

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
TOPRD	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-FID	I/U/IR	5.1
TOREV	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	GC-FID	I/S/IR	3.3
TOCBD	Ostrava-Českobratrská (hot spot)	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-FID	T/U/CR	2.8
TOROV	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	GC-FID	B/S/R	2.8
TOFFD	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	2.7
TVERD	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	GC-FID	B/R/AI-NCI	2.6
ZVMZD	Valašské Meziříčí	Vsetín	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	2.4
TOMHV	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	GC-FID	I/U/IR	2.3
TOKUV	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	GC-FID	I/S/RI	2.1
TVRTV	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	GC-FID	I/S/RI	2.0
TOHBV	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	GC-FID	I/S/RI	1.7
TOPOD	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	GC-FID	B/S/R	1.6
TTROD	Třinec-Kosmos	Frýdek-Místek	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.6
UULDD	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	GC-FID	T/U/RC	1.4
ALEGD	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	GC-FID	T/U/RC	1.3
TOVKD	Opava-Kateřinky	Opava	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.3
AREPD	Praha 1-n. Republiky	Praha 1	ČHMÚ	GC-FID	B/U/C	1.2
ASMID	Praha 5-Smíchov	Praha 5	ČHMÚ	GC-FID	T/U/RC	1.2
BBDND	Brno - Dětská nemocnice	Brno-město	ČHMÚ	GC-FID	B/U/RC	1.2
MOLJD	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.2
SKLMD	Kladno-střed města	Kladno	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.2
UMOMD	Most	Most	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.2
UULMD	Ústí n.L.-město	Ústí nad Labem	ČHMÚ	GC-FID	B/U/RC	1.2
BBNVD	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	GC-FID	T/U/R	1.1
EPAOD	Pardubice-Rosice	Pardubice	ČHMÚ	GC-FID	B/S/RI	1.1
EPAUD	Pardubice Dukla	Pardubice	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.1
HHKBD	Hradec Králové-Brněnská	Hradec Krá- lové	ČHMÚ	GC-FID	T/U/RC	1.1
JKOSD	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	GC-FID	B/R/AN-REG	1.1
LLILD	Liberec Rochlice	Liberec	ČHMÚ	GC-FID	B/U/R	1.0
PPLXD	Pižeň-Slovany	Pižeň-město	ČHMÚ	GC-FID	T/U/RC	1.0
ALIBD	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	GC-FID	B/S/R	0.9
BMISD	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	GC-FID	B/R/A-REG	0.9
KSOMD	Sokolov	Sokolov	ČHMÚ	GC-FID	B/S/R	0.9
KCHMD	Cheb	Cheb	ČHMÚ	GC-FID	B/S/R	0.8
URVHD	Rudolice v Horách	Most	ČHMÚ	GC-FID	B/R/N-REG	0.7

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.14 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací olova v ovzduší
Tab. XIII.14 Stations with the highest values of annual average concentrations of lead in the ambient air

KMPL	Lokalita <i>Locality</i>	Okres <i>District</i>	Vlastník <i>Owner</i>	Metoda měření <i>Measuring method</i>	Klasifikace <i>Classification</i>	Roční koncentrace <i>Annual concentration</i> [ng.m ⁻³]
TORE0	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/S/IR	47.0
TORO0	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	B/S/R	28.3
SPBR0	Příbram-Březové Hory	Příbram	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	27.4
TOPR0	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	21.5
TVRT0	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	21.1
TOMH0	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/U/IR	19.6
TOKU0	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	19.2
TKAO0	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	T/U/R	18.2
TOPR5	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	18.0
TCTN0	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	17.6
MOLJ0	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	15.1
MOLS0	Olomouc-Šmeralova	Olomouc	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/R	14.1
TOHB0	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	13.4
TTRA5	Třinec-Konská	Frydek-Místek	ČHMÚ,MSK	ICP-MS	I/S/IRA	12.7
TOPO0	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	B/S/R	11.5
TTRR5	Třinec-Nebory	Frydek-Místek	ČHMÚ,MSK	ICP-MS	B/S/RNI	11.1
TOPO5	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	B/S/R	9.3
JJIZ0	Jihlava-Znojemská	Jihlava	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	T/U/R	8.5
LTAS0	Tanvald-školka	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	8.5
SKLC0	Kladno-Vrapice	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/S/I	8.1

Tab. XIII.15 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací kadmia v ovzduší
Tab. XIII.15 Stations with the highest values of annual average concentrations of cadmium in the ambient air

KMPL	Lokalita <i>Locality</i>	Okres <i>District</i>	Vlastník <i>Owner</i>	Metoda měření <i>Measuring method</i>	Klasifikace <i>Classification</i>	Roční koncentrace <i>Annual concentration</i> [ng.m ⁻³]
LTAS0	Tanvald-školka	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	3.2
TORE0	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/S/IR	1.0
LSOU0	Souš	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	ICP-MS	B/R/N-REG	0.7
SPBR0	Příbram-Březové Hory	Příbram	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	0.6
TOKU0	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	0.6
TORO0	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	B/S/R	0.6
TOMH0	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/U/IR	0.5
TOPR0	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	0.5
TVRT0	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	0.5
TCTN0	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	0.4
TKAO0	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	T/U/R	0.4
TOPR5	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	0.4
LLIL0	Liberec Rochlice	Liberec	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	0.3
MOLJ0	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	0.3
MOLS0	Olomouc-Šmeralova	Olomouc	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/R	0.3
SKLS0	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/RI	0.3
TOHB0	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	0.3
TOPO0	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	B/S/R	0.3
TOPO5	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	B/S/R	0.3
TTRA5	Třinec-Konská	Frydek-Místek	ČHMÚ,MSK	ICP-MS	I/S/IRA	0.3

Tab. XIII.16 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací arsenu v ovzduší
Tab. XIII.16 Stations with the highest values of annual average concentrations of arsenic in the ambient air

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [ng.m ⁻³]
SKLS0	Kladno-Švermov	Kladno	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/RI	3.9
LTAS0	Tanvald-školka	Jablonec nad Nisou	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	3.4
SKLC0	Kladno-Vrapice	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/S/I	3.4
SSTE0	Stehelčevés	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/S/R	3.0
ULOM0	Lom	Most	ČHMÚ	ICP-MS	B/R/IN-NCI	2.6
TOPR0	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	2.2
SBUS0	Buštěhrad	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/U/R	2.1
TOKU0	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	2.0
TOMH0	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/U/IR	2.0
TOPR5	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	1.9
TORO0	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	B/S/R	1.9
UDOK0	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	ICP-MS	B/R/NA-NCI	1.9
TORE0	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/S/IR	1.8
ASRO0	Praha 10-Šrobárova	Praha 10	ZÚÚstí/SZÚ	ICP-MS	B/U/RC	1.7
TVRT0	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	1.7
ASRO5	Praha 10-Šrobárova	Praha 10	ZÚÚstí/SZÚ	ICP-MS	B/U/RC	1.5
LLIL0	Liberec Rochlice	Liberec	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	1.5
SPBR0	Příbram-Březové Hory	Příbram	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	1.5
EPAU0	Pardubice Dukla	Pardubice	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	1.4
TCTN0	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	1.4

Tab. XIII.17 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací niklu v ovzduší
Tab. XIII.17 Stations with the highest values of annual average concentrations of nickel in the ambient air

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [ng.m ⁻³]
TOMH0	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/U/IR	4.0
TOPR0	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	3.9
TOKU0	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	3.8
TOPR5	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	ICP-MS	I/U/IR	3.0
TOHB0	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	2.9
TORE0	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	I/S/IR	2.7
TVRT0	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	ICP-MS	I/S/RI	2.7
TORO0	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	ICP-MS	B/S/R	2.4
MOLJ0	Olomouc-Hejčín	Olomouc	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	2.3
TKAO0	Karviná-ZÚ	Karviná	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	T/U/R	1.6
BBNA0	Brno-Masná	Brno-město	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/CR	1.5
JJIZ0	Jihlava-Znojemská	Jihlava	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	T/U/R	1.5
TCTN0	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	ICP-MS	B/U/R	1.5
MOLS0	Olomouc-Šmeralova	Olomouc	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/R	1.4
SSTE0	Stehelčevés	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/S/R	1.3
ASRO0	Praha 10-Šrobárova	Praha 10	ZÚÚstí/SZÚ	ICP-MS	B/U/RC	1.2
JZNZ0	Žďár nad Sázavou	Žďár nad Sázavou	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/RC	1.2
BHOD0	Hodonín	Hodonín	ZÚ-Ostrava	ICP-MS	B/U/R	1.1
SBUS0	Buštěhrad	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/U/R	1.1
SKLC0	Kladno-Vrapice	Kladno	ZÚ Ústí nL	ICP-OES	B/S/I	1.1

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.18 Stanice s nejvyššími hodnotami 25. a maximální hodinové koncentrace SO₂
Tab. XIII.18 Stations with the highest values of the 25th and maximum hourly concentrations of SO₂

KMPL	Lokalita <i>Locality</i>	Okres <i>District</i>	Vlastník <i>Owner</i>	Metoda měření <i>Meas. method</i>	Klasifikace <i>Classification</i>	pLV	Max. 1h koncentrace Max. hourly concentration [µg.m ⁻³]	25. nejvyšší 1h koncentrace 25 th highest hourly concentration [µg.m ⁻³]
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	22	1564.8	317.7
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	I/U/IR	17	908.1	285.2
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/U/IR	2	595.2	121.4
ULPRA	Libkovice pod Řípem	Litoměřice	ČEZ	UVFL	I/R/A	0	316.0	22.0
KSOMA	Sokolov	Sokolov	ČHMÚ	UVFL	B/S/R	0	277.5	84.4
UHVRA	Havraň	Most	ČEZ	UVFL	I/R/A	0	272.0	40.0
TOPOA	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	B/S/R	0	266.0	55.4
UKRUA	Krupka	Teplice	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	0	197.6	75.4
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	UVFL	B/R/IN-NCI	0	188.8	65.8
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/S/IR	0	176.6	137.7
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	B/S/R	0	174.4	75.6
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	173.1	76.7
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	0	171.0	102.8
UULMA	Ústí n.L.-město	Ústí nad Labem	ČHMÚ	UVFL	B/U/RC	0	163.2	38.9
TVRTA	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	159.5	67.6
UBLZA	Blažim	Most	ČEZ	UVFL	I/R/A	0	140.0	32.0
UULKA	Ústí n.L.-Kočkov	Ústí nad Labem	ČHMÚ	UVFL	B/S/RN	0	139.3	55.1
SRORA	Rožďalovice-Ruská	Nymburk	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-NCI	0	120.6	17.0
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	117.4	58.1
USTEA	Štětí	Litoměřice	MSTE	UVFL	B/U/R	0	115.6	42.6

Tab. XIII.19 Stanice s nejvyššími počty překročení 24hod. limitu SO₂
Tab. XIII.19 Stations with the highest numbers of exceedances of the 24-hour limit value of SO₂

