

## Špatná kvalita ovzduší

---

### Definice problému

Kvalita ovzduší je považována za jeden z nejzávažnějších celosvětových zdravotních problémů. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) je možné znečištěnému venkovnímu ovzduší celosvětově připsat za rok 2019 až 4,2 milionu předčasných úmrtí ročně - tedy více než obezitě a dopravním nehodám dohromady.<sup>1</sup> Ačkoliv většina těchto úmrtí připadá na nízko- a středně příjmové státy, ani v Evropě - resp. EU - není dosaženo uspokojivých čísel.

Hlavními sledovanými kontaminanty venkovního ovzduší jsou suspendované (také pevné či prachové) částice o velikosti pod 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) i pod 2,5  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ), přízemní ozon ( $\text{O}_3$ ), oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ), benzo[*a*]pyren (BaP, chemicky  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$ ), oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) a oxid uhelnatý (CO).<sup>2</sup> Podle pozorování Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) bylo v roce 2021 deset a více procent obyvatel měst v EU vystaveno koncentracím  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{O}_3$ , a BaP nad limity stanovené EU - přičemž doporučené limity WHO jsou ještě nižší, a hned u čtyř kontaminantů ( $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{O}_3$  a  $\text{NO}_2$ ) byly překročeny pro více než 75 % obyvatel měst.<sup>3</sup>

Podle dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) byl v roce alespoň jeden imisní limit EU překročen na 1,9 % území ČR, na kterém žije 11,8 % obyvatel - přičemž nejčastěji jsou překračovány limity BaP, nejméně naopak limity suspendovaných částic.<sup>4</sup> Dlouhodobě nejzasaženějším regionem je aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, kde bylo v tomtéž roce imisím vystaveno 87 % obyvatel. Dobrou zprávou je, že u téměř všech sledovaných znečišťujících látek (přičemž u  $\text{O}_3$  je koncentrace silně ovlivňována meteorologickými podmínkami) je v posledních deseti letech trend jejich koncentrace sestupný.<sup>5</sup>

Na druhou stranu zůstává faktem skutečnost, že podle analýz EEA i WHO patří ČR mezi státy EU s nadprůměrným dopadem nízké kvality ovzduší na zdraví obyvatel. V pořadí WHO úmrtnosti přisuditelné na 100 tisíc obyvatel byla v roce 2019 mezi státy EU na 7. nejhorším

---

<sup>1</sup> [Ambient \(outdoor\) air pollution | WHO](#)

<sup>2</sup> Tamtéž

<sup>3</sup> [Europe's air quality status 2023 | European Environment Agency](#)

<sup>4</sup> [Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022 | ČHMÚ](#)

<sup>5</sup> Tamtéž

místě,<sup>6</sup> zatímco podle dat EEA (pouze sledující PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> a O<sub>3</sub>, tedy bez BaP - nejčastějšího kontaminantu v ČR) měla za rok 2020 9. (u PM<sub>2,5</sub> a O<sub>3</sub>) nejvyšší počet ztracených let života na obyvatele.<sup>7</sup>

Je nutné zdůraznit, že např. pro suspendované částice doposud nebyla stanovena **bezpečná** prahová hranice<sup>8</sup> - definici ideálního stavu je tak nutné vnímat v tomto kontextu. Pro účely tohoto dokumentu je však dosažitelný "ideální" stav definován jako snížení zdravotní zátěže (vyjádřené v DALYs - letům života ztraceným v důsledku předčasného úmrtí či omezení) přisuditelným špatné kvalitě ovzduší na úroveň mediánu srovnatelně vyvinutých zemí v Evropě, příp. další potenciální milníky (viz úvod [sekce Monetizace](#)).<sup>9</sup>

## Dopady vysoce znečištěného ovzduší

Pro účely tohoto dokumentu jsme identifikovali a blíže se zabývali dopady shrnutými v následující tabulce.

