



**VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA UDRŽITELNÝ ROZVOJ  
ÚZEMÍ PRO ZMĚNU ÚP SÚ HL. M. PRAHY  
Z 3563/34 (SÍDLIŠTĚ BARRANDOV)  
ZKRÁCENĚ POŘIZOVANOU**

**Vlivy na míru zdravotního rizika z expozice  
chemickým látkám v ovzduší**

**ČERVEN 2023**

## **Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro změnu ÚP SÚ hl. m. Prahy Z 3563/34 (Sídliště Barrandov) zkráceně pořizovanou**

### **Vlivy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší**

**ZADAL:**

**EKOLA group, spol. s r.o.**

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

**ZPRACOVAL:**

**ATEM – Atelier ekologických modelů, s. r. o.**

Roztylská 1860/1

148 00 Praha 4

e-mail: [atem@atem.cz](mailto:atem@atem.cz)

tel.: 241 494 425

**VEDOUCÍ PROJEKTU:**

**Mgr. Robert Polák**

držitel osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na  
veřejné zdraví MZd, poř. č. osvědčení 10/2019

**SPOLUPRÁCE:**

Mgr. Jan Karel



Červen 2023

## O B S A H

<b>ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Vlivy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší.....</b>	<b>5</b>
1.1. Suspendované částice .....	6
1.2. Oxid dusičitý .....	8
1.3. Benzen .....	9
1.4. Benzo[a]pyren .....	10
<b>2. Metodiky použité pro vyhodnocení vlivů vybraných změn .....</b>	<b>11</b>
2.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek.....	11
2.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika .....	14
<b>3. Závěrečné shrnutí.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Seznam použitých podkladů .....</b>	<b>17</b>

## Úvod

Cílem předložené studie je posoudit vliv změny Z 3563/34 územního plánu (dále jen „ÚP“) sídelního útvaru hl. m. Prahy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší.

Grafické znázornění platného ÚP SÚ hl. m. Prahy a stavu ÚP SÚ hl. m. Prahy s navrhovanou změnou je uvedené v kapitole 1.1 *Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro změnu ÚP SÚ hl. m. Prahy Z 3563/34 (Sídliště Barrandov) zkráceně pořizovanou.*

Předložené posouzení je zpracováno pro potřeby vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území. Svým významem by mělo sloužit především k potřebám strategického plánování v předmětném území. Vyhodnocení je provedeno také kumulativně pro souhrnný vliv změn Z 3563/34 a Z 3833/00 (Sídliště Barrandov).

Pro posuzovanou změnu ÚP SÚ hl. m. Prahy je proveden rozbor vlivů na míru zdravotních rizik z expozice chemickým látkám v ovzduší. Kapitola 2 popisuje metodiky použití pro vyhodnocení vlivů změny ÚP.

## 1. VLIVY NA MÍRU ZDRAVOTNÍHO RIZIKA Z EXPOZICE CHEMICKÝM LÁTKÁM V OVZDUŠÍ

Na základě výpočtu změn v imisní zátěži [15] je možné provést výpočet změn v ukazatelích zdravotních rizik po realizaci záměru, obsaženého v hodnocené změně ÚP hl. m. Prahy. Vyhodnocení je provedeno pro následující ukazatele.

- změna v míře kojenecké úmrtnosti (do 1 roku) – koncentrace  $PM_{10}$
- změna v míře úmrtnosti u dospělých – koncentrace  $PM_{2,5}$
- změna v míře hospitalizace s respiračními chorobami – koncentrace  $NO_2$
- změna v míře výskytu leukémie – koncentrace benzenu
- změna v míře výskytu rakoviny – koncentrace benzo[a]pyrenu

Na rozdíl od podkladové rozptylové studie [15], která hodnotí celou výpočtovou oblast jako celek, se zde prezentované hodnoty pro výchozí stavy a vlivy jednotlivých změn týkají pouze částí území s výskytem obytné zástavby.

### Suspendované částice

Výskyt zvýšených koncentrací suspendovaných částic v ovzduší je obecně spojován s výskytem respiračních chorob, rakoviny plic, kardiovaskulárních chorob a u frakce  $PM_{2,5}$  také mrtvice.

