

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

Přes uvedená zlepšení patří znečištění ovzduší k nejrizikovějším environmentálním faktorům způsobujícím předčasná úmrtí, zvyšujícím výskyt širokého spektra nemocí, poškozujícím vegetaci a ekosystémy a vedoucím ke ztrátě biologické rozmanitosti v Evropě. To vše též znamená značné ekonomické ztráty. Další zlepšení vyžaduje opatření a spolupráci na globální, kontinentální, národní a místní úrovni, a to ve většině hospodářských odvětví a se zapojením veřejnosti. Opatření musí zahrnovat technologický rozvoj, strukturální změny včetně optimalizace infrastruktury a územního plánování a změny chování. Ochrana přírodního kapitálu, podpory hospodářské prosperity, lidského blahobytu a sociálního rozvoje jsou součástí vize Evropské unie 2050, která byla stanovena 7. a potvrzena 8. akčním programem EU pro životní prostředí (EU 2013, 2022).

Emise znečišťujících látek a skleníkových plynů v rámci Evropy

Emise 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).

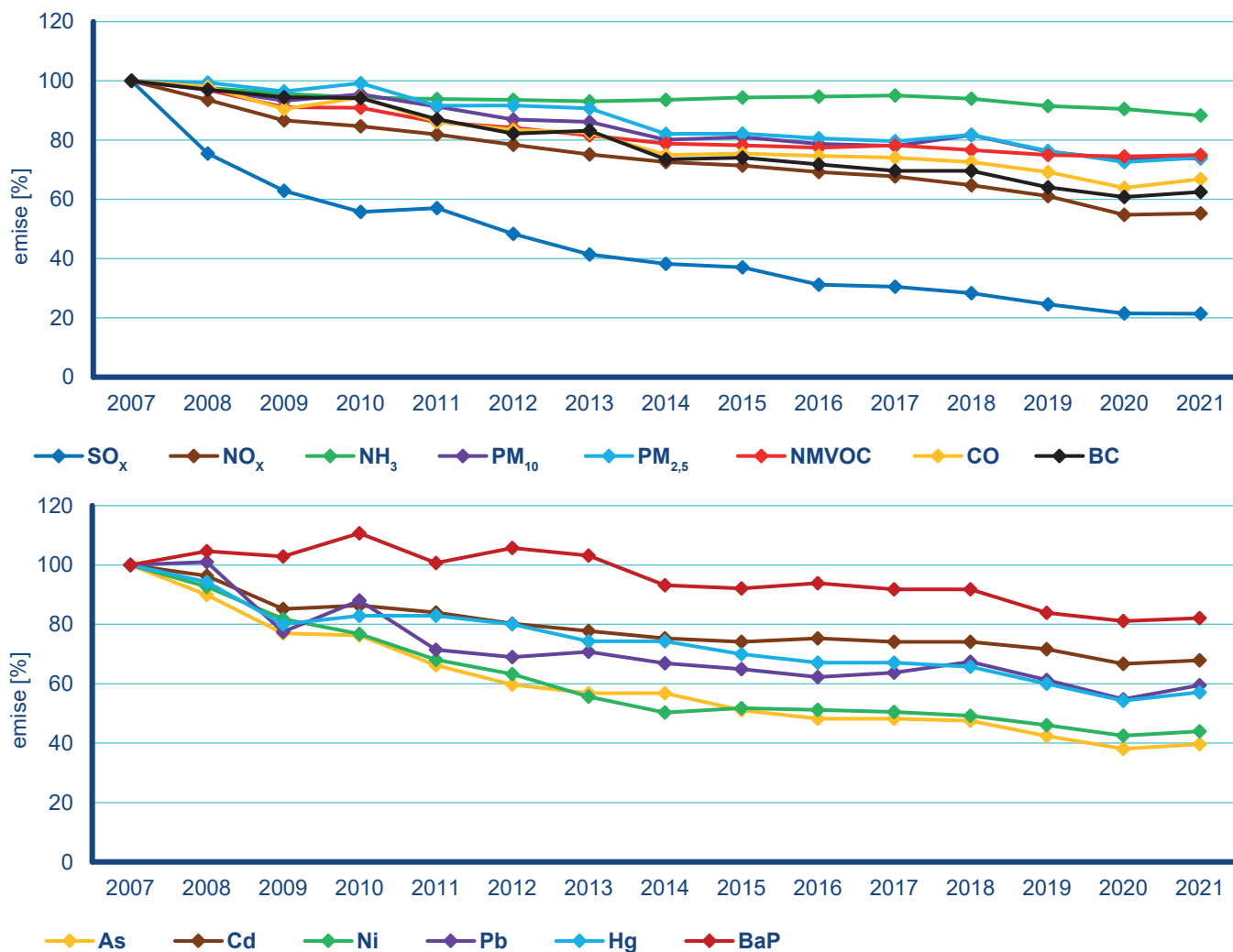
Emise skleníkových plynů zaznamenávají svůj pozvolný pokles, a to především emise CO_2 , CH_4 a N_2O (Obr. VIII.2). U emisí fluorovaných uhlovodíků (F-plynů) byl naopak vidět až do roku 2014 nárůst. V posledních letech se ale začínají projevovat efekty nařízení EU omezující používání F-plynů a začíná docházet k postupnému poklesu jejich emisí. V roce 2020 jejich hodnota poprvé klesla pod úroveň referenčního roku 2007. V roce 2021 pokračuje klesající trend množství emisí hlavních skleníkových plynů. U emisí CO_2 je v roce 2020 patrný výrazný propad v důsledku šíření nákazy koronavirem SARS-CoV-2 a s ním spojeným onemocněním COVID-19.

