



VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA UDRŽITELNÝ ROZVOJ ÚZEMÍ PRO SOUBOR ZMĚN ÚP SÚ HL. M. PRAHY VLNY 25 ZKRÁCENĚ

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

DUBEN 2024

Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 25 zkráceně

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
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



Duben 2024

O B S A H

ÚVOD	4
1. Vlivy na míru zdravotního rizika z expozice chemickým látkám v ovzduší.....	5
2. Metodiky použité pro vyhodnocení vlivů vybraných změn	13
3. Závěrečné shrnutí.....	18
4. Seznam použitých podkladů	19

Úvod

Cílem předložené studie je posoudit vliv změn územního plánu sídelního útvaru hl. m. Prahy (dále jen „ÚP SÚ 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 navrhovanými změnami je uvedené v kapitole 1.1 *Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 25 zkráceně*.

Vyhodnocení je provedeno ve dvou lokalitách kumulativně pro souhrnný vliv změn:

- Oblast 1 – Z 3448/25, Z 3451/25, Z 3453/25, Z 3455/25
- Oblast 2 – Z 3449/25, Z 3450/25, Z 3452/25, Z 3454/25, Z 3456/25

Předložené posouzení je zpracováno pro potřeby vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území. Svým významem by mělo sloužit především k potřebám strategického plánování v předmětných územích.

Pro oba posuzované soubory změn ÚP SÚ hl. m. Prahy je proveden popis současného stavu kvality ovzduší (vzhledem ke směrným hodnotám WHO) a dále je proveden rozbor vlivů na míru zdravotních rizik z expozice chemickým látkám v ovzduší. Kapitola 2 popisuje metodiky použití pro vyhodnocení vlivů vybraných změn ÚP.

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

1.1. Hodnocené ukazatele

Na základě výpočtu změn v imisní zátěži [14] je možné provést výpočet změn v ukazatelích zdravotních rizik po realizaci záměrů, obsažených 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

1.1.1. 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.

Pro **chronickou expozici** uvádí WHO [3] směrnou hodnotu průměrné roční koncentrace PM_{10} ve výši $15 \mu g \cdot m^{-3}$ a částic $PM_{2,5}$ ve výši $5 \mu g \cdot m^{-3}$.

1.1.2. Oxid dusičitý

Z **chronických účinků** NO_2 jsou nejčastěji popisovány strukturální plicní změny a zvýšení vnímavosti vůči bakteriím a virovým infekcím.

Pro **chronickou expozici** uvádí WHO [3] směrnou hodnotu průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého ve výši $10 \mu g \cdot m^{-3}$.

1.1.3. Benzen

Benzen je prokázaný humánní karcinogen. V rámci tohoto vyhodnocení byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO ve výši $6 \times 10^{-6} (\mu g \cdot m^{-3})^{-1}$. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzenu $1 \mu g \cdot m^{-3}$ 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 vlastně 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} .

1.1.4. Benzo[a]pyren

Pro vyhodnocení rizika z expozice B[a]P byla použita hodnota jednotkového rizika stanovená WHO pro celoživotní expozici ve výši $8,7 \times 10^{-5} \text{ (ng.m}^{-3}\text{)}^{-1}$. Tato hodnota znamená, že koncentrace benzo[a]pyrenu v 1 ng.m^{-3} zvyšuje (při celoživotní expozici – po dobu 70 let) riziko výskytu rakoviny o 8,7 případů na 100 tisíc osob. Nejvyšší přijatelné riziko je opět uvažováno v řádu 10^{-6} .

1.2. Charakteristika obytné zástavby

Pro účely předkládaného hodnocení byla vytvořena vektorová vrstva zástavby s uvedením počtu obyvatel pro jednotlivé objekty na základě údajů z katastru a poměru počtu obyvatel na byt po jednotlivých ZSJ. Hodnocení je provedeno pro území, které odpovídá výřezu v grafických výstupech podkladové rozptylové studie [14]. Počet obyvatel v takto vymezeném výřezu ve stávající okolní obytné zástavbě činí:

Oblast 1 – 22 130 obyvatel

Oblast 2 – 31 235 obyvatel

Pomocí nástrojů GIS byly počty obyvatel z uvedené vektorové vrstvy převedeny do vrstev imisních polí jednotlivých imisních charakteristik a sumarizovány podle pásem hodnot odpovídajícím grafickým výstupům.

