

SOUHRN

Rok 2022 byl z hlediska kvality ovzduší příznivý, podobně jako předešlé roky 2020 a 2021, nicméně koncentrace některých znečišťujících látek se závažnými dopady na lidské zdraví stále překračují stanovené imisní limity na řadě lokalit České republiky. Jedná se zejména o karcinogenní benzo[*a*]pyren, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a přízemní ozon (Tab. 1, Obr. 1).

Koncentrace všech látek znečišťujících ovzduší, s výjimkou přízemního ozonu, za hodnocené období 2012–2022 statisticky významně klesají (Tab. 1). Koncentrace většiny látek v průměru pro všechny stanice (suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý) dosáhly v roce 2022 v rámci hodnoceného období 2012–2022 druhých nejnižších hodnot (po roce 2020, ve kterém jsme zatím zaznamenali historicky nejlepší kvalitu ovzduší), koncentrace benzo[*a*]pyrenu byla za hodnocené období nejnižší. U koncentrací ostatních látek (některé těžké kovy, benzen a přízemní ozon) byl v roce 2022 v porovnání s lety 2020 a 2021 zaznamenán nárůst (Obr. 2).

Úroveň znečištění ovzduší v daném roce závisí na množství emisí a převažujících meteorologických a rozptylových podmínkách. **Teplotně byl rok 2022 na území ČR nadnormální, srážkově normální**. V porovnání s desetiletým průměrem 2012–2021 **hodnotíme rok 2022 z hlediska rozptylových podmínek jako výrazně lepší**.

Z dlouhodobého hlediska klesají i emise znečišťujících látek. V roce 2022 (předběžná data) došlo v hodnoceném období 2012–2022 k nejnižší produkci emisí TZL, CO a NMVOC a k druhé nejnižší produkci emisí SO_x a NO_x. V případě NH₃, kde dominantně převládají emise ze zemědělských činností, se jednalo o třetí nejnižší produkci.

K relativně dobré kvalitě ovzduší v ČR v případě znečišťujících látek vyjma ozonu v roce 2022 přispěly zejména výrazně nižší koncentrace látek v lednu a v únoru, tedy v měsících, kdy naopak bývají koncentrace v rámci roku nejvyšší. Příčinou nízkých koncentrací v lednu a únoru byly nadnormálně vysoké teploty spojené s menší produkcí emisí z lokálních topenišť, normální úhrny srážek umožňující samočištění atmosféry a dobré rozptylové podmínky, v únoru navíc s občasným výskytem silného větru. Na zlepšování kvality ovzduší se dlouhodobě podílí průběžně realizovaná opatření pro zlepšení kvality ovzduší (výměna kotlů v domácnostech, opatření na významných zdrojích a obnova vozového parku).

Koncentrace přízemního ozonu jsou silně závislé na meteorologických podmínkách zejména letního období roku (duben–září) a nevykazují od roku 2012 výrazný vývoj jako ostatní znečišťující látky. Koncentrace ozonu v roce 2022 byly v rámci jedenáctiletého období 2012–2022 čtvrté nejvyšší. Kon-

centrace ozonu se pohybovaly kolem hodnoty desetiletého průměru po většinu letního období roku. Nejvyšší koncentrace byly zaznamenány v červenci a srpnu. Následně bylo z důvodu překročení prahových hodnot přízemního ozonu vyhlášeno **celkem pět smogových situací** a to pro území aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek ve dnech 22.–23. 7. 2022 a pro aglomeraci Praha, Středočeský kraj, Liberecký kraj a Ústecký kraj dne 5. 8. 2022. Výjimečně vysoké koncentrace ozonu byly měřeny i v druhé polovině března, kdy panovaly nadnormální teploty a sucho.

Oblasti s překročením imisních limitů bez zahrnutí přízemního ozonu v roce 2022 představovaly 1,7 % území ČR, kde žije přibližně 11,7 % obyvatel. Vymezení těchto oblastí je v naprosté většině zapříčiněno překročením ročního imisního limitu pro benzo[*a*]pyren. V minimální míře se na zařazení území do těchto oblastí podílelo v roce 2022 překročení denního imisního limitu pro suspendované částice PM₁₀ a ročního imisního limitu PM_{2,5}. Nadlimitní oblasti zaujímaly největší plochu v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek a v zóně Moravskoslezsko. V aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek byla navíc nadlimitním koncentracím vystavena, podobně jako v letech minulých, naprostá většina obyvatel (87 %) a jedná se o dlouhodobě nejzatíženější oblast v ČR. **Po zahrnutí přízemního ozonu bylo oblastí s překročením alespoň jednoho imisního limitu v roce 2022 vymezeno 1,9 % území ČR, kde žije přibližně 11,8 % obyvatel**.