KMPL	Lokalita <i>Locality</i>	Okres <i>District</i>	Vlastník <i>Owner</i>	Metoda měření <i>Meas. method</i>	Klasifikace <i>Classification</i>	pLV	Max. 24 hod. koncentrace Max. 24-hour concentration [µg.m ⁻³]	4. nejvyšší 24h koncentrace 4 th highest 24-hour concentration [µg.m ⁻³]
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	2	194.6	106.9
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/S/IR	0	114.4	76.9
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	I/U/IR	0	99.6	92.3
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	0	79.0	43.0
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/U/IR	0	72.7	39.4
TPEKA	Petrovice u Karviné	Karviná	ČEZ	UVFL	I/S/C	0	68.9	37.1
TVRTA	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	59.8	41.8
TRYCA	Rychvald	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	0	55.2	32.4
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/R/AI-NCI	0	52.7	35.3
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	0	52.4	34.7
UKRUA	Krupka	Teplice	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	0	51.1	32.1
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	50.8	39.6
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	B/S/R	0	50.4	36.1
TSUNA	Šunychl	Karviná	ČEZ	UVFL	I/S/A	0	45.9	33.2
TOPOA	Ostrava-Poruba/ČHMÚ	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	B/S/R	0	44.3	32.2
KSOMA	Sokolov	Sokolov	ČHMÚ	UVFL	B/S/R	0	40.6	23.1
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	UVFL	B/R/IN-NCI	0	40.2	25.8
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	0	40.0	33.8
ZZLNA	Zlín	Zlín	ČHMÚ	UVFL	B/S/RN	0	36.9	20.3
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	0	36.5	29.6

Tab. XIII.20 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací SO₂
Tab. XIII.20 Stations with the highest values of annual average concentrations of SO₂

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [µg.m ⁻³]
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/S/IR	16.8
TOPRA	Ostrava-Přívoz	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	I/U/IR	15.1
TOROK	Ostrava-Radvanice OZO	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	B/S/R	13.4
TOFFA	Ostrava-Fifejdy	Ostrava-město	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	13.2
TCTNA	Český Těšín	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	12.8
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	12.2
TVRTA	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	11.7
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	UVFL	I/U/IR	11.1
TPEKA	Petrovice u Karviné	Karviná	ČEZ	UVFL	I/S/C	10.1
TKARA	Karviná	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	9.6
TSUNA	Šunychl	Karviná	ČEZ	UVFL	I/S/A	9.6
UBLZA	Blažim	Most	ČEZ	UVFL	I/R/A	9.3
UKOSA	Kostomlaty pod Mileš.	Teplíce	ČEZ	UVFL	I/R/A	9.3
TRYCA	Rychvald	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/U/R	9.0
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	UVFL	I/S/RI	8.8
UMLAA	Milá	Most	ČEZ	UVFL	I/R/A	8.8
UDROA	Droužkovice	Chomutov	ČEZ	UVFL	I/R/A	8.2
UNVDA	Nová Víska u Domašína	Chomutov	ČEZ	UVFL	I/R/N	8.1
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/R/AI-NCI	7.8
UHVRA	Havraň	Most	ČEZ	UVFL	I/R/A	7.4

Tab. XIII.21 Stanice s nejvyššími hodnotami ročních průměrných koncentrací SO₂ na venkovských stanicích
Tab. XIII.21 Stations with the highest values of annual averages of SO₂ concentrations at rural stations

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Roční koncentrace Annual concentration [µg.m ⁻³]
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/R/AI-NCI	7.8
UKRUA	Krupka	Teplíce	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	7.4
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	UVFL	B/R/IN-NCI	7.1
UMEDA	Měděnec	Chomutov	ČHMÚ	UVFL	B/R/ANI-NCI	6.4
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	5.5
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-NCI	5.1
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-REG	4.8
BMISA	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-REG	4.5
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	UVFL	B/R/IA-NCI	4.5
SRORA	Rožďalovice-Ruská	Nymburk	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-NCI	4.3
PKUJA	Kamenný Újezd	Rokycany	ČHMÚ	UVFL	B/R/NA-NCI	3.8
UDOKA	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	UVFL	B/R/NA-NCI	3.5
LFRTA	Frydlant	Liberec	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	3.3
TBKRA	Bílý Kříž	Frýdek-Místek	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	3.1
MJESA	Jeseník-lázně	Jeseník	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	2.6
CCHUA	Churáňov	Prachatice	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	2.5
KPRBA	Přebuz	Sokolov	ČHMÚ	UVFL	B/R/AN-REG	2.2
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	UVFL	B/R/AN-REG	1.3

XIII. TABULKY
XIII. TABLES

Tab. XIII.22 Stanice s nejvyššími hodnotami zimních průměrů koncentrací SO₂ na venkovských stanicích, 2017/2018

Tab. XIII.22 Stations with the highest values of winter averages of SO₂ concentrations at rural stations, 2017/2018

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Zimní průměrná koncentrace Winter average concentration [µg.m ⁻³]
UKRUA	Krupka	Teplice	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	10.4
TVERA	Věřňovice	Karviná	ČHMÚ	UVFL	B/R/AI-NCI	8.9
ULOMA	Lom	Most	ČHMÚ	UVFL	B/R/IN-NCI	8.5
USNZA	Sněžník	Děčín	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	8.0
UMEDA	Měděnec	Chomutov	ČHMÚ	UVFL	B/R/ANI-NCI	6.7
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-NCI	6.0
BMISA	Mikulov-Sedlec	Břeclav	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-REG	5.2
UDOKA	Doksany	Litoměřice	ČHMÚ	UVFL	B/R/NA-NCI	4.4
UTUSA	Tušimice	Chomutov	ČHMÚ	UVFL	B/R/IA-NCI	4.4
LFRTA	Frydlant	Liberec	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	4.3
PKUJA	Kamenný Újezd	Rokycany	ČHMÚ	UVFL	B/R/NA-NCI	4.1
TBKRA	Bílý Kříž	Frýdek-Místek	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	3.3
ZTNVA	Těšnovice	Kroměříž	ČHMÚ	UVFL	B/R/A-REG	3.3
MJESA	Jeseník-lázně	Jeseník	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-NCI	2.9
KPRBA	Přebuz	Sokolov	ČHMÚ	UVFL	B/R/AN-REG	2.3
CCHUA	Churáňov	Prachatice	ČHMÚ	UVFL	B/R/N-REG	1.8
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	UVFL	B/R/AN-REG	1.2

Tab. XIII.23 Stanice s nejvyššími hodnotami maximálních 8hod. klouzavých průměrných koncentrací CO
Tab. XIII.23 Stations with the highest values of maximum 8-hour running average concentrations of CO

KMPL	Lokalita Locality	Okres District	Vlastník Owner	Metoda měření Measuring method	Klasifikace Classification	Max.8hod. koncentrace Max. 8-h concentration [µg.m ⁻³]
TOREK	Ostrava-Radvanice ZÚ	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	IRABS	I/S/IR	3888.0
TVRTA	Vratimov	Ostrava-město	ZÚ, MSK	IRABS	I/S/RI	2295.6
STCSA	Tobolka-Čertovy schody	Beroun	VČs	IRABS	B/R/AN-NCI	2231.8
TOKUA	Ostrava-Kunčičky	Ostrava-město	ZÚ, MSK	IRABS	I/S/RI	2212.0
TOHBA	Ostrava-Hrabová	Ostrava-město	ZÚ, MSK	IRABS	I/S/RI	2063.0
TOMHK	Ostrava-Mariánské Hory	Ostrava-město	ZÚ, SMOva	IRABS	I/U/IR	1805.9
TSTDA	Studénka	Nový Jičín	ČHMÚ	IRABS	B/R/A-NCI	1654.8
SBERA	Beroun	Beroun	ČHMÚ	IRABS	T/U/RCI	1649.7
CTABA	Tábor	Tábor	ČHMÚ	IRABS	T/U/RC	1594.6
UULDA	Ústí n.L.-Všebořická (hot spot)	Ústí nad Labem	ČHMÚ	IRABS	T/U/RC	1569.3
ZOTMA	Otrokovice-město	Zlín	MOTRO	IRABS	T/U/RIC	1556.0
ZUHRA	Uherské Hradiště	Uherské Hradiště	ČHMÚ	IRABS	T/U/RC	1211.8
BBNVA	Brno-Úvoz (hot spot)	Brno-město	ČHMÚ	IRABS	T/U/R	1206.0
ALEGA	Praha 2-Legerova (hot spot)	Praha 2	ČHMÚ	IRABS	T/U/RC	1091.9
HHKBA	Hradec Králové-Brněnská	Hradec Králové	ČHMÚ	IRABS	T/U/RC	962.5
ALIBA	Praha 4-Libuš	Praha 4	ČHMÚ	IRABS	B/S/R	876.4
JJIHA	Jihlava	Jihlava	ČHMÚ	IRABS	B/U/RC	728.3
JKOSA	Košetice	Pelhřimov	ČHMÚ	IRABS	B/R/AN-REG	591.4