WHO [3] uvádí následující směrné hodnoty pro suspendované částice:

- částice  $PM_{2,5}$  –  $5 \mu g \cdot m^{-3}$  pro průměrné roční koncentrace a  $15 \mu g \cdot m^{-3}$  pro 24hodinové koncentrace
- částice  $PM_{10}$  –  $15 \mu g \cdot m^{-3}$  pro průměrné roční koncentrace a  $45 \mu g \cdot m^{-3}$  pro 24hodinové koncentrace

WHO dále stanoví pro každou z výše uvedených veličin čtyři přechodné cíle, přičemž dosud platné směrné hodnoty dle [2] – tzn. 10 resp.  $20 \mu g \cdot m^{-3}$  pro roční koncentrace  $PM_{2,5}$  resp.  $PM_{10}$  a 25 resp.  $50 \mu g \cdot m^{-3}$  pro 24hodinové hodnoty – aktuálně odpovídají 4. přechodnému cíli.

### Oxid dusičitý

Z **chronických účinků**  $NO_2$  jsou nejčastěji popisovány strukturální plicní změny a zvýšení vnímavosti vůči bakteriím a virovým infekcím. V metaanalýze provedené WHO [3] byl nalezen vztah mezi dlouhodobou expozicí  $NO_2$  a celkovou mortalitou (vyjma úrazů) i mortalitou podle různých příčin, a to již od nejnižších hodnot, přičemž u nižších koncentrací byly indikovány náznaky strmějšího růstu rizika. Obdobně jako v případě suspendovaných částic byla proto stanovena výchozí hladina pro určení směrné hodnoty na úrovni 5. percentilu hodnot naměřených dle

použitých podkladových studií, jejichž průměr činí  $8,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Na základě výsledků této analýzy pak byla stanovena směrná hodnota ve výši  $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Doposud platná směrná hodnota  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  dle [1] se stala prvním přechodným cílem a k překlenutí rozdílu mezi touto a směrnou hodnotou byly stanoveny ještě další dva cílové mezikroky na úrovních 30 a  $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Imisní limit platný v ČR je stanoven ve výši  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## Benzen

Benzen je prokázaný humánní karcinogen. V rámci tohoto vyhodnocení byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO ve výši  $6 \times 10^{-6} (\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$ . Tato hodnota znamená, že koncentrace benzenu  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  zvyšuje (při celoživotní expozici – po dobu 70 let) riziko incidence leukémie o 6 případů na 1 milion osob. Neexistuje tedy bezpečná mez. Evropská a česká legislativa tyto skutečnosti respektuje s tím, že pro účely ochrany zdraví obyvatel musela být přijata určitá dlouhodobá (roční) limitní hodnota, která by v podstatě vyjádřila ještě přijatelnou (referenční) mez karcinogenního rizika. Dle dostupných podkladů a v souladu s informacemi Státního zdravotního ústavu je doporučeno uvažovat nejvyšší přijatelné hodnoty v řádu  $10^{-6}$ .

## Benzo[a]pyren

Pro vyhodnocení rizika z expozice B[a]P byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO pro celoživotní expozici ve výši  $87 \times 10^{-6} (\text{ng}\cdot\text{m}^{-3})^{-1}$ . Tato hodnota znamená, že koncentrace benzo[a]pyrenu v  $1 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$  zvyšuje (při celoživotní expozici – po dobu 70 let) riziko výskytu rakoviny o 87 případů na milion osob. Nejvyšší přijatelné riziko je opět uvažováno v řádu  $10^{-6}$ .

### 1.1. Suspendované částice

Koncentrace částic  $\text{PM}_{10}$  se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí  $18,1 - 23,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v případě frakce  $\text{PM}_{2,5}$  pak v rozmezí  $14,4 - 14,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jak je tedy zřejmé z provedeného vyhodnocení, v celém výpočtovém území je možné již ve výchozím stavu očekávat koncentrace nad hranicí směrné hodnoty WHO pro suspendované částice frakce  $\text{PM}_{10}$  i  $\text{PM}_{2,5}$ . Je to situace typická pro celé území hl. m. Prahy a dalších velkých měst.