Celkově platí pro evropské státy mezinárodní povinnosti snižování emisí skleníkových plynů vycházející z požadavků jak Rámcové Úmluvy OSN o změně klimatu, tak z navazujících předpisů Evropské unie. Snižování emisí fluorovaných plynů a omezování jejich používání je pak dáno také Montrealským protokolem.

Monitoring kvality ovzduší v rámci Evropy

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

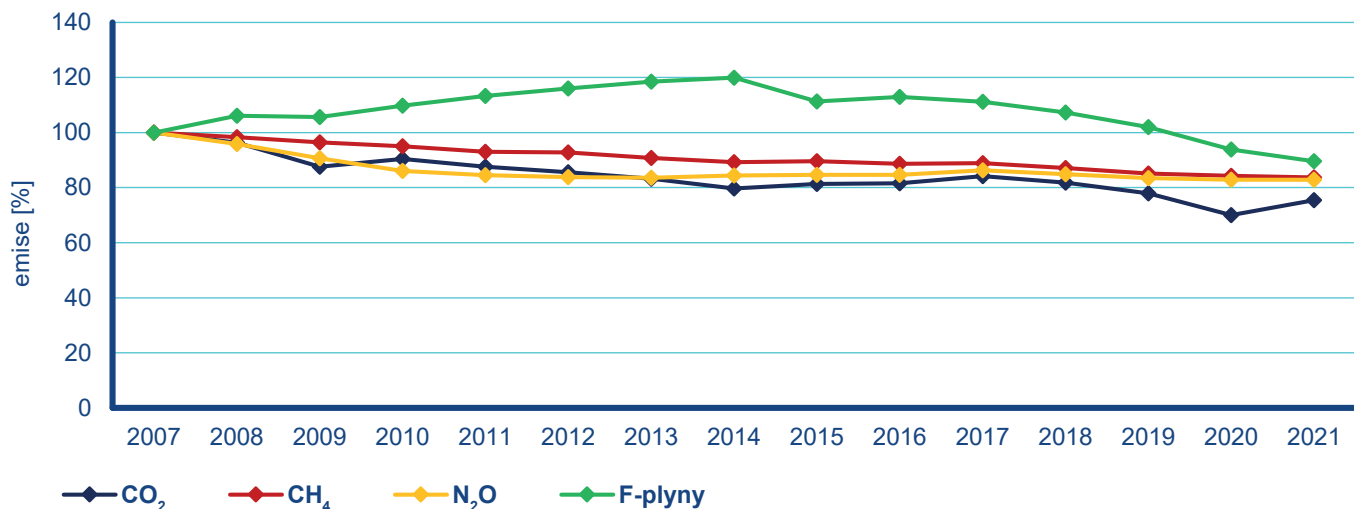
Vedle národních sítí jsou dlouhodobě realizovány panevropské projekty, mezi jejichž hlavní cíle patří detekování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v celoevropském kontextu. Jedná se o pro-



