



**VYHODNOCENÍ VLIVŮ
CELOMĚSTSKY VÝZNAMNÉ ZMĚNY
ÚZEMNÍHO PLÁNU HL. M. PRAHY
Z 3125/00**

podle § 19 odst. 2 zák. 183/2006 Sb.

VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA VEŘEJNÉ ZDRAVÍ

ČERVEN 2022

Vyhodnocení vlivů celoměstsky významné změny územního plánu hl. m. Prahy Z 3125/00

podle § 19 odst. 2 zák. 183/2006 Sb.

Vyhodnocení vlivů na veřejné zdraví

ZADAL:

Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy
Vyšehradská 57
128 00 Praha 2

ZPRACOVAL:

ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.
Rožtylská 1860/1
148 00 Praha 4
e-mail: atem@atem.cz
tel.: 241 494 425

VYPRACOVAL:

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 2022

O B S A H

Ú V O D	4
1. METODIKA HODNOCENÍ	5
2. PODKLADY PRO HODNOCENÍ EXPOZICE	6
3. CHARAKTERISTIKA OBYTNÉ ZÁSTAVBY V OKOLÍ ZÁMĚRU	7
4. VLIVY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVÍ OBYVATEL	8
4.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek	8
4.1.1. Suspendované částice	8
4.1.2. Oxid dusičitý	11
4.1.3. Benzo[a]pyren	13
4.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika	13
4.2.1. Suspendované částice	15
4.2.2. Oxid dusičitý	18
4.2.3. Benzo[a]pyren	19
4.3. Nejistoty v hodnocení	20
5. VLIVY HLUKU NA ZDRAVÍ OBYVATEL.....	22
5.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek	22
5.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika	26
5.3. Nejistoty v hodnocení	27
Z Á V Ě R	29
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	30

Ú V O D

Cílem předložené studie je vyhodnocení vlivů změny platného ÚP SÚ hl. m. Prahy č. Z 3125/00 na zdraví obyvatel žijících v dotčené lokalitě. Posuzovaná změna především aktualizuje vymezení Městského okruhu v platném ÚP SÚ hl. m. Prahy v úseku mezi Pelc Tyrolkou, Balabenkou a Rybníčky. Změna dílčím způsobem upravuje koncepci dopravní infrastruktury novým uspořádáním vybrané komunikační sítě vyplývající ze změny podoby Městského okruhu, které přesouvá převážnou část Městského okruhu z povrchu do tunelů. S jiným pojetím vedení Městského okruhu souvisí i úprava mimoúrovňových křižovatek a navazující vazby do území včetně vyvolaných úprav dotčených ploch s rozdílným způsobem využití.

Při posuzování možných vlivů na zdraví dotčené populace je nutno brát v úvahu obecně všechny faktory, které mohou mít dopad na lidské zdraví. Posuzovaný záměr nebude významným zdrojem elektromagnetického záření. V souvislosti s jeho realizací se nepředpokládá kontaminace zdrojů vod chemickými látkami ani patogenními organismy či jejich toxiny. Hlavními faktory, které mohou být realizací záměru významněji ovlivněny, budou tedy **hluk a znečištění ovzduší**.

Hodnocení je provedeno pro účinky znečištění ovzduší oxidem dusičitým, suspendovanými částicemi frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} a benzo[a]pyrenem a pro účinky hlukové zátěže ve stavu se změnou Z 3125/00.

Podkladovými materiály pro vyhodnocení vlivů záměru na veřejné zdraví jsou rozptylová studie, kterou zpracovala společnost ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o. [25] a hluková studie, kterou zpracovala společnost PUDIS a. s. [26].

V předkládaném hodnocení jsou uvažovány vlivy působící při běžném provozu – jeho výsledky není možno vztáhnout na případy zvláštních situací, včetně havárií.

1. METODIKA HODNOCENÍ

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 (látky 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. PODKLADY PRO HODNOCENÍ EXPOZICE

Hodnocení vlivů imisní a hlukové zátěže ve stavu se změnou Z 3125/00 na zdraví obyvatel vychází ze zpracované rozptylové [25] a hlukové studie [26]. Tyto studie jsou tedy základním a jediným podkladem pro hodnocení expozice obyvatel.

V rozptylové studii a následně i v předkládaném hodnocení jsou posuzovány úrovně průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého, suspendovaných částic frakcí PM_{10} a $PM_{2,5}$ a benzo[a]pyrenu. Výběr látek lze považovat za dostatečně reprezentativní a vhodný pro posouzení očekávané imisní zátěže pro dlouhodobý výhled naplnění ÚP SÚ hl. m. Prahy.

Podkladová rozptylová studie hodnotí znečištění ovzduší pomocí modelových výpočtů zahrnující všechny zdroje působící v řešené oblasti včetně přenosu znečištění z okolních a vzdálenějších oblastí. Zohledňují tedy i vliv tzv. imisního pozadí – jako imisní pozadí je označována ta část koncentrace znečišťující látky, která není výpočtem zohledněna a musí být tedy přičtena, v daném případě však byly modelovány kompletní koncentrace a další hodnota se k nim tedy již nepřičítá.

Stejně tak akustická studie je zpracována pro celou výpočetní oblast. Jako zdroje hluku byla uvažována automobilová doprava. Zpracovatelem akustické studie byly předány polygonové vrstvy reprezentující pásma hlukové zátěže (v kroku 5 dB) samostatně pro denní a noční hluk. Z těchto deskriptorů byl následně odvozen deskriptor L_{dvn} pro kvantifikaci některých účinků hlukové zátěže.