LITERATURA
REFERENCES

- ASKPCR, 2014. Firmy sklářského průmyslu v ČR. [Glass industry companies in the CR.] [online]. [cit. 26. 6. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: www.askpcer.cz/o-skle/firmysklarskeho-prumyslu-v-cr/.
- ATEM, 2012. Průběžná zpráva projektu TA01020491 „Vývoj aplikačního prostředí pro implementaci aktualizace metodiky MEFA”. [Interim report of the project TA01020491 “Development of the application environment for the implementation of the updated methodology MEFA”].
- BAEK, B. H., ANEJA, V. P., TONG, Q., 2004. Chemical coupling between ammonia, acid gases and fine particles. *Environmental Pollution*. Vol. 129, p. 89–98. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749103003816>.
- BEDNÁŘ, J., 2008. Meteorologie. [Meteorology.]. In: KURFÜRST, J., ed., Kompendium ochrany kvality ovzduší. [Compendium of air quality protection.] Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r. o., s. 193–222. ISBN: 978-80-86832-38-8.
- BEDNÁŘ, J., HUSZÁR, P., ZEMÁNKOVÁ, K., 2013. Vznik sekundárních organických aerosolů z těkavých organických látek – modelový experiment. [Formation of secondary organic aerosols from volatile organic compounds in atmosphere – model experiment.] *Meteorologické zprávy*, roč. 66, č. 5, s. 129–134. ISSN 0026-1173.
- BERANOVÁ, R., 2013. Odborné vzdělávání úředníků pro výkon státní správy ochrany ovzduší v České republice: Výroba skla, včetně skleněných vláken. [Training of state administration servants in the field of air protection in the Czech Republic: Production of glass, including glass fibers.] [online]. [cit. 26. 6. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/obrazky/seminare/ovzdusi/seminar3/9_beranova.pdf.
- BLANCHARD, C. L., HIDY, G. M., TANENBAUM, S., 2010. NMOC, ozone, and organic aerosol in the southeastern United States, 1999–2007: 2. Ozone trends and sensitivity to NMOC emissions in Atlanta, Georgia. *Atmospheric Environment*. Vol. 44, p. 4840–4849. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231010005996>.
- BLAŽEK, Z., ČERNIKOVSKÝ, L., KRAJNÝ, E., KREJČÍ, B., OŠRÓDKA, L. et al., 2013. Vliv meteorologických podmínek na kvalitu ovzduší v přeshraniční oblasti Slezska a Moravy/Wpływ warunków meteorologicznych na jakość powietrza w obszarze przygranicznym Śląska i Moraw. [The influence of meteorological conditions on air quality in the border region of Silesia and Moravia.] Praha: ČHMÚ. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: http://www.air-silesia.eu/files/file/air_silesia/publikace_.pdf.
- BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., (eds.), 2009. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. [Atmosphere and climate. Topical problems of ambient air protection.] 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.
- BRIDGES, K. S., JICKELLS, T. D., DAVIES, T. D., ZEMAN, Z., HŮNOVÁ, I., 2002. Aerosol, precipitation and cloud water observations on the Czech Krusne Hory plateau adjacent to a heavily industrialised valley. *Atmospheric Environment*. Vol. 36, p. 353–360. [online]. [cit. 6. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231001003880>.
- 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 / Available at: https://uk-air.defra.gov.uk/library/annualreport/viewonline?year=2012_issue_1.
- BUTLER, T. J., VERMEYLEN, F. M., RURY, M., LIKENS, G. E., LEE, B. et al., 2011. Response of ozone and nitrate to stationary source NO_x emission reductions in the eastern USA. *Atmospheric Environment*. Vol. 45, p. 1084–1094. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231010010071>.
- CARSLAW, D. C., BEEVERS, S. D., TATE, J. E., WEST-MORELAND, E. J., WILLIAMS, M. L., 2011. Recent evidence concerning higher NO_x emissions from passenger cars and light duty vehicles. *Atmospheric Environment*. Vol. 45, p. 7053–7063. [online]. [cit. 28. 5. 2018]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231011010260>.
- CHAN, T. W., MELOCHE, E., KUBSH, J., BREZNY, R., RESENBLATT, D. et al., 2013. Impact of Ambient Temperature on Gaseous and Particle Emissions from a Direct Injection Gasoline Vehicle and its Implications on Particle Filtration. *SAE International Journal of Fuels and Lubricants*. Vol. 6, p. 350–371. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2013-01-0527/>.
- 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 / Available at: <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 / Available at: 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.
- CRESSIE, N., 1993. Statistics for spatial data. New York: Revised. New York: Wiley. ISBN 0-471-00255-0.
- ČERNÁ, M., KRŠKOVÁ-BATÁRIOVÁ, A., PUKLOVÁ, V., 2011. Obsah olova v krvi dětí a dospělých. Informační list SZÚ. [Lead content in blood of children and adults. Information sheet of SZÚ.] [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/obsah-olova-v-krvi-deti-a-dospelych?highlightWords=olovo>.
- Krejčí, B., Černíkovský, L. Ověření zdrojů benzenu v severovýchodní části města Ostrava. In: *Ochrana ovzduší ve státní správě VIII - teorie a praxe*. 1. vyd. Praha: Vodní zdroje EKOMONITOR spol. s r. o., Chrudim, 2013. ISBN 978-80-86832-76-0
- CHMI, 2019. National Greenhouse Gas Inventory Report, NIR (reported inventory 2017), CHMI Praha, 2019. [online]. [cit. 21. 5. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/>

- reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019.
- ČHMÚ, 2013. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2012. [Air pollution in the Czech Republic in 2012.] Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-20-2.
 - ČHMÚ, 2018. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2017. [Air pollution in the Czech Republic in 2017.] Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-83-7.
 - ČHMÚ, 2016. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2015. [Air pollution in the Czech Republic in 2015.] Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-60-8.
 - ČHMÚ, 2017. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2016. [Air pollution in the Czech Republic in 2016.] Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-72-1.
 - ČHMÚ, 2019. Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika 2017. Souhrnný tabulární přehled. [Air Pollution and Atmospheric Deposition in Data, the Czech Republic, 2017. Summary Tabular Survey.] [online]. [cit. 20. 8. 2018]. Dostupné z WWW / Available at: https://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html.
 - ČHMÚ 2018. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2016. [Air pollution in the Czech Republic in 2016.] Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-83-7.
 - DE SMET, P., HORÁLEK, J., COŇKOVÁ, M., KURFÜRST, P., DE LEEUW, F. et al., 2011. European air quality maps of ozone and PM₁₀ for 2008 and their uncertainty analysis. ETC/ACC Technical Paper 2010/10. [online]. [cit. 28. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://acm.eionet.europa.eu/reports/ETCACC_TP_2010_10_spatAQmaps_2008.
 - DRAAIJERS, G. P. J., ERISMAN, J. W., VAN LEEUWEN, N. F. M., RÖMER, F. G., TE WINKEL, B. H. et al., 1997. The impact of canopy exchange on differences observed between atmospheric deposition and throughfall fluxes. *Atmospheric Environment*. Vol. 31, No. 3, p. 387–397. [online]. [cit. 6. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231096001641>.
 - DVOŘÁKOVÁ, M., FIALA, J., LIVOROVÁ, H., SRNĚNSKÝ, R., 1995. Výpracování postupů pro zohlednění druhů pokryvu terénu při odhadu rychlosti suché depozice SO₂ a prašného aerosolu. Zdokonalení metod územního a časového hodnocení kvality ovzduší. Praha: MS ČHMÚ. DÚ 6.1.2.1. projektu Informační zabezpečení ochrany ovzduší Státního programu péče životní prostředí ČR. [Development of procedures with regard to land cover types in estimating dry deposition rate of SO₂ and SPM. Improving methods of spatial and temporal air quality assessment. DU6.1.2.1. stage of the project Providing information on air quality protection. National Environmental Programme.]
 - EC, 1997. SO₂. Position paper. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_so2.pdf.
 - EC, 2001a. Ambient air pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). [online]. [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pah.pdf
 - EC, 2001b. Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position paper. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_as_cd_ni.pdf.
 - EC, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. [Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe.] [online]. [cit. 20. 3. 2015]. Dostupné z WWW / Available at: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:CS: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 / Available at: https://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_0208.pdf.
 - EC, 2013a. The Clean Air Policy Package. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://ec.europa.eu/environment/air/clean_air/index.htm.
 - EDWARDS, S. C., JEDRYCHOWSKI, W., BUTSCHER, M., CAMANN, D., KIELTYKA, A. et al., 2010. Prenatal Exposure to Airborne Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Children's Intelligence at 5 Years of Age in a Prospective Cohort Study in Poland. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 118, p. 1326–1331. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://dx.doi.org/10.1289/ehp.0901070>.
 - EEA, 2011. Air quality in Europe – 2011 report. Technical report 12/2011. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-report-2011>.
 - EEA, 2013. Air quality in Europe – 2013 report. EEA Technical report 9/2013. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>.
 - EEA, 2018. Air quality in Europe – 2017. Report 12/2018. Copenhagen: EEA. [online]. [cit. 27. 7. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>.
 - EEA, 2019: Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2017 and inventory report 2019. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2019>.
 - EMEP, 1990. EMEP workshop on measurement of hydrocarbons/VOC. 1990. EMEP/CCC 3/90. Lillestrøm: NILU.
 - EMEP 2016a. The European Monitoring and Evaluation Programme. [online]. [cit. 10. 5. 2016]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.emep.int>.
 - EU, 2013. Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet', OJ L 354, 28. 12. 2013, p. 171–200. [online]. [cit. 10. 5. 2016]. Dostupné z WWW / Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013D1386>.
 - ETC/ACM 2018. European air quality maps for 2015. ETC/ACM Technical Paper 2017/7. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm_tp_2017_7_aq-maps2015.
 - FIALA, J., ZÁVODSKÝ, D., 2003. Kompendium ochrany kvality ovzduší. Část 2. Chemické aspekty znečištěného ovzduší – troposférický ozon. [Compendium of air quality protection. Part 2. Chemical aspects of polluted air – tropospheric ozone.] Příloha časopisu *Ochrana ovzduší*.
 - 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 / Available at: <https://www.atmos-chem-phys.net/15/8217/2015/>.

- GEHRIG, R., BUCHMANN, B., 2003. Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations based on long-term Swiss monitoring data. *Atmospheric Environment*, Vol. 37, p. 2571–2580. [online]. [cit. 22. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003002218>.
- GRAHAME, T. J., KLEMM, R., SCHLESINGER, R. B. 2014. Public health and components of particulate matter: the changing assessment of black carbon. *Journal of the Air & Waste Management Association*. Vol. 64, p. 620–660. [online]. [cit. 20. 8. 2018]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2014.912692>.
- GRANIER, C., D'ANGIOLA, A., DERNIER VAN DER GON, H., KUENEN, J., 2012. Report on the update of anthropogenic surface emissions, MACC-II deliverable report D_22.1.
- HINDS, W. C., 1999. *Aerosol technology: properties, behavior, and measurement of airborne particles*. New York: Wiley. ISBN: 9780471194101.
- HNILICOVÁ, H., 2012. Optimalizace metodiky výpočtu podílu velikostních frakcí PM₁₀ a PM_{2.5} na emisích tuhých znečišťujících látek. Výzkumná zpráva. [Optimization of the method for the calculation of PM₁₀ and PM_{2.5} shares in emissions of solid pollutants. Research report.] Praha: ČHMÚ.
- HORÁLEK, J., DENBY, B., DE SMET, P., DE LEEUW, F., KURFÜRST, P. et al., 2007. Spatial mapping of air quality for European scale assessment. ETC/ACC Technical paper 2006/6. [online]. [cit. 28. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://acm.eionet.europa.eu/reports/ETCACC_TechPaper_2006_6_Spat_AQ.
- HŮNOVÁ, I., ŠANTROCH, J., OSTATNICKÁ, J., 2004. Ambient Air Quality and Deposition Trends at Rural Stations in the Czech Republic during 1993–2001. *Atmospheric Environment*, Vol. 38, p. 887–898. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231003009221>.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., MAZNOVÁ, J., COŇKOVÁ, M., 2011. The contribution of occult precipitation to sulphur deposition in the Czech Republic. *Erdkunde Archive for scientific geography*, Vol. 65, p. 247–259. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.erdkunde.uni-bonn.de/archive/2011/the-contribution-of-occult-precipitation-to-sulphur-deposition-i>.
- 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. ISSN 0269–7491. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749113002601>.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., VLČEK, O., STRÁNÍK, V., STOKLASOVÁ, P., SCHOVÁNKOVÁ, J., SRBOVÁ, D. (2016): Towards a Better Spatial Quantification of Nitrogen Deposition: A Case Study for Czech Forests. *Environmental Pollution*, Vol. 213, p. 1028–1041. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116300616>.
- 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716320708?via=ihub>
- 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231017307045>.
- HŮNOVÁ, I., BRABEC, M., MALÝ, M., 2019a. 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 / Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2019.00031/full>
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., BALÁKOVÁ, L., 2019. Areas under high ozone and nitrogen loads are spatially disjunct in Czech forests. *Science of the Total Environment*, Vol. 656C, p. 567–575. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718347272>
- HUSAIN, L., DUTKIEWICZ, V. A., KHAN, A. J., GHOURI, 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231007003810>.
- IARC, 2014. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–109. List of classifications by alphabetical order. Lyon: IARC. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>.
- IARC, 2019. Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123. List of classifications by alphabetical order. Lyon: IARC. [online]. [cit. 8. 4. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/>.
- IARC, 2015. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: „Outdoor air pollution“, Vol. 109. A review of human carcinogens. Lyon, France – 2015. [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW / Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109.pdf>.
- IPR Praha, 2012. Územně analytické podklady hlavního města Prahy. [Analytical materials for urban planning in the capital city of Prague.] [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <http://www.iprpraha.cz/clanek/47/uzemne-analyticke-podklady>.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- KLEMM, O., WRZESINSKY, T., 2007. Fog deposition fluxes of water and ions to a mountainous site in Central Europe. *Tellus*. Vol. 59 B, p. 705–714. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.tellusb.net/index.php/tellusb/article/viewFile/17050/19032>.
- KRÁM, P., OULEHLE, F., ŠTĚDRÁ, V., HRUŠKA, J., SHANLEY, J. B. et al., 2009. Geocology of a Forest Watershed Underlain by Serpentine in Central Europe. Soil and Biota of Serpentine: A World View. *Northeastern Naturalist*. Vol. 16, p. 309–328. ISSN 1938–5307.
- KRUPA, S. V., 2002. Sampling and physico-chemical analysis of precipitation: a review. *Environmental Pollution*. Vol. 120, p. 565–594. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749102001653>.
- KUENEN, J. J. P., VISSCHEDIJK, A. J. H., JOZWICKA, M., DENIER VAN DER GON, H. A. C., 2014. TNO-MA-

