



ZMĚNA PLATNÉHO ÚZEMNÍHO PLÁNU HL. M. PRAHY Č. Z 3807/29

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

Leden 2023

Změna platného územního plánu hl. m. Prahy č. Z 3807/29

Vlivy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší a hlukové zátěže

ZADAL:

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

ZPRACOVAL:

ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.

Roztylská 1860/1

148 00 Praha 4

e-mail: 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. Radek Jareš

Ing. Josef Martinovský



Leden 2023

O B S A H

ÚVOD	4
1. VLIVY NA MÍRU ZDRAVOTNÍHO RIZIKA Z EXPOZICE CHEMICKÝM LÁTKÁM V OVZDUŠÍ.....	5
1.1. Suspendované částice	6
1.2. Oxid dusičitý	8
1.3. Benzen	9
1.4. Benzo[a]pyren	10
2. VLIVY NA MÍRU ZDRAVOTNÍHO RIZIKA Z EXPOZICE HLUKU	11
3. METODIKY POUŽITÉ PRO VYHODNOCENÍ VLIVŮ VYBRANÝCH ZMĚN	13
3.1. Vlivy znečištění ovzduší na zdraví obyvatel	13
3.2. Vlivy hlukové zátěže na zdraví obyvatel.....	17
4. ZÁVĚREČNÉ SHRUTÍ.....	20
5. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ	21

Úvod

Předmětem předkládaného posouzení je vyhodnocení vlivů změny platného územního plánu sídelního útvaru hl. m. Prahy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší a hlukové zátěže. Konkrétně se jedná o změnu č. Z 3807/29.

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 souboru změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 29 na udržitelný rozvoj území*.

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.

Pro hodnocenou změnu ÚP SÚ hl. m. Prahy je proveden rozbor vlivů na míru zdravotních rizik z expozice chemickým látkám v ovzduší a hlukové zátěže. Kapitola 3 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 [25] je možné provést výpočet změn v ukazatelích zdravotních rizik po realizaci záměru, obsaženého v hodnocené vlně změn 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 [25], 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 [4] 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 [3] – 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 [4] 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 $8,8 \mu\text{g.m}^{-3}$. Na základě výsledků této analýzy pak byla stanovena směrná hodnota ve výši $10 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Doposud platná směrná hodnota $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ dle [2] 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 $20 \mu\text{g.m}^{-3}$. Imisní limit platný v ČR je stanoven ve výši $40 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Benzen

Benzen je prokázaný humánní karcinogen. V rámci tohoto vyhodnocení byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO ve výši $6 \times 10^{-6} (\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzenu $1 \mu\text{g.m}^{-3}$ 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 $87 \times 10^{-6} (\text{ng.m}^{-3})^{-1}$. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzo[a]pyrenu v 1ng.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 PM_{10} se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí $21 - 30 \mu\text{g.m}^{-3}$, v případě frakce $\text{PM}_{2,5}$ pak v rozmezí $14 - 17 \mu\text{g.m}^{-3}$. 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 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:

- suspendované částice $\text{PM}_{10} - 0,21 \mu\text{g.m}^{-3}$
- suspendované částice $\text{PM}_{2,5} - 0,05 \mu\text{g.m}^{-3}$

Počet obyvatel v lokalitách s uvedeným nárůstem lze odhadnout v řádu desítek, nejvýše nižších stovek. Následná kvantifikace účinků je provedena pro 500 obyvatel. V tabulce 1. je pak provedeno porovnání četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [5] (viz tab. 6.) na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 3.1.2.

Tab. 1. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Suspendované částice PM ₁₀		Z 3807/29
Změna imisní zátěže (μg.m ⁻³)		0,21
Počet obyvatel		500
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Výchozí stav	0,011735
	Stav se záměrem	0,011744
	Rozdíl	0,000009
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Výchozí stav	8,440212
	Stav se záměrem	8,451647
	Rozdíl	0,011435
Incidence chronické bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Výchozí stav	2,163005
	Stav se záměrem	2,166938
	Rozdíl	0,003934
Suspendované částice PM _{2,5}		Z 3807/29
Změna imisní zátěže (μg.m ⁻³)		0,05
Počet obyvatel		500
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Výchozí stav	4,6808
	Stav se záměrem	4,6821
	Rozdíl	0,0013
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Výchozí stav	19,2064
	Stav se záměrem	19,2072
	Rozdíl	0,0009
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	6,5144
	Stav se záměrem	6,5150
	Rozdíl	0,0006
Dny s omezenou aktivitou	Výchozí stav	7592,36
	Stav se záměrem	7594,05
	Rozdíl	1,69
Dny pracovní neschopnosti	Výchozí stav	2495,88
	Stav se záměrem	2496,42
	Rozdíl	0,53
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Výchozí stav	155,7242
	Stav se záměrem	155,7450
	Rozdíl	0,0208