Pro kvantifikaci účinků byla ze studie [27] převzata vrstva obytné zástavby obsahující údaj o počtu obyvatel pro daný výpočtový stav, tedy období naplnění platného územního plánu.

3. CHARAKTERISTIKA OBYTNÉ ZÁSTAVBY V OKOLÍ ZÁMĚRU

Pro potřeby kvantifikace účinků imisní zátěže byla použita vektorová vrstva zástavby přejatá z projektu [27], obsahující údaj o počtu obyvatel na území celého hl. m. Prahy pro výhledový horizont naplnění platného ÚP SÚ hl. m. Prahy. Celkový počet obyvatel Prahy v tomto výhledovém časovém horizontu činí 1 517 767.

V oblasti pokryté modelovými výpočty imisní zátěže počet obyvatel ve výhledovém horizontu bude činit 410 635.

Pomocí nástrojů GIS byl stanoven počet obyvatel v pásmech imisní zátěže pro jednotlivé znečišťující látky ve stavu s hodnocenou změnou Z 3125/00.

V případě kvantifikace účinků hlukové zátěže bylo hodnocení provedeno taktéž plošně jako u imisní zátěže, nicméně v mírně odlišném výřezu území. Celkový počet obyvatel v oblasti pokryté akustickou studií činí 419 200.

V rámci hodnocení jsou tak uvažováni jak obyvatelé žijící ve stávající obytné zástavbě, tak i obyvatelé žijící v oblastech rozvojových ploch dle platného ÚP SÚ hl. m. Prahy.

4. VLIVY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ZDRAVÍ OBYVATEL

4.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

4.1.1. Suspendované částice

Suspendované částice v ovzduší představují složitou směs organických a anorganických látek, jejíž složky mají rozmanité chemické a fyzikální vlastnosti. Jsou produkovány jak ve venkovním, tak i ve vnitřním prostředí. Jsou tedy důležitým faktorem, který způsobuje zhoršení zdravotního stavu.

Suspendované částice mají různou velikost, hmotnost a složení. Obecně je možné konstatovat, že:

- při spalování pevných paliv bez odlučovačů převažují v emisích částice s aerodynamickým průměrem nad 10 μm , při spalování kapalných paliv je zastoupení těchto částic menší, avšak rovněž významné. S účinností odlučovače se zastoupení „hrubších frakcí“ výrazně snižuje, neboť tato zařízení odstraňují nejúčinněji právě velké částice prachu.
- ve zvířeném prachu v okolí silnic a průmyslových areálů lze obecně předpokládat nízké zastoupení jemných částic, podíl jednotlivých velikostních frakcí je však závislý na složení usazených částic, které byly zvířeny.
- v emisích z výfuků motorových vozidel jednoznačně dominují jemné částice do 2,5 μm (podíl částic se pohybuje okolo 90 %), většina emitovaných částic je menších než 1 μm .
- rovněž naprostá většina aerosolů vzniklých sekundárně v ovzduší (kondenzací plyných látek) je tvořena převážně jemnými částicemi do 2,5 μm [3].

Různé charakteristiky suspendovaných částic se mohou vztahovat k rozdílným vlivům na zdraví – záleží na velikosti, fyzikálních charakteristikách a chemickém složení. K obecnému (indikačnímu) hodnocení se proto používají epidemiologické ukazatele mortality (úmrtnosti) a morbidity (nemocnosti).

Světová zdravotnická organizace (WHO) vydala v roce 2021 nové Směrnice pro kvalitu ovzduší [4], které do značné míry nahrazují dosavadní směrnice, vydané v roce 2005 [3]. Expozice suspendovaným částicím podle WHO [4] zvyšuje riziko mortality na následující diagnózy:

- dlouhodobé koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ – s vysokou jistotou u nemocí oběhové soustavy (zejména ischemické choroby srdeční) a rakoviny plic, se střední jistotou u nezhoubných onemocnění dýchacích cest,
- dlouhodobé koncentrace PM_{10} – s vysokou jistotou u nezhoubných onemocnění dýchacích cest a rakoviny plic a se střední jistotou u ischemické choroby srdeční,

- krátkodobé koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ – s vysokou jistotou u kardiovaskulárních onemocnění a se střední jistotou u cerebrovaskulárních chorob a nezhoubných onemocnění dýchacích cest.

Vliv dlouhodobých koncentrací suspendovaných částic na výskyt kardiovaskulárních chorob je obecně konzistentnější u frakce $PM_{2,5}$ než u PM_{10} . Podobně bylo u částic $PM_{2,5}$, ale nikoli u PM_{10} , nalezeno signifikantně zvýšené riziko mrtvice. Další poznatky ukazují na kauzální vztah expozice znečištění částicemi $PM_{2,5}$ a akutní infekce dolních cest dýchacích, chronické obstrukční plicní nemoci, diabetu II. typu a novorozenecké úmrtnosti z důvodu nízké porodní hmotnosti a předčasného porodu. Důkladně zkoumán byl také vztah mezi suspendovanými částicemi a výskytem rakoviny plic, přičemž bylo konstatováno, že riziko úmrtí na tento druh rakoviny bylo signifikantně spojeno se znečištěním částicemi $PM_{2,5}$ i PM_{10} [4]. V roce 2015 byly suspendované částice vyhodnoceny Mezinárodní agenturou WHO pro výzkum rakoviny IARC [6] jako prokázané lidské karcinogeny.

Pro krátkodobou expozici uvádí WHO vzestup celkové mortality o 0,65 % při zvýšení 24hodinové koncentrace $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g.m}^{-3}$. Pro chronickou expozici se uvádí nárůst mortality o 8 % při zvýšení průměrných ročních koncentrací $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g.m}^{-3}$; pro PM_{10} pak o 4 % při zvýšení průměrných ročních koncentrací PM_{10} o $10 \mu\text{g.m}^{-3}$.