Kvalita ovzduší v roce 2022 vzhledem k imisním limitům pro ochranu lidského zdraví

Denní imisní limit **suspendovaných částic PM₁₀** byl překročen na 0,02 % území ČR s cca 0,03 % obyvatel. Rok 2022 prodloužil spojitou řadu let bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci PM₁₀ počínající rokem 2019. Zároveň jde o jediné roky za celou historii měření PM₁₀ od 90. let minulého století, kdy roční imisní limit nebyl překročen. Roční imisní limit **suspendovaných částic PM_{2,5}** byl překročen na 0,03 % území ČR s cca 0,1 % obyvatel (více kap. IV.1).

Roční imisní limit **benzo[*a*]pyrenu** byl překročen na 1,7 % plochy ČR s cca 11,7 % obyvatel. Odhad polí ročních průměrných koncentrací benzo[*a*]pyrenu je zatížen největšími nejistotami ve srovnání s ostatními mapovanými látkami. Na nejistotě mapy se podílí mj. omezený počet měření na venkovských regionálních stanicích a absence rozsáhlejších měření v malých sídlech ČR (více kap. IV.2).

Imisní limit **přízemního ozonu** byl překročen na 0,2 % území ČR s cca 0,02 % obyvatel (průměr za období 2020–2022). V rámci jednotlivých let za období 2020–2022 došlo na většině stanicích

Tab. 1 Kvalita ovzduší v České republice v roce 2022 – klíčová sdělení



Znečišťující látka	Obyvatelstvo vystavené nadlimitní koncentraci	Území s nadlimitní koncentrací	Trend koncentrací za období 2012–2022
PM ₁₀	0,03 %	0,02 %	↓
PM _{2,5}	0,1 %	0,03 %	↓
benzo[a]pyren	11,7 %	1,7 %	↓
NO ₂	0 %	0 %	↓
O ₃	0,02 %	0,2 %	↕
benzen	0 %	0 %	↓
As	0 %	0 %	↓
Cd	0 %	0 %	↓
Ni	0 %	0 %	↓
Pb	0 %	0 %	↓
SO ₂	0 %	0 %	↓

Pozn.:

Klíčová sdělení v tabulce jsou založena na následujících imisních charakteristikách:

PM_{2,5}, NO₂, benzo[a]pyren, Pb, Ni, Cd, As, benzen – roční průměrná koncentrace; PM₁₀ – 36. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace;

O₃ – 26. nejvyšší max. denní 8hod. koncentrace; SO₂ – 4. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace

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

k nejvyššímu počtu překročení hodnoty imisního limitu v roce 2022 (více kap. IV.4).