Jak vyplývá z uvedené tabulky, pohybují se změny v míře zdravotního rizika vyjádřené jako kojenecká úmrtnost (imisní zátěž PM_{10}) v řádu miliontin nového případu v celé dotčené populaci. V případě úmrtnosti u dospělých nad 30 let se změna pohybuje nejvýše na úrovni tisícín nového případu na celou dotčenou populaci. 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 se nárůst pohybuje nejvýše na úrovni do 2 dnů na celou dotčenou populaci. 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 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 $22 - 28 \mu g \cdot m^{-3}$, tj. nad hranicí směrné hodnoty WHO. Nárůst koncentrací vlivem hodnocené změny bude nejvýše $0,025 \mu g \cdot m^{-3}$.

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 [5] (viz tab. 7.) na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 3.1.2.

Tab. 2. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Oxid dusičitý		Z 3807/29
Změna imisní zátěže ($\mu\text{g.m}^{-3}$)		0,025
Počet obyvatel		1000
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	13,2572
	Stav se záměrem	13,2578
	Rozdíl	0,0006
Úmrtnost u dospělých > 30 let	Výchozí stav	8,8415
	Stav se záměrem	8,8427
	Rozdíl	0,0012
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14	Výchozí stav	2,4305
	Stav se záměrem	2,4313
	Rozdíl	0,0008

Jak je zřejmé z uvedené tabulky, u míry zdravotního rizika vyjádřené jako úmrtnost u dospělých byl vypočten nárůst vlivem hodnocené změny v řádu tisícín nového případu. 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 v řádu desetitisícín. 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 $0,8 - 1,5 \mu\text{g.m}^{-3}$. Těmto hodnotám odpovídá míra karcinogenního rizika $4,8 - 9,0 \times 10^{-6}$. Jedná se tedy o hodnoty na hranici přijatelné míry rizika.

Vlivem hodnocené změny byl vypočten nejvyšší nárůst imisní zátěže do $0,009 \mu\text{g.m}^{-3}$. Této hodnotě odpovídá nárůst rizika výskytu zdravotních účinků z chronické expozice benzenu nejvýše $5,4 \times 10^{-8}$ (1 případ na více než 18,5 milionu obyvatel). Vzhledem k počtu zasažených obyvatel (nejvýše v řádu desítek až nižších 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 $0,8 - 1,2 \text{ ng.m}^{-3}$. 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 $0,0007 \text{ ng.m}^{-3}$. Tomuto nárůstu odpovídá zvýšení karcinogenního rizika $6,1 \times 10^{-8}$, což činí jeden případ na více než 16,4 milionu obyvatel. Vzhledem k velikosti dotčené populace (v řádu desítek až nižších stovek) se z hlediska vlivů na lidské zdraví jedná o hodnoty zcela nevýznamné.

2. VLIVY NA MÍRU ZDRAVOTNÍHO RIZIKA Z EXPOZICE HLUKU

V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty hlukové zátěže v obou hodnocených stavech, a to samostatně pro denní a noční dobu.

Tab. 3. Hluková zátěž ze silniční dopravy, výhled ÚPn – dopadající hluk [dB]

Bod	Výška [NP]	Výhled ÚPn					
		<i>L</i> _{Aeq, 6-22} [dB] – denní doba			<i>L</i> _{Aeq, 22-6} [dB] – noční doba		
		Bez změny	Po změně Z 3807/29	Rozdíl	Bez změny	Po změně Z 3807/29	Rozdíl
1	2	64,8	64,8	0,0	57,1	57,1	0,0
1	5	65,6	65,6	0,0	58,2	58,2	0,0
2	2	66,3	66,3	0,0	58,5	58,5	0,0
2	4	66,3	66,3	0,0	58,5	58,5	0,0
3	2	65,9	66,1	0,2	55,7	55,9	0,2
3	4	66,0	66,1	0,1	55,8	55,9	0,1
4	2	63,9	64,0	0,1	52,9	52,9	0,0
4	3	64,0	64,1	0,1	53,0	53,0	0,0
5	2	56,9	57,0	0,1	45,7	46,2	0,5
5	5	57,0	57,1	0,1	45,8	46,2	0,4
6	2	58,0	58,1	0,1	46,7	46,8	0,1
6	4	58,0	58,1	0,1	46,8	46,8	0,0
7	2	66,8	66,8	0,0	56,9	57,0	0,1
7	5	66,8	66,9	0,1	56,9	57,0	0,1
8	1	44,2	53,8	9,6	37,4	44,1	6,7
8	4	44,4	53,8	9,4	37,5	44,1	6,6