Nejvyšší nárůst koncentrací vlivem hodnocené změny byl vypočten na úrovni (hodnocená změna / kumulace obou změn):

- suspendované částice PM<sub>10</sub> – 0,43 µg.m<sup>-3</sup> / 0,60 µg.m<sup>-3</sup>
- suspendované částice PM<sub>2,5</sub> – 0,13 µg.m<sup>-3</sup> / 0,19 µg.m<sup>-3</sup>

Počet obyvatel v lokalitách s uvedeným nárůstem lze odhadnout v řádu desítek až stovek. Následná kvantifikace účinků je provedena pro 1000 obyvatel. V tabulce 1. je pak provedeno porovnání četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] (viz tab. 3.) na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.2.

**Tab. 1. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území**

Suspendované částice PM <sub>10</sub>		Z 3563/34	Z 3563/34+Z 3833/00
Změna imisní zátěže (µg.m <sup>-3</sup> )		<b>0,43</b>	<b>0,60</b>
Počet obyvatel		<b>1000</b>	<b>1000</b>
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Výchozí stav	0,022799	0,022799
	Stav se záměrem	0,022835	0,022850
	Rozdíl	0,000036	0,000050
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Výchozí stav	16,009176	16,009176
	Stav se záměrem	16,056005	16,074519
	Rozdíl	0,046830	0,065344
Incidence chronické bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Výchozí stav	4,026294	4,026294
	Stav se záměrem	4,042404	4,048773
	Rozdíl	0,016110	0,022479
Suspendované částice PM <sub>2,5</sub>		Z 3563/34	Z 3563/34+Z 3833/00
Změna imisní zátěže (µg.m <sup>-3</sup> )		<b>0,13</b>	<b>0,19</b>
Počet obyvatel		<b>1000</b>	<b>1000</b>
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Výchozí stav	9,2565	9,2565
	Stav se záměrem	9,2633	9,2665
	Rozdíl	0,0068	0,0100
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Výchozí stav	38,3439	38,3439
	Stav se záměrem	38,3484	38,3504
	Rozdíl	0,0045	0,0065
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	12,9808	12,9808
	Stav se záměrem	12,9839	12,9854
	Rozdíl	0,0031	0,0046
Dny s omezenou aktivitou	Výchozí stav	15049,51	15049,51
	Stav se záměrem	15058,30	15062,36
	Rozdíl	8,79	12,85
Dny pracovní neschopnosti	Výchozí stav	4949,17	4949,17
	Stav se záměrem	4951,94	4953,22
	Rozdíl	2,77	4,05
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Výchozí stav	309,7835	309,7835
	Stav se záměrem	309,8917	309,9417
	Rozdíl	0,1082	0,1582

Jak vyplývá z uvedené tabulky, pohybují se změny v míře zdravotního rizika vyjádřené jako kojenecká úmrtnost (imisní zátěž  $PM_{10}$ ) v řádu stotisícin nového případu na 1000 obyvatel, a to jak pro hodnocenou změnu, tak pro kumulaci obou změn. V případě úmrtnosti u dospělých nad 30 let se změna pohybuje nejvýše na úrovni tisícín nového případu na 1000 obyvatel pro samotnou změnu a na úrovni jedné setiny na 1000 obyvatel pro kumulaci obou změn. Ačkoliv se ukazuje, že hodnocený záměr způsobí nárůst zdravotního rizika, jedná se o hodnoty pouze statistické, a to výrazně pod hranicí nového případu.

I další hodnocené ukazatele jsou pod statistickou hranicí jednoho nového případu, pouze v případě dnů s omezenou aktivitou a dnů pracovní neschopnosti se nárůst pohybuje nejvýše v řádu jednotek dnů pro hodnocenou změnu a nejvýše 13 dnů pro kumulaci obou změn. V obou případech se jedná o stanovení účinků na základě vztahů zařazených projektem HRAPIE do skupiny B, tzn. o vztahy s vyšší nejistotou výpočtu.

Jak lze očekávat, změny v úrovni zdravotního rizika vlivem posuzované změny (i včetně kumulace obou změn) budou i v nejvíce dotčené obytné zástavbě nevýznamné ve smyslu ohrožení zdraví a budou převáženy jinými faktory, jako jsou životní styl (například kouření) nebo expozice dalším zdrojům znečišťování.