V posledních několika dekádách došlo v rozvinutých zemích k snížení úrovně imisní zátěže suspendovanými částicemi, díky čemuž bylo možné podrobněji prozkoumat účinky na zdraví i při nižších úrovních jejich koncentrací. V případě průměrných ročních koncentrací částic $PM_{2,5}$ byla prokázána souvislost mezi expozicí a úmrtností i pod úrovní $10 \mu\text{g.m}^{-3}$, a to až k velmi nízkým hodnotám expozice, navíc se u nižších hodnot expozice prokázal strmější (supralineární) růst rizika. Negativní vliv na zdraví byl pozorován již v nejnižších percentilech naměřených hodnot. Z tohoto důvodu WHO zvolila výchozí hladinu pro určení směrných hodnot na úrovni 5. percentilu hodnot naměřených dle použitých podkladových studií, který u $PM_{2,5}$ činí $4,2 - 4,9 \mu\text{g.m}^{-3}$, v případě PM_{10} pak $15,1 \mu\text{g.m}^{-3}$. Směrné hodnoty pro krátkodobé (24hodinové) koncentrace byly kromě údajů o prokázaných zdravotních účincích stanoveny též na základě vztahu mezi 24hodinovými koncentracemi a jejich ročními průměry.

Ve výsledku uvádí WHO [4] následující směrné hodnoty pro suspendované částice:

- částice $PM_{2,5}$ – $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ pro 24hodinové koncentrace
- částice PM_{10} – $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a $45 \mu\text{g.m}^{-3}$ 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 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pro roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$, resp. PM_{10} a 25 resp. 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pro 24hodinové hodnoty – aktuálně odpovídají 4. přechodnému cíli.

Imisní limity jsou v ČR stanoveny pro suspendované částice PM_{10} ve výši 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pro průměrné roční koncentrace a 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pro 24-hodinové hodnoty (s tolerovaným počtem 35 překročení v roce). Pro částice $\text{PM}_{2,5}$ je stanoven pouze limit pro průměrné roční koncentrace, a to ve výši 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$.

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, popsány v kap. 4.2.

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 1. 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. 1. Faktory koncentrace – účinek – suspendované částice [5]

Imisní veličina	Zdravotní účinek	Segment populace	Skupina	RR při zvýšení koncentrace o 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$
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

4.1.2. Oxid dusičitý

Oxid dusičitý (NO₂) patří mezi nejčastěji sledované škodliviny při hodnocení vlivů spalovacích zdrojů (tj. zejména automobilové dopravy a vytápění budov) na kvalitu ovzduší a zdraví obyvatel. Ze zdrojů je emitován převážně oxid dusnatý (NO), který se ve vzduchu postupně oxiduje na NO₂, v malé míře je emitován přímo NO₂.

Při vstupu oxidu dusičitého do dýchacích cest je nejcitlivější oblastí průdušnice s průduškami a dále plicní sklípky (alveoly), kde dochází k náhradě alveolárního epitelu I. typu buňkami odolnějšími proti okysličování, které s narůstající koncentrací NO₂ postupně navíc hypertrofují. To vede ke snížení odolnosti plicní tkáně vůči infekcím.

Expozice oxidu dusičitému podle WHO [4] zvyšuje riziko mortality na následující diagnózy:

- dlouhodobé koncentrace NO₂ – s vysokou jistotou u chronické obstrukční plicní nemoci, střední jistotou u nezhoubných onemocnění dýchacích cest a akutní infekce dolních cest dýchacích; včetně úmrtnosti dětí,
- krátkodobé (24-hodinové) koncentrace NO₂ – s vysokou jistotou u celkové mortality bez rozlišení příčin (vyjma úrazů) a rovněž u hospitalizací z důvodu astmatu.

V metaanalýze provedené WHO [4] byl nalezen vztah mezi dlouhodobou expozicí NO₂ 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 µg.m⁻³. Na základě výsledků této analýzy pak byla stanovena směrná hodnota ve výši 10 µg.m⁻³.

Doposud platná směrná hodnota 40 µg.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 µg.m⁻³. Imisní limit platný v ČR je stanoven ve výši 40 µg.m⁻³.

Co se týče krátkodobých expozic NO₂, pro hodinové koncentrace WHO uvádí, že zůstává v platnosti doporučení dle předchozí směrnice [2], která uvádí směrnou koncentraci ve výši 200 µg.m⁻³. Pod touto úrovní nebyly prokázány žádné účinky krátkodobých expozic NO₂, většina studií pak poukazuje na vznik zdravotního efektu až při hodnotách nad 500 µg.m⁻³. Naopak při vyšších koncentracích lze účinky považovat za prokázané. Česká legislativa stanovuje imisní limit pro hodinové koncentrace NO₂ na úrovni 200 µg.m⁻³.

Aktuální směrnice [4] se pak podrobně věnuje problematice 24hodinových koncentrací NO₂, kde opět shledává dostatečně prokázaným vztah vůči celkové mortalitě i při velmi nízkých hodnotách expozice. Směrná hodnota pro 24hodinové koncentrace NO₂ pak byla obdobně jako v případě suspendovaných částic odvozena s přihlédnutím k vztahu mezi 24hodinovými a ročními hodnotami, a to ve výši 25 µg.m⁻³.

Projekt HRAPIE [5] dále uvádí následující hodnoty relativního rizika pro jednotlivé účinky dlouhodobé expozice NO₂. Charakteristika hodnot a použitého zdroje dat je uvedena v předchozí kapitole.