Na základě těchto výsledků hlukové studie byly kvantifikovány podíly obyvatel v pásmech hodnot nad hranicí doporučených expozičních hodnot, míra obtěžování hlukem, rušení spánku a výskytu ISCHS. Výpočet je sice zatížen poměrně významnou nejistotou, neboť nezohledňuje různou neprůzvučnost obvodového pláště budov, výskyt osob v místě bydliště a odlišnou vnímavost jedinců vůči hluku, přesto jej lze považovat za dostačující k vyhodnocení vlivu záměru. Stanovení počtu obyvatel pro vyhodnocení bylo provedeno na základě odhadu dle charakteru zástavby. Uvažovaný počet zahrnuje nejen obyvatele konkrétních objektů, pro které jsou vytvořeny výpočtové body, ale i případné vedlejší objekty, pro které jsou výsledky též reprezentativní. Celkový počet obyvatel, pro které bylo vyhodnocení účinků hlukové zátěže provedeno činí 750.

Tab. 4. Podíl obyvatel nad úrovní doporučených expozičních hodnot dle směrnic WHO

	Výchozí stav dle platného ÚP	Stav se změnou Z 3807/29	Rozdíl
Průměrný hluk den-večer-noc (%)	73,3	100,0	26,7
Noční hluk (%)	73,3	73,3	0,0

Tab. 5. Celkové hodnoty míry silného obtěžování, silného rušení při spánku a výskyt ICHS, počet obyvatel (z celkového počtu 750)

	Výchozí stav dle platného ÚP	Stav se změnou Z 3807/29	Rozdíl
Silné obtěžování	133	140	+7
Silné rušení spánku	33	38	+5
Výskyt ICHS	0,4565	0,4900	0,0335

Jak vyplývá z provedeného hodnocení, ve výchozím stavu bude podíl obyvatel nad hranicí doporučených expozičních hodnot pro průměrný hluk den-večer-noc i pro noční hluk 73,3 %. Vlivem záměru byl vypočten nárůst na 100 % u průměrného hluku den-večer-noc. V případě nočního hluku ke změně nedojde.

Počet silně obtěžovaných obyvatel se bude ve výchozím stavu pohybovat na úrovni 133 případů, vlivem hodnocené změny dojde k nárůstu o 7 případů. V případě silného rušení spánku bude počet obyvatel ve výchozím stavu 33, vlivem hodnocené změny dojde k nárůstu o 5 případů. Výskyt ICHS v dotčené populaci ve výchozím stavu byl vypočten na úrovni 0,4565 případů za rok, vlivem hodnocené změny dojde k navýšení na 0,4900 případů za rok. Tuto změnu lze vyjádřit také jako 1 nový případ za cca 30 let.

3. 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 [2], k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku [12] a odborné literatury [9]. 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.

3.1. Vlivy znečištění ovzduší na zdraví obyvatel

3.1.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

3.1.1.1. 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) [5]. 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 6. 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. 6. Faktory koncentrace – účinek – suspendované částice [5]

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

3.1.1.2. Oxid dusičitý

Projekt HRAPIE [5] uvádí následující hodnoty relativního rizika pro jednotlivé účinky dlouhodobé expozice NO₂.

Tab. 7. Faktory koncentrace – účinek – oxid dusičitý [5]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 µg.m ⁻³
NO ₂ roční průměr (nad 20 µg.m ⁻³)	úmrtnost u dospělých	> 30 let	B	1,055 (1,031 – 1,080)
NO ₂ roční průměr	prevalence bronchitidy u astmatických dětí	5-14	B	1,21 (0,99 – 1,06)
NO ₂ 24hod průměr	hospitalizace s respiračními chorobami	všichni	A	1,018 (1,0115 – 1,0245)

3.1.1.3. Benzen

Světová zdravotnická organizace uvádí pro benzen hodnotu jednotkového rakovinového rizika $UCR = 6 \times 10^{-6} (\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$. 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 µg.m ⁻³
10^{-6} (1 v 1 000 000)	0,16 µg.m ⁻³

Imisní limit je stanoven ve výši 5 µg.m⁻³, což odpovídá hodnotě karcinogenního rizika při celoživotní expozici na úrovni 3×10^{-5} .