## 1.2. Oxid dusičitý

V zástavbě v hodnocené lokalitě byly ve výchozím stavu zaznamenány hodnoty  $17,2 - 22,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , tj. nad hranicí směrné hodnoty WHO. Nárůst koncentrací vlivem hodnocené změny bude nejvýše  $0,34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v případě kumulace obou změn pak do  $0,50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Nejvyšší nárůst nad hranici  $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (při které se projevuje vliv imisní zátěže na míru úmrtnosti) byl vypočten na úrovni  $0,11 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro hodnocenou změnu a  $0,18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pro kumulaci obou změn.

Počet obyvatel v lokalitách s uvedeným nárůstem lze odhadnout v řádu stovek, následná kvantifikace účinků je provedena pro 1000 obyvatel.

V následující tabulce je provedeno vyhodnocení změn v četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] (viz tab. 4.) na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.2.



**Tab. 2. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území**

Oxid dusičitý		Z 3563/34	Z 3563/34+Z 3833/00
Změna imisní zátěže ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )		0,34	0,50
Počet obyvatel		1000	1000
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	13,1209	13,1209
	Stav se záměrem	13,1234	13,1250
	Rozdíl	0,0025	0,0041
Úmrtnost u dospělých > 30 let	Výchozí stav	8,5621	8,5621
	Stav se záměrem	8,5672	8,5705
	Rozdíl	0,0051	0,0084
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14	Výchozí stav	2,2377	2,2377
	Stav se záměrem	2,2412	2,2435
	Rozdíl	0,0035	0,0058

Jak je zřejmé z uvedené tabulky, u míry zdravotního rizika vyjádřené jako úmrtnost u dospělých byl vypočten nárůst vlivem hodnocené změny (i v kumulaci obou změn) v řádu tisícín nového případu na tisíc obyvatel. V případě hospitalizace s respiračními chorobami a prevalence bronchitidy u dětí byl vypočten nárůst míry rizika statisticky také výrazně pod hranicí jednoho nového případu v dotčené populaci, a to také v řádu tisícín případu na 1000 obyvatel. Hodnocená změna se tedy nijak pozorovatelně neprojeví v míře zdravotního rizika v zájmovém území.

### 1.3. Benzen

Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, lze v zástavbě v hodnoceném území očekávat ve výchozím stavu hodnoty  $0,75 - 0,93 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Těmto hodnotám odpovídá míra karcinogenního rizika  $4,50 - 5,58 \times 10^{-6}$ . Jedná se tedy o hodnoty na hranici přijatelné míry rizika.

Vlivem hodnocené změny byl vypočten nejvyšší nárůst imisní zátěže do  $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v případě kumulace obou změn pak do  $0,08 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Těmto hodnotám odpovídá nárůst rizika výskytu zdravotních účinků z chronické expozice benzenu nejvýše  $3,0 \times 10^{-7}$  (1 případ na více než 3,33 milionu obyvatel), respektive  $4,8 \times 10^{-7}$  (1 případ na více než 2,08 milionu obyvatel). Vzhledem k počtu zasažených obyvatel (nejvýše v řádu desítek až stovek) lze konstatovat, že vypočtené změny zdravotních rizik ve smyslu ohrožení zdraví jsou zcela nevýznamné.

#### 1.4. Benzo[a]pyren

Jak vyplývá z výsledků rozptylové studie, ve výchozím stavu byly vypočteny hodnoty  $0,79 - 1,47 \text{ ng.m}^{-3}$ . To již odpovídá hodnotám nad hranicí přijatelného rizika. Úroveň přijatelného rizika v řádu  $10^{-6}$  by byla dosažena již při koncentraci na úrovni  $0,1 \text{ ng.m}^{-3}$  nebo nižší, což je hodnota překročená na všech měřicích stanicích v ČR.