- CC_II emission inventory; a multi-year (2003–2009) consistent high-resolution European emission inventory for air quality modelling. *Atmospheric Chemistry and Physics*. Vol. 14, p. 10963–10976. [online]. [cit. 8. 8. 2017]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.atmos-chem-phys.net/14/10963/2014/acp-14-10963-2014.pdf>
- KUMAR, R., SRIVASTAVA, S. S., KUMARI, K. M., 2008. Modelling dry deposition of S and N compounds to vegetation. *Indian Journal of Radio & Space Physics*. Vol. 37, p. 272–278. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/2482/1/IJRSP%2037%284%29%20272-278.pdf>
 - LI, Z., PORTER, E. N., SJODIN, A., LARRY, L., NEEDHAM, L. L. et al., 2009. Characterization of PM_{2.5} 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231009004609>
 - LOŽEK, V., KUBÍKOVÁ, J., ŠPRYŇAR, P. et al., 2005. Střední Čechy. [Central Bohemia.] In: MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M. eds., Chráněná území ČR, svazek XIII. [Protected areas of the CR, volume XIII.] Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno: EkoCentrum. ISBN 80-86064-87-5 a ISBN 80-86305-01-5.
 - LUBEN, T. J., NICHOLS, J. L., DUTTON, S. J., KIRrane, E., OWENS, E. O., et al. 2017. A systematic review of cardiovascular emergency department visits, hospital admissions and mortality associated with ambient black carbon. *Environment international*. Vol. 107, p. 154–162.
 - LUDYKAR, D., WESTERHOLM, R., ALMEN, J., 1999. Cold start emissions at +22, -7 and -20 degrees C ambient temperatures from a three-way catalyst (TWC) car: regulated and unregulated exhaust components. *Science of the Total Environment*. Vol. 235, p. 65–69. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969799001904>
 - MAGALHAES, S., BAUMGARTNER, J., WEICHTHAL, S. 2018. Impacts of exposure to black carbon, elemental carbon, and ultrafine particles from indoor and outdoor sources on blood pressure in adults: A review of epidemiological evidence. *Environmental research*. Vol. 161, p. 345–353.
 - MOLDANOVÁ, J., 2009. Chemie plynné fáze. [Gas-phase chemistry.] In: BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I., eds., Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. [Atmosphere and climate. Topic problems of ambient air protection.] Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1598-1.
 - MŽP, 2015. Střednědobá strategie (do roku 2020) zlepšení kvality ovzduší v České republice. [Medium-Term Strategy (till 2020) to improve air quality in the Czech Republic.] [online]. [cit. 4. 4. 2016]. Dostupné z WWW / Available at: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdu_si_strategie_2020/\\$FILE/OOO-Strategie_ochrany_ovzdu_si-20151217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kvalita_ovzdu_si_strategie_2020/$FILE/OOO-Strategie_ochrany_ovzdu_si-20151217.pdf)
 - MŽP, 2016. Sdělení, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřicích lokalit pro vyhlášení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXVI, částka 7, s. 14–21. [online]. [cit. 17. 6. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4FDD85928991B-643C125803B0052E6E8/\\$file/V%C4%9Bstn%C3%AD-k_7_z%C3%A11%C5%99%C3%AD_2016_final.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4FDD85928991B-643C125803B0052E6E8/$file/V%C4%9Bstn%C3%AD-k_7_z%C3%A11%C5%99%C3%AD_2016_final.pdf)
 - MŽP, 2018. Sdělení odboru ochrany ovzduší, kterým se stanoví seznam reprezentativních měřicích lokalit pro vyhlášení smogových situací. Věstník MŽP, roč. XXVIII, částka 7, s. 1–7. [online]. [cit. 17. 6. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik_mzp_2018/\\$FILE/SOTPR_Vestnik_rijen_2018_181108.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/vestnik_mzp_2018/$FILE/SOTPR_Vestnik_rijen_2018_181108.pdf)
 - NA, K., COCKER, D. R., 2005. Organic and elemental carbon concentrations in fine particulate matter in residences, schoolrooms, and outdoor air in Mira Loma, California. *Atmospheric Environment*. Vol. 39, p. 3325–3333.
 - NEUŽIL, V., 2012. Podíl NO a NO₂ ve spalínách. Výzkumná zpráva. [The shares of NO and NO₂ in combustion products. Research report.] Praha: KONEKO.
 - OOKA, R., KHIEM, M., HAYAMI, H., YOSHIKADO, H., HUANG, H. et al., 2011. Influence of meteorological conditions on summer ozone levels in the central Kanto area of Japan. *Procedia Environmental Sciences*. Vol. 4, p. 138–150. [online]. [cit. 25. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029611000430>
 - 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114002073>
 - 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 / Available at: https://faculty.mercer.edu/butler_aj/documents/peelepiper.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 / Available at: <https://www.wmo-gaw-wcc-aerosol-physics.org/files/Petzold-recom-rep-black-carbon.pdf>
 - PÖSCHL, U., 2005. Atmospheric aerosols: composition, transformation, climate and health effects, *Angewandte Chemie International Edition*, Vol. 44, p. 7520–7540. [online]. [cit. 21. 5. 2018]. Dostupné z WWW / Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/anie.200501122>
 - 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://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809510003650>
 - RANALLI, A. J., TURK, J. T., CAMPBELL, D. H., 1997. The use of bulk collectors in monitoring wet deposition at high-altitude sites in winter. *Water, Air and Soil Pollution*. Vol. 95, p. 237–255. ISSN 0049–6979.
 - 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 / Available at: <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 / Available at: <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 / Available at: https://www.researchgate.net/profile/aparna_satsangi/publication/257035672_organic_and_elemental_carbon_aerosols_at_a_suburban_site/links/564533e308aef646e6cc2842.pdf.
 - SCHWARZ, J., CHI, X., MAENHAUT, W., CIVIŠ, M., HOVORKA, J. et al., 2008. Elemental and organic carbon in atmospheric aerosols at downtown and suburban sites in Prague. *Atmospheric Research*. Vol. 90, p. 287–302.
 - SEINFELD, J. H., PANDIS, S. N., 2006. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*, 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-471-72017-1.
 - SICARD, P., DE MARCO, A., TROUSSIER, F., RENOU, 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749110004835>.
 - SILLMAN, S., LOGAN, J. A., WOFYSY, S. C., 1990. The sensitivity of ozone to nitrogen oxides and hydrocarbons in regional ozone episodes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 9, p. 1837–1851. ISSN: 2169-8996.
 - SOLBERG, S., CLAUDE, A., REIMANN, S. 2018. VOC measurements 2016. EMEP/CCC-Report 4/2018. ISBN 978-82-425-2946-6. p. 67. Dostupné z WWW / Available at: <https://projects.nilu.no/ccc/reports.html>.
 - STANIER, C. O., KHLYSTOV, A. Y., PANDIS, S. N., 2004. Ambient aerosol size distributions and number concentrations measured during the Pittsburgh Air Quality Study (PAQS). *Atmospheric Environment*. Vol. 38, p. 3275–3284. [online]. [cit. 28. 6. 2017]. Dostupné z WWW / Available at: <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 / Available at: <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, 2015a. 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 / Available at: https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdu-si/dokumenty_zdravi/rizika_CRi_2014.pdf.
 - SZÚ, 2018. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k ŽP. Souhrnná zpráva za rok 2017. [Environmental Health Monitoring System in the Czech Republic. Summary Report, 2017.] Praha: Státní zdravotní ústav. [online]. [cit. 27. 4. 2016]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_17/ovzdusi_2017.pdf.
 - TEIXEIRA, E. C., AGUDELO-CASTAÑEDA, D. M., GUMARÃES 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 / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809512002293>.
 - TESAŘ, M., FOTTOVÁ, D., ELIÁŠ, V., ŠÍR, M., 2000. Occult precipitation as an important contribution to the wet deposition in Bohemian Forest. *Silva Gabreta*. Vol. 4, p. 87–96. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.npsumava.cz/gallery/8/2481-sg4_tesaretal.pdf.
 - TESAŘ, M., ŠÍR, M., FOTTOVÁ, D., 2005. Usazené srážky a chemismus malého horského povodí. [Atmospheric precipitation and chemistry of a small mountain catchment area.] In: ŠÍR, M., LICHNER, M. L., TESAŘ, M., HOLKO, L. eds. *Hydrologie malého povodí 2005*. Sborník konference. [Hydrology of small catchment area 2005. Collection of conference papers.] Praha: Ústav pro hydrodynamiku AV ČR. ISBN 80-02-01754-4.
 - TUCH, T., BRAND, P., WICHMANN, H. E., HEYDER, J., 1997. Variation of particle number and mass concentration in various size ranges of ambient aerosols in Eastern Germany. *Atmospheric Environment*. Vol. 31, p. 4193–4197.
 - UN-ECE, 1991. *The Protocol to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs, i.e. hydrocarbons) or Their Transboundary Fluxes*. 1991. Geneva: UN-ECE. [online]. [cit. 31. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.unece.org/env/lrtap/vola_h1.html.
 - UN-ECE, 1999. *The 1999 Göthenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone*. [online]. [cit. 31. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20M_ulti.E.Amended.2005.pdf.
 - VÍDEN, I., 2005. *Chemie ovzduší*. [Atmospheric chemistry.] Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-571-4.
 - VLČEK, O., CORBET, L., 2011. Porovnání výstupů Eulerovského modelu CAMx s měřeními ze staniční sítě ČR – část 1: aerosoly. [Comparison of the CAMx outputs with measurements in the Czech monitoring network – part 1: aerosols.] *Meteorologické zprávy*, roč. 64, č. 5, s. 142–151. [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z WWW / Available at: <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. [The operation of diesel engines and the produced aerosols in urban agglomerations.] In: SMOLÍK, J. ed., *Konference ČAS 2010*. Sborník konference. [Conference of the Czech Aerosol Society 2010. Collection of conference papers.] Praha, 18.–19. 11. 2010. Praha: Česká aerosolová společnost, ISBN: 978-80-86186-25-2. [online]. [cit. 8. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: http://cas.icpf.cas.cz/download/Sbornik_VK-CAS_2010.pdf.
 - VOJTÍŠEK, M., 2013. Příspěvek k hodnocení dopadu velkých parkovišť a kongesce na emise částic z motorových vozidel a emise a imise benzo[a]pyrenu. [Contribution to the evaluation of the impact of large parking areas and congestion on particulate emissions from motor vehicles and benzo[a]pyrene emissions and air pollution caused by benzo[a]pyrene.] *Ochrana ovzduší*, roč. 25 (45), č. 3, s. 14–19. ISSN: 1211-0337.
 - VŠB-TU Ostrava, 2014. *Výsledky česko-slovenského projektu AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA*. [Results of the Czech-Slovak project AIR PROGRES CZECHO-SLOVAKIA.] [online]. [cit. 23. 6. 2015]. Dostupné z WWW / Available at: <https://apcs.vsb.cz>.