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

Zdroj dat: EEA

Obr. VIII.1 Celkové emise ve 27 členských státech Evropské unie, 2007–2021



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

Zdroj dat: UNFCCC

Obr. VIII.2 Celkové emise skleníkových plynů ve 27 členských státech Evropské unie, 2007–2021

gramy realizované pod CLRTAP (EMEP a skupina pro hodnocení dopadů dálkového přenosu škodlivin přes hranice států), v rámci programu GAW Světové meteorologické organizace (WMO) a v rámci evropských výzkumných infrastruktur (ACTRIS, ICOS). Dálkový přenos znečišťujících látek v rámci celého kontinentu i mimo něj je řešen úmluvou CLRTAP v rámci programu EMEP. Program byl založen v roce 1977 a jedním z jeho hlavních cílů je sledování dlouhodobých trendů kvality ovzduší v regionálním měřítku, a to na základě měření na vybraných pozadových lokalitách.

Aktuální stav kvality ovzduší v Evropě

Z hlediska poškozování lidského zdraví v Evropě je nejproblematictější úroveň koncentrací suspendovaných částic (PM), přizemního ozonu (O_3), oxidu dusičitého (NO_2) a karcinogenního benzo[a]pyrenu. Závažné zdravotní problémy způsobuje znečištěné ovzduší zejména obyvatelům měst a obcí. Poškození ekosystémů způsobuje nejrozsáhleji O_3 , kromě toho zvýšené koncentrace oxidů dusíku (NO_x) přispívají k nadměrné atmosférické depozici dusíku vedoucí v ekosystémech k řadě negativních změn (zejména eutrofizaci, acidifikaci a snižování biodiverzity).

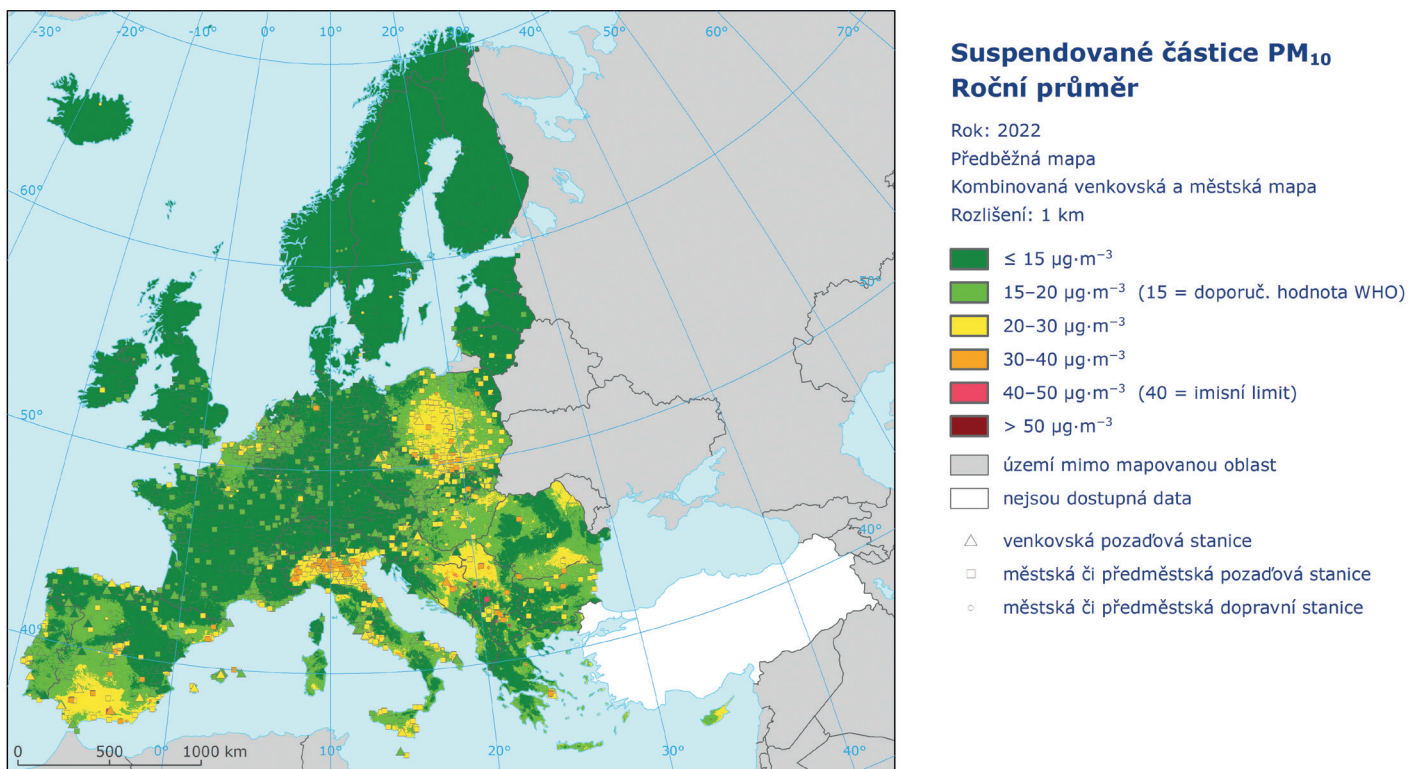
Odhaduje se, že v Evropě¹ bylo v třiletém období 2019–2021 vystaveno 8–9 % obyvatel nadlimitním 24hodinovým koncentracím PM_{10} , cca 1 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím $PM_{2,5}$, 6–20 % obyvatel koncentracím O_3 vyšším než cílová hod-