Tab. 2. 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)

4.1.3. Benzo[a]pyren

Skupina polyaromatických uhlovodíků (PAH) zahrnuje několik set sloučenin, které vznikají zejména při nedokonalém spalování organického materiálu. Hlavními účinky na zdraví lidí jsou mutagenita a karcinogenita, naopak systémově toxické účinky jsou pravděpodobně malé (testováno na zvířatech). U řady PAH s vyšším bodem varu se považují za prokázané vlivy mutagenita a karcinogenita, přičemž benzo[a]pyren je jednou ze sloučenin, u kterých byla zjištěna nejsilnější karcinogenita.

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 $8,7 \times 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

Skupina 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].

4.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika

V podkladové rozptylové studii [25] jsou vypočteny celkové hodnoty imisní zátěže ve stavu se změnou Z 3125/00. Na základě vektorové vrstvy s údajem o počtu obyvatel byl jednotlivým pásmům imisní zátěže přiřazen odpovídající počet obyvatel.

V následujícím textu je pak provedena kvantifikace očekávaných dopadů těchto změn na zdraví ovlivněné populace. 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:

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

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 $\mu\text{g.m}^{-3}$
- 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 popsanych statistických dat pro hl. m. Prahu.

Tab. 3. 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 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.

4.2.1. 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 [4] směrnou hodnotu průměrné roční koncentrace PM₁₀ ve výši 15 µg.m⁻³ a částic PM_{2,5} ve výši 5 µg.m⁻³.

Tabulky 4 a 5 uvádějí počty obyvatel v jednotlivých pásmech imisní zátěže suspendovanými částicemi frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} pro stav se změnou Z 3125/00. Hodnoty imisní zátěže částicemi PM₁₀ v zájmovém území odpovídají druhému až čtvrtému postupnému cíli a hodnoty imisní zátěže částicemi PM_{2,5} odpovídají druhému a třetímu postupnému cíli.

Tab. 4. Počty obyvatel v pásmech imisní zátěže $IH_r PM_{10}$

Pásma imisní zátěže $IH_r PM_{10} (\mu g \cdot m^{-3})$	Podíl směrné hodnoty	Počet obyvatel
< 20	< 1,33	44 116
20 – 25	1,33 – 1,67	290 895
25 – 30	1,67 – 2,00	73 597
30 – 35	2,00 – 2,33	1 760
35 – 40	2,33 – 2,67	168
> 40	> 2,67	99
Celkem		410 635

Tab. 5. Počty obyvatel v pásmech imisní zátěže $IH_r PM_{2,5}$

Pásma imisní zátěže $IH_r PM_{2,5} (\mu g \cdot m^{-3})$	Podíl směrné hodnoty	Počet obyvatel
< 12	< 2,4	143 470
12 – 13	2,4 – 2,6	174 852
13 – 14	2,6 – 2,8	85 659
14 – 16	2,8 – 3,2	6 050
16 – 18	3,2 – 3,6	418
> 18	> 3,6	186
Celkem		410 635

V tabulce 6 je pak uvedena kvantifikace výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [5] (viz tab. 1.), na základě výpočetního postupu uvedeného v úvodu kap. 4.2. Při interpretaci výsledků je třeba mít na paměti, že hodnoty pro posuzovaný stav se změnou Z 3125/00 zahrnují celkovou hodnotu daného jevu, tedy nejen navýšení samotným vlivem imisní zátěže. Příspěvek pouze vlivu zvýšené imisní zátěže je pak vyjádřen samostatně.

Tab. 6. Vyhodnocení míry zdravotního rizika v zájmovém území – stav se změnou Z 3125/00

Suspendované částice PM ₁₀		
Kojenecká úmrtnost (do 1 roku)	Celková hodnota	9,393601
	Z toho příspěvek imisní zátěže	0,788653
Prevalence bronchitidy u dětí 6-12 let	Celková hodnota	6 614,75
	Z toho příspěvek imisní zátěže	1 024,67
Incidence chron. bronchitidy u dospělých (> 18 let)	Celková hodnota	1 667,38
	Z toho příspěvek imisní zátěže	352,49
Suspendované částice PM _{2,5}		
Úmrtnost u dospělých > 30 let (počet osob)	Celková hodnota	3 745,0700
	Z toho příspěvek imisní zátěže	267,4374
Hospitalizace s kardiovaskulárními chorobami	Celková hodnota	15 708,6361
	Z toho příspěvek imisní zátěže	175,3284
Hospitalizace s respiračními chorobami	Celková hodnota	5 304,8071
	Z toho příspěvek imisní zátěže	122,1389
Dny s omezenou aktivitou	Celková hodnota	6 107 776,73
	Z toho příspěvek imisní zátěže	344 341,68
Dny pracovní neschopnosti	Celková hodnota	2 009 598,25
	Z toho příspěvek imisní zátěže	108 471,52
Příznaky astmatu u astmatických dětí	Celková hodnota	126 320,4342
	Z toho příspěvek imisní zátěže	4 239,8592

Jak vyplývá z uvedené tabulky, vlivem celkové imisní zátěže v hodnocené lokalitě byla vypočtena míra kojenecké úmrtnosti pod hranicí jednoho případu (na úrovni cca 8,4 % celkové hodnoty kojenecké úmrtnosti). Míra úmrtnosti u dospělých pak byla vlivem celkové imisní zátěže vypočtena v řádu stovek případů (7,1 % celkové hodnoty).

4.2.2. Oxid dusičitý

Z **chronických účinků** NO₂ jsou nejčastěji popisovány strukturální plicní změny a zvýšení vnímavosti vůči bakteriím a virovým infekcím.