1.3. Změny Z 3448/25, Z 3451/25, Z 3453/25, Z 3455/25

1.3.1. Suspendované částice

Koncentrace částic PM_{10} se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí $19\text{--}24 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$, v případě frakce $\text{PM}_{2,5}$ pak přibližně $14\text{--}15 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$. 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 souboru hodnocených změn v prostoru zástavby byl vypočten na úrovni:

- suspendované částice PM_{10} – $0,18 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$
- suspendované částice $\text{PM}_{2,5}$ – $0,06 \text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$

V tabulce 1. je pak provedeno porovnání četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] (viz tab. 21.) na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.5.

Tab. 1. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Suspendované částice PM ₁₀		Z 3448/25, Z 3451/25, Z 3453/25, Z 3455/25
Počet obyvatel		22 130
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Výchozí stav	0,502504
	Stav se záměrem	0,502511
	Rozdíl	0,000007
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Výchozí stav	351,6276
	Stav se záměrem	351,6368
	Rozdíl	0,0092
Incidence chronické bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Výchozí stav	88,1884
	Stav se záměrem	88,1916
	Rozdíl	0,0032
Suspendované částice PM _{2,5}		Z 3448/25, Z 3451/25, Z 3453/25, Z 3455/25
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Výchozí stav	204,1063
	Stav se záměrem	204,1133
	Rozdíl	0,0070
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Výchozí stav	848,0645
	Stav se záměrem	848,0691
	Rozdíl	0,0046
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	286,9271
	Stav se záměrem	286,9303
	Rozdíl	0,0032
Dny s omezenou aktivitou	Výchozí stav	332 092,3
	Stav se záměrem	332 101,3
	Rozdíl	9,0
Dny pracovní neschopnosti	Výchozí stav	109 224,9
	Stav se záměrem	109 227,7
	Rozdíl	2,8
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Výchozí stav	6843,7697
	Stav se záměrem	6843,8807
	Rozdíl	0,1110

Jak vyplývá z uvedené tabulky, pohybují se změny v míře zdravotního rizika vyjádřené jako kojenecká úmrtnost (imisní zátěž PM₁₀) 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. Jedná se o hodnoty teoretické, které se reálně neprojeví.

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

1.3.2. Oxid dusičitý

Koncentrace oxidu dusičitého se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí cca 18–20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. 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 oxid dusičitý. Je to situace typická pro celé území hl. m. Prahy a dalších velkých měst. Nejvyšší nárůst koncentrací vlivem souboru hodnocených změn v prostoru zástavby byl vypočten na úrovni 0,10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

V následující tabulce je provedeno vyhodnocení změn v četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.5.

Tab. 2. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Oxid dusičitý		Z 3448/25, Z 3451/25, Z 3453/25, Z 3455/25
Počet obyvatel		22 130
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	288,6731
	Stav se záměrem	288,6814
	Rozdíl	0,0083
Úmrtnost u dospělých > 30 let	Výchozí stav	187,4171
	Stav se záměrem	187,4171
	Rozdíl	0,0000
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14	Výchozí stav	47,1253
	Stav se záměrem	47,1370
	Rozdíl	0,0117

Jak je zřejmé z uvedené tabulky, u míry zdravotního rizika vyjádřené jako úmrtnost u dospělých nebyla vypočtena žádná změna, a to vzhledem k celkovým koncentracím pod hranicí 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, nad kterou se zvýšení úmrtnosti začíná projevovat. Hodnocený soubor změn se tedy nijak pozorovatelně neprojeví v míře zdravotního rizika v zájmovém území.

1.3.3. Benzen

Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, lze v zástavbě v hodnoceném území očekávat ve výchozím stavu hodnoty na úrovni $0,75\text{--}0,90\ \mu\text{g.m}^{-3}$. Tomuto rozpětí odpovídá míra karcinogenního rizika $4,5\text{--}5,4 \times 10^{-6}$. Jedná se tedy o hodnoty na hranici přijatelné míry rizika.

Vlivem hodnoceného souboru změn byl vypočten nejvyšší nárůst imisní zátěže v obytné zástavbě do $0,007\ \mu\text{g.m}^{-3}$. Této hodnotě odpovídá nárůst rizika výskytu zdravotních účinků z chronické expozice benzenu nejvýše $4,2 \times 10^{-8}$ (1 případ na více než 23,8 milionů obyvatel). Vzhledem k počtu zasažených obyvatel lze konstatovat, že vypočtené změny zdravotních rizik ve smyslu ohrožení zdraví jsou zcela nevýznamné.