Individuální dopady	Zdravotní dopady	Psychické zdraví
		<b>Zhoršená kvalita života a nadměrná úmrtnost</b>
Systemické dopady	Dopady na životní prostředí	Překyselení půd a vod Snížená úroda rostlin - nadměrný O <sub>3</sub> Vliv aerosolů na radiační bilanci země Bioakumulace znečištění v potravním řetězci Ztráta biologické rozmanitosti
	Dopady na zdravotní systém	<b>Výdaje na léčbu nemocných</b> Vázání kapacit zdravotního systému

Toto náhledové vyčíslení dále operuje s položkami tučně zvýrazněnými v předchozí tabulce. Jedná se o dopady, u nichž lze očekávat jak významný podíl na celkových nákladech problému, tak i přímočařejší kvantifikaci nákladů těchto dopadů.

<sup>6</sup> [Indicator 3.9.1: Mortality rate attributed to household and ambient air pollution \(per 100 000 population\) | WHO](#)

<sup>7</sup> [Health impacts of air pollution in Europe, 2022 Table 3. | European Environment Agency](#)

<sup>8</sup> [Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022 | ČHMÚ](#)

<sup>9</sup> Podle metodiky Juginović a kol. (2021) jsou těmito státy Chorvatsko, Cyprus, Estonsko, Řecko, Maďarsko, Itálie, Lotyšsko, Litva, Malta, Polsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko a Španělsko

## 1. Nadměrná úmrtnost a zhoršená kvalita života

Zdravotními riziky, která zvyšuje vystavení vysokým koncentracím výše zmíněných látek, jsou především výskyt ischemické choroby srdeční a mrtvice, chronické obstrukční plicní nemoci, a rakoviny plic.<sup>10</sup> V Evropě v posledních desetiletích dochází k výraznému zlepšení kvality vzduchu. Mezi lety 1990 a 2019 ve státech EU došlo ke snížení počtu úmrtí přisuditelných znečištěnému ovzduší o téměř 44 %, přičemž míra úmrtnosti z těchto důvodů klesala v průměru rychleji, než obecná míra úmrtnosti.<sup>11</sup>

I tak je ovšem většina obyvatel EU stále vystavena koncentracím kontaminantů nad limitními úrovněmi stanovenými WHO na základě dostupných vědeckých poznatků o jejich vlivu na lidské zdraví.<sup>12</sup> Z nejčastěji sledovaných látek je primárním rizikem úmrtnosti zvýšená koncentrace PM<sub>2,5</sub>, s níž byly za rok 2016 celosvětově spojeny více než 4 miliony úmrtí - z čehož zhruba 10 % připadalo na EU.<sup>13</sup> Rozhodně tedy nelze říci, že se úmrtnost kvůli zhoršené kvalitě vzduchu týká jen méně rozvinutých regionů. Mezi sledovanými kontaminanty jsou však i další prokázané karcinogeny (BaP, Benzen, Kadmium, Nikl a další), jejichž dopad je v současnosti považován za slabší buď s ohledem na míru karcinogenity, nebo s ohledem na proporcii exponované populace.

Kromě zvyšování úmrtnosti má však znečištění venkovního ovzduší celou řadu dalších zdravotních dopadů, které negativně dopadají na kvalitu života obyvatel:<sup>14</sup>

- Suspendované částice mohou snižovat plicní funkce a zvyšovat tak nemocnost nebo prohlubovat astma či zápalý dýchacích cest a chronický zánět průdušek.
- BaP a s ním sledované PAH (polycyklické aromatické uhlovodíky) souvisí s výrazně nižší porodní váhou a mohou negativně ovlivňovat kognitivní vývoj malých dětí. Mimoto se často jedná o endokrinní disruptory, jejichž vliv na hormonální systém může mít celou řadu negativních efektů.<sup>15,16</sup>
- NO<sub>2</sub> podobně jako suspendované částice snižuje plicní funkce a zvyšuje riziko infekcí dýchacích cest.