Pro **chronickou expozici** uvádí WHO [4] směrnou hodnotu průměrné roční koncentrace oxidu dusičitého ve výši 10 µg.m⁻³.

Tabulka 7 uvádí počet obyvatel v jednotlivých pásmech imisní zátěže oxidem dusičitým pro stav se změnou Z 3125/00. Hodnoty imisní zátěže v zájmovém území odpovídají druhému a třetímu postupnému cíli.

Tab. 7. Počty obyvatel v pásmech imisní zátěže IH_r NO₂

Pásma imisní zátěže IH _r NO ₂ (µg.m ⁻³)	Podíl směrné hodnoty	Počet obyvatel
< 14	< 1,4	160 213
14 – 16	1,4 – 1,6	217 600
16 – 18	1,6 – 1,8	29 970
18 – 20	1,8 – 2,0	2 636
> 20	> 2,0	216
Celkem		410 635

V tabulce 8 je pak uvedena kvantifikace výskytu zdravotních účinků, definovaných projektem HRAPIE [5] (viz tab. 2.), na základě výpočetního postupu uvedeného v úvodu kap. 4.2. Při interpretaci výsledků je třeba mít na paměti, že hodnoty pro posuzovaný stav se změnou Z 3125/00 zahrnují celkovou hodnotu daného jevu, tedy nejen navýšení samotným vlivem imisní zátěže. Příspěvek pouze vlivu zvýšené imisní zátěže je pak vyjádřen samostatně. Jedná se o celkovou zátěž, nikoliv pouze vliv změny Z3125/00.

Tab. 8. Vyhodnocení míry zdravotního rizika v zájmovém území – stav se změnou Z 3125/00

Oxid dusičitý		
Hospitalizace s respiračními chorobami	Celková hodnota	5 316,95
	Z toho příspěvek imisní zátěže	134,28
Úmrtnost u dospělých > 30 let	Celková hodnota	3 477,6426
	Z toho příspěvek imisní zátěže	0,0101
Prevalence bronchitidy u dětí 5-14	Celková hodnota	818,4877
	Z toho příspěvek imisní zátěže	189,9861

Jak je zřejmé z uvedené tabulky, míra úmrtnosti u dospělých byla v celé dotčené populaci vypočtena na hranici jedné setiny případu, což činí několik desetitisícin procenta. Nízká hodnota je dána zejména tím, že v oblastech s koncentracemi nad hranicí zvýšené úmrtnosti vlivem imisní zátěže se bude vyskytovat méně než 0,1 % obyvatel v celé výpočtové oblasti.

4.2.3. 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} .

Jak ukazují výsledky modelových výpočtů, lze v zástavbě v hodnoceném území očekávat ve stavu se změnou Z 3125/00 hodnoty v rozmezí $0,3 - 0,8 \text{ ng.m}^{-3}$. Tomuto rozpětí odpovídá míra karcinogenního rizika $26,1 - 69,6 \times 10^{-6}$. To již odpovídá hodnotám nad hranici 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.

Tabulka 9 uvádí počty obyvatel v jednotlivých pásmech imisní zátěže průměrnými ročními koncentracemi benzo[a]pyrenu ve stavu se změnou Z 3125/00 a z toho vyplývající počet případů výskytu rakoviny vlivem imisní zátěže průměrnými ročními koncentracemi benzo[a]pyrenu.

Tab. 9. Počty obyvatel v pásmech imisní zátěže $IH_r B[a]P$

Pásma imisní zátěže $IH_r B[a]P$ (ng.m ⁻³)	Míra karcinogenního rizika ($\times 10^{-6}$)	Počet obyvatel	Počet případů
< 0,4	< 34,8	178 289	1,900
0,4 – 0,5	34,8 – 43,5	213 205	3,756
0,5 – 0,6	43,5 – 52,2	16 611	0,437
0,6 – 0,7	52,2 – 60,9	2 107	0,077
> 0,7	> 60,9	423	0,021
Celkem		410 635	6,191

Jak vyplývá z provedených výpočtů, počet případů výskytu rakoviny vlivem imisní zátěže se v celé výpočtové oblasti bude pohybovat v řádu jednotek. V pásmech imisní zátěže nad 0,5 ng.m⁻³ se počet případů rakoviny bude pohybovat v řádu desetin jednoho případu.

4.3. Nejistoty v hodnocení

Při interpretaci výsledků hodnocení vlivů na obyvatelstvo je nutno zohlednit nejistoty, kterými je vzhledem k současnému stavu poznání hodnocení zatíženo. Jedná se o nejistoty v následujících oblastech:

- prognóza dopravní zátěže pro horizont naplnění ÚP SÚ hl. m. Prahy
- prognóza spotřeby a skladby paliv na stacionárních zdrojích, a to včetně lokálního vytápění
- umístění nových technologických zdrojů emisí v území, případně rušení stávajících zdrojů nad rámec předpokladů územního plánování, změny technologií na významných stacionárních zdrojích
- skladba vozového parku, zejména ve vztahu k využívání alternativních paliv a z toho související nejistota ve výpočtu množství a skladby emisí
- vliv celospolečensky významných událostí na celkové vzorce přepravy osob a materiálu v rámci města (pandemická či politická situace)
- vliv zdrojů znečišťování ovzduší, pro které v současné době není ustálena metodika hodnocení
- vliv uplatnění nových koncepčních řešení, legislativních úprav či politických rozhodnutí, jejichž dopady nejsou v současné době známy nebo je zatím nelze kvantifikovat (naplňování Klimatického plánu hl. m. Prahy, změna politických koncepcí směrem k energetické soběstačnosti, nové emisní limity stacionárních zdrojů i vozidel apod.)