Jak ukazují výsledky výpočtů, vlivem hodnocené změny lze očekávat nejvyšší nárůst koncentrace benzo[a]pyrenu do  $0,010 \text{ ng.m}^{-3}$ , v případě kumulace obou změn pak do  $0,015 \text{ ng.m}^{-3}$ . Těmto hodnotám nárůstu odpovídá zvýšení karcinogenního rizika  $8,7 \times 10^{-7}$ , což činí jeden případ na téměř 1,15 milionu obyvatel, respektive  $1,305 \times 10^{-6}$ , což činí jeden případ na více než 750 tisíc obyvatel. Vzhledem k velikosti dotčené populace (v řádu desítek až stovek) se z hlediska vlivů na lidské zdraví jedná o hodnoty nevýznamné.

## 2. METODIKY POUŽITÉ PRO VYHODNOCENÍ VLIVŮ VYBRANÝCH ZMĚN

Použitá metodika hodnocení vychází ze základních metodických postupů hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment) vypracovaných americkou Agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA) a s využitím autorizačních návodů Státního zdravotního ústavu (dále jen „SZÚ“) k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší AN 17/15 [1] a odborné literatury [8]. Postup hodnocení zdravotního rizika je sestaven ze čtyř navazujících kroků:

- **Identifikace nebezpečnosti** – jedná se o určení faktorů, které mají být hodnoceny, popis jejich vlastností se zaměřením na nebezpečnost pro člověka a podmínky, za kterých se může projevit.
- **Určení vztahu dávky a účinku** – kvantitativně hodnotí vztah mezi úrovní expozice danému faktoru (látce v ovzduší) a mírou rizika.
- **Hodnocení expozice** – obsahuje kvalitativní vyjádření kontaktu hodnoceného faktoru s hranicemi organismu a kvantitativní vyjádření intenzity tohoto kontaktu. Cílem je získat informaci, jakými cestami, v jaké míře a v jakém množství je konkrétní populace vystavena působení hodnocené chemické látky, apod.
- **Charakterizace rizika** – obsahem této etapy je vyjádření míry zdravotního rizika exponované populace na základě poznatků o nebezpečnosti působícího faktoru a odhadu konkrétní expoziční úrovně. Jedná se o kvalitativní a kvantitativní popis odhadnutého zdravotního rizika pro sledovanou populaci, tj. výčet všech možných zdravotních poškození u sledované populace a uvedení pravděpodobnosti jejich vzniku. Je nutno popsat všechny výchozí podmínky a fakta zahrnutá do postupu hodnocení rizik, jakož i všechna zjednodušení a nejistoty, které se zde promítají. Takto hodnocená rizika je vždy nutno považovat za potenciální, avšak dostatečně pravděpodobná pro populaci v zájmovém území.

### 2.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

#### 2.1.1. Suspendované částice

V předkládaném hodnocení jsou pro kvantifikaci rizika z expozice suspendovaným částicím (a obdobně i oxidu dusičitému, viz dále) použity funkce koncentrace – účinek, publikované Světovou zdravotnickou organizací v rámci projektu *Health risks of air pollution in Europe* (HRAPIE) [4]. Jedná se o vztahy odvozené na základě analýzy výsledků mnoha epidemiologických studií a dat o zdravotních ukazatelích u populace zemí EU. Jednotlivé faktory koncentrace a účinku jsou formulovány prostřednictvím relativního rizika (RR), které vyjadřuje rozdíl v pravděpodobnosti výskytu daného účinku v populaci exponované určitou úrovní koncentrací znečišťující látky vůči populaci neexponované. Vztah mezi

koncentrací a pravděpodobností výskytu účinku (rizikem) je lineární. Pro vlastní charakterizaci rizika exponované populace se pak používá výpočet metodou atributivní frakce.

Doporučené vztahy jsou rozděleny do dvou skupin:

skupina A – k dispozici jsou dostatečné údaje pro spolehlivou kvantifikaci účinků

skupina B – údaje s vyšší mírou nejistoty ohledně přesnosti údajů použitých pro kvantifikaci účinků

V některých případech jsou dále kromě „základních“ výpočetních vztahů uvedeny i vztahy alternativní, použitelné v určitých situacích (např. není-li dostatek dat pro provedení výpočtu podle vztahu předchozího). Tabulka 3. shrnuje přehled hodnot relativního rizika, použitých v této studii, jedná se ve všech případech o „základní“ hodnoty RR. Uveden je vždy interval spolehlivosti (v závorce) a střední hodnota relativního rizika.