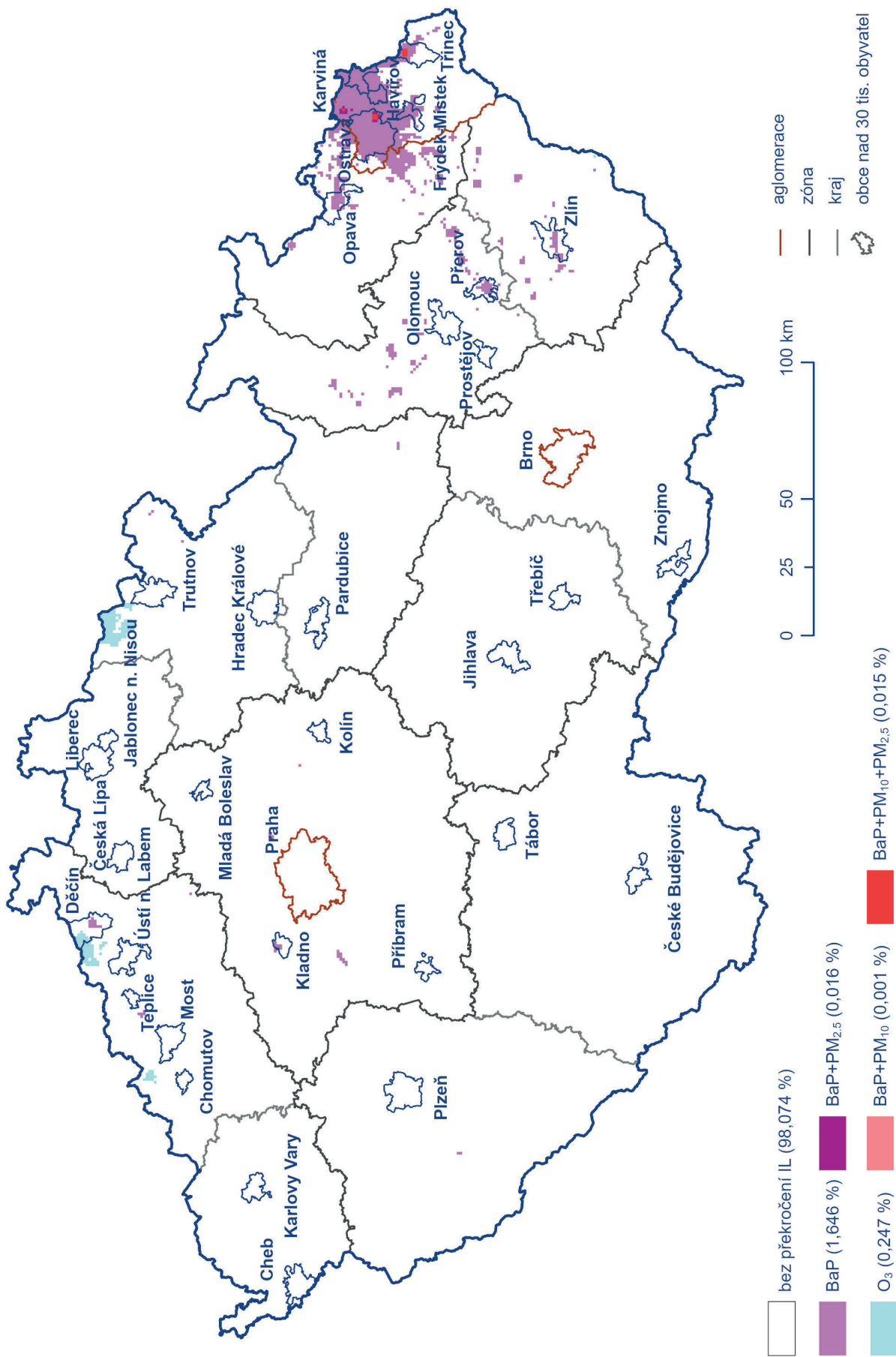
Imisní limit pro roční průměrnou koncentraci **oxidu dusičitého** nebyl překročen na žádné stanici. Rok 2022 prodloužil spojitou řadu let bez překročení imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci oxidu dusičitého počínající rokem 2020. Zároveň jde o jediné roky za celou historii měření oxidu dusičitého od 90. let minulého století, kdy roční imisní limit nebyl překročen. Vyšší koncentrace oxidu dusičitého lze očekávat v blízkosti místních komunikací v obcích a ve městech s intenzivní dopravou, vyšší zástavbou a s hustou místní dopravní sítí, kde často dochází ke snížení plynulosti dopravy. Hodinový imisní limit oxidu dusičitého nebyl v roce 2022 překročen (více kap. IV.3).

Imisní limity **ostatních látek** znečišťujících ovzduší (benzenu, těžkých kovů (arsen, kadmium, nikl a olovo), oxidu siřičitého