- vliv dopravně-organizačních opatření k regulaci dopravy (mimo opatření již zahrnutých v dopravním modelu)
- stanovení koncentrací pomocí emisně-imisního modelování
- expoziční scénář pro obyvatelstvo žijící v okolí, pohyb obyvatel mimo bydliště a jejich výskyt ve vnějším prostředí
- rozložení obyvatel v obytných blocích, zejména na území rozvojových ploch dle platného ÚP SÚ hl. m. Prahy.
- ovlivnění individuálního rizika profesionální expozicí, životním stylem (zejména kouřením) a migrací
- dostupné informace o vztahu mezi úrovní koncentrací znečišťujících látek a jejich zdravotními účinky. Zejména v případě účinků, zařazených v rámci projektu HRAPIE do skupiny B, je nutno brát v úvahu skutečnost, že s kvantifikací rizika je spojena vyšší míra nejistoty. Obdobně je tomu i v případě stanovení jednotkového rizika u karcinogenních polutantů (benzen, benzo[a]pyren).
- stanovení referenčních koncentrací a směrných hodnot pro znečišťující látky.

Přes uvedené nejistoty lze údaje považovat za dostatečně spolehlivé ve vztahu k závěrům o vlivu na celkovou míru zdravotního rizika.

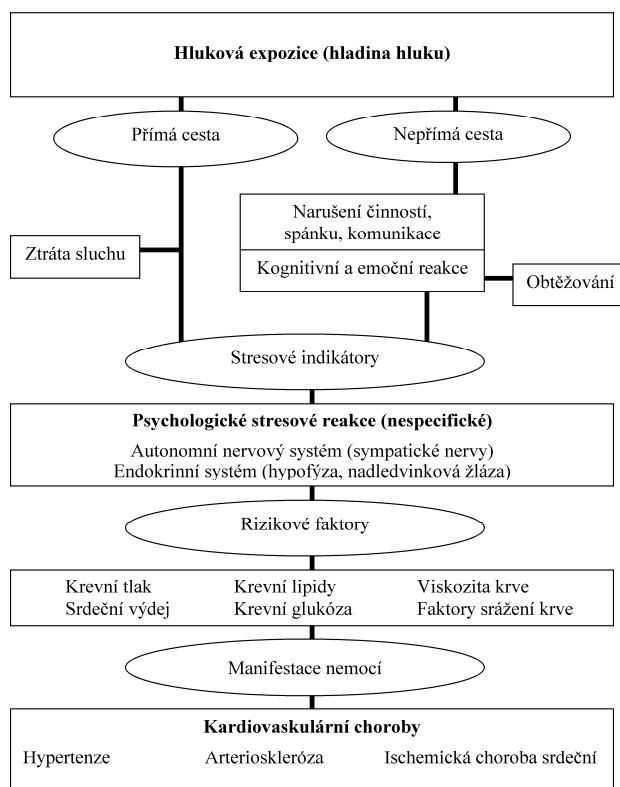
5. VLIVY HLUKU NA ZDRAVÍ OBYVATEL

5.1. Identifikace nebezpečnosti a vztahů dávka – účinek

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení jeho funkcí, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. Účinky hluku na lidské zdraví je možné s určitým zjednodušením rozdělit na účinky specifické, projevující se poruchami činnosti sluchového aparátu a na účinky nespecifické (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu.

Při běžné expozici hluku z dopravy se projevují zejména systémové (nespecifické) účinky, u nichž dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění spánku a vyšších nervových funkcí. Chronický stres způsobený hlukem může přispět ke spuštění nebo urychlení průběhu u chorob s multifaktoriálními příčinami. Zjednodušené příčinné schéma působení hluku na zdraví dle [11] v řetězci „hluková expozice – fyziologická (stresová) reakce organismu – biologická odezva a vznik onemocnění“ ukazuje obrázek 3.

Obr. 1. Schéma účinků hluku



(zdroj: Babisch 2002 in [11])

Za dostatečně prokázané závažné účinky hluku jsou podle aktuální směrnice WHO [18] považovány obtěžování, rušení spánku, kardiovaskulární onemocnění, zhoršení kognitivních funkcí a poškození sluchového aparátu. V následujícím přehledu je uvedena stručná charakteristika těchto účinků dle SZÚ [19]:

- **Obtěžování hlukem** je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Jako obtěžování je označován psychický stav vznikající při mimovolném vnímání vlivů, ke kterým má jedinec zamítavý postoj a na které reaguje pocity odporu, podrážděností a v některých případech až psychosomatickými poruchami; pro zjednodušení se jako obtěžování označují i ostatní negativní emoce v souvislosti s hlukem (zlost, nespokojenost, úzkost, rozrušenost). Obtěžování je významně ovlivněno individuálními vlastnostmi příjemce; z hlediska jednotlivce je tak považováno za faktor s bezprahovým působením, což znamená, že citlivou osobu mohou obtěžovat i nejtíšší zvuky.
- **Nepříznivé ovlivnění spánku** vlivem hluku se prokazatelně projevuje změnami fyziologických reakcí (změny tepové frekvence, známky probuzení na EEG, změny v trvání stádií spánku, zvýšená pohyblivost ve spánku, obtížné usínání, probouzení, zkrácení spánkového času), dostatečné důkazy existují rovněž pro subjektivně vnímanou poruchu spánku, environmentální nespavost a zvýšené užívání léků na spaní. Zdravotní následky rušení spánku nočním hlukem zahrnují změny v hladinách stresových hormonů, kardiovaskulární onemocnění, psychické poruchy, obezitu, zkrácení očekávané délky života, zvýšený výskyt pracovních úrazů a psychologicko-sociální důsledky (ospalost a únava, rozmrzelost, snížená výkonnost, zhoršení poznávacích schopností, narušení sociálních kontaktů).
- **Ovlivnění kardiovaskulárního systému** působením hluku bylo prokázáno v řadě epidemiologických studií. Uznávaným mechanismem je zde stresová reakce organismu, kdy zvukový signál je podvědomě hodnocen jako alarmující a dochází ke stresové reakci spojené s aktivací autonomního nervového systému a s uvolněním stresových hormonů, což vede k přechodnému zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikci. Po dlouhodobé expozici se pak u citlivých jedinců mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční. Dalšími možnými mechanismy působení hluku na kardiovaskulární systém jsou úbytek hořčíku (který je následkem opakovaných nervových vzruchů vyplavován z organismu) nebo dlouhodobý nedostatek spánku a jeho důsledky. Podle aktuálních dat WHO se za prokázané považuje zvýšení rizika ischemické choroby srdeční vlivem hluku ze silniční dopravy, naopak v případě dříve popisovaného rizika hypertenze je nyní kvalita důkazů považována za nízkou, v případě mrtvice jsou výsledky rozporuplné.
- **Zhoršení kognitivních schopností** vlivem hluku zahrnuje poruchy porozumění řeči, porucha pozornosti a snížení kapacity pracovní paměti. Důsledkem je zhoršení výkonnosti, zhoršení výsledků při plnění úkolů, chyby při práci, popřípadě vznik nehod a úrazů. Hluk také může závažným způsobem narušit komunikaci řečí, popřípadě překrývat jiné informačně důležité signály. Zhoršení komunikace řečí má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu

pracovní výkonnosti a pocitům nespokojenosti. Při terénních výzkumech byl potvrzen vztah mezi hlukem z letecké dopravy a zhoršením schopnosti čtení, porozumění řeči a výkonnosti v testech u školních dětí, v případě hluku ze silniční a železniční dopravy jsou výsledky nekonzistentní a kvalita důkazů je nedostatečná.

- **Poškození sluchového aparátu** v zásadě zahrnuje dva mechanismy. Extrémně vysoké hladiny akustického tlaku mohou vyvolat akustické trauma, jehož podstatou je poranění bubínku, sluchových kůstek nebo blanitého labyrintu a následkem je pak trvalé poškození sluchu. Při dlouhodobém až celoživotním působení hluku na sluchový aparát dochází k poškození sluchu, jehož podstatou jsou zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. Tyto poruchy se zpočátku projevují dočasným zvýšením sluchového prahu, při dalším působení hluku dochází po určité latenci k trvalému poškození sluchu. Poškození sluchu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku a trvání let expozice, existuje však i u hluku v mimopracovním prostředí, např. v souvislosti s hlukem z volnočasových aktivit. Ztráta sluchu je pak obvykle výsledkem kombinované expozice hluku z různých zdrojů, tj. z pracovního a životního prostředí a z volnočasových aktivit.

Za účinky s nižší kvalitou důkazů (či s nejistou existencí vztahu k hlukové expozici) jsou považovány zvýšení rizika vzniku diabetu, obezity, vlivy na těhotenství a vývoj plodu a na mentální zdraví [18].

Působení hluku je považováno za bezprahové (tj. nelze stanovit bezpečnou mez, pod níž se již účinek nevyskytuje), v praxi se však pracuje s určitými mezními hodnotami, nad nimiž je závislost účinku na hlukové expozici považována za významnou. WHO [18] uvádí následující doporučené expoziční hodnoty pro hluk ze silniční dopravy:

- průměrná hodnota, vyjádřená hlukovým ukazatelem den-večer-noc (L_{dvn}) – 53 dB
- noční hluk (L_n) – 45 dB

Pro kvantitativní vyhodnocení vlivů hluku ze silniční 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
- vysoké rušení spánku
- ischemickou chorobu srdeční (ICHS)

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:

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

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

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

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

5.2. Vyhodnocení expozice a charakterizace rizika

Pomocí nástrojů GIS byly stanoveny počty obyvatel v jednotlivých pásmech hlukové zátěže pro denní a noční dobu. V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky hlukové studie pro stav se změnou Z 3125/00.

Tab. 10. Hodnoty hlukové zátěže z automobilové dopravy (dB) – stav se změnou

Pásmo hlukové zátěže (dB)	Počet obyvatel (denní hluk)	Počet obyvatel (noční hluk)
< 40	70 078	202 818
40 – 45	87 714	85 665
45 – 50	97 628	67 800
50 – 55	75 412	40 493
55 – 60	50 462	18 124
60 – 65	27 906	3 577
65 – 70	8 865	464
70 – 75	848	219
75 – 80	268	40
> 80	19	0
Celkem	419 200	419 200

Na základě výsledků hlukové studie byly kvantifikovány podíly obyvatel v pásmech hodnot nad hranicí doporučených expozičních hodnot, míra obtěžování hlukem, rušení spánku a nárůst výskytu ISCHS. Výpočet je sice zatížen poměrně významnou nejistotou, neboť nezohledňuje různou neprůzvučnost obvodového pláště budov, výskyt osob v místě bydliště, odlišnou vnímavost jedinců vůči hluku a také skutečnost, že nejsou hodnoceny přesné hodnoty, ale pásma hodnot po pěti decibelech a také výrazně menší přesnost rozložení obyvatel v rozvojových plochách dle platného ÚP SÚ hl. m. Prahy. Přesto jej lze považovat za dostačující k vyhodnocení celkového stavu se změnou Z 3125/00.