- VŠB-TU Ostrava, 2018. Porovnání emisí benzo[a]pyrenu z jednotlivých kategorií zdrojů. [online]. [cit. 20. 8. 2018]. Dostupné z WWW / Available at: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/17074-porovnaní-emisi-benzo-a-pyrenu-z-jednotlivych-kategorií-zdroju>.
- Vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích. [Decree No. 330/2012 Coll. on the method of assessment and evaluation of ambient air pollution level, on the extent of informing the public on the level of ambient air pollution and during smog situations.] In: Sběrka 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. [Decree No. 415/2012 Coll. on the permissible level of air pollution, the method of determining it and on the implementation of several other provisions of Air Protection Act.] In: Sběrka 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 / Available at: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/98JD00995>
- WARNECK, P., 2000. Chemistry of the natural atmosphere. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-735632-0.
- WESELY, M. L., HICKS, B. B., 2000. A review of the current status of knowledge on dry deposition. *Atmospheric Environment*. Vol. 34, p. 2261–2282. [online]. [cit. 5. 8. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231099004677>.
- WHO, 2000. Air Quality Guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. [online]. [cit. 1. 7. 2014]. Dostupné z WWW / Available at: Dostupný z WWW: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf.
- WHO, 2005. *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*. Copenhagen, Denmark: World Health Organization, c2006. ISBN 9289021926. Dostupné z WWW / Available at: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1
- WHO, 2012. Health effects of black carbon. [online]. [cit. 13. 2. 2015]. Dostupné z WWW / Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf.
- WHO, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP. WHO Regional Office for Europe. [online]. [cit. 20. 3. 2015]. Dostupné z WWW: Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/182432/e96762-final.pdf.
- WHO, 2014. Ambient (outdoor) air quality and health. Fact sheet. [online]. [cit. 10. 9. 2019]. Dostupné z WWW / Available at: [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).
- Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů. [Act No. 25/2008 Coll. on the integrated pollution register and the integrated system on the fulfilment of notification obligations in the field of environmental protection, as amended.] In: Sběrka zákonů. 13. únor 2008. ISSN 1211-1244.
- Zákon o ovzduší č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. [Act No. 201/2012 Coll. on Air Protection.] In: Sběrka zákonů. 13. června 2012. ISSN 1211-1244.
- ZEMÁNKOVÁ, K., BRECHLER, J., BEDNÁŘ, J., 2010. Modelový odhad emisí biogenních těkavých organických látek na území České republiky. [Modelled estimation of biogenic volatile organic compounds emissions in the Czech Republic.] *Meteorologické zprávy*, roč. 63, č. 6, s. 174–180. ISSN 0026-1173.

SEZNAM ZKRATEK

a. s.	akciová společnost
ACTRIS	Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network
AIM	automatizovaný imisní monitoring
AMS	automatizovaná monitorovací stanice
AOT40	kumulativní expozice nad prahovou koncentrací 40 ppb
ASKPCR	Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR
ATEM	Ateliér ekologických modelů
AV ČR	Akademie věd České republiky
BaP	benzo[a]pyren
BAT	nejlepší dostupné techniky
BC	černý uhlík
CAMx	souhrnný model kvality ovzduší s rozšířeními
CDV	Centrum dopravního výzkumu
CENIA	česká informační agentura životního prostředí
CFC	chlorfluorované uhlovodíky
CLRTAP	Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší překračujícím hranice států
CZT	centrální zásobování teplem
ČAPPO	Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu
ČEZ	České energetické závody
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český úřad zeměměřičký a katastrální
DMR	digitální model reliéfu
DMÚ	digitální model území
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
EoI	rozhodnutí Rady 97/101/EC o výměně informací (EoI)
ES	Evropské společenství
ETC/ACM	Evropské tematické centrum pro znečištění ovzduší a mitigaci klimatických změn
ETS	Systém emisního obchodování
EU	Evropská unie
GAW	Globální sledování atmosféry (Global Atmosphere Watch)
GIOS	Hlavní inspekce životního prostředí ve Varšavě (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)
GIS	geografický informační systém
GLÚ AV ČR, v. v. i.	Geologický ústav AV ČR, v. v. i.
HCB	hexachlorbenzen
HBÚ AV ČR	Hydrobiologický ústav Akademie věd ČR
HCFC	hydrochlorfluorovodíky
HFC	částečně fluorované uhlovodíky
CHKO	chráněná krajinná oblast
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
ICOS	Evropský systém pro sledování úrovně CO ₂
IDW	vážení převrácenou hodnotou vzdálenosti
IKO	index kvality ovzduší

LIST OF ABBREVIATIONS

AA	atmospheric aerosols
a. s.	joint-stock company
ACTRIS	Aerosols, Clouds and Trace gases Research InfraStructure Network
AIM	Automated Air Quality Monitoring
AMS	automated monitoring station
AOT40	Accumulated Ozone Exposure over a Threshold of 40 ppb
AQI	Air Quality Index
AQIS	Air Quality Information systém
ASKPCR	Association of the Glass and Ceramic Industry of the Czech Republic
ATEM	Studio of Ecological Models
BaP	benzo[a]pyrene
BC	black carbon
CAMx	Comprehensive Air Quality Model with Extensions
ČAPPO	Czech Association of Petroleum Industry and Trade
CAS	Czech Academy of Sciences
CDV	Transport Research Centre
CENIA	Czech Environmental Information Agency
CEST	Central European Summer Time
CET	Central European Time
CEZ	Czech Energetic Works
CFC	chlorofluorocarbon
CGS	Czech Geological Survey
CHMI	Czech Hydrometeorological Institute
CLI	Central Laboratories of Ambient Air Quality Monitoring
CLRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
Coll.	Collection of Laws
COP	Conference of the Parties
CR	Czech Republic
CSO	Czech Statistical Office
CZT	Central heat supply
DMR	digital elevation model
DMÚ	digital terrain model
EC	elemental carbon
EC	European Commission
EC	European Community
EEA	European Environment Agency
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmissions of Air Pollutants in Europe
EoI	Council Decision 97/101/EC on exchange of information
ETC/ACM	European Topic Centre for Air pollution and Climate change Mitigation
ETS	Emission Trading Scheme
EU	European Union
GAW	Global Atmosphere Watch
GHG	Greenhouse gases
GIS	Geographic Information System
GLÚ AV ČR, v. v. i.	Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences
HBÚ AV ČR	Institute of Hydrobiology of the Academy of Sciences of the Czech Republic

SEZNAM ZKRATEK LIST OF ABBREVIATIONS

IM	Imisní monitoring	HCB	hexachlorbenzene
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu	HCFC	hydrochlorofluorocarbons
IPH	informativní prahová hodnota	HFC	hydrofluorocarbons
IPR Praha	Institut plánování a rozvoje hl. města Prahy	IARC	International Agency for Research on Cancer
ISKO	Informační systém kvality ovzduší	ICOS	Integrated carbon observation system
ISPOP	Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností	ICPF	Institute of Chemical Process Fundamentals
KP	Kjótský protokol	IDW	Inverse Distance Weighing
LAT	dolní mez pro posuzování	IM	air quality monitoring
LCP	zvláště velké spalovací zdroje	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LfULG	Saský zemský úřad životního prostředí, zemědělství a geologie (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)	IPR	Prague Institute of Planning and Development
LRTAP	Konvence o sledování dlouhodobých trendů kvality ovzduší	IPH	Informative threshold value
LULUCF	Využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví	IPR Praha	Institut plánování a rozvoje hl. města Prahy
LV	limitní hodnota	ISPOP	System of the Fulfilling Reporting Obligations
LTO	dlouhodobý imisní cíl	KP	Kyoto Protocol
MIM	manuální imisní monitoring	LAT	lower assessment threshold
MV ČR	Ministerstvo vnitra České republiky	LCP	large combustion sources
MŽP	Ministerstvo životního prostředí	LfJULG	Saxon State Office for the Environment Agriculture and Geology
NAO	Národní atmosférická observatoř	LRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
NFR	Klasifikace pro reporting	LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry
NMVOG	nemetanové těkavé organické látky	LV	limit value
NP	národní park	LTO	long-term objective
O/K/F-M	Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek	MIM	Manual Air Quality Monitoring
OC	organický uhlík	MOE	Ministry of Environment
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj	MV ČR	Ministry of the interior of the Czech republic
OSN	Organizace spojených národů	NAQMN	National Air Quality Monitoring Network
OZKO	oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší	NAO	National Atmospheric Observatory
PAH	polycyklické aromatické uhlovodíky	NFR	Nomenclature for Reporting Codes
PCB	polychlorované bifenylly	NMVOG	non-methane volatile organic compounds
PCDD	polychlorované dibenzo-p-dioxiny	NP	national park
PFC	zcela fluorované uhlovodíky	NWP	Numerical weather prediction
PM ₁₀	frakce prašného aerosolu < 10 µm	O/K/F-M	Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek
PM _{2,5}	frakce prašného aerosolu < 2,5 µm	OC	organic carbon
POP	persistentní organické látky	OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PZKO	Program zlepšování kvality ovzduší	OZKO	areas with deteriorated air quality
PVaK	Pražské vodovody a kanalizace	p. r. i.	public research institution
REZZO	Registr emisí a stacionárních zdrojů	PAH	polycyclic aromatic hydrocarbons
RMSE	standardní chyba odhadu	PCB	polychlorinated biphenyls
RP	rozptylové podmínky	PCDD	polychlorinated dibenzo-p-dioxins
RPH	regulační prahová hodnota	PFC	perfluorocarbons
RRMSE	relativní standardní chyba odhadu	PLA	protected landscape area
Sb.	Sbírka zákonů	PM ₁₀	particulate matter fraction < 10 µm
SEČ	středoevropský čas	PM _{2,5}	particulate matter fraction < 2.5 µm
SELČ	středoevropský letní čas	POP	persistent organic pollutants
SEM	Skenovací elektronový mikroskop	PVK	Prague Water Supply and Sewerage company
SLDB	Sčítání lidí, domů a bytů	PZKO	Air Quality Improvement Program
SM	statutární město	REZZO	Register of Air Pollution Emissions Sources
SMPS	skenovací třídič pohyblivosti částic	RMSE	root-mean-square error
SPE	souhrnná provozní evidence	RPH	Regulatory threshold value
SSIM	Státní síť imisního monitoringu	RRMSE	relative root-mean-square error
SVC ČR	Svaz výrobců cementu ČR	SALSC	State Administration of Land Surveying and Cadastre
SVRS	Smogový varovný a regulační systém	SEM	scanning electron microscope
SYMOS	Systém modelování stacionárních zdrojů	SLDB	Census of persons, houses and apartments
SZÚ	Státní zdravotní ústav	SMPS	scanning mobility particle size scanner
TAČR	Technologická agentura ČR	SP	solid pollutants
TC	celkový uhlík	SPE	summary operating records
		SPM	suspended particulate matter