**Tab. 3. Faktory koncentrace – účinek – suspendované částice [4]**

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$
PM <sub>2,5</sub> roční průměr	úmrtnost u dospělých	> 30 let	A	1,062 (1,040 – 1,083)
PM <sub>10</sub> roční průměr	kojenecká úmrtnost	0-1 rok	B	1,04 (1,02 – 1,07)
PM <sub>10</sub> roční průměr	prevalence bronchitidy u dětí	6-12 let	B	1,08 (0,98 – 1,19)
PM <sub>10</sub> roční průměr	incidence chronické bronchitidy u dospělých	> 18 let	B	1,117 (1,040 – 1,189)
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	všichni	A	1,0091 (1,0017 – 1,0166)
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	A	1,019 (0,9982 – 1,0402)
PM <sub>2,5</sub> roční průměr*	dny s omezenou aktivitou**	všichni	B	1,047 (1,042 – 1,053)
PM <sub>2,5</sub> roční průměr*	dny pracovní neschopnosti	20-65 let (zaměstnaní)	B	1,046 (1,039 – 1,053)
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	příznaky astmatu u astmatických dětí	5-19 let	B	1,028 (1,006 – 1,051)

\*) 2týdenní průměr přepočtený na roční průměr

\*\*) nutno odečíst dny hospitalizace s kardiovaskulárními a respiračními chorobami a dny pracovní neschopnosti

V roce 2015 byly suspendované částice vyhodnoceny Mezinárodní agenturou WHO pro výzkum rakoviny IARC [5] jako prokázané lidské karcinogeny.

### 2.1.2. Oxid dusičitý

Projekt HRAPIE [4] uvádí následující hodnoty relativního rizika pro jednotlivé účinky dlouhodobé expozice  $\text{NO}_2$ .

**Tab. 4. Faktory koncentrace – účinek – oxid dusičitý [4]**

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o $10 \mu\text{g.m}^{-3}$
$\text{NO}_2$ roční průměr (nad $20 \mu\text{g.m}^{-3}$ )	úmrtnost u dospělých	> 30 let	B	1,055 (1,031 – 1,080)
$\text{NO}_2$ roční průměr	prevalence bronchitidy u astmatických dětí	5-14	B	1,21 (0,99 – 1,06)
$\text{NO}_2$ 24hod průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	A	1,018 (1,0115 – 1,0245)

### 2.1.3. Benzen

Světová zdravotnická organizace uvádí pro benzen hodnotu jednotkového rakovinového rizika  $\text{UCR} = 6 \times 10^{-6} (\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$ . Jednoduchou extrapolací lze stanovit míru karcinogenního rizika v závislosti na jeho koncentraci ve volném ovzduší:

Pravděpodobnost výskytu leukémie	Koncentrace
$10^{-5}$ (1 v 100 000)	$1,6 \mu\text{g.m}^{-3}$
$10^{-6}$ (1 v 1 000 000)	$0,16 \mu\text{g.m}^{-3}$

Imisní limit je stanoven ve výši  $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ , což odpovídá hodnotě karcinogenního rizika při celoživotní expozici na úrovni  $3 \times 10^{-5}$ .

### 2.1.4. Benzo[a]pyren

Benzo[a]pyren je podle Mezinárodní agentury WHO pro výzkum rakoviny IARC řazen do skupiny 1 jako prokázaný lidský karcinogen. Vzhledem k jeho karcinogenitě nelze stanovit žádnou bezpečnou hranici. WHO [2] stanovuje směrnou hodnotu jednotkového karcinogenního rizika pro B[a]P ve výši  $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$ .

Skupina polyaromatických uhlovodíků (PAH) má obecně i nekarcinogenní účinky, a to oční i kožní dráždivost, toxické poškození ledvin a jater, hematotoxicita, imunosuprese, reprodukční toxicita a genotoxicita. Pro riziko nekarcinogenních účinků při inhalační expozici uvádí americká Agentura pro ochranu životního prostředí (US EPA) referenční koncentraci  $\text{RfC}^{24}$  ve výši  $2 \text{ ng/m}^3$ , odvozenou s použitím vysokého faktoru nejistoty ze studie vývojové toxicity u potkanů [6].