1.3.4. Benzo[a]pyren

Jak vyplývá z výsledků rozptylové studie, ve výchozím stavu byly v zástavbě ve výpočtové oblasti vypočteny hodnoty $0,7\text{--}0,9\ \text{ng.m}^{-3}$. 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 hodnoceného souboru změn lze v prostoru zástavby očekávat nejvyšší nárůst koncentrace benzo[a]pyrenu do $0,005\ \text{ng.m}^{-3}$. Tomuto nárůstu odpovídá zvýšení karcinogenního rizika $4,35 \times 10^{-7}$, což činí jeden případ na téměř 2,3 milionu obyvatel. Vzhledem k velikosti dotčené populace se z hlediska vlivů na lidské zdraví jedná o hodnoty nevýznamné.

1.4. Změny Z 3449/25, Z 3450/25, Z 3452/25, Z 3454/25, Z 3456/25

1.4.1. Suspendované částice

Koncentrace částic PM_{10} se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí $18\text{--}28\ \mu\text{g.m}^{-3}$, v případě frakce $\text{PM}_{2,5}$ pak přibližně $13\text{--}16\ \mu\text{g.m}^{-3}$. 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 souboru hodnocených změn v prostoru zástavby byl vypočten na úrovni:

- suspendované částice PM_{10} – $0,17\ \mu\text{g.m}^{-3}$
- suspendované částice $\text{PM}_{2,5}$ – $0,05\ \mu\text{g.m}^{-3}$

V tabulce 3. je pak provedeno porovnání četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.5.

Tab. 3. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Suspendované částice PM ₁₀		Z 3449/25, Z 3450/25, Z 3452/25, Z 3454/25, Z 3456/25
Počet obyvatel		31 235
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Výchozí stav	0,707558
	Stav se záměrem	0,707661
	Rozdíl	0,000102
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Výchozí stav	494,0994
	Stav se záměrem	494,2324
	Rozdíl	0,1330
Incidence chronické bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Výchozí stav	123,7154
	Stav se záměrem	123,7612
	Rozdíl	0,0458
Suspendované částice PM _{2,5}		Z 3449/25, Z 3450/25, Z 3452/25, Z 3454/25, Z 3456/25
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Výchozí stav	288,1992
	Stav se záměrem	288,2029
	Rozdíl	0,0037
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Výchozí stav	1197,0624
	Stav se záměrem	1197,0648
	Rozdíl	0,0024
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	405,0316
	Stav se záměrem	405,0333
	Rozdíl	0,0017
Dny s omezenou aktivitou	Výchozí stav	468 876,3
	Stav se záměrem	468 881,1
	Rozdíl	4,8
Dny pracovní neschopnosti	Výchozí stav	154 211,0
	Stav se záměrem	154 212,5
	Rozdíl	1,5
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Výchozí stav	9661,3715
	Stav se záměrem	9661,4303
	Rozdíl	0,0588

Jak vyplývá z uvedené tabulky, pohybují se změny v míře zdravotního rizika vyjádřené jako kojenecká úmrtnost (imisi zátěž PM₁₀) na úrovni okolo jedné desetitisíciny nového případu v celé dotčené populaci. V případě úmrtnosti u dospělých nad 30 let se změna pohybuje nejvýše v řádu tisícín nového případu. Jedná se o hodnoty teoretické, které se reálně neprojeví.

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

1.4.2. Oxid dusičitý

Koncentrace oxidu dusičitého se v zástavbě v zájmovém území bude ve výchozím stavu pohybovat v rozmezí cca 16–23 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. 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 oxid dusičitý. Je to situace typická pro celé území hl. m. Prahy a dalších velkých měst. Nejvyšší nárůst koncentrací vlivem souboru hodnocených změn v prostoru zástavby byl vypočten na úrovni 0,08 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

V následující tabulce je provedeno vyhodnocení změn v četnosti výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [4] na základě výpočetního postupu uvedeného v kap. 2.5.

Tab. 4. Vyhodnocení změn zdravotního rizika v zájmovém území

Oxid dusičitý		Z 3449/25, Z 3450/25, Z 3452/25, Z 3454/25, Z 3456/25
Počet obyvatel		31 235
Hospitalizace s respiračními chorobami	Výchozí stav	407,8056
	Stav se záměrem	407,8217
	Rozdíl	0,0161
Úmrtnost u dospělých > 30 let	Výchozí stav	264,9438
	Stav se záměrem	264,9537
	Rozdíl	0,0100
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14	Výchozí stav	67,0278
	Stav se záměrem	67,0505
	Rozdíl	0,0227

Jak je zřejmé z uvedené tabulky, u míry zdravotního rizika vyjádřené jako úmrtnost u dospělých byla vypočtena změna na úrovni jedné setiny nového případu v celé dotčené populaci. Hodnocený soubor změn se tedy nijak pozorovatelně neprojeví v míře zdravotního rizika v zájmovém území.