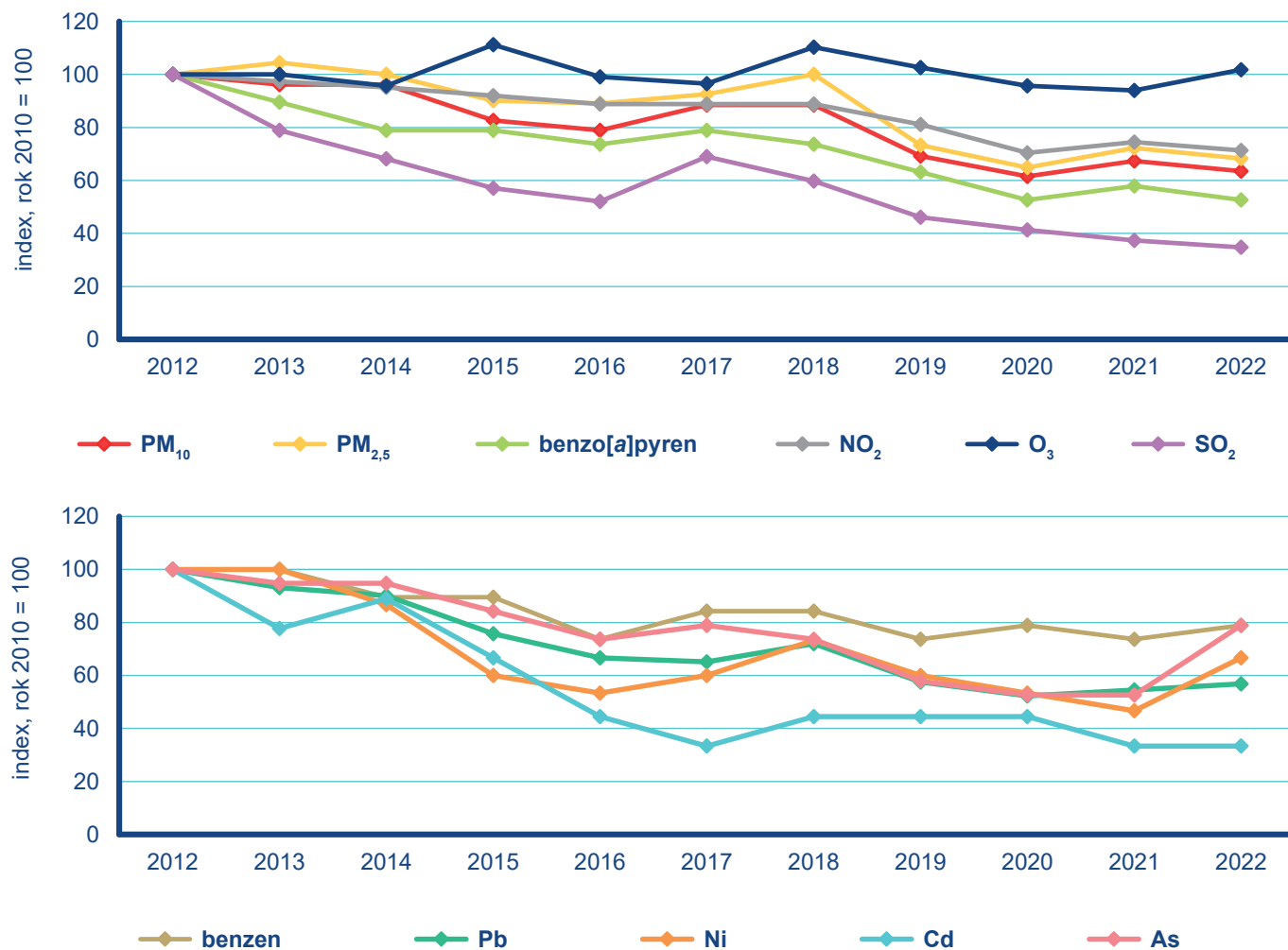
a oxidu uhelnatého) nebyly v roce 2022, podobně jako v minulých letech, překročeny. Nadlimitní koncentrace kadmia byla naměřena naposledy v roce 2015 na Tanvaldsku, nadlimitní koncentrace arsenu byla naměřena naposledy v roce 2013 na Kladensku a nadlimitní koncentrace benzenu v roce 2018 na Ostravsku.

Energetická krize, která postihla ČR a další evropské státy, měla celou řadu dopadů jak v ekonomickém sektoru, tak v oblasti životního prostředí. Řada domácností měla snahu hledat alternativní způsoby vytápění s nižšími náklady. Úplný nebo i částečný návrat ke spalování pevných paliv však s sebou přináší negativní dopady na kvalitu ovzduší a znamená zvýšení emisí znečišťujících látek z vytápění. Z výsledků měřicích kampaní probíhajících od roku 2017, které byly zaměřeny na změnu kvality ovzduší a změnu kvality vytápění v malých sídlech ČR¹ vyplývá, že u části domácností došlo ke zhoršení kvality vytápění, tzn. návratu některých domácností k levnějšímu způsobu vytápění.

1 Financováno z: TAČR, projekt TITSMZP704, číslo smlouvy 2018007 oblasti V3 Hodnocení účinnosti programů zlepšování kvality ovzduší v malých sídlech, Monitoring kvality ovzduší v rámci specifického cíle 2.1 Operačního programu Životního prostředí a interní projekt ČHMÚ.