3.1.1.4. 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 [3] 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 RfC^{24} ve výši 2 ng/m^3 , odvozenou s použitím vysokého faktoru nejistoty ze studie vývojové toxicity u potkanů [7].

3.1.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika

V případě hodnocení vlivů expozice suspendovaným částicím a oxidu dusičitému na základě hodnot relativního rizika dle projektu HRAPIE [5] je vyhodnocení v souladu s AN 17/15 [2] 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 [8]. Počet osob, dotčených daným účinkem, je pro látky s bezprahovým účinkem dán vztahem:

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

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 $\mu\text{g.m}^{-3}$
 - 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 $10 \mu\text{g.m}^{-3}$

U prahového účinku (NO_2 – úmrtnost u dospělých) je výpočet obdobný s tím, že efekt je uvažován až od hodnoty $20 \mu\text{g.m}^{-3}$. Dále, jak je z tabulek 1 a 2 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) [21,

22, 23, 24]. Chybějící hodnoty BGR (k bronchitidě) a hodnoty RGF byly převzaty z projektu HRAPIE [5].

Výchozí hodnoty pro kvantifikaci jednotlivých účinků vlivu imisní zátěže jsou uvedeny v následující tabulce. Hodnoty označené * byly převzaty z projektu HRAPIE [5], ostatní údaje jsou odvozeny z výše popsaných statistických dat pro hl. m. Prahu.

Tab. 8. Vstupní údaje pro kvantifikaci účinků znečištění ovzduší [5, 8, 21-24]

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

*) dle projektu HRAPIE [5]

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.

3.2. Vlivy hlukové zátěže na zdraví obyvatel

Pro kvantitativní vyhodnocení vlivů hluku ze silniční a železniční dopravy v řešeném území byly použity postupy, stanovené autorizačním návodem SZÚ [12] a vycházející z Annex III Směrnice komise (EU) 2020/367. Hodnocení je provedeno pro následující účinky hluku:

- vysoké obtěžování – hluk ze silniční a železniční dopravy

- vysoké rušení spánku – hluk ze silniční a železniční dopravy
- ischemickou chorobu srdeční (ICHS) – hluk ze silniční dopravy

Pro vysoké obtěžování a vysoké rušení spánku je stanoveno tzv. absolutní riziko, které je vyjádřeno jako podíl osob s daným účinkem v rámci celkového počtu exponovaných obyvatel v daném výpočtovém bodě či pásmu hlukové zátěže. Výpočtové rovnice jsou následující:

$$AR_{HA, \text{silnice}} = (78,927 - 3,1162 \times L_{dvn} + 0,0342 \times L_{dvn}^2) / 100$$

$$AR_{HSD, \text{silnice}} = (19,4321 - 0,9336 \times L_{dvn} + 0,0126 \times L_{dvn}^2) / 100$$

$$AR_{HA, \text{železnice}} = (38,1596 - 2,05538 \times L_{dvn} + 0,0285 \times L_{dvn}^2) / 100$$

$$AR_{HSD, \text{železnice}} = (67,5406 - 3,1852 \times L_{dvn} + 0,0391 \times L_{dvn}^2) / 100$$

kde:

$AR_{HA, \text{silnice}}$ = absolutní riziko pro vysoké obtěžování hlukem ze silniční dopravy

$AR_{HSD, \text{silnice}}$ = absolutní riziko pro vysoké rušení spánku hlukem ze silniční dopravy

$AR_{HA, \text{železnice}}$ = absolutní riziko pro vysoké obtěžování hlukem z železniční dopravy

$AR_{HSD, \text{železnice}}$ = absolutní riziko pro vysoké obtěžování hlukem z železniční dopravy

L_{dvn} = hlukový ukazatel den-večer-noc

L_n = hluk v noční době

Riziko vzniku ischemické choroby srdeční (ICHS) ve vztahu k hluku se kvantitativně vyjadřuje jako relativní riziko vztahující riziko v populaci exponované hluku k riziku v populaci hluku neexponované. Pro kvantifikaci je pak použit postup, založený na určení tzv. populační atributivní frakce, která se může skládat z exponovaných i neexponovaných osob, popřípadě mohou být exponované osoby vystaveny rizikovému faktoru v různé míře. Jednotlivým segmentům populace (vyjádřeným jako podíl z celkového počtu obyvatel řešeného území) je přiřazena expozice hluku ze silniční dopravy (L_{dvn}). Následně je pro každý segment určeno relativní riziko vzniku ICHS podle rovnic:

$$RR_{ICHS, \text{silnice}} = 1,007733L_{dvn} - 53 \dots \text{pro } L_{dvn} > 53 \text{ dB}$$

$$RR_{ICHS, \text{silnice}} = 1 \dots \text{pro } L_{dvn} \leq 53 \text{ dB}$$

kde:

$RR_{ICHS, \text{silnice}}$ = relativní riziko vzniku ICHS v populaci exponované hluku o dané L_{dvn}

Současně je pro každý segment populace určen podíl obyvatel v rámci řešeného území. Absolutní roční počet případů ICHS, odhadovaný jako následek hluku ze silniční dopravy v řešeném území je pak určen podle vzorce:

$$N = \sum_j (p_j \times (RR_j - 1)) / (\sum_j (p_j \times (RR_j - 1)) + 1) \times I \times P$$

kde:

p_j = podíl populace v daném segmentu

RR_j = relativní riziko vzniku ICHS v rámci daného segmentu populace

I = incidence ICHS v neovlivněné populaci, uvažována je hodnota 9,275 na 1000 osob a rok dle autorizačního návodu [12]

P = počet obyvatel v řešeném území

4. ZÁVĚREČNÉ SHRnutí

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 nezpůsobí rozpoznatelný nárůst zdravotního rizika.

V případě hlukové zátěže bylo na základě výsledků akustické studie [26] provedeno vyhodnocení vlivů posuzované změny na zatížení hlukem z automobilové dopravy. Jak ukazují výsledky hodnocení, není třeba očekávat nárůst míry zdravotního rizika významný ve smyslu ohrožení zdraví. Zvýšení výskytu ICHS o jeden případ vlivem hodnocených změn o jeden případ bylo vypočteno prakticky v řádu desítek let.

Celkově tedy lze konstatovat, že hodnocená změna způsobí jen velmi málo významný nárůst míry zdravotního rizika, nevýznamný ve smyslu ohrožení zdraví.

Opatření pro další snížení dopadů změn na kvalitu ovzduší a akustickou situaci a s ní související míru zdravotního rizika jsou formulována v podkladových studiích [25, 26].

5. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

- [1] SZÚ: Autorizační návod AN 15/04 verze 5: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ, Praha, 2020
- [2] Havel B., Kazmarová H.: Autorizační návod AN 17/15: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice chemickým látkám ve venkovním ovzduší, SZÚ, 2015.
- [3] WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005, WHO, 2006
- [4] WHO: WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, WHO, 2021
- [5] 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
- [6] WHO-IARC: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 109, Outdoor air pollution, 2015
- [7] US EPA: Integrated Risk Information System, Toxicological Review of Benzo(a)pyrene, 2017
- [8] 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
- [9] Provazník K., Cikrt M., Komárek L. a kol: Manuál prevence v lékařské praxi VIII., Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ, Praha, 2000
- [10] US EPA: Integrated Risk Information System (IRIS). <http://www.epa.gov/IRIS/>
- [11] WHO: Night noise Guidelines for Europe 2009, (<http://www.euro.who.int/pubrequest>)
- [12] SZÚ: Autorizační návod AN 15/04 verze 5: Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ, Praha, 2020.
- [13] Miedema, H. M. E.: Noise & Health: How Does Noise Affect Us?, The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, 2001
- [14] European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects: Position Paper on Dose-Effects Relationships for Night Time Noise, 2004
- [15] European Commission: Position paper on dose–response relationships between transportation noise and annoyance. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2002
- [16] European Environment Agency: Good practice guide on noise exposures and potential health effects. Copenhagen. 2010
- [17] Babisch W.: Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise Health 2008; 10:27-33

- [18] WHO: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Kodaň, 2018. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-forthe-european-region-2018>
- [19] SZÚ: Zdravotní účinky hluku. <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku>
- [20] Vandasová, Z., Fialová, A.: Vztahy mezi hlukovými ukazateli L_{dvn} a L_{dn}. <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/vztahy-mezi-hlukovymi-ukazateli-ldvn-a-ldn>
- [21] ČSÚ: Veřejná databáze – Počet obyvatel, Pohlaví a věk (jednoletky), 2010 – 2019
- [22] ČSÚ: Zemřelí podle seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR, krajích a okresech (2010 – 2019)
- [23] ÚZIS: Hospitalizování v nemocnicích ČR (2016–2018)
- [24] ČSSZ: Nemocenská statistika
- [25] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Změna platného územního plánu hl. m. Prahy č. Z 3807/29, vlivy na kvalitu ovzduší. Praha, 2023.
- [26] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Změna platného územního plánu hl. m. Prahy č. Z 3807/29, vlivy na akustickou situaci. Praha, 2023.