**SEZNAM ZKRATEK
LIST OF ABBREVIATIONS**

TZL	tuhé znečišťující látky	SVC ČR	Association of cement manufacturers
UAT	horní mez pro posuzování	SWRS	Smog Warning and Regulation System
UCR	Hodnota jednotkového rizika	SYMOS	System for Modelling of Stationary Sources
ÚČOV	Ústřední čistírna odpadních vod	SZÚ	National Institute of Public Health
ÚCHP	Ústav chemických procesů	TAČR	Technology Agency of the Czech Republic
UFIREG	Ultrajemné částice – příspěvek k rozvoji regionální a evropské politiky ochrany životního prostředí a zdraví založený na důkazech	<i>t.p. a</i>	<i>tonnes per annum</i>
		TC	total carbon
UN-ECE	Evropská hospodářská komise OSN	TSP	total suspended particulates
ÚVGZAV ČR	Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.	UAT	upper assessment threshold
UTC	koordinovaný světový čas	UCR	Hodnota jednotkového rizika
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce	ÚČOV	Central Waste Water Treatment Plant
VI	ventilační index	UFIREG	Ultrafine Particles – an evidence based contribution to the development of regional and European environmental and health policy
VMO	velký městský okruh	UN	United Nations
VOC	těkavé organické látky	UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe
VPH	varovná prahová hodnota	ÚVGZ AV ČR	Global Change Research Institute CAS
VŠB TU	Vysoká škola báňská – Technická univerzita	UTC	Coordinated Universal Time
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti	VI	ventilation index
VÚZT	Výzkumný ústav zemědělské techniky	VMO	Outer ring road
WHO	Světová zdravotnická organizace	VOC	volatile organic compounds
WM	bez dodatečných opatření	VPH	Alert threshold value
WaM	s dodatečnými opatřeními	VŠB-TU	Technical University of Ostrava
WMO	Světová meteorologická organizace	VÚLHM	Forest Management and Gamekeeping Research Institute
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky	VÚZT	The Agricultural Technology Research Institute
ZÚ	Zdravotní ústav	v. v. i.	public research institution
		WHO	World Health Organization
		WaM	without additional measures
		WM	with additional measures
		WMO	World Meteorological Organization
		ZABAGED	Fundamental Base of Geographic Data of the Czech Republic
		ZÚ	Institute of Public Health

PŘÍLOHA I

PODROBNÁ SPECIFIKACE PREZENTOVANÝCH IMISNÍCH MAP

Plošné mapy jsou z výsledků měření v jednotlivých lokalitách konstruovány s využitím a kombinací mnoha informací (kap. XII). 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 2018, a specifikace jednotlivých map prezentovaných v této ročence.

1. Použitá data

- a. *Měřená imisní data:* Použity jsou roční charakteristiky naměřených dat z databáze ISKO.
- b. *Výstupy z rozptylových modelů:* Použity jsou výstupy z modelů

SYMOS – Gaussovský model, rozlišení 1x1 km (referenční body v síti 250x250 m v zástavbě a 500x500 m mimo zástavbu zprůměrované do sítě 1x1 km), rok 2018 (meteorologie: větrné růžice 2018 z modelu ALADIN, emise: REZZO 2017);

CAMx – Eulerovský model, rozlišení 4,7x4,7 km, rok 2018 (meteorologie: ALADIN 2018, emise: REZZO 2017 pro území ČR, detailní emise pro Polsko za rok 2015 poskytnuté úřady GIOS (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska) a KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) v rámci projektu LIFE-IP MAŁOPOLSKA¹, pro zbývající území byly použity emise CAMS European anthropogenic emissions v1.1 – Air

¹ Implementation of air quality plan for Małopolska Region – Małopolska in a healthy atmosphere. LIFE integrated project No. LIFE14 IPE/PL/000021. WWW: <https://powietrze.malopolska.pl/en/life-project/> and http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5440

ANNEX I

DETAILED SPECIFICATION OF THE PRESENTED POLLUTION LEVEL MAPS

Spatial maps are the result of measurements at the individual locations constructed utilising and combining a great deal of information (Chap. XII). Uncertainties in the individual maps are dependent especially on the density of the network of measuring stations and the evenness of coverage of the territory of the Czech Republic by stations, and also on the uncertainties in the individual measurements, inputs into the models, model calculations and means used in constructing the spatial maps. Maps have the lowest uncertainty close to the measuring stations. Although the uncertainties are quite large, especially in some maps, these are estimates of the pollution fields that adequately correspond to the basic information employed and the state of contemporary knowledge. The uncertainties in maps must be taken into consideration in their interpretation.

The following text describes the basic documents used for construction of the pollution maps for 2018 and specifications for the individual maps presented in this yearbook.

1. Data employed

- a. *Measured pollution data:* The annual characteristics of the measured data from the AQIS database are used.
- b. *Outputs from the dispersion models:* Outputs from the following models were used:

SYMOS — Gaussian model, resolution 1x1 km (reference points in 250x250 m grid in a built-up area and 500x500 m grid outside a built-in area averaged into a network of 1x1 km), 2018 (meteorology: wind roses from the ALADIN model for 2018, emissions: REZZO 2017);

CAMx — Euler model, resolution 4.7x4.7 km, 2018 (meteorology: ALADIN 2018, emissions: REZZO 2017 for the territory of the Czech Republic, detailed emissions in Poland for 2015 provided by GIOS (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska) and KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) under LIFE-IP MAŁOPOLSKA¹ project, for the remain-

¹ Implementation of air quality plan for Małopolska Region - Małopolska in a healthy atmosphere. LIFE integrated project No. LIFE14 IPE/PL/000021. WWW: <https://powietrze.malopolska.pl/en/life-project/> and http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5440

Pollutants² (Kuenen et al. 2014 a Granier et al. 2012));

EMEP – Eulerovský model, rozlišení cca 10x10 km, rok 2016 (meteorologie: ECWMF 2016, emise: EMEP 2016).

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

- c. *Emise z dopravy*: rozlišení 1x1 km, zdroj: emisní databáze REZZO 4 (rok 2017).
- d. *Nadmořská výška*: rozlišení 1x1 km, zdroj: ZABAGED, Zeměměřičský úřad.
- e. *Hustota populace*: rozlišení 1x1 km, zdroj: ČSÚ.

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):

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

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 poněkud větší. Též je třeba zmínit, že jde o střední nejistotu celé mapy, nebylo odhadováno prostorové rozložení nejistoty.

3. Parametry jednotlivých map

Pro mapy jednotlivých škodlivin jsou v tabulkách níže prezentovány doplňkové veličiny použité v lineárním regresním modelu a jejich parametry (c,

ning territories CAMS European anthropogenic emissions v1.1 — Air Pollutants² were used (Kuenen et al. 2014, Granier et al. 2012));

EMEP — Euler model, resolution approx. 10x10 km, 2016 (meteorology: ECWMF 2016, emissions: EMEP 2016).

The latest outputs that were available from the particular models at the time of preparation of the yearbook were always used.

- c. *Emissions from traffic: resolution 1x1 km, source: REZZO 4 emission database (2017).*
- d. *Elevation: resolution 1x1 km, source: ZABAGED, SALSC.*
- e. *Population density: resolution 1x1 km, source: CSO.*

2. Estimate of uncertainty

The uncertainty in relation to the relevant map was assessed using the cross-validation method, see Horálek et al. (2007). Estimation of the concentrations at the measuring sites is always created by leaving out the given measurement using the other data, thus objectively estimating the quality of the map outside the measuring site. This approach was used repeatedly for all the measuring sites. The estimated values were compared with the measured values using the root-mean-square error (RMSE) or the relative root-mean-square error (RRMSE).

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

where

$Z(s_i)$ is the measured value of the concentration at the i^{th} point,

$\hat{Z}(s_i)$ is the estimate at the i^{th} point using the other data,

N is the number of measuring stations.

For calculation reasons, the estimate of the uncertainty was calculated only for interpolation of the residuals; thus the overall uncertainty of the map is somewhat greater. It should also be mentioned that this is the median uncertainty of the whole map; the spatial distribution of the uncertainty was not estimated.