nota a 0,2–1,3 % obyvatel nadlimitním ročním koncentracím NO_2 (ETC HE 2023). Ročním koncentracím benzo[a]pyrenu vyšším než cílová hodnota bylo v třiletém období 2019–2021 vystaveno cca 14–16 % městské populace EU (EEA 2023).

Odhad procenta populace Evropy vystavené v třiletém období 2019–2021 koncentracím přesahujícím doporučené hodnoty WHO 2021 (Tab. I.3) byl výrazně vyšší, a to 60–74 % pro roční koncentraci PM_{10} , cca 97 % pro roční koncentraci $PM_{2,5}$ a 72–80 % pro roční koncentraci NO_2 (ETC HE 2023). Denní koncentraci O_3 vyšší, než je doporučená hodnota WHO 2021, bylo v letech 2019–2021 vystaveno 94–99 % městské populace EU; v případě roční koncentrace benzo[a]pyrenu to bylo 64–75 % a v případě 24hodinové koncentrace SO_2 0–7 % městské populace EU (EEA 2023).

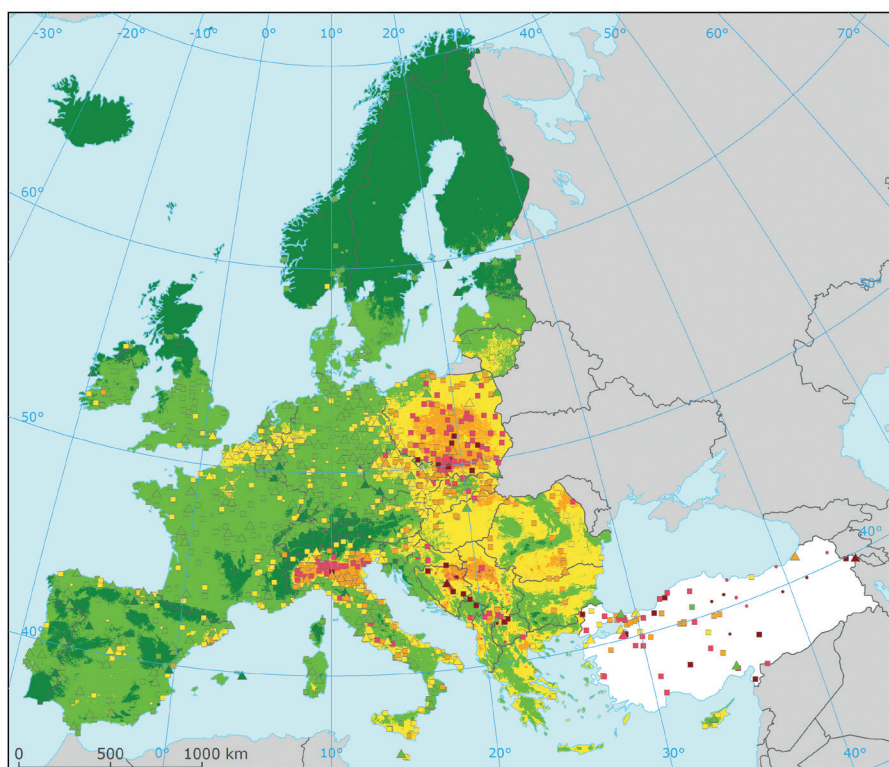
Odhady zdravotních dopadů vlivu znečištěného ovzduší ukazují, že dlouhodobá expozice jemným částicím ($PM_{2,5}$) přispěla v EU v roce 2020 k cca 238 tis. předčasných úmrtí, dlouhodobá expozice koncentracím NO_2 k 49 tis. a krátkodobá expozice koncentracím O_3 přibližně k 24 tis. předčasných úmrtí (EEA 2022).