## 2.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika

V případě hodnocení vlivů expozice suspendovaným částicím a oxidu dusičitému na základě hodnot relativního rizika dle projektu HRAPIE [4] je vyhodnocení v souladu s AN 17/15 [1] provedeno metodou výpočtu atributivní frakce, jejímž výstupem je počet osob dotčených příslušným účinkem u exponované populace. Popis výpočtu uvádí např. metodika COŽP UK pro vyhodnocení celospolečenských dopadů znečištěného ovzduší [7]. Počet osob, dotčených daným účinkem, je pro látky s bezprahovým účinkem dán vztahem:

$$\text{IMP} = \text{EXP} \times \text{AGF} \times \text{RGF} \times \text{BGR} \times [1 + C \times (\text{RR} - 1)/10],$$

kde

- IMP je četnost výskytu výsledného dopadu, vyjádřená v jednotkách dle podkladové tabulky RR (např. počet osob dotčených daným účinkem, počet případů bronchitidy, počet hospitalizací, počet dnů s omezenou aktivitou, dnů pracovní neschopnosti apod.)
- C je koncentrace znečišťující látky v  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 
  - EXP je exponovaná populace (počet osob)
  - AGF je podíl věkové skupiny, které se účinek týká, v rámci celé populace
  - RGF je podíl případné rizikové skupiny, které se účinek týká (je-li uvažována), jako jsou např. astmatici, v rámci příslušné věkové skupiny obyvatel
  - BGR je četnost výskytu výsledného dopadu v pozadové (neexponované) populaci
  - RR je relativní riziko při zvýšení koncentrace o  $10 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

U prahového účinku ( $\text{NO}_2$  – úmrtnost u dospělých) je výpočet obdobný s tím, že efekt je uvažován až od hodnoty  $20 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . Dále, jak je z tabulek 3 a 4 patrné, v některých případech je vstupní hodnotou pro výpočet denní (tj. nikoli roční) průměr koncentrací. V těchto případech je v předložené studii počítáno s průměrnou roční koncentrací, která je z principu průměrem denních hodnot s tím, že tam, kde je to relevantní, je příslušná hodnota BGR sumarizována za celý rok. Stejně tak tam, kde je dle projektu HRAPIE uvažována 2týdenní hodnota přepočtená na roční průměr, je zde počítáno přímo s ročním průměrem. Hodnoty AGF a převážná většina hodnot BGR byly určeny na základě dat Českého statistického ústavu (ČSÚ), Ústavu zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) a České zprávy sociálního zabezpečení (ČSSZ) pro hl. m. Prahu, a to většinou jako průměr za roky 2017 – 2019. V některých případech bylo z praktických důvodů použito jiné průměrovací období (např. u kojenecké úmrtnosti byla z důvodu nízkých hodnot použita desetiletá řada, u hospitalizací byl kvůli nedostatku pozdějších dat použit průměr 2016 – 2018) [11, 12, 13, 14]. Chybějící hodnoty BGR (k bronchitidě) a hodnoty RGF byly převzaty z projektu HRAPIE [4].

Výchozí hodnoty pro kvantifikaci jednotlivých účinků vlivu imisní zátěže jsou uvedeny v následující tabulce. Hodnoty označené \* byly převzaty z projektu HRAPIE [4], ostatní údaje jsou odvozeny z výše popsaných statistických dat pro hl. m. Prahu.