Obr. 1 Vyznačení oblastí s překročeními imisními limity pro ochranu zdraví vybraných skupin látek, 2022



Obr. 2 Vývoj imisních charakteristik vybraných znečišťujících látek, 2012–2022

Pozn.: V grafech je znázorněn vývoj následujících imisních charakteristik

(vyjádřeno jako relativní změna průměrné koncentrace pro všechny stanice oproti roku 2012): PM_{2,5}, NO₂, benzo[a]pyren, Pb, Ni, Cd, As, benzen – roční průměrná koncentrace; PM₁₀ – 36. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace; O₃ – 26. nejvyšší max. denní 8hod. koncentrace; SO₂ – 4. nejvyšší 24hod. průměrná koncentrace.

Vyplyvá to z výsledků kampaní 2021/2022 a 2022/2023. Návrat domácností ke spalování pevných paliv však nebyl natolik významný, aby vedl k výraznému zhoršení kvality ovzduší. Pokračující obnova kotlů v domácnostech a přechod řady domácností k alternativnímu, z pohledu kvality ovzduší vhodnějšímu, způsobu vytápění tak pravděpodobně zmírnily negativní dopad energetické krize na koncentrace znečišťujících látek. K zachování dobré kvality ovzduší přispěly i příznivé meteorologické podmínky na počátku roku 2022.

Kvalita ovzduší v roce 2022 vzhledem k imisním limitům pro ochranu ekosystémů a vegetace

Imisní limit přízemního ozonu pro ochranu vegetace (expoziční index AOT40) byl překročen na 20 stanicích z celkového počtu

40 venkovských a předměstských stanic určených pro hodnocení vlivu kvality ovzduší na vegetaci. Imisní limity oxidu siřičitého a oxidu dusíku pro ochranu ekosystémů a vegetace nebyly překročeny na žádné venkovské lokalitě, kde se jejich měření provádí.

Regionální rozdíly kvality ovzduší

V rámci ČR existují značné regionální rozdíly v kvalitě ovzduší, které lze charakterizovat koncentrací znečišťující látky váženou populací². V roce 2022 vážené průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ a PM_{2,5} nepřekročily imisní limit v žádném regionu. Nejvyšší koncentraci vážené populací jsou vystaveni lidé v aglomeraci Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, dále v krajích Moravskoslezský bez aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, Olomoucký a v Brně. Nejnižší vážené koncentra-

² Koncentrace vážené populací lze zjednodušeně charakterizovat jako hodnotu koncentrace znečišťující látky, které je v průměru vystaven člověk žijící v daném regionu.

ce pro suspendované částice PM_{10} a $PM_{2,5}$ byly spočteny pro kraje Karlovarský, Jihočeský a Vysočina.

Úrovně průměrných **vážených koncentrací oxidu dusičitého** v ČR nepřekračují imisní limit. Nejvyšším koncentracím oxidu dusičitého jsou v souvislosti s intenzivní dopravou a s omezenou plynulostí provozu vystaveni lidé v aglomeracích Brno a Praha. Nejvyšší vážené koncentrace pro oxid dusičitý byly v roce 2022 spočteny pro kraje Vysočina a Jihočeský.

V roce 2022 nebyly **vážené koncentrace přízemního ozonu** vyšší než je hodnota imisního limitu zaznamenány v žádném regionu. Nejvyšším váženým koncentracím přízemního ozonu na úrovni hodnoty imisního limitu byly v roce 2022 vystaveny obyvatelé v Ústeckém kraji a v Praze. V případě O_3 nejsou rozdíly mezi jednotlivými regiony tak zřetelné jako u ostatních znečišťujících látek.

Zhoršená kvalita ovzduší není jen problémem aglomerací a větších měst, ale i malých sídel, kde má na znečištění ovzduší suspendovanými částicemi a benzo[*a*]pyrenem velký podíl lokální vytápění. Lze předpokládat, že i v obcích, kde se tyto škodliviny kontinuálně neměří, mohou být jejich koncentrace zvýšené až nadlimitní, což dokazují např. kampaňová měření v osmi malých sídlech ČR³ nebo měření koncentrací benzo[*a*]pyrenu na různých stanicích dotovaných z rozpočtu Moravskoslezského kraje⁴.