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



Obr. VIII.3 Pole průměrné roční koncentrace PM_{10} v Evropě, 2022, předběžná mapa

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



Suspendované částice PM_{2,5} Roční průměr

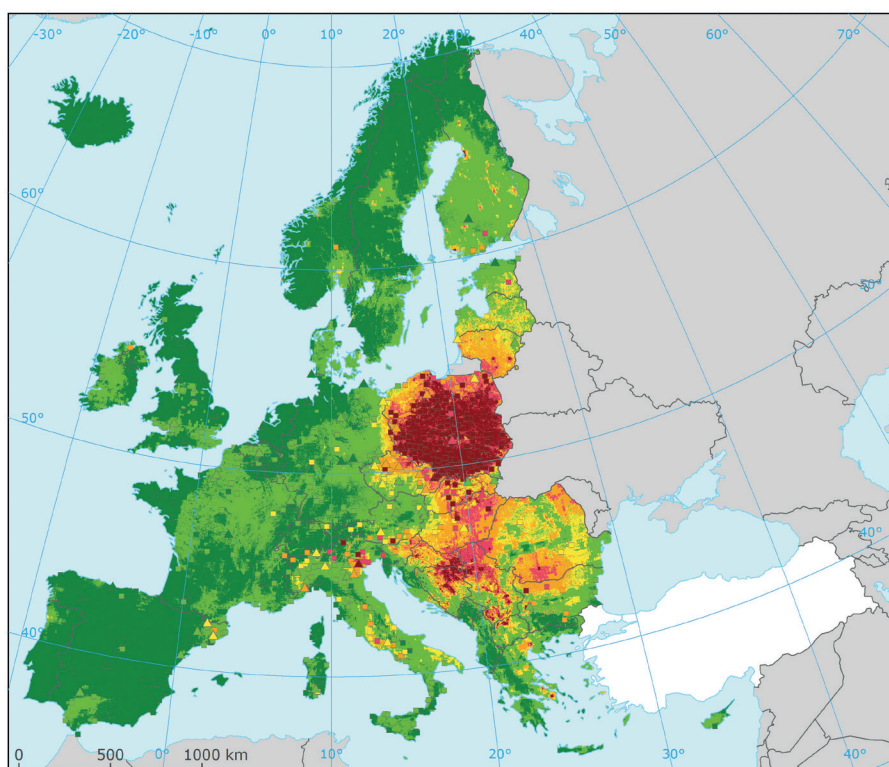
Rok: 2021

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

- $\leq 5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $5\text{--}10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (5 = doporučená hodnota WHO)
- $10\text{--}15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $15\text{--}20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
- $20\text{--}25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (20 = orientační limit)
- $> 25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (25 = imisní limit)
- území mimo mapovanou oblast
- nejsou dostupná data
- venkovská požadová stanice
- městská či předměstská požadová stanice
- městská či předměstská dopravní stanice