1.4.3. Benzen

Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, lze v zástavbě v hodnoceném území očekávat ve výchozím stavu hodnoty na úrovni $0,65\text{--}0,95\ \mu\text{g.m}^{-3}$. Tomuto rozpětí odpovídá míra karcinogenního rizika $3,9\text{--}5,7 \times 10^{-6}$. Jedná se tedy o hodnoty na hranici přijatelné míry rizika.

Vlivem hodnoceného souboru změn byl vypočten nejvyšší nárůst imisní zátěže v obytné zástavbě do $0,004\ \mu\text{g.m}^{-3}$. Této hodnotě odpovídá nárůst rizika výskytu zdravotních účinků z chronické expozice benzenu nejvýše $2,4 \times 10^{-8}$ (1 případ na více než 41,6 milionů obyvatel). Vzhledem k počtu zasažených obyvatel lze konstatovat, že vypočtené změny zdravotních rizik ve smyslu ohrožení zdraví jsou zcela nevýznamné.

1.4.4. Benzo[a]pyren

Jak vyplývá z výsledků rozptylové studie, ve výchozím stavu byly v zástavbě ve výpočtové oblasti vypočteny hodnoty $0,60\text{--}1,05\ \text{ng.m}^{-3}$. 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 hodnoceného souboru změn lze v prostoru zástavby očekávat nejvyšší nárůst koncentrace benzo[a]pyrenu do $0,003\ \text{ng.m}^{-3}$. Tomuto nárůstu odpovídá zvýšení karcinogenního rizika $2,61 \times 10^{-7}$, což činí jeden případ na více než 3,8 milionu obyvatel. Vzhledem k velikosti dotčené populace 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 využívá autorizační návod 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.

V souladu s Autorizačním návodem AN 17/15 je pak hodnocení členěno do následujících částí:

- podklady pro hodnocení expozice obyvatel, zahrnující též identifikaci hodnocených znečišťujících látek a podklady pro stanovení imisního pozadí
- charakteristika obytné zástavby v okolí záměru
- identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek
- vyhodnocení expozice a charakterizace rizik
- nejistoty v hodnocení
- závěr

2.1. 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 5. 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. 5. Faktory koncentrace – účinek – suspendované částice [4]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 µg.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)

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$
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 [5] jako prokázané lidské karcinogeny.

2.2. Oxid dusičitý

Projekt HRAPIE [4] dále uvádí následující hodnoty relativního rizika pro jednotlivé účinky dlouhodobé expozice NO₂. Charakteristika hodnot a použitého zdroje dat je uvedena v předchozí kapitole.

Tab. 6. Faktory koncentrace – účinek – oxid dusičitý [4]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$
NO ₂ roční průměr (nad 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$)	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)

2.3. 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 pak lze stanovit míru karcinogenního rizika v závislosti na koncentraci této látky ve volném ovzduší:

Pravděpodobnost výskytu leukémie
 10^{-5} (1 v 100 000)
 10^{-6} (1 v 1 000 000)

Koncentrace
 1,6 $\mu\text{g.m}^{-3}$
 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 3×10^{-5} .

2.4. 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 benzo[a]pyren ve výši $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

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

2.5. 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 (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 5 a 6 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 počítáno přímo s ročním průměrem. Hodnoty AGF a převážná většina hodnot BGR byla určena na základě dat Českého statistického ústavu (ČSÚ), Ústavu zdravotnických informací a statistiky (ÚZIS) a České správy sociálního zabezpečení (ČSSZ) pro hl. m. Prahu a Středočeský kraj, 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) [10, 11, 12, 13]. Chybějící hodnoty BGR (k bronchitidě) a hodnoty RGF byly převzaty z 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 SHRNU TÍ

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 v obou oblastech s hodnocenými změnami 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 obou souborů změn ÚP SÚ hl. m. Prahy nezpůsobí rozpoznatelný nárůst zdravotního rizika. Opatření pro snížení dopadů změn na kvalitu ovzduší a s ní související míru zdravotního rizika jsou formulována v podkladové rozptylové studii [14].

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_{2.5} and PM₁₀), 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] ČSÚ: Veřejná databáze – Počet obyvatel, Pohlaví a věk (jednoletky), 2010–2019
- [11] ČSÚ: Zemřelí podle seznamu příčin smrti, pohlaví a věku v ČR, krajích a okresech (2010–2019)
- [12] ÚZIS: Hospitalizovaní v nemocnicích ČR (2016–2018)
- [13] ČSSZ: Nemocenská statistika
- [14] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 25 zkráceně. Vlivy na kvalitu ovzduší. Praha, 2024.