3. Parameters of the individual maps

For the maps of the individual pollutants, the tables below present the supplementary quantities used in

² <https://permalink.aeris-data.fr/CAMS-REGv1.1-AP>

² <https://permalink.aeris-data.fr/CAMS-REGv1.1-AP>

a1, a2, ...), 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 PM₁₀*: Pro konstrukci map bylo použito 53 venkovských, 85 městských a předměstských pozadových a 26 dopravních stanic. Výsledky měření devíti průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (tab. 1, Příloha I).

b. *Jemné suspendované částice PM_{2,5}*: Pro konstrukci mapy bylo použito 25 venkovských, 51 městských a předměstských pozadových a 17 dopravních stanic. Výsledky měření pěti průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Z důvodu metodiky mapování nebyla vyčíslena nejistota mapy (tab. 2, Příloha I). Důvodem je použití mapy PM₁₀ jako doplňkové veličiny – vzhledem k silné regresní vazbě PM₁₀ a PM_{2,5} by odhad nejistoty byl podhodnocen.

c. *Benzo[a]pyren*: Pro konstrukci mapy bylo použito 5 venkovských a 32 městských a předměstských pozadových a dopravních stanic. Výsledky měření devíti stanic průmyslových byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Vzhledem k velmi nízkému počtu venkovských stanic je odhad nejistoty venkovských oblastí pouze orientační. Nízký počet venkovských stanic je též důvodem poměrně veliké nejistoty mapy ve venkovských oblastech (tab. 3, Příloha I).

d. *Oxid dusičitý a oxidy dusíku*: Pro konstrukci mapy NO₂ bylo použito 20 venkovských, 42 městských a předměstských pozadových a 20 dopravních stanic. Výsledky měření 17 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro konstrukci mapy NO_x bylo použito 20 venkovských, 41 městských a předměstských pozadových a 21 dopravních stanic (tab. 4, Příloha I).

e. *Přízemní ozon*: Pro konstrukci mapy 26. nejvyššího maximálního denního 8hodinového klouzavého průměru bylo použito 22 venkovských, 56 městských a předměstských pozadových stanic. Pro konstrukci mapy AOT40 bylo použito 21 venkovských, 31 městských a předměstských pozadových stanic (tab. 5, Příloha I).

f. *Benzen*: Pro konstrukci mapy bylo použito 5 venkovských, 18 městských a předměstských poza-

the linear regression model and their parameters (c, a1, a2, ...), the interpolation parameters using kriging (range, nugget, partial sill) and the inverse distance values (IDW – inverse distance weighted) and, for most maps, the root-mean-square of the error (RMSE) in the map is also given. These parameters are always given for the individual pollution layers (rural, urban, traffic).

a. *Suspended particulate matter PM₁₀*: The maps were constructed using 53 rural, 85 urban and suburban background and 26 traffic stations. The results of measurements at nine industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity (Tab. 1, Annex I).

b. *Suspended particulate matter PM_{2,5}*: The maps were constructed using 25 rural, 51 urban and suburban background and 13 traffic stations. The results of measurements at five industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity. The uncertainty in the map was not calculated because of the mapping methodology (Tab. 2, Annex I). This is because PM₁₀ maps were used as supplementary quantities – because of the highly regression connection of PM₁₀ and PM_{2,5} the uncertainty estimates were underestimated.

c. *Benzo[a]pyrene*: The maps were constructed using 5 rural, and 32 urban and suburban background and traffic stations. The results of measurements at nine industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity. Because of the very small number of rural stations, the estimate of the uncertainty of rural areas is only indicative. The low number of rural stations is also the reason for the relatively large uncertainty in the maps for the rural areas (Tab. 3, Annex I).

d. *Nitrogen dioxide and nitrogen oxides*: The maps for NO₂ were constructed using 20 rural, 42 urban and suburban background and 20 traffic stations. The results of measurements at 17 industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity. The maps for NO_x were constructed using 20 rural, 41 urban and suburban background and 21 traffic stations (Tab. 4, Annex I).

e. *Ground-level ozone*: The maps of the 26th highest maximum daily 8-hour running average were constructed on the basis of 22 rural and 56 urban and suburban stations. The maps for AOT40 were constructed using 21 rural and 31 urban and suburban background stations (Tab. 5, Annex I).

řových stanic. Výsledky měření 3 průmyslových a 7 dopravních stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (tab. 6, Příloha I).

g. *Těžké kovy*: Pro konstrukci mapy arsenu bylo použito 11 venkovských a 43 městských a předměstských stanic (bez rozlišení na pozad'ové, dopravní a průmyslové). Pro konstrukci mapy kadmia bylo použito 54 stanic (bez rozlišení podle typu). Nejistota mapy kadmia je odhadnuta bez Tanvaldu a jeho bezprostředního okolí, protože vysoké absolutní hodnoty koncentrací v této lokalitě by způsobily zkreslení celkové nejistoty mapy. Vysoká relativní nejistota mapy kadmia souvisí s nízkými hodnotami kadmia na většině území (tab. 7, Příloha I).

h. *Oxid siřičitý*: Pro konstrukci mapy 4. nejvyšší 24hodinové koncentrace bylo použito 38 venkovských (bez rozlišení na pozad'ové a průmyslové) a 26 městských a předměstských pozad'ových stanic. Výsledky měření 3 dopravních a 9 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí. Pro mapy ročního resp. zimního průměru bylo použito 31 resp. 35 venkovských (bez rozlišení na pozad'ové a průmyslové) a 26 městských a předměstských pozad'ových stanic. Výsledky měření 3 resp. 1 dopravní a 9 resp. 7 průmyslových stanic byly zohledněny pouze v jejich bezprostředním okolí (tab. 8, Příloha I).

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

Pro sloučení městské a venkovské vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (kap. XII): $\alpha 1 = 200 \text{ oby.v.km}^{-2}$, $\alpha 2 = 1000 \text{ oby.v.km}^{-2}$. Pro sloučení pozad'ové a dopravní vrstvy bylo použito mezi klasifikačních intervalů (kap. XII): $\tau 1 = 3 \text{ t.rok}^{-1}.\text{km}^{-2}$, $\tau 2 = 8 \text{ t.rok}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (pro mapy PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$), resp. $\tau 1 = \tau 2 = 10 \text{ t.rok}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (pro mapy NO_2 a NO_x), přičemž pro mapy PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$ byly použity emise tuhých znečišťujících látek (TZL), zatímco pro mapy NO_2 a NO_x byly použity emise NO_x ³.

f. *Benzene*: The maps were constructed using 5 rural, and 18 urban and suburban background stations. The results of measurements at 3 industrial and 7 traffic stations were taken into account only in their immediate vicinity (Tab. 6, Annex I).

g. *Heavy metals*: The maps for arsenic were constructed using 11 rural and 43 urban and suburban stations (without distinguishing between background, traffic and industrial stations). The cadmium map was constructed using 54 stations (without distinguishing according to type). The uncertainty in the cadmium map was estimated without Tanvald and its immediate vicinity because the high absolute values at this location would cause distortion of the overall uncertainty of the map. The high relative uncertainty of the cadmium map is related to the low cadmium values over most of the territory (Tab. 7, Annex I).

h. *Sulphur dioxide*: The map of the 4th highest 24-hour concentration was constructed using 38 rural (without distinguishing background and industrial) and 26 urban and suburban background stations. The results of measurements at 3 traffic and 9 industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity. The maps of the annual or winter averages were constructed using 31 and 35, respectively, rural (without distinguishing background and industrial) and 26 urban and suburban background stations. The results of measurements at 3 and 1, respectively, traffic stations and 9 and 7, respectively, industrial stations were taken into account only in their immediate vicinity (Tab. 8, Annex I).

The numbers of stations also include foreign (German and Polish) stations that were used in the creation of some maps.

The urban and rural layers were combined using the limits of the classification intervals (Chap. XII): $\alpha 1 = 200 \text{ inhabitants per km}^2$, $\alpha 2 = 1000 \text{ inhabitants per km}^2$. The background and traffic layers were combined using the limits of the classification intervals (Chap. XII): $\tau 1 = 0.5 \text{ tonnes p.a. per km}^2$, $\tau 2 = 2.5 \text{ tonnes p.a. per km}^2$ (for PM_{10} and $\text{PM}_{2,5}$ maps), or $\tau 1 = \tau 2 = 10 \text{ tonnes p.a. per km}^2$ (for NO_2 , NO_x and O_3 maps), where the PM_{10} and $\text{PM}_{2,5}$ maps were based on TSP emissions, while the NO_2 , NO_x and O_3 maps were based on NO_x emissions³.

³ U plošných map NO_2 a NO_x byla dopravní vrstva použita pouze ve městech, zatímco mimo města byla v územích s emisemi $\text{NO}_x > 10 \text{ t.rok}^{-1}.\text{km}^{-2}$ použita vrstva ze všech pozad'ových městských, předměstských a venkovských stanic.

³ For the spatial maps of NO_2 and NO_x , the traffic layer was used only in cities, while outside of cities in territories with $\text{NO}_x > 10 \text{ tonnes p.a. per km}^2$ the layers were used from all the urban, suburban, rural and traffic stations.

PŘÍLOHA I – PODROBNÁ SPECIFIKACE PREZENTOVANÝCH IMISNÍCH MAP
ANNEX I – DETAILED SPECIFICATION OF THE PRESENTED POLLUTION LEVEL MAPS

Tab. 1 Parametry map PM₁₀
Tab. 1 Parameters of PM₁₀ maps

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	Roční průměr <i>Annual average</i>			36. nejvyšší denní průměr <i>36th highest daily average</i>		
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	doprava <i>traffic</i>	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	doprava <i>traffic</i>
c (konstanta / constant)	12.6	0.3	12.8	15.7	-3.6	22.4
a1 (model EMEP)		1.90			3.53	
a2 (model CAMx)	1.18	0.34	0.99	2.70	0.73	1.67
a3 nadmořská výška / altitude)	-0.0081			-0.0126		
range [km]	30	10	40	30	30	90
nugget	0	5.7	0	0	30	0
partial sill	8.4	7.1	16	36.3	25	60
váha / weight IDW		1			1	
RMSE [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	2.4	3.1	3.0	5.9	6.6	4.9
relat. RMSE [%]	11	12	11	18	14	11

Tab. 2 Parametry mapy PM_{2,5}
Tab. 2 Parameters of PM_{2,5} map

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	Roční průměr / <i>Annual average</i>		
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	doprava <i>traffic</i>
c (konstanta / constant)	-3.2	-1.2	3.1
a1 (venkovská mapa / rural map of PM ₁₀)	0.61		
a2 (městská mapa / rural map of PM ₁₀)		0.81	
a3 (dopravní mapa / traffic map of PM ₁₀)			0.60
a4 (model CAMx)	0.75		
range [km]	75	50	2
nugget	0	1.7	0
partial sill	1.9	0	2.5
váha / weight IDW		1	

Tab. 3 Parametry mapy benzo[a]pyrenu
Tab. 3 Parameters of benzo[a]pyrene map

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	Roční průměr / <i>Annual average</i>	
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>
c (konstanta / constant)	-1.45	-2.70
a1 (venkovská mapa / rural map of PM _{2,5})	0.141	
a2 (městská mapa / urban map of PM _{2,5})		0.207
range [km]	100	12
nugget	0	0
partial sill	0.17	0.33
RMSE [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	> 0.5	0.6
relat. RMSE [%]	> 60	39
váha / weight IDW		

PŘÍLOHA I – PODROBNÁ SPECIFIKACE PREZENTOVANÝCH IMISNÍCH MAP
ANNEX I – DETAILED SPECIFICATION OF THE PRESENTED POLLUTION LEVEL MAPS