Obr. VIII.4 Pole průměrné roční koncentrace PM_{2,5} v Evropě, 2021



Benzo[a]pyren Roční průměr

Rok: 2021

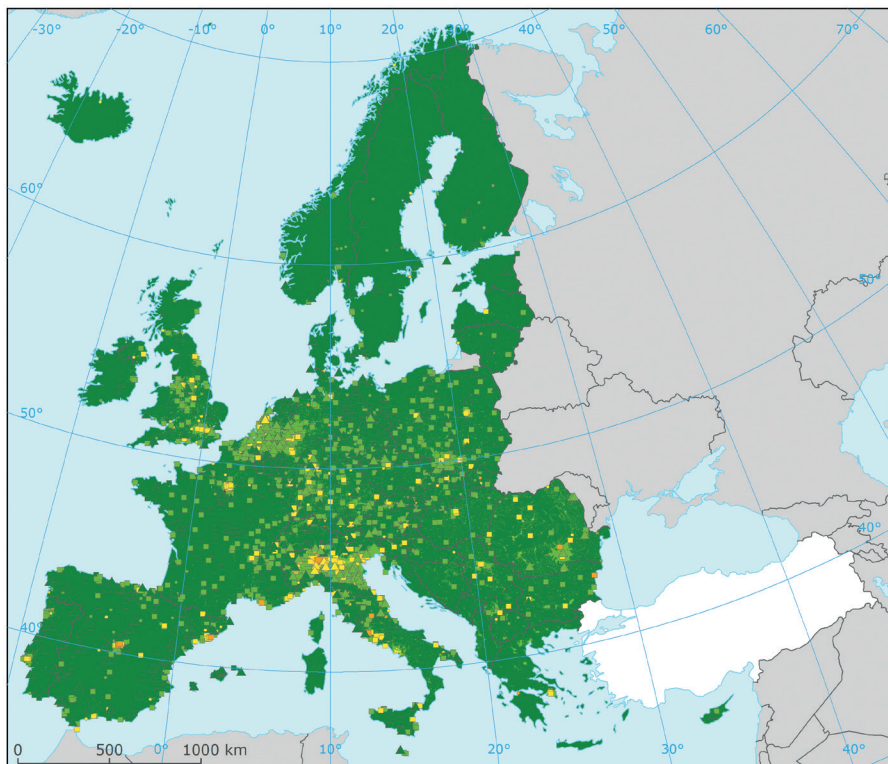
Orientační mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

- $\leq 0,12 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- $0,12\text{--}0,4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- $0,4\text{--}0,6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- $0,6\text{--}1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- $1\text{--}1,5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ (1 = cílový limit)
- $> 1,5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$
- území mimo mapovanou oblast
- nejsou dostupná data
- venkovská požadová stanice
- městská či předměstská požadová stanice

Obr. VIII.5 Pole průměrné roční koncentrace benzo[a]pyrenu v Evropě, 2021, orientační mapa