**Tab. 5. Vstupní údaje pro kvantifikaci účinků znečištění ovzduší [4, 7, 11-14]**

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	AGF (%)	RGF (%)	BGR	jednotka
PM <sub>2,5</sub> roční průměr	úmrtnost u dospělých	> 30 let	69,4		0,0137	případy
PM <sub>10</sub> roční průměr	kojenecká úmrtnost	0-1 rok	1,0		0,0023	případy
PM <sub>10</sub> roční průměr	prevalence bronchitidy u dětí	6-12 let	7,5		0,1860*	případy
PM <sub>10</sub> roční průměr	incidence chronické bronchitidy u dospělých	> 18 let	81,9		0,0039*	případy
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	všichni	100,0		0,0280	případy
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	100,0		0,0134	případy
PM <sub>2,5</sub> roční průměr	dny s omezenou aktivitou	všichni	100,0		19*	dny
PM <sub>2,5</sub> roční průměr	dny pracovní neschopnosti	zaměstnaní	50,2		14,9	dny
PM <sub>2,5</sub> denní průměr	příznaky astmatu u astmatických dětí	5-19 let	14,6	3,5*	62,05*	dny s příznaky
NO <sub>2</sub> roční průměr	úmrtnost u dospělých	> 30 let	69,4		0,0137	případy
NO <sub>2</sub> roční průměr	prevalence bronchitických symptomů u astmatických dětí	5-14	10,3	5,1*	0,299*	dny s příznaky
NO <sub>2</sub> 24hod průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	100,00		0,0134	případy

\*) dle projektu HRAPIE [4]

V případě benzenu a benzo[a]pyrenu je vyhodnocení provedeno obdobně s tím rozdílem, že hodnoty AGF, RGF a BGR jsou rovny jedné (efekt se týká vždy celé dotčené populace) a výsledný dopad je kvantifikován ve formě počtu obyvatel na 1 nový případ vzniku daného účinku.

### 3. ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ

V rámci hodnocení vlivů imisní zátěže na zdraví obyvatel byly sledovány imisní hodnoty pro oxid dusičitý, benzen, suspendované částice frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a benzo[a]pyren. Z těchto znečišťujících látek je nutno očekávat zvýšené riziko z expozice částicím  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  oxidu dusičitému a benzo[a]pyrenu. Koncentrace benzenu se budou pohybovat na hranici přijatelné míry rizika.

Jak vyplývá z vyhodnocení vlivů na lidské zdraví, realizace hodnocené změny ÚP SÚ hl. m. Prahy (ani v kumulaci obou změn) nezpůsobí rozpoznatelný nárůst zdravotního rizika, nevýznamný ve smyslu ohrožení zdraví.

Opatření pro další snížení dopadů změn na kvalitu ovzduší a s ní související míru zdravotního rizika jsou formulována v podkladové rozptylové studii [15].



#### 4. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

- [1] Havel B., Kazmarová H.: Autorizační návod AN 17/15: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší, SZÚ, 2015.
- [2] WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, WHO, 2006
- [3] WHO: WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, WHO, 2021
- [4] 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, Copenhagen, Denmark, 2013
- [5] WHO-IARC: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 109, Outdoor air pollution, 2015
- [6] US EPA: Integrated Risk Information System, Toxicological Review of Benzo(a)pyrene, 2017
- [7] Melichar, J., Máca, V. a kol.: Výpočetní metodika pro vyhodnocení celospolečenských dopadů znečištěného ovzduší modelem integrovaného hodnocení. Projekt TA02021165 Integrované hodnocení rizik a dopadů na materiály, ekosystémy a zdravotní stav populace v důsledku expozice atmosférickým znečišťujícími látkám. TA ČR, COŽP UK, Praha 2016
- [8] Provazník K., Cikrt M., Komárek L. a kol: Manuál prevence v lékařské praxi VIII., Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ, Praha, 2000
- [9] US EPA: Integrated Risk Information System (IRIS). <http://www.epa.gov/IRIS/>
- [10] WHO: Night noise Guidelines for Europe 2009, (<http://www.euro.who.int/pubrequest>)
- [11] ČSÚ: Veřejná databáze – Počet obyvatel, Pohlaví a věk (jednoletky), 2010 – 2019
- [12] ČSÚ: Zemřelí podle seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR, krajích a okresech (2010 – 2019)
- [13] ÚZIS: Hospitalizovaní v nemocnicích ČR (2016–2018)
- [14] ČSSZ: Nemocenská statistika
- [15] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro změnu ÚP SÚ hl. m. Prahy Z 3563/34 (Sídliště Barrandov) zkráceně pořizovanou, vlivy na kvalitu ovzduší. Praha, 2023.