---

<sup>10</sup> [Indicator 3.9.1: Mortality rate attributed to household and ambient air pollution \(per 100 000 population\) | WHO](#)

<sup>11</sup> [Juginović a kol. \(2021\). Health impacts of air pollution exposure from 1990 to 2019 in 43 European countries](#)

<sup>12</sup> [WHO global air quality guidelines | WHO](#)

<sup>13</sup> [Anenberg a kol. \(2019\). Particulate matter-attributable mortality and relationships with carbon dioxide in 250 urban areas worldwide](#)

<sup>14</sup> Převzato především ze [Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022 | ČHMÚ](#)

<sup>15</sup> [Endocrine Disruptors | National Institute of Environmental Health Science](#)

<sup>16</sup> [Suades-González a kol. \(2015\). Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence](#)

## 2. Výdaje na léčbu nemocných

Vedle společenských nákladů spojených s nadměrnou úmrtností a sníženou kvalitou života způsobují dopady popsané v předchozím bodě také významnou zátěž veřejných rozpočtů, neboť výše popsaná závažná, často chronická onemocnění vyžadují zdravotní péči. V případě chronických onemocnění se pak jedná o náklady spojené s potřebou zdravotní péče, které existují i desítky let.

## 3. Významné nezahrnuté dopady

### Dopady na životní prostředí

Kontaminanty ovzduší mají samozřejmě také dopady na životní prostředí, kdy suspendované částice "ovlivňují radiační bilanci země, formování oblaků a srážek, dohlednost."<sup>17</sup> Přímo tak působí na klimatické podmínky napříč Evropou. Jednotlivé ekosystémy pak také ovlivňují kontaminanty jako je O<sub>3</sub> (zpomalující růst rostlin a snižující úrodu), oxidy dusíku a čpavek (změna rovnováhy dusíku nabourává druhové složení a strukturu ekosystému), nebo SO<sub>2</sub> (spolu s dvěma předchozími vede k acidifikaci vod). Znečištění těžkými kovy pak vede k jejich akumulaci v potravním řetězci.

Vzhledem k tomu, že je v současné době (díky významnému pokroku v boji s acidifikací) problematika těchto dopadů otázkou silně lokálně determinovanou, nikoliv plošnou, není možné v rozsahu tohoto náhledového vyčíslení adresovat a monetizovat tyto dopady.<sup>18</sup>

## Monetizace

Pro náhledové vyčíslení v této oblasti jsme pro lepší představu jednotlivých stavů použili výpočet tří alternativních scénářů. Tyto scénáře představují rozdílnou "ambici" zmírnění dopadů špatné kvality ovzduší na ČR, přičemž do jisté míry abstrahují od konkrétních koncentrací, a v tomto ohledu jsou tedy "technologicky neutrální." V následujícím textu operujeme už pouze s jejich názvy, přičemž ty značí následující:

- **Scénář 1:** V ČR je dosaženo takové zátěže způsobené špatnou kvalitou ovzduší, která odpovídá mediánu zemí, které i v předcházející studii byly kategorizovány stejně, jako ČR.<sup>19</sup>
- **Scénář 2:** V ČR je dosaženo takové zátěže způsobené špatnou kvalitou ovzduší, která odpovídá prvnímu kvintilu zátěže pozorované v zemích EU 27. Ambicí je tedy dosažení "top 20%" nejméně zatížených států v podobném geo-ekonomickém postavení.

<sup>17</sup> [Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022 | ČHMÚ](#), strana 17

<sup>18</sup> Druhotnou otázkou je dopad přízemního ozonu, jehož koncentrace jsou silně závislé na meteorologických podmínkách a nevykazují jednoznačný trend v čase.

<sup>19</sup> [Juginović a kol. \(2021\). Health impacts of air pollution exposure from 1990 to 2019 in 43 European countries](#)

- **Scénář 3:** Obsažen pro ilustraci a kontrast s předchozími dvěma scénáři, scénář 3 představuje teoretický výpočet pro pokles zdravotní zátěže špatné kvality ovzduší na nulu. Umožňuje tak představit sí míru posunu u předchozích scénářů vzhledem k čistě teoretickému maximu.

## Dopad 1 - Nadměrná úmrtnost a kvalita života

Nadměrná úmrtnost a snížená kvalita života byla pro jednotlivé scénáře vypočtena na základě údajů o věkově standardizovaných DALYs pro riziko "Air pollution" v databázi projektu Global Burden of Disease.<sup>20</sup> Ty byly získány jak pro ČR, tak kalkulovány pro jednotlivé scénáře výpočtem z původních dat pro porovnávané země. Následně byl v každém scénáři vypočten rozdíl mezi "cílovým" DALY a skutečností v ČR, který byl monetizován pomocí obvyklé metody hodnoty statistického roku života (VSLY, *value of statistical life year*).