Oxid dusičitý (NO₂) Roční průměr

Rok: 2022

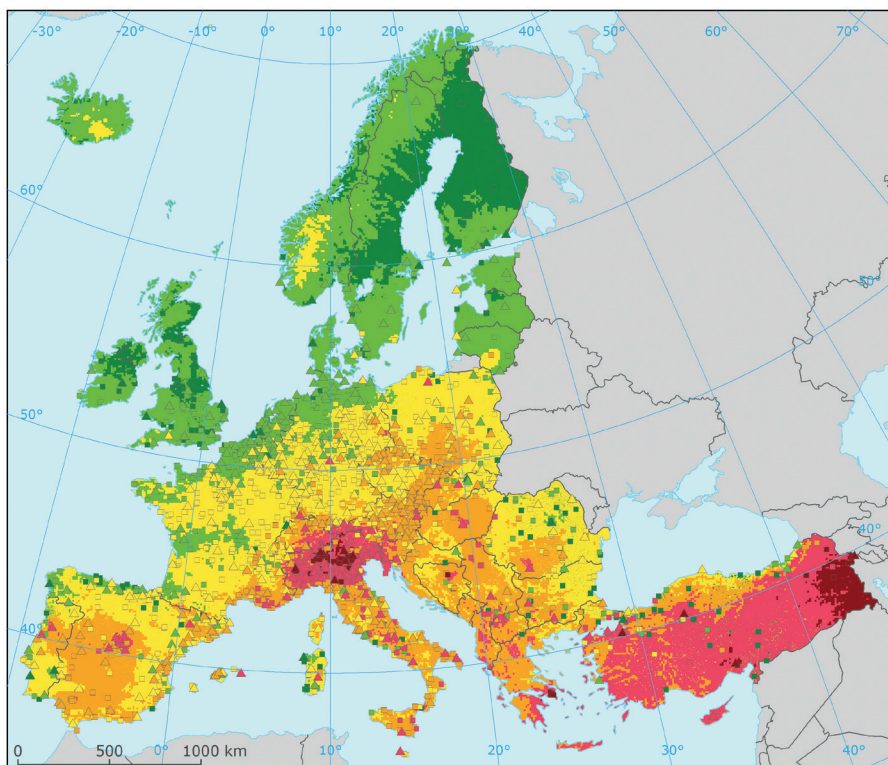
Předběžná mapa

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

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

Obr. VIII.6 Pole průměrné roční koncentrace NO₂ v Evropě, 2022, předběžná mapa



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

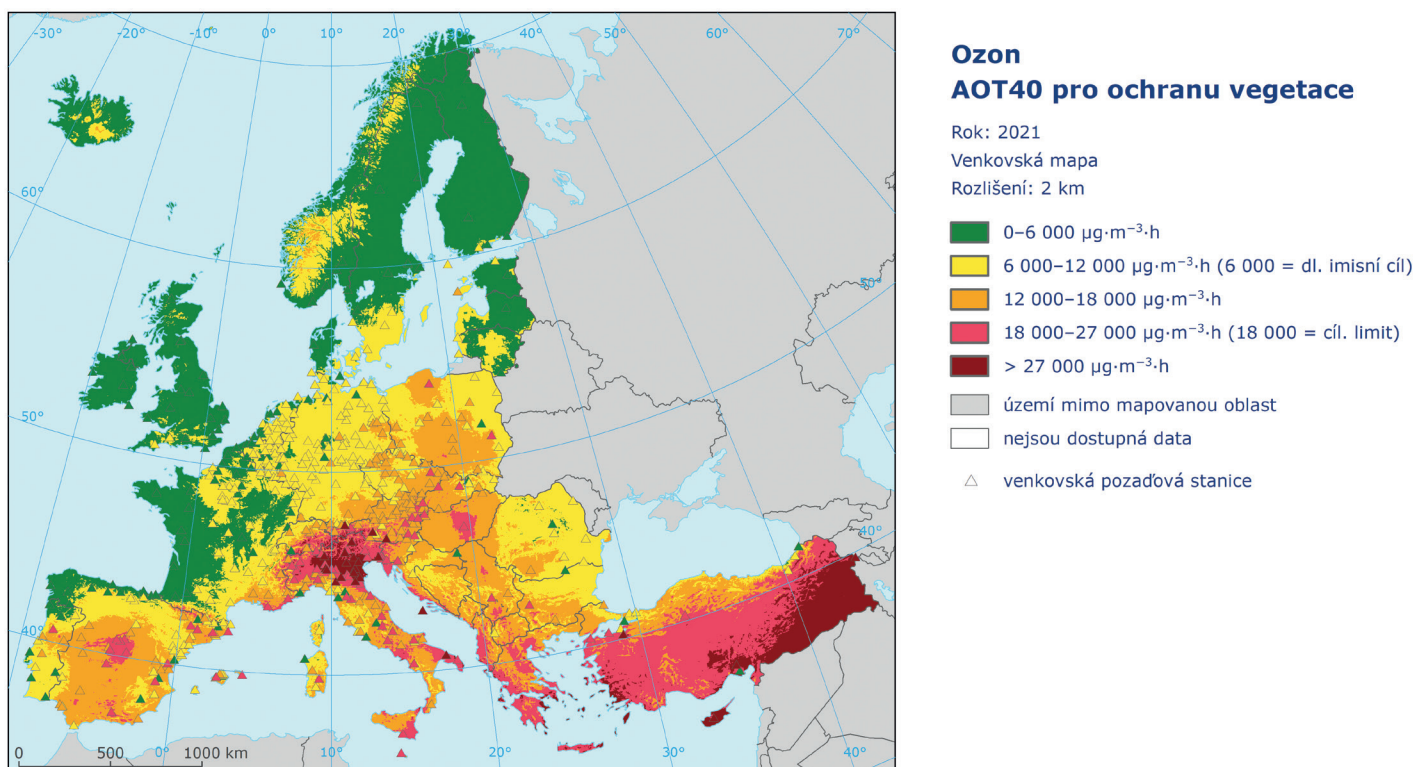
Rok: 2021

Kombinovaná venkovská a městská mapa

Rozlišení: 1 km

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

Obr. VIII.7 Pole 93,2 percentilu denních maximálních 8hodinových koncentrací O₃ v Evropě, 2021



Obr. VIII.8 Pole hodnot expozičního indexu AOT40 pro ochranu vegetace v Evropě, 2021

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

K primárním škodlivinám, které pocházejí z místních a oblastních zdrojů emisí, se přidává znečištění ovzduší sekundárním aerosolem (kap. IV.2.3, IV.9.3) a O_3 . Koncentrace O_3 vzhledem k mechanismu jeho vzniku (kap. IV.4.3) narůstají od nízkých hodnot v severní Evropě až po nejvyšší koncentrace zejména ve státech kolem Středozemního moře (Obr. VIII.7, Obr. VIII.8).

Kvalita ovzduší České republiky v evropském kontextu

Úroveň znečištění ovzduší se v různých částech ČR velmi výrazně liší. Na jedné straně jsou oblasti velmi málo znečištěné, ve kterých je kvalita ovzduší obdobná jako v čistých souvisle obydlených regionech Evropy a koncentrace škodlivin ani zdaleka nedosahují imisních limitů. Data z českých požadových stanic programu EMEP jsou srovnatelná s koncentracemi naměřenými na podobně lokalizovaných stredo-evropských stanicích. Na straně druhé aglomerace O/K/F-M patří společně s přilehlou oblastí Polské republiky v dlouhodobé perspektivě k nejvíce znečištěným evropským regionům, a to jak z hlediska rozlohy, tak dosahovaných koncentrací (kap. IV.3). Přenos škodlivin mezi ČR a sousedícími státy je nejintenzivnější právě v oblasti Slez-

ska (podrobněji kap. V.3 a Volná et al. 2022). To je způsobeno jednak zvýšenou úrovní znečištění v tomto regionu na obou stranách hranice, jednak tvarem terénu, který zde usměrňuje proudění do dvou převládajících směrů. Znečištěný vzduch proudí přes státní hranici i v jiných oblastech, ale vzájemné přeshraniční působení je většinou menší, hlavně v důsledku nižší koncentrace přenášeného znečištění. Zatímco v oblasti Slezska je hlavní přeshraniční příspěvek znečištění tvořen emisemi z vytápění domácností, ve všech ostatních regionech pravděpodobně převládá transport průmyslových a dopravních emisí. V okolí státní hranice ve Slezsku tvoří znečištění přenášené z území Polska přibližně polovinu průměrné roční koncentrace suspendovaných částic PM_{10} a směrem do českého vnitrozemí tento podíl klesá. V Ústeckém kraji tvořilo v roce 2022 zahraniční znečištění jednu až dvě třetiny průměrné koncentrace suspendovaných částic PM_{10} , v závislosti na typu lokality. V jiných částech České republiky dosud nebyl přeshraniční přenos podrobně kvalitativně a kvantitativně vyhodnocen nebo jsou údaje v návaznosti na emisní vývoj již zastaralé.

Ohledně úrovně průměrných koncentrací na obyvatele patří ČR k nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic $\text{PM}_{2,5}$ a benzo[a]pyrenu, k průměrně až nadprůměrně znečištěným zemím z hlediska suspendovaných částic PM_{10} a O_3 , a k podprůměrně až průměrně znečištěným zemím z hlediska NO_2 (ETC HE 2023, EEA 2022).