

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2016

ČSN EN ISO 14001:2016

ČSN OHSAS 18001:2018

Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 00 zkráceně – Z 3791/00

Hodnocení zdravotních rizik hluku

Zakázkové číslo: 21.0445-04

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

Prosinec 2021



ZÁKLADNÍ ÚDAJE

AKCE:	Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 00 zkráceně – Z 3791/00 Hodnocení zdravotních rizik - hluk
OBJEDNATEL:	Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy Vyšehradská 57/2077, 128 00 Praha 2 - Nové Město
ZHOTOVITEL:	EKOLA group, spol. s r.o. Mistrovská 4, 108 00 Praha 10
VEDOUČÍ PