

Metodika pro kvantifikaci zdravotních rizik z plošných map

Subdodávka pro dílčí cíl 6.1

Oblast – Odhad zdravotních dopadů

Na základě veřejné zakázky –
Hodnocení zdravotních dopadů
znečištění ovzduší na zdraví populace (3)

Projekt: SS02030031: Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší

Autoři: RNDr. B. Kotlík, Ph.D. (SZÚ),

Datum: 5. 12. 2022

Hlavním uživatelem výstupů tohoto projektu je
Ministerstvo životního prostředí

Ministerstvo životního prostředí

Obsah

DC 6.1 Metodika pro kvantifikaci zdravotních rizik z plošných map	2
1.1. Oxid dusičitý, suspendované částice a ozón	2
Oxid dusičitý - NO ₂	2
Aerosolové částice frakce PM _{2,5}	2
Dlouhodobá expozice	3
Krátkodobá expozice	3
Odhad počtu ztracených let života	4
Ozón - O ₃	4
1.2. Kategorizace měřicích stanic	6
1.3. Hodnocení zdravotních rizik.....	6
Frakce PM _{2,5}	6
1.4. Kategorizace používaná SZÚ při hodnocení kvality ovzduší	0
1.5. Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2019 pro jednotlivé typy městských kategorií. Hodnoty jsou uvedeny v µg/m ³ a v ng/m ³ – kovy a PAU.	3
1.6. Kategorizace stanic ISKO použitých v hodnocení SZÚ v roce 2019.....	4
1.7. Základní literární podklady	10

DC 6.1 Metodika pro kvantifikaci zdravotních rizik z plošných map

1.1. Oxid dusičitý, suspendované částice a ozón

Mezi zdravotně nejvýznamnější znečišťující látky v ovzduší sídel ČR patří v první řadě aerosol (suspendované částice v ovzduší), polycyklické aromatické uhlovodíky a v lokalitách významně zatížených dopravními emisemi i oxid dusičitý.

Oxid dusičitý - NO₂

Působení oxidu dusičitého (NO₂) je spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti. Je majoritně emitován při spalování, nejvyšší měřené hodnoty nalzáme v oblastech zatížených intenzivní dopravou a vytápěním. Jeho koncentrace vysoce korelují s ostatními primárními i sekundárními zplodinami. Nelze proto jasně stanovit, zda pozorované zdravotní účinky jsou důsledkem nezávislého vlivu NO₂ nebo spíše působením celé směsi látek, zejména aerosolu, uhlovodíků, ozónu a dalších látek. Hlavním účinkem krátkodobého působení vysokých koncentrací NO₂ je nárůst reaktivity dýchacích cest. Na základě působení na změny reaktivity u nejcitlivějších astmatiků je také odvozena doporučená hodnota WHO pro 1hodinovou koncentraci NO₂ (200 µg/m³). Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé velkých městských aglomerací významně ovlivněných dopravou. Pro děti znamená expozice vyšším hodnotám NO₂ zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci a snížení plicních funkcí. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že u obyvatel v dopravou zatížených oblastech, např. v pražské nebo brněnské aglomeraci, lze očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií, a to u dětí i dospělých. Pro roční průměrnou koncentraci je v aktualizované směrnici WHO 2021 pro kvalitu ovzduší v Evropě uvedena doporučená hodnota 10 µg/m³. Směrná hodnota byla změněna na základě poměrně velkého počtu nových studií, které poskytly další podporu pro souvislosti mezi dlouhodobými koncentracemi oxidu dusičitého a celkovou a respirační mortalitou.

Aerosolové částice frakce PM_{2,5}

Účinek aerosolových částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Velikost částic je rozhodující pro průnik a ukládání v dýchacím traktu. Větší částice jsou zachyceny v horních partiích dýchacího ústrojí. Částice frakce PM₁₀ (se střední hodnotou aerodynamického průměru 10 µm) se dostávají do dolních cest dýchacích. Částice označené jako frakce PM_{2,5} pronikají do průdušinek, nejjemnější submikronová frakce až do plicních sklípků. Účinky suspendovaných částic jsou ovlivněny také adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu.

Inhalační expozice proto může mít široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Dráždí sliznici dýchacích cest, může způsobit změnu struktury i funkce řasinkové tkáně, zvýšit produkci hlenu a snížit samočisticí schopnosti dýchacího ústrojí. Tyto změny omezují přirozené obranné mechanismy a usnadňují vznik infekce. Recidivující akutní zánětlivá onemocnění mohou vést ke vzniku chronického zánětu průdušek a chronické obstrukční nemoci plic s následným přetížením pravé srdeční komory a oběhovým selháváním. Spolupodílí se vliv mnoha dalších individuálních faktorů, jako je stav imunitního systému organismu, alergická dispozice, expozice látkám v pracovním prostředí, kouření apod. Jednou z obranných funkcí dýchacích cest je pohlcování vdechnutých částic

specializovanými buňkami, tzv. makrofágy. Při něm dochází k uvolňování látek, které navozují zánětlivou reakci v plicní tkáni a mohou přestupovat do krevního oběhu. Uvolňované regulační molekuly imunitního systému podporují tvorbu agresivních volných radikálů v bílých krvinkách a tím přispívají k tzv. oxidačnímu stresu. Ten ovlivňuje metabolismus tuků, vede k poškození stěn v tepnách a přispívá k rozvoji aterosklerózy. Dalším z mechanismů, které se podílí na rozvoji srdečních onemocnění, je narušení rovnováhy autonomního nervového systému a ovlivnění elektrické aktivity srdce. Některé studie naznačují, že riziko akutní srdeční příhody je vyšší u diabetiků. Vzhledem k tomuto širokému spektru mechanismů systémového působení a i dalším účinkům jsou aerosolové částice považovány za nejvýznamnější environmentální faktor ovlivňující úmrtnost.

Aerosolové částice PM samostatně, stejně jako celá směs látek způsobujících znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny od roku 2013 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) Světové zdravotnické organizace (WHO) mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1, přispívající ke vzniku rakoviny plic.

Dlouhodobá expozice

Dlouhodobá expozice ovzduší znečištěnému aerosolem má za následek vyšší úmrtnost na choroby srdečně-cévní a respirační, včetně rakoviny plic a s tím související zkrácení délky života, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a snížení plicních funkcí u dětí i dospělých. Přibývá důkazů o vlivu expozice částicím na vznik diabetu II. typu, na neurologický vývoj dětí a neurologické poruchy dospělých. Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Podle nedávného hodnocení epidemiologických studií nebylo možné nalézt žádnou takovou mez a zvýšená úmrtnost byla spojena i s velmi nízkými koncentracemi PM_{2,5}, např. 8,5 µg/m³. Předpokládá se, že citlivost jedinců v populaci má tak velkou variabilitu, že ti nejcitlivější jsou v riziku účinků i při velmi nízkých koncentracích. Při chronické expozici suspendovaným částicím frakce PM_{2,5} se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací 5 µg/m³. Což je koncentrace, která je v aktualizované Směrnici pro kvalitu ovzduší v Evropě 2021 uvedena jako cílová směrná hodnota.

Krátkodobá expozice

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím aerosolových částic se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdečně-cévní a dýchacích cest, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro tato onemocnění, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu respiračních symptomů jako je kašel a ztížené dýchání – zejména u astmatiků a na změnách plicních funkcí zjištěných spirometrickým vyšetřením.

Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je odhad počtu předčasně zemřelých pro dospělou populaci nad 30 let věku s vyloučením vnějších příčin úmrtí (úrazy, sebevraždy apod.). Tento ukazatel zahrnuje jak předčasnou úmrtnost pro jednotlivé příčiny úmrtí (kardiovaskulární nebo respirační onemocnění, rakoviny plic atd.), tak i úmrtí v důsledku krátkodobé expozice PM. Pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v závěrečné zprávě projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází

ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe.

Odhad počtu ztracených let života

Doplněním výše uvedeného může být odhad počtu ztracených let života (tzv. YLLs, Years of Life Lost) v důsledku znečištění ovzduší aerosolovými částicemi. Pro odhad počtu ztracených let života v důsledku dlouhodobé expozice obyvatel aerosolovým částicím ve venkovním ovzduší lze použít funkci koncentrace-účinek, doporučenou v projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE $RR = 1,062$ (CI 95% 1,40 - 1,083). Nejistotu odhadu lze pak vyjádřit jednak z hlediska rozpětí funkce koncentrace-účinek v podobě vyjádření odhadu s 95 % intervalem spolehlivosti a dále variantním uvažováním výše expozice.

Při analýze počtu ztracených let života v důsledku znečištění ovzduší aerosolovými částicemi se používají zkrácené úmrtnostní tabulky pro 5leté věkové skupiny a každé pohlaví zvlášť (předpoklad podobných měř úmrtnosti v rámci věkové skupiny). Údaje o obyvatelstvu jsou dostupné s mírným zpožděním ve veřejně dostupných statistikách ČSÚ. Jedná se o počet (exponovaných) obyvatel nad 30 let (=populační skupina, pro kterou jsou účinky znečištění ovzduší PM na kardiovaskulární systém a další poškození relevantní, a byla pro ni nalezena funkce dávka-účinek) jako střední stav obyvatelstva vždy k 1. 7. daného roku. Dále údaje o intenzitě úmrtnosti bez vnějších příčin smrti (MKN10, dg. S00-T98) v hodnoceném kalendářním roce. Na základě dat o úmrtnosti lze odhadnout naději dožití pro 5leté věkové skupiny mužů a žen za hypotetického předpokladu neexistence úmrtí v důsledku vnějších příčin. Pro odhad vlivu znečištění ovzduší aerosolovými částicemi na předčasnou úmrtnost lze použít průměrné roční hmotnostní koncentrace frakce $PM_{2,5}$ (případně PM_{10}) měřené na stanicích, které reprezentují „běžné městské prostředí“, kdy jsou vyloučeny stanice s velmi vysokou dopravní zátěží tj. nad 10 tisíc vozidel denně, a dále stanice významně ovlivněné průmyslovou výrobou. Tyto lokality pak dobře charakterizují typické prostředí sídel - obytné zóny s běžnými zdroji znečištění a s nízkou až středně vysokou dopravní zátěží.

Ozón - O_3

Přízemní ozón není do atmosféry emitován, ale vzniká fotochemickými reakcemi oxidů dusíku a těkavých organických látek. Znečištění ovzduší ozónem, které je typickou součástí tzv. letního smogu, může v teplém období roku dosahovat míry ovlivňující zdraví. Ozón 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 ozónu jsou osoby s chronickými obstrukčním onemocněním plic a astmatem. Krátkodobá i dlouhodobá expozice ozónu ovlivňuje respirační nemocnost i úmrtnost. Chronická expozice ozónu zvyšuje četnost hospitalizací pro zhoršení astmatu u dětí a pro akutní zhoršení kardiovaskulárních a respiračních onemocnění u starších osob. Zvýšení denní maximální 8hodinové koncentrace o každých $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nad hladinu $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vede k zvýšení celkové denní úmrtnosti o 0,3 %. Dopad na respirační úmrtnost u populace nad 30 let je odhadován na 1,4 % na každých $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ průměru z maximálních denních 8hodinových koncentrací ozónu nad $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ během období duben-září.

Pro hodnocení zdravotních rizik z expozice zvýšeným koncentracím ozónu bude zapotřebí připravit odpovídající výstup z databáze ISKO, aby bylo možno provést srovnání s aktuálními AQG WHO, které předpokládají hodnocení průměru z denních maximálních 8hodinových

koncentrací O₃ za šest po sobě jdoucích měsíců s nejvyšším šestiměsíčním průměrem koncentrace O₃.

Tab. 1 Hodnoty RR spojující expozici PM_{2,5}, NO₂ a O₃ s mortalitou a základní uvažovaná koncentrace pro odhad zdravotních rizik (převzato z ETC/ATNI report 2019 a upraveno dle WHO, 2013)

Škodlivina	RR (95%CI) pro nárůst o 10 µg.m ⁻³ nad výchozí (referenční konc.)	Výchozí (referenční) konc.	Hodnocený zdravotní dopad	grouping of effects
PM _{2,5}	1.062 (1.040-1.083)	0 µg.m ⁻³	Úmrtnost ze všech příčin (přirozená) ve věku nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny	A*
NO ₂	1.055 (1.031-1.08)	20 µg.m ⁻³		B*
O ₃	1.0029 (1.0014-1.0043)	35 ppb (70 µg.m ⁻³)	Celková úmrtnost ze všech příčin (přirozená) po vyloučení zemřelých na vnější příčiny	A*

Tab. 2 Hodnoty RR spojující expozici PM_{2,5}, NO₂ a O₃ s mortalitou a základní uvažovaná koncentrace využitých SZÚ pro hodnocení roku 2020 při hodnocení zdravotních rizik ze znečištěného ovzduší

Škodlivina	RR (95%CI) pro nárůst o 10 µg.m ⁻³ nad výchozí (referenční konc.)	Výchozí (referenční) konc.	Hodnocený zdravotní dopad	grouping of effects
PM _{2,5}	Hodnocení vychází z hodnot PM _{2,5} 1.062 (1.040-1.083)	10 µg.m ⁻³	Úmrtnost ze všech příčin (přirozená) ve věku nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny	A*
	Hodnocení vychází z hodnot PM ₁₀ a přepočtu na frakci PM _{2,5} podle jejího průměrného zastoupení (75 %) ve frakci PM ₁₀ v ČR (tzv. národní úprava podle WHO) 1.0465 (1.030-1.06225)	11,25 µg/m ³ 13 µg/m ³ (v roce 2019)		
O ₃	1.0029 (1.0014-1.0043)	nehodnotí se , nejsou dosud k dispozici potřebné výstupy ISKO		
NO ₂	1.055 (1.031-1.08)	nehodnotí se , hodnocení vychází z doporučení WHO, že příslušné zdravotní dopady jsou již zahrnuty		

		v hodnocení frakce PM _{2,5} /PM ₁₀
--	--	--

1 WHO. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project, Technical Report. WHO Regional Office for Europe, 2013. Copenhagen, Denmark.

[2] CROUSE, D. L., PETERS, P. A., VAN DONKELAAR, A., GOLDBERG, M. S., VILLENEUVE, P. J., BRION, O., KHAN, S., ATARI, D. O., JERRETT, M., POPE III, C. A., BRAUER, M., BROOK, J. R., MARTIN, R. V., STIEB, D., BURNETT, R. T. Risk of Nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. Environ. Health Perspect. 2012, 120, 708-714.

[3] WHO. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, WHO Regional Office for Europe, 2013. Copenhagen, Denmark.

[4] Globální pokyny WHO (září 2021) pro kvalitu ovzduší v Evropě (AQG = Air Quality Guidelines)

1.2. Kategorizace měřicích stanic

Pro praktickou interpretaci a pro flexibilní využití dat o kvalitě ovzduší v rámci hodnocení kvality ovzduší ve městech a pro hodnocení zdravotních rizik, je nutnou podmínkou propojení dat získávaných v síti stacionárních měřicích stanic v monitorovaných městech s dalšími informacemi. Vyhodnocení dat ze staničních měření, jejichž prostorová reprezentativnost je zatížena významnými a navíc obtížně kvantifikovatelnými nejistotami, které komplikují odhad expozičních úrovní, je proto rozšířeno o hodnocení různých typů městských lokalit. Zahrnuté měřicí stanice byly ve spolupráci s pracovníky zdravotních ústavů v rámci roční aktualizace rozděleny do skupin (kategorií). Kritérii byla intenzita okolní dopravy a podíl jednotlivých typů zdrojů vytápění, případně zátěž významným průmyslovým zdrojem. Toto rozdělení umožňuje v prvním přiblížení jednoznačnější interpretaci příčin lokálních extrémních hodnot. V druhé úrovni jsou data o kvalitě ovzduší pro vybrané škodliviny (NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}) zpracována skupinově - pro jednotlivé typy městských lokalit. Za předpokladu podobnosti imisních charakteristik, sezónního chování a dlouhodobých trendů u městských lokalit s podobnou topografickou charakteristikou, strukturou a dynamikou zdrojů znečištění ovzduší, dopravní zátěží a účelem využití obytná, průmyslová, dopravní, obchodní ... atd., lze získané výstupy s určitou akceptovatelnou mírou nejistoty zobecnit. Pro odhad střední hodnoty zátěže populace ČR ve městech pak byla použita střední hodnota za městské kategorie 2 až 5.

Pro hodnocení zdravotních rizik je pak samostatně počítána hodnota PM₁₀ pro Moravsko-slezský kraj, důvodem je plošnější zátěž z místních průmyslových zdrojů a vliv přeshraničního transportu z Polska.

1.3. Hodnocení zdravotních rizik

Frakce PM_{2,5}

Zásadním ukazatelem zdravotních dopadů dlouhodobé expozice je odhad počtu předčasně zemřelých pro dospělou populaci nad 30 let věku s vyloučením vnějších příčin úmrtí (úrazy, sebevraždy apod.). Tento ukazatel zahrnuje jak předčasnou úmrtnost pro jednotlivé příčiny úmrtí (kardiovaskulární nebo respirační onemocnění, rakoviny plic atd.), tak i úmrtí v důsledku krátkodobé expozice PM. Pro kvantitativní odhad zdravotních dopadů v důsledku dlouhodobé expozice suspendovaným částicím

byla použita funkce koncentrace-účinek doporučená v závěrečné zprávě projektu Světové zdravotnické organizace HRAPIE. Doporučení pro hodnocení dlouhodobých účinků suspendovaných částic frakce PM_{2,5} vychází ze závěrů metaanalýzy třinácti různých kohortových studií provedených na dospělé populaci v Evropě a Severní Americe. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic PM_{2,5} o 10 µg/m³ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 6,2 %. Relativní riziko (RR) je 1,062 (95 % CI 1,040, 1,083) na 10 µg/m³.

Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech sídelních lokalit v roce 2019, které se pohybovaly od 9 µg/m³ do 28 µg/m³, se

- odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší PM_{2,5} na celkovém počtu zemřelých v roce 2019 pohyboval od 0 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 11,2 % v dopravně exponovaných a průmyslových oblastech.
- Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{2,5}, v roce 2019 v městském prostředí mimo Moravskoslezský kraj (14,9 µg/m³), lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost navýšena o 3,04 %.
- Při aplikaci středních ročních hodnot pro jednotlivé typy lokalit se odhad podílu předčasně úmrtnosti v % se v roce 2019 pohyboval od 0,68 do 5,642 %.

Celkový počet zemřelých v roce 2019 činil 112 362 (zdroj: ČSÚ 2020). Na základě údajů za roky 2012 až 2018 lze odhadnout, že zhruba 6 % činí podíl zemřelých mladších 30 let a podíl zemřelých na vnější příčiny. Počet zemřelých nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny byl v roce 2019 105 620 osob. Odhad počtu předčasně zemřelých (zaokrouhlo na celá sta), při aplikaci středních ročních hodnot pro jednotlivé typy lokalit, se pak v roce 2019 pohyboval od 700 do 5 600 osob.

Tabulka ročních průměrů v základních typech městských lokalit, odhad podílu předčasně úmrtnosti v % a odhad počtu předčasně zemřelých (zaokrouhlo na celá sta)

PM _{2,5}	Roční hodnoty v µg/m ³			Odhad předčasně úmrtnosti (%/počet)		
	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX
Bez dopravy	9,4	14,4	20,0	0/0	2,728/ 2 800	6,200/ 6 200
Dopravní zátěž	12,1	15,6	21,7	1,302/ 1 400	3,472/ 3 500	7,254/ 7 100
Průmyslová zátěž	12,8	19,1	26,0	1,736/ 1 800	5,642/ 5 600	9,920/ 9 500
Pozadí ČR	10,1	11,4	12,7	0,062/ 70	0,68 2/700	1,674/ 1 700
Vesnice	9,0	15,9	28,0	0/0	3,658/ 3 700	11,16/ 10 600
Městské pozadí	9,4	14,9	21,7	0/0	3,038/ 3 100	7,254/ 7 100
Celá ČR	9,0	15,7	28,0	0/0	3,354/ 3 600	11,16/ 10 600

Oxid dusičitý NO₂

Pro odhad zdravotních rizik z expozice NO₂ v roce 2019 byla použita funkce z EIONET Report – ETC/ATNI 2021/10. Podle této metodiky se „uvažuje (přirozená) úmrtnost ze všech příčin u osob

starších 30 let pro koncentrace nad $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za předpokladu lineárního zvýšení rizika úmrtnosti o 5,5 % při zvýšení NO_2 o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.“

Tabulka ročních průměrů v základních typech městských lokalit, odhad podílu předčasné úmrtnosti v % a odhad počtu předčasně zemřelých (zaokrouhлено na celá sta)

NO_2	Roční hodnoty v $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Odhad předčasné úmrtnosti (%/počet)		
	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX
Bez dopravy	10,4	15,2	23,4	0/ 0	0/ 0	1,87/ 1 900
Dopravní zátěž	12,6	23,3	48,1	0/ 0	1,815/ 1 900	15,455/ 14 100
Průmyslová zátěž	11,0	22,6	31,7	0/ 0	1,43/ 1 500	6,435/ 6 400
Pozadí ČR	2,4	4,9	8,0	0/ 0	0/ 0	0/ 0
Vesnice	7,5	11,5	15,0	0/ 0	0/ 0	0/ 0
Městské pozadí	10,4	16,5	23,4	0/ 0	0/ 0	1,87/ 1 900
Celá ČR	2,4	17,2	48,1	0/ 0	0/ 0	15,455/ 14 100

Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech sídelních lokalit v roce 2019, které se pohybovaly od $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $48,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se

- odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší NO_2 na celkovém počtu zemřelých v roce 2019 pohyboval od 0 % v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 15,455 % v dopravně exponovaných oblastech.
- Na základě odhadu průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$, v roce 2019 v městském prostředí ($16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), nelze odhadnout navýšení celkové úmrtnosti.
- Při aplikaci středních ročních hodnot pro jednotlivé typy lokalit se odhad podílu předčasné úmrtnosti v % se v roce 2019 pohyboval od 0 do 1,8 %.

Celkový počet zemřelých v roce 2019 činil 112 362 (zdroj: ČSÚ 2020). Na základě údajů za roky 2012 až 2018 lze odhadnout, že zhruba 6 % činí podíl zemřelých mladších 30 let a podíl zemřelých na vnější příčiny. Počet zemřelých nad 30 let po vyloučení zemřelých na vnější příčiny byl v roce 2019 105 620 osob. Odhad počtu předčasně zemřelých (zaokrouhлено na celá sta), při aplikaci středních ročních hodnot pro jednotlivé typy lokalit, se pak v roce 2019 pohyboval od 0 do 1 900 osob.

1.4. Kategorizace používaná SZÚ při hodnocení kvality ovzduší

Kategorizace měřicích míst/zón dle SZÚ

(Vychází a částečně modifikuje 97/101/ES: Rozhodnutí Rady ze dne 27. ledna 1997, kterým se zavádí vzájemná výměna informací a údajů ze sítí a jednotlivých stanic měřicích znečištění vnějšího ovzduší v členských státech, Official Journal L 035 , 05/02/1997 P. 0014 – 0022)

Základní rozdělení :

Městská – URBAN Background

- 1 Pozad'ová – URBAN BACKGROUND (území intravilánu sídla bez významných hodnotitelných zdrojů, bez dopravy – např. parky, sportoviště, vodní plochy, plochy půdy ležící ladem apod.)

Obytná – URBAN RESIDENTIAL (sídlíště, satelitní městečka, vilové čtvrti nákupní centra, areály nemocnic, městská zástavba, včetně drobných provozoven služeb a výroby)

- 2 Městská obytná zóna pouze s lokálními zdroji (vilové čtvrti, satelity, zahrádkářské kolonie..., doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) lokální zdroje pro vytápění v komerčních, administrativních a obytných objektech – URBAN RESIDENTIAL LOCAL HEATING
- 3 Městská obytná zóna bez lokálních zdrojů emisí (sídlíště vytápěná vzdálenými zdroji CZT, doprava na nízké úrovni do 2 tis. vozidel/24 hodin a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od významné komunikace či křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace) - veřejná energetika, dálkové vytápění URBAN RESIDENTIAL
- 4 Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 2 až 5 tis. vozidel/24 hodin (komunikace městské kategorie) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného dopravního křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace – URBAN RESIDENTIAL LOW TRAFFIC
- 5 Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží 5 až 10 tis. vozidel/24 hodin (komunikace městské kategorie, hlavní třídy) a/nebo ve vzdálenosti vyšší jak 150 m od další významné komunikace vyšší úrovně či významného křížení ulic a/nebo na stíněné straně budovy od této komunikace – URBAN RESIDENTIAL MIDDLE TRAFFIC
- 6 Městská obytná zóna s lokálním i CZT vytápěním a s dopravní zátěží s více než 10 tis. vozidel/24 hodin - prostorově otevřená komunikace (zástavba ve vzdálenosti minimálně 10 m od okraje vozovky) – URBAN RESIDENTIAL TRAFFIC
- 7 Městská obytná zóna s více jak 10 tis. vozidel/24 hodin (uzavřená komunikace tvaru kaňonů) a tranzitní komunikace s více jak 25 tis. vozidel/24 hodin – URBAN RESIDENTIAL HEAVY TRAFFIC

Průmyslová – URBAN INDUSTRIAL

- 8 Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu technologií než dopravy (do 10 tis. vozidel/den) na kvalitu ovzduší v příslušné zóně
- 9 Městská průmyslová zóna s vyšším významem vlivu dopravní zátěže než vlivu technologií v příslušné zóně. Do této kategorie se řadí i železniční uzly (nádraží, depa apod.)
- 10 Městská průmyslová zóna s výraznějším vlivem dopravní zátěže (nad 25 tis. vozidel/den) než vlivu technologií v příslušné zóně.

Venkovská (RURAL)

- 11 Pozad'ová (background) - lesy, parky (mimo intravilán), pastviny, neobdělávaná, půda, vodní plochy, louky apod.
- 12 Zemědělská (agricultural) - vliv zemědělského zdroje – obdělávaná zemědělská půda
- 13 Průmyslová (industrial) – převažující vliv průmyslu nad dopravou
- 14 Průmyslová s dopravní zátěží – převažující vliv dopravy nad vlivem průmyslu
- 15 Obytná zóna s nízkou úrovní dopravy (do 2 tis. vozidel/24 hod.) (residential)
- 16 Obytná zóna se střední úrovní dopravy (2 až 10 tis. vozidel/24 hod.) (traffic)
- 17 Obytná zóna s vysokou úrovní dopravy (> 10 tis. vozidel/24 hod.) (heavy traffic)
- 18 Dopravní zátěž (>10 tis. vozidel/24 hod.) bez zástavby (zónách ad 1 a ad 2)

Poznámky :

- 1 U průmyslové zóny se primárně nehodnotí typ průmyslu, z hlediska znečištění ovzduší podstatnější roli než doprava v řadě případů hraje typ průmyslu – metalurgie nebo lehké montážní haly, lakovny nebo pivovar (bez vlastního zdroje tepla), „výšky komínů“ atd. Proto byla struktura dělení průmyslu upravena (viz text výše)
- 2 U kategorií definovaných účelem využití je kladen důraz vždy na majoritní zdroje znečištění ovzduší (tj. vždy jeden ze tří - doprava, průmysl, vytápění).
- 3 Venkovská zóna je vymezena definicí, že platí pro sídla do 2 tis. obyvatel a extravilány všech sídel.
- 4 Při řazení do kategorií se bere v úvahu dlouhodobá zátěž lokality

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz



1.5. Úrovně zátěže a odhad potenciálních zdravotních účinků pro základní látky, těžké kovy, benzen a BaP v roce 2019 pro jednotlivé typy městských kategorií. Hodnoty

Česká republika 2019

Střední roční hmotnostní koncentrace pro hodnocené kategorie městských stanic

Rok 2019 - MZSO - Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva		Městské dopravní a průmyslem nezatížené lokality		Městské středně dopravní zatížené lokality			Dopravní Hot-spots	Městské oblasti zatížené průmyslem		Pozadové stanice ČHMÚ	Venkovské, předměstské stanice					Odhad střední hodnoty ve městech ČR	Do hodnocení zahrnuto celkem stanic	
látky	kategorie	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	2 - 5	
PM ₁₀ (µg/m ³ /rok)	ČR (bez MSK)	19,5	18,2	19,4	20,5	23,0	24,3	21,5	-	23,2	12,2	18,1	27,3	28,1	19,8	25,4	19,0	80
	MS kraj	22,0	23,3	28,7	24,2	25,5	-	27,1	28,5	31,0	12,6	23,7	37,5	-	-	-	23,9	22
PM _{2,5} (µg/m ³ /rok)		14,3	14,4	16,5	15,7	14,9	17,3	18,0	21,0	22,5	11,4	14,0	21,6	-	15,3	-	14,9	67
SO ₂ (µg/m ³ /rok)		3,7	4,5	4,0	3,5	5,8	-	3,9	6,6	-	3,4	4,5	6,6	-	2,7	4,4	4,2	43
NO (µg/m ³ /rok)		4,1	4,3	5,0	7,9	17,1	30,7	5,7	6,8	22,3	0,7	2,4	3,0	-	3,8	5,5	5,4	68
NO ₂ (µg/m ³ /rok)		13,8	15,5	15,9	19,4	26,2	40,5	18,8	21,1	31,4	4,9	10,4	12,3	-	13,8	15,0	16,5	69
NO _x (µg/m ³ /rok)		19,9	21,4	23,4	31,5	53,9	87,6	27,2	31,6	65,6	5,8	13,9	17,0	-	19,5	23,5	24,1	69
CO (µg/m ³ /rok)		-	328	301	333	422	475	-	-	545	218	-	-	-	-	-	323	10
O ₃ (µg/m ³ /rok)		53,5	56,3	56,8	51,0	54,5	39,7	55,3	53,1	-	71,7	56,9	49,9	-	54,0	-	54,9	55
Benzen (µg/m ³ /rok)		1,0	1,0	1,5	1,0	1,2	1,2	1,4	4,1	2,3	0,7	-	1,8	-	-	-	1,1	33
BaP (ng/m ³ /rok)		0,92	0,98	1,57	-	0,82	-	2,85	2,71	-	0,37	1,41	-	-	-	3,19	1,10	46
As (ng/m ³ /rok)		0,75	1,06	1,03	1,22	0,82	-	1,60	1,62	-	0,49	0,98	2,13	2,59	-	3,36	0,99	52
Cd (ng/m ³ /rok)		0,17	0,22	0,26	0,19	0,16	-	1,45	0,37	-	0,11	0,40	0,23	0,19	-	0,20	0,22	52
Cr (ng/m ³ /rok)		0,99	1,31	1,16	1,06	2,03	-	1,69	2,60	-	0,51	0,81	1,62	3,84	-	1,10	1,22	52
Mn (ng/m ³ /rok)		6,57	6,31	6,11	8,44	7,82	-	11,57	22,15	-	2,53	4,02	7,78	8,38	-	5,23	6,33	52
Ni (ng/m ³ /rok)		0,66	0,62	0,84	-	0,80	-	0,60	3,61	-	0,31	0,45	0,66	0,68	-	0,65	0,59	52
Pb (ng/m ³ /rok)		3,92	7,68	5,39	4,97	5,07	-	9,25	14,62	-	2,27	3,27	3,71	5,35	-	4,58	6,35	52
ČR (bez MSK) - PM₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		2,88	2,28	2,84	3,35	4,51	5,12	3,81	-	4,60	-0,51	2,23	6,51	6,88	3,02	5,63	2,65	
MSK - PM₁₀ - odhad nárůstu předčasné úmrtnosti v %		4,05	4,65	7,16	5,07	5,67	-	6,42	7,07	8,23	-0,33	4,84	11,25	-	-	-	4,93	
Celkové ILCR (Benzen, BaP, As, Cd, Ni)		8,7E-04	9,3E-05	1,5E-04	1,0E-04	8,0E-05	-	2,6E-04	2,6E-04	-	3,7E-05	1,3E-04	1,1E-04	1,1E-04	-	2,9E-04	1,0E-04	

Poznámka: Odhad předčasné úmrtnosti je počítán pro průměrné 75 % zastoupení frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ a pro ČR a Moravskoslezský kraj zvlášť.

jsou uvedeny v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a v ng/m^3 – kovy a PAU.

1.6. Kategorizace stanic ISKO použitých v hodnocení SZÚ v roce 2019

Zahrnuté stanice do zpracování, jejich rozdělení do kategorií a souhrn monitorovacích programů měření kvality venkovního ovzduší na jednotlivých zahrnutých stanicích (A – automatické měření, M – manuální, 0 - kovy ve frakci PM_{10} , 5 - ve frakci $\text{PM}_{2,5}$, P - BaP a D - benzen)

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM_{10}	TK $\text{PM}_{2,5}$	PAU	BZN
PRAHA									
	ČHMÚ Praha 1, N. Republiky	6	AREP	A					D
	ČHMÚ Praha 2, Legerova	7	ALEG	A		0			D
	ČHMÚ Praha 2, Riegrový sady	3	ARIE	A				P	
	ČHMÚ Praha 4, Chodov	3	ACHO	A					
	ČHMÚ Praha 4, Libuš	3	ALIB	A		0	5	P	D
	Praha 5, Řeporyje	4	ARER	A		0		P	
	CHMÚ Praha 5, Smíchov, Strahovský tunel	6	ASMI	N					D
	ČHMÚ Praha 5, Stodůlky	3	ASTO	A					
	ČHMÚ, Praha 6, Břevnov	5	ABRE	A					
	ČHMÚ Praha 6, Suchdol	3	ASUC	A					
	ČHMÚ Praha 8, Karlín	6	AKAL	A					
	ČHMÚ Praha 8, Kobylisy	5	AKOB	A					
	ČHMÚ Praha 9, Vysočany	7	AVYN	A					
	ČHMÚ Praha 10, Průmyslová	10	APRU	A					
	Praha 10, SZÚ	3	ASRO	A	M	0	5	P	
	ČHMÚ Praha 10, Vršovice	6	AVRS	A					
KRAJ STŘEDOČESKÝ									
	ČHMÚ Beroun	6	SBER	A					
	ČHMÚ Kladno, střed města	6	SKLM	A					D
	Kolín, SAZ, ZÚ	5	SKOA	N		N		N	
	Kralupy, sportoviště, ZÚ	8	SKRP	A		0		P	

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM ₁₀	TK PM _{2,5}	PAU	BZN
	ČHMÚ Mladá Boleslav	3	SMBO	A					
	ČHMÚ Příbram	3	SPRI	A		0			
	Buštěhrad (okres Kladno)	13	SBUS		M	0			
	Vrapice (okres Kladno)	14	SKLC		M	0			
	Stehelčevy (okres Kladno)	14	SSTE		M	0			
	ČHMÚ Kladno, Švermov	16	SKLS	A		0		P	
	ČHMÚ Brandýs n/Labem	2	SBRL					P	
	ČHMÚ Rožďalovice, Ruská (okr. Nymburk)	12	SROR	A/N				P	
	ČHMÚ Ondřejov	11	SONR	A					
KRAJ JIHOČESKÝ									
	ČHMÚ Č. Budějovice, Antala Staška	3	CCBD	A		0		P	D
	Č. Budějovice, Třešňová, ZÚ	2	CCBT	A		0		P	
	ČHMÚ Hojná Voda	12	CHVO	A					
	ČHMÚ Churáňov	11	CCHU	A		0			
	ČHMÚ Prachatice	3	CPRA	A					
	Pelhřimov	2	JPEM	A		0		P	
	ČHMÚ Tábor	5	CTAB	A					
	ČHMÚ Kocelovice	11	CKOC	A					
KRAJ KARLOVARSKÝ									
	Cheb, Eska	6	KCHE		M				
	ČHMÚ Cheb	2	KCHM	A					D
	ČHMÚ Sokolov	3	KSOM	A					D
	ČHMÚ Přebuz	11	KPRB	A					
	F. Lázně, Chebská	3	KFLC		M				
	M. Lázně, Krásný domov	3	KMLK		M				
KRAJ PLZEŇSKÝ									
	Klatovy, Soud, ZÚ	4	PKLS	A		0		P	
	ČHMÚ Plzeň, Slovany	6	PPLA			0		P	D
	Plzeň, Roudná, ZÚ	2	PPLR	A		0		P	
	ČHMÚ Plzeň, Doubravka	12	PPLV	A					

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)						
				AIM	MAN	TK PM ₁₀	TK PM _{2,5}	PAU	BZN	
	ČHMÚ Přimda	11	PPRM	A						
	ČHMÚ Kamenný Ujezd (okr. Rokycany)	12	PKUJ	A						
KRAJ LIBERECKÝ										
	ČHMÚ Česká Lípa	3	LCLM	A						
	ČHMÚ Jizerka	11	LJIZ			0				
	ČHMÚ Souš	11	LSOU	A		0				
	ČHMÚ Liberec - Rochlice	3	LLIL	A		0		P	D	
	ČHMÚ Frýdlant	11	LFRT	A						
	ČHMÚ Tanvald školka	8	LTAS			0				
KRAJ ÚSTECKÝ										
	ČHMÚ Děčín	8	UDCM	A						
	ČHMÚ Chomutov	3	UCHM	A						
	ČHMÚ Litoměřice	3	ULTT	A						
	ČHMÚ Lom (okr. Most)	13	ULOM	A		0				
	ČHMÚ Most	5	UMOM	A						D
	ČHMÚ Teplice	6	UTPM	A				P		
	Ústí n/L, Prokopa Diviše, ZÚ	8	UUDI	A		0		P		
	ČHMÚ Ústí n/L, Všebořická/HOT-SPOT	6	UULD	A						D
	ČHMÚ Ústí n/L, Kočkov	3	UULK	A		0	5	P		
	ČHMÚ Ústí n/L, Město	6	UULM	A						D
	ČHMÚ Rudolice v Horách	11	URVH	A						D
	ČHMÚ Krupka (okr. Teplice)	12	UKRU	A						
	ČHMÚ Doksany	12	UDOK	A		0		P		
	ČHMÚ Měděnec	12	USNZ	A						
	ČHMÚ Sněžník	12	UMED	A						
	ČHMÚ Tušimice	8	UTUS	A		0				D
KRAJ KRÁLOVÉHRADECKÝ										
	ČHMÚ H. Králové, Brněnská	5	HHKB	A						D
	H. Králové, Sukovy Sady, ZÚ	5	HHKS	A		0		P		
	ČHMÚ H. Králové, tř. SNP	3	HHKT			0		P		

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM ₁₀	TK PM _{2,5}	PAU	BZN
	ČHMÚ Trutnov, Tkalcovská	3	HTRT	A					
	ČHMÚ Krkonoše-Rýchory	11	HKRY	A					
	ČHMÚ Polom	11	HPLO	A					
	ČHMÚ Vítězná (Krkonoše)	11	HVIT					P	
KRAJ PARDUBICKÝ									
	ČHMÚ Pardubice, Dukla	8	EPAU	A		0		P	D
	ČHMÚ Pardubice, Rosice	2	EPAO	A					D
	ČHMÚ Svratouch	11	ESVR	A		0		P	
	ČHMÚ Moravská Třebová	3	EMTP	A					
KRAJ JIHOMORAVSKÝ									
	ČHMÚ Brno, Líšen	2	BBNI	A		0		P	
	ČHMÚ Brno, dětská nemocnice	5	BBDN	A					D
	Brno, Masná ulice, ZÚ	6	BBNA	A		0		P	
	ČHMÚ Brno, Úvoz	6	BBNV	A					D
	ČHMÚ Brno, Tuřany	15	BBNY	A					
	Hodonín, ZÚ	2	BHOD	A		0		P	
	ČHMÚ Kuchařovice (okr. Znojmo)	12	BKUC	A		0		P	
	ČHMÚ Znojmo	5	BZNO	A					
	ČHMÚ Mikulov Sedlec	11	BMIS	A					D
KRAJ VYSOČINA									
	ČHMÚ, Jihlava	4	JJIH	A		0			D
	Jihlava, Znojemská, ZÚ	6	JJIZ	A		0		P	
	ČHMÚ Třebíč	2	JTRE	A					
	Žďár n/Sázavou, parkoviště, ZÚ	3	JZNZ	A		0		P	
	ČHMÚ Košetice (EMEP)	11	JKOS	A		0	5	P	D
	ČHMÚ Kostelní Myslová	12	JKMY	A					
KRAJ ZLÍNSKÝ									
	ČHMÚ Zlín	2	ZZLN	A		0		P	D
	ČHMÚ Uh. Hradiště	6	ZUHR	A					
	ČHMÚ Štítná	11	ZSNV	A					

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM ₁₀	TK PM _{2,5}	PAU	BZN
	ČHMÚ Valašské Meziříčí	3	ZVMZ	A				P	D
	ČHMÚ Těšnovice	12	ZTNV	A					
KRAJ OLOMOUCKÝ									
	ČHMÚ Prostějov	2	MPST	A					
	ČHMÚ Přerov	5	MPRR	A					
	ČHMÚ Olomouc, Hejčín	6	MOLJ	A		0		P	D
	Olomouc, Šmeralova, ZÚ	3	MOLS	A		0		P	
	ČHMÚ Běloutín	12	MBEL	A					
	ČHMÚ Jeseník	11	MJES	A					
KRAJ MORAVSKOSLEZSKÝ									
	ČHMÚ Frýdek-Místek	2	TFMI	A					
	Karviná, ZÚ	8	TKAO	K		0		P	
	ČHMÚ Karviná	9	TKAR	A					
	ČHMÚ Červená Hora (okres Opava)	11	TCER	A		0			
	ČHMÚ Opava, Kateřinky	3	TOVK	A					D
	ČHMÚ Ostrava, Českobratrská, HOT-SPOT	10	TOCB	A					D
	ČHMÚ Ostrava, Fifejdy	8	TOFF	A					D
	Ostrava, Mariánské Hory, ZÚ	8	TOMH	K		0		P	
	Ostrava, Poruba	4	TOPD					P	
	ČHMÚ Ostrava, Poruba	4	TOPO	A		0	5	P	D
	ČHMÚ Ostrava, Přívoz	9	TOPR	A		0	5	P	D
	Ostrava Radvanice, ZÚ	8	TORE	K		0		P	
	Ostrava Radvanice, OZO	8	TORO	K		0		P	
	ČHMÚ Ostrava, Zábřeh	8	TOZR	A					
	ČHMÚ Bruntál	3	TBRS			0		P	
	ČHMÚ Krnov	2	TKRV			0		P	
	ČHMÚ Český Těšín	3	TCTN	A		0		P	
	ČHMÚ Havířov	9	THAR	A					
	ČHMÚ Bílý Kříž (EMEP)	11	TBKR	A		0			
	ČHMÚ Věrnovice	13	TVER	A					D

2019	Název stanice	Kategorie lokality	Kód stanice	Měřicí program (kód stanice)					
				AIM	MAN	TK PM ₁₀	TK PM _{2,5}	PAU	BZN
	ČHMÚ Třinec Kosmos	3	TTRO	A					D
	ČHMÚ Studénka (okr. N. Jičín)	12	TSTD	A				P	
	ČHMÚ Rychvald	4	TRYC	A					
Celkem v jednotlivých programech		116/3N		116/3N	7	53/1N	6	47/2N	32/1N

Pozn: N - nehodnotitelné, buď ukončeno měření v průběhu roku 2019, nebo výpadek měření > 30 dnů

Republikové pozad'ové stanice a stanice použité u jednotlivých látek jako pozad'ové (kategorie 11) - Churáňov (CCHU), Jizerka (LJIZ), Souš (LSOU), Frýdlant (LFRT), Rudolice v Horách (URVH), Krkonoše-Rýchory (HKRY), Svratouch (ESVR), Mikulov-Sedlec (BMIS), Košetice (JKOS), Jeseník (MJES), Červená Hora (TCER) a Bílý Kříž (TBKR).

1.7. Základní literární podklady

- IARC. Air Pollution and Cancer. *Scientific publication no. 161*. WHO 2013, Geneva, Switzerland. ISBN 978-92-832-2166-1
- WHO. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project, *Technical Report*. WHO Regional Office for Europe, 2013. Copenhagen, Denmark.
- CROUSE, D. L., PETERS, P. A., VAN DONKELAAR, A., GOLDBERG, M. S., VILLENEUVE, P. J., BRION, O., KHAN, S., ATARI, D. O., JERRETT, M., POPE III, C. A., BRAUER, M., BROOK, J. R., MARTIN, R. V., STIEB, D., BURNETT, R. T. Risk of Nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. *Environ. Health Perspect.* 2012, 120, 708-714.
- WHO. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project, Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, WHO Regional Office for Europe, 2013. Copenhagen, Denmark.
- WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. WHO 2006, Geneva, Switzerland.
- WHO GLOBAL AIR QUALITY GUIDELINES, Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization, 2021
- EIONET REPORT – ETC/ATNI 2021/10
- HEALTH RISK ASSESSMENTS OF AIR POLLUTION, Alberto González Ortiz, Artur Gsella (European Environment Agency), Cristina Guerreiro, Joana Soares (NILU), Jan Horálek (CHMI)
- ESTIMATIONS OF THE 2019 HRA, benefit analysis of reaching specific air quality standards and more, November 2021



- Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, Subsystem I., Zdravotní důsledky a rizika znečištění ovzduší, Odborná zpráva za rok 2020, Státní zdravotní ústav, Praha, říjen 2021 (dostupné na http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/zpravy/zprava_2020_text.pdf)