Emise znečišťujících látek

Vyhodnocení emisí za rok 2022 (předběžná data) ukazuje meziroční pokles u většiny emisí s výjimkou SO_x a NH_3 . Pokles emisí bylo možné očekávat v návaznosti na příznivější podmínky topného období, které se promítají do modelového výpočtu emisí z vytápění domácností. Ke snížení došlo také u průmyslových zdrojů, mj. v souvislosti s poklesem produkce u nejdůležitějších komodit (hutní výroba a zpracování nerostných surovin). Naopak se mírně navýšily ohlášené emise SO_x a NO_x u elektráren a rafinérií, což souvisí s navýšením podílu spalovaného uhlí v palivovém mixu. Mírný nárůst emisí NH_3 souvisí s vyšší spotřebou minerálních hnojiv i s malým navýšením počtů hospodářských zvířat. V roce 2022 došlo k nejnižší produkci emisí TZL, CO a NMVOC, k druhé nejnižší produkci emisí SO_x a NO_x a třetí nejnižší produkci emisí NH_3 v celém hodnoceném období 2012–2022.

V návaznosti na výstupy šetření ENERGO 2021 (viz kap. II) došlo k přepočtu všech emisí u sektoru 1A4bi Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření v časové řadě 1990–2021. Nejvýznamněji se tato změna promítá u emisí TZL a částic PM a dále u emisí NMVOC i CO. V emisní inventuře tak byla zohledněna změna struktury kotlů společně s dalšími metodickými změnami, jako je např. zohlednění faktu, že kotle nejsou po většinu času provozovány na jmenovitý výkon, nebo příznivý vývoj zastoupení instalací aku-

mulačních nádob u kotlů s ručním přikládáním. Presentované emise vychází z nově sestaveného výpočtového modelu, ve kterém se vedle dlouhodobě sledovaných trendů prodeje kotlů, topidel a tepelných čerpadel poprvé uplatňují také variabilní emisní faktory, reprezentující výše zmíněné informace o podílu kotlů s akumulací nádobami. Ty jsou zjišťované mj. z hlášení o kontrolách technického stavu a provozu kotlů na pevná paliva, přístupných pro ČHMÚ na portálu ISPOP. Pro aktualizaci sady používaných emisních faktorů kotlů a topidel byly využity částečné výsledky, dosažené v rámci projektu SS02030031 ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (financován se státní podporou TA ČR v rámci programu Prostředí pro život).

Sektor Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření se i nadále významně podílel na znečišťování ovzduší, konkrétně na emisích primárních částic $PM_{2,5}$ (83,7 %), PM_{10} (70 %), oxidu uhelnatého (69,7 %), TZL (63,4 %), NMVOC (56,4 %), kadmia (52,1 %), arsenu (30,7 %), a benzo[*a*]pyrenu (97,3 %). Sektor Veřejná energetika a výroba tepla je převažujícím zdrojem emisí oxidů síry (39,7 %), oxidů dusíku (20,9 %), rtuti (46 %) a niklu (38,7 %). Sektory silniční nákladní dopravy, osobní automobilové dopravy, nesilničních vozidel a ostatních strojů např. v zemědělství a lesnictví se v součtu podílejí nejvýznamněji na emisích oxidů dusíku (39,3 %). Tyto údaje jsou prezentovány za poslední dokončený rok, tj. 2021.

Atmosférická depozice

V roce 2022 činila **celková depozice síry** 26 800 t, což je oproti roku 2021 pokles o 11 % (30 335 t). Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Krušných a Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor a Jeseníků, Ostravska a Moravskoslezských Beskyd.

Celková depozice dusíku na plochu ČR byla v roce 2022 rovna hodnotě 39 375 t. Ve srovnání s rokem 2021 (55 383 t) se jedná o pokles o 29 %. Vyšších hodnot bylo dosaženo v oblasti Jizerských a Orlických hor a Jeseníků.

Celková depozice vodíkových iontů na plochu ČR byla v roce 2022 rovna hodnotě 2 125 t. Oproti roku 2021 (2 232 t) se jedná o pokles o 5 %. Vyšších hodnot je dosahováno v Krušných horách a na Ostravsku.

Suchá depozice kadmia byla v roce 2022 (0,9 t) stejná jako v roce 2021. Suchá depozice olova byla v roce 2022 (18 t) srovnatelná s rokem 2021. Z důvodu poruchy přístroje nejsou k dispozici údaje o mokré depozici těžkých kovů na stanicích ČHMÚ. Množství dat ze stanic ostatních dodavatelů není dostatečné pro tvorbu depozičních map, proto nelze hodnotit mokrou a celkovou depozici těžkých kovů.

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

4 Podrobná každoroční vyhodnocení viz www.chmi.cz, <https://air.zuova.cz/ovzdusi/article/detail/1>.