Dopad 1 - Nadměrná úmrtnost a kvalita života	
ČR - Zdravotní zátěž (DALYs/100 tis. obyvatel)	738.30
Scénář 1 - Zdravotní zátěž (DALYs/100 tis. obyvatel)	556.30
Scénář 2 - Zdravotní zátěž (DALYs/100 tis. obyvatel)	232.70
Scénář 3 - Zdravotní zátěž (DALYs/100 tis. obyvatel)	0
<b>Scénář 1 - Monetizovaná zátěž (Kč/rok)</b>	<b>52 954 586 171</b>
<b>Scénář 2 - Monetizovaná zátěž (Kč/rok)</b>	<b>146 522 283 801</b>
<b>Scénář 3 - Monetizovaná zátěž (Kč/rok)</b>	<b>213 708 051 479</b>

## Dopad 2 - Výdaje na léčbu nemocných

Pro odhad výdajů na léčbu nemocných s vybranými diagnózami způsobenými špatnou kvalitou ovzduší byla použita data poskytnutá VZP. Pro každou ze tří hlavních komponent zdravotních dopadů (ozón, ambientní suspendované částice a interiérové znečištění) byly vypsány hodnoty příslušných diagnóz dle třetí úrovně specifity databáze projektu Global Burden of Disease.

V rámci každého páru riziko a nemoc pak byly získány dva údaje: rozdíl mezi počtem DALYs v ČR a počtem DALYs pro jednotlivé scénáře (tj. možnost zlepšení v jednotlivých párech) a stanovený atribuční faktor rizika pro danou nemoc. Atribučním faktorem byly následně vynásobeny roční náklady pro danou diagnózu dle dat VZP. Tím vznikl odhad nákladů,<sup>21</sup>

<sup>20</sup> [VizHub - GBD Compare | Institute for Health Metrics and Evaluation](#)

<sup>21</sup> S pracovním předpokladem, že struktura nákladů pro konkrétní nemoci bude v populačním měřítku korespondovat se strukturou příčin. Jinými slovy, jelikož už se často jedná o individuální diagnózy, můžeme předpokládat, že např. průměrné náklady na ischemickou chorobu srdeční jsou stejné bez ohledu na hlavní příčinu jejího vzniku.

který byl pak příslušně upraven podle ambicí v jednotlivých scénářích. Finálním krokem byl přepočet z nákladů VZP na odhad celkových nákladů zdravotního systému ČR, který byl dle běžné praxe proveden skrze vydělení podílem VZP na všech pojištěncích.

Následující tabulka představuje zjednodušené výsledky výpočtu, který probíhal v párech příčina x diagnóza pro všechny tři scénáře. Zobrazuje také parciální výsledek (před zobecněním z dat VZP na celou ČR) pro jednotlivá rizika, aby byla zřejmá i distribuce této zátěže:

<b>Dopad 2 - Výdaje na léčbu nemocných</b>	
Náklady VZP na koncentraci ozonu (Kč/rok)	7 586 477 - 57 625 575
Náklady VZP na suspendované částice (Kč/rok)	565 970 434 - 1 640 697 073
Náklady VZP na vnitřní znečištění (Kč/rok)	3 677 652 - 20 519 881
<b>Scénář 1 - všechna rizika, celá ČR (Kč/rok)</b>	<b>1 026 230 659</b>
<b>Scénář 2 - všechna rizika, celá ČR (Kč/rok)</b>	<b>2 264 170 906</b>
<b>Scénář 3 - všechna rizika, celá ČR (Kč/rok)</b>	<b>3 055 826 894</b>

## Shrnutí

Z výše uvedeného vyplývá, že z rizik vyhodnocovaných v rámci projektu Global Burden of Disease je pro ČR nejzávažnější zátěž způsobená suspendovanými částicemi (PM). Tento závěr tedy poskytuje potřebný kontext pro dlouhodobý monitoring překračování imisních limitů. Ač by se právě z monitoringu mohlo zdát, že PM mohou v ČR být okrajovým problémem, opak je pravdou. Zjevným slepým místem pro současný přehled je však absence populačních dat o dopadech BaP, na které by se mohly zaměřit detailnější výpočty.