Tab. 11. Kvantifikace účinků hlukové zátěže

Ukazatel	Stav se změnou Z 3125/00
Podíl obyvatel nad úrovní doporučených expozičních hodnot dle směrnic WHO	
Průměrný hluk den-večer-noc (%)	39,1
Noční hluk (%)	31,2
Celkové hodnoty míry silného obtěžování, silného rušení při spánku a nárůst výskytu ICHS počet obyvatel (z celkového počtu 500)	
Silné obtěžování	39 792
Silné rušení spánku	8 420
Nárůst výskytu ICHS	72,0293

Jak vyplývá z provedeného hodnocení, podíl obyvatel nad úrovní doporučených expozičních hodnot dle směrnic WHO se v hodnoceném území bude pohybovat v rozmezí 31 – 39 %.

Počty silně obtěžovaných obyvatel se budou pohybovat v řádu desítek tisíc, počet při spánku silně rušených obyvatel pak v řádu tisíců. Nárůst výskytu ICHS vlivem expozice hlukové zátěži se bude pohybovat v desítkách případů za rok v celé dotčené populaci.

5.3. Nejistoty v hodnocení

Při interpretaci výsledků hodnocení vlivů na obyvatelstvo je nutno zohlednit nejistoty, kterými je vzhledem k současnému stavu poznání hodnocení zatíženo. Jedná se o nejistoty v následujících oblastech:

- prognóza dopravní zátěže pro horizont naplnění ÚP SÚ hl. m. Prahy
- vliv celospolečensky významných událostí na celkové vzorce přepravy osob a materiálu v rámci města (pandemická či politická situace)
- vliv dopravně-organizačních opatření k regulaci dopravy (mimo opatření již zahrnutých v dopravním modelu)
- expoziční scénář pro obyvatelstvo žijící v okolí, pohyb obyvatel mimo bydliště a jejich výskyt ve vnějším prostředí
- rozdílná vzduchová neprůzvučnost obvodového pláště budov
- ovlivnění individuálního rizika zejména rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponovaných osob
- rozložení obyvatel v obytných blocích, zejména na území rozvojových ploch dle platného ÚP SÚ hl. m. Prahy.

- dostupné informace o vztahu mezi hlukovou expozicí a jejími zdravotními účinky. Zejména v případě kardiovaskulárních onemocnění je nutno upozornit, že použité kvantitativní vztahy nejsou zatím jednoznačně prokázány a jsou použity v rámci předběžné opatrnosti.

Přes uvedené nejistoty lze údaje o zdravotních rizicích považovat za dostatečně spolehlivé ve vztahu k celkovým závěrům o vlivu řešeného záměru na celkovou míru zdravotního rizika.

Z Á V Ě R

Cílem předložené studie je vyhodnocení vlivů změny platného ÚP SÚ hl. m. Prahy č. Z 3125/00 na zdraví obyvatel žijících v dotčené lokalitě.

Znečištění ovzduší

V rámci hodnocení vlivů imisní zátěže na zdraví obyvatel byly sledovány imisní hodnoty pro oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ a benzo[a]pyren. U všech sledovaných znečišťujících látek byly vypočteny hodnoty související se zvýšeným zdravotním rizikem. Obdobná situace je však typická pro většinu sídel na území ČR.

Vlivem celkové imisní zátěže suspendovanými částicemi v hodnocené lokalitě byla vypočtena míra kojenecké úmrtnosti pod hranicí jednoho případu (na úrovni cca 8,4 % celkové hodnoty kojenecké úmrtnosti). Míra úmrtnosti u dospělých pak byla vlivem celkové imisní zátěže vypočtena v řádu stovek případů (7,1 % celkové hodnoty). Vlivem imisní zátěže oxidem dusičitým byla v celé dotčené populaci vypočtena na hranici jedné setiny případu, což činí několik desetitisícin procenta. Nízká hodnota je dána zejména tím, že v oblastech s koncentracemi nad hranicí zvýšené úmrtnosti vlivem imisní zátěže se bude vyskytovat méně než 0,1 % obyvatel v celé výpočtové oblasti. Počet případů výskytu rakoviny vlivem imisní zátěže benzo[a]pyrenem se v celé výpočtové oblasti bude pohybovat v řádu jednotek.

Hluková zátěž

Podíl obyvatel nad úrovní doporučených expozičních hodnot dle směrnic WHO se v hodnoceném území bude pohybovat v rozmezí 31 – 39 %.

Počty silně obtěžovaných obyvatel se budou pohybovat v řádu desítek tisíc, počet při spánku silně rušených obyvatel pak v řádu tisíců. Nárůst výskytu ICHS vlivem expozice hlukové zátěži se bude pohybovat v desítkách případů za rok v celé dotčené populaci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [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 látkami. 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-mez-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: Hospitalizovaní v nemocnicích ČR (2016–2018)
- [24] ČSSZ: Nemocenská statistika
- [25] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Vyhodnocení vlivů celoměstsky významné změny územního plánu hl. m. Prahy Z 3125/00. Rozptylová studie. Praha, 2022.
- [26] PUDIS a. s.: Vyhodnocení vlivů celoměstsky významné změny územního plánu hl. m. Prahy Z 3125/00. Hluková studie. Praha.
- [27] ATEM, Ateliér ekologických modelů, s. r. o.: Vyhodnocení vlivů Územního plánu hlavního města Prahy (Metropolitní plán) na životní prostředí, příloha č. 4. Vyhodnocení vlivů na veřejné zdraví. Praha, 2022.