Tab. 4 Parametry map NO₂ a NO_x
Tab. 4 Parameters of NO₂ and NO_x maps

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	NO ₂ – roční průměr <i>annual average</i>			NO _x – roční průměr <i>annual average</i>		
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	doprava <i>traffic</i>	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	doprava <i>traffic</i>
c (konstanta / <i>constant</i>)	11.3	17.8	42.7	15.9	26.7	87.5
a1 (model SYMOS NO ₂)	2.7	2.2	2.7			
a2 (model SYMOS NO _x)				1.1	1.2	1.7
a3 (nadmořská výška / <i>altitude</i>)	-0.01	-0.01	-0.08	-0.01	-0.03	-0.17
váha / <i>weight IDW</i>	1	1	1	1	1	1
RMSE [µg.m⁻³]	2.9	3.6	7.7	4.6	8.1	22.3
relat. RMSE [%]	31	20	25	37	31	37

Tab. 5 Parametry map přízemního ozonu
Tab. 5 Parameters of ground-level ozone maps

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	26. nejvyšší maximální denní 8hod. průměr <i>26th highest maximum daily 8-hour average</i>		expoziční index AOT40 <i>AOT40 exposure index</i>	
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>
c (konstanta / <i>constant</i>)	-55.2		1916	
a1 (model CAMx)	1.5		0.8	
váha / <i>weight IDW</i>	1	1	1	1
RMSE [µg.m⁻³]	4.1	6.5	2933	3023
relat. RMSE [%]	3	5	16	18

Tab. 6 Parametry mapy benzenu
Tab. 6 Parameters of benzene map

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	Roční průměr <i>Annual average</i>	
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>
c (konstanta / <i>constant</i>)	0.1	0.1
a3 (model CAMx)	4.8	6
váha / <i>weight IDW</i>	1	1
RMSE [µg.m⁻³]	0.5	0.4
relat. RMSE [%]	44	30

PŘÍLOHA I – PODROBNÁ SPECIFIKACE PREZENTOVANÝCH IMISNÍCH MAP
ANNEX I – DETAILED SPECIFICATION OF THE PRESENTED POLLUTION LEVEL MAPS

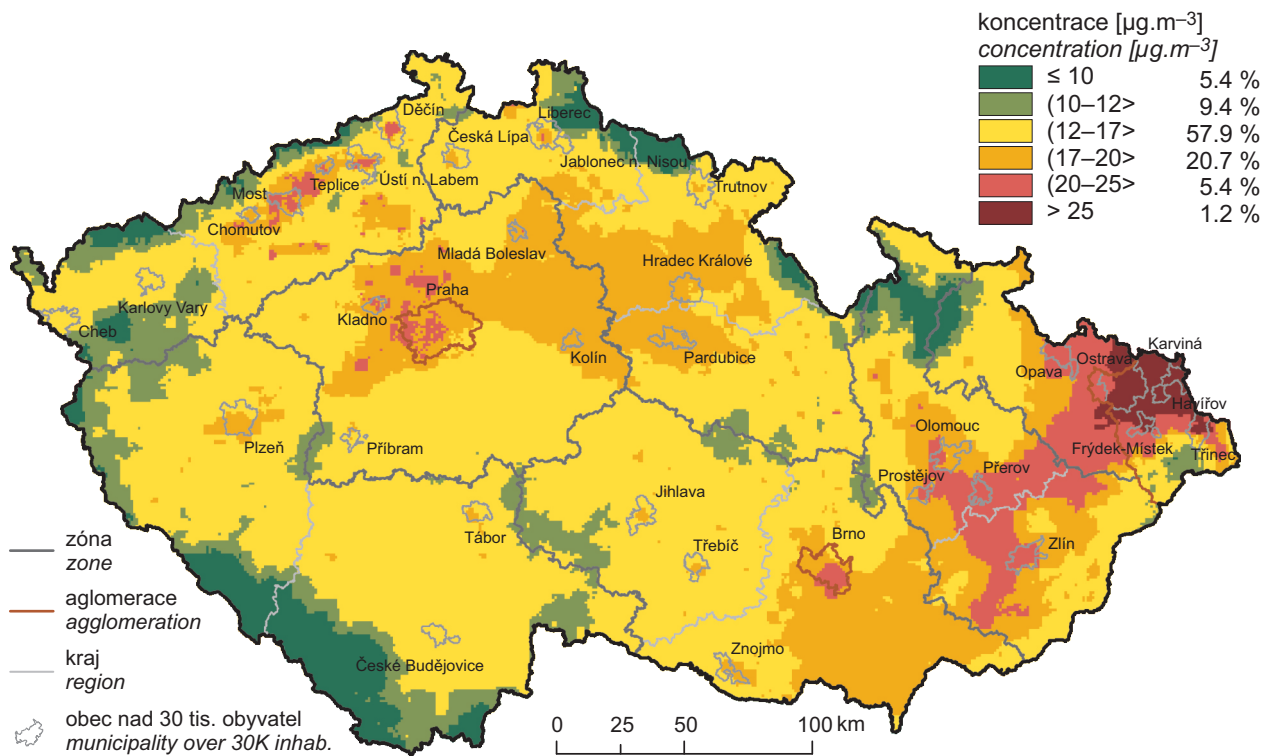
Tab. 7 Parametry map arсенu a kadmia
Tab. 7 Parameters of arsenic and cadmium maps

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	Arsen – roční průměr <i>Arsenic – annual average</i>		Kadmium – roční průměr <i>Cadmium – annual average</i>
	venkov <i>rural areas</i>	města <i>cities</i>	celková mapa <i>whole map</i>
c (konstanta / <i>constant</i>)	-0.69		
a1 (venkovská mapa / <i>rural map of PM₁₀</i>)	0.087		
a2 (městská mapa / <i>urban map of PM₁₀</i>)			
range [km]	100	12	23
nugget	0	0	0
partial sill	0.2	0.5	0.2
RMSE [ng.m⁻³]	0.4	0.5	0.2
relat. RMSE [%]	39	34	63

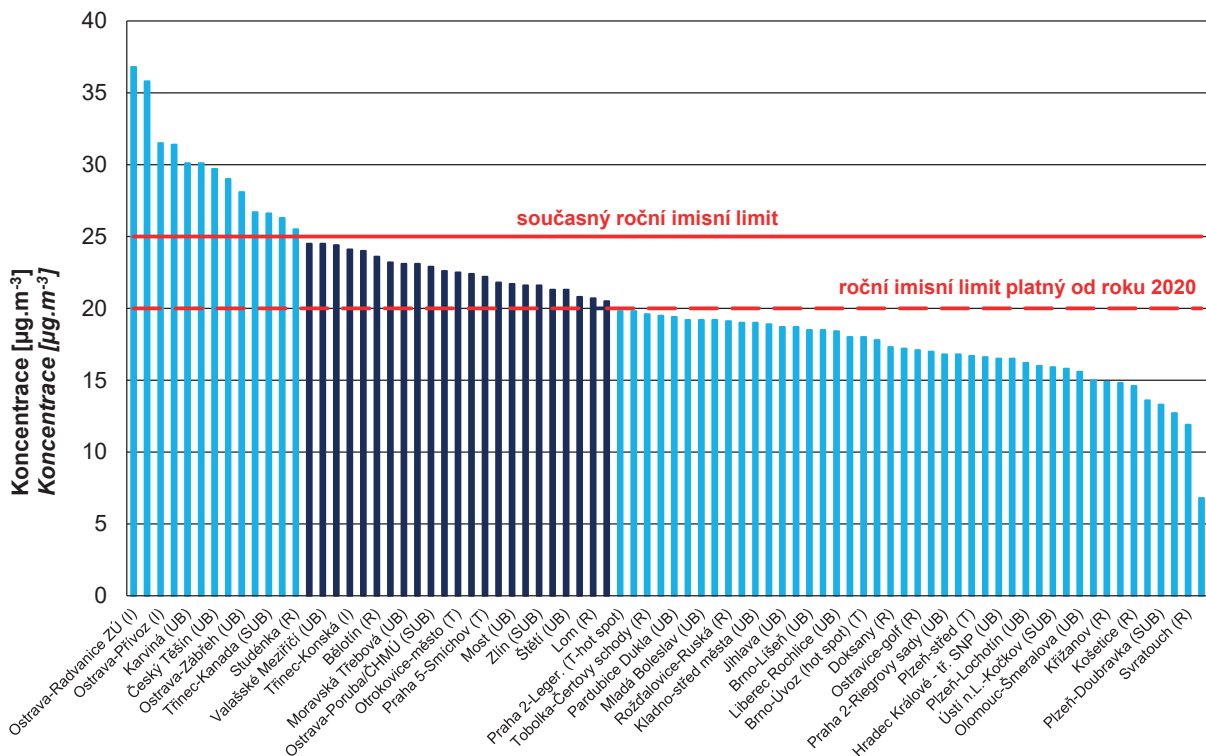
Tab. 8 Parametry map SO₂
Tab. 8 Parameters of SO₂ maps

Lineární regresní model + interpolace reziduí <i>Linear regression model + interpolation of residuals</i>	4. nejvyšší denní průměr <i>4th highest daily average</i>		Roční průměr <i>Annual average</i>		Zimní průměr <i>Winter average</i>	
	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>	venkov <i>rural areas</i>	městské pozadí <i>urban background</i>
c (konstanta / <i>constant</i>)	4.1	1.1	1.9	1.2	1.5	0.3
a1 (model CAMx)	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
váha / <i>weight IDW</i>	3	1.6	1.4	1	2.7	1
RMSE [µg.m⁻³]	3.7	3.0	1.6	1.5	1.6	2.1
relat. RMSE [%]	25	24	31	27	32	36

PŘÍLOHA II – VYHODNOCENÍ KONCENTRACÍ PM_{2,5} VZHEDEM K IMISNÍMU LIMITU PLATNÉMU OD ROKU 2020
ANNEX II – EVALUATION OF PM_{2,5} CONCENTRATIONS IN RELATION TO THE LIMIT VALUE VALID FROM 2020



Obr. 1 Pole roční průměrné koncentrace PM_{2,5} v roce 2018 s vyznačením LV platného od roku 2020
Fig. 1 Field of annual average concentration of PM_{2,5} in 2018 indicating limit value valid from 2020



Obr. 2 Roční průměrné koncentrace PM_{2,5} v roce 2018 s vyznačením LV platného od roku 2020
Fig. 2 Annual average concentrations of PM_{2,5} with LV to be in force from 2020

ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2018
AIR POLLUTION IN THE CZECH REPUBLIC IN 2018

Vydal: Český hydrometeorologický ústav
Published by: Czech Hydrometeorological Institute

Sazba a grafická úprava / *Layout and setting:*



Tisk / *Print:* Tiskárna ČHMÚ, Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4
Grafický design obálky / *Graphical design of the cover:* P. Tichá
Autoři fotografií na obálce / *Authors of the cover photos:* F. Kuchrýk, M. Schreiberová

304 stran / *304 pages*

Praha 2019
Prague 2019

ISBN 978-80-87577-95-0