Zdravotní zátěž špatné kvality ovzduší vlivem suspendovaných částic, ozonu a vnitřního znečištění je s ohledem na srovnatelné státy (scénáře 1 a 2) odhadována na **52 954 586 171 - 146 522 283 801** Kč za rok, celková zátěž (bez ohledu na realizovatelnost snížení) pak na **216 763 878 373** Kč za rok. Další náklady (např. environmentální) v této studii nebyly zohledněny z důvodu zvolené metodologie a dynamik dopadů.

<b>Souhrnná tabulka (scénář 1-scénář 2)</b>	
Dopad 1 - Předčasná úmrtí a kvalita života	52 954 586 171 - 213 708 051 479
Dopad 2 - Výdaje na léčbu nemocných	1 026 230 659 - 3 055 826 894
<b>Společenské náklady - špatná kvalita ovzduší</b>	<b>53 980 816 830 - 216 763 878 373</b>

## Zdroje

- Ambient (outdoor) air pollution*. (b.r.). Získáno 20. říjen 2023, z [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)
- Anenberg, S. C., Achakulwisut, P., Brauer, M., Moran, D., Apte, J. S., & Henze, D. K. (2019). Particulate matter-attributable mortality and relationships with carbon dioxide in 250 urban areas worldwide. *Scientific Reports*, 9, 11552. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48057-9>
- Burnett, R., Chen, H., Szyszkwicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope, C. A., Apte, J. S., Brauer, M., Cohen, A., Weichenthal, S., Coggins, J., Di, Q., Brunekreef, B., Frostad, J., Lim, S. S., Kan, H., Walker, K. D., Thurston, G. D., Hayes, R. B., ... Spadaro, J. V. (2018). Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(38), 9592–9597. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803222115>
- Endocrine Disruptors*. (b.r.). National Institute of Environmental Health Sciences. Získáno 26. říjen 2023, z <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine/index.cfm>
- Europe's air quality status 2023—European Environment Agency*. (b.r.). [Briefing]. Získáno 20. říjen 2023, z <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2023>
- GBD Compare*. (b.r.). Institute for Health Metrics and Evaluation. Získáno 5. prosinec 2023, z <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>
- Health impacts of air pollution in Europe, 2022 Table 3*. —European Environment Agency. (b.r.). [Page]. Získáno 20. říjen 2023, z <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution-table3>
- Indicator 3.9.1: Mortality rate attributed to household and ambient air pollution (per 100 000 population)*. (b.r.). Získáno 20. říjen 2023, z [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-and-household-air-pollution-attributable-death-rate-\(per-100-000-population\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/ambient-and-household-air-pollution-attributable-death-rate-(per-100-000-population))
- Juginović, A., Vuković, M., Aranza, I., & Biloš, V. (2021). Health impacts of air pollution exposure from 1990 to 2019 in 43 European countries. *Scientific Reports*, 11, 22516. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01802-5>
- Roser, M. (2023). Data Review: How many people die from air pollution? *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>
- Státní zdravotní ústav. (2022). *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí—Souhrnná zpráva za rok 2021*. [https://szu.cz/wp-content/uploads/2022/12/SZU\\_Report\\_2021.pdf](https://szu.cz/wp-content/uploads/2022/12/SZU_Report_2021.pdf)

Suades-González, E., Gascon, M., Guxens, M., & Sunyer, J. (2015). Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence.

*Endocrinology*, 156(10), 3473–3482. <https://doi.org/10.1210/en.2015-1403>

Škáčhová, H., & Vlasáková, L. (2023). *Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022*. Český hydrometeorologický ústav.

[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/22groc/gr22cz/UKO\\_Rocenk\\_a\\_2022\\_v3.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/22groc/gr22cz/UKO_Rocenk_a_2022_v3.pdf)

World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines*.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>

---

Disclaimer:

*All featured results and commentaries have a preliminary character and are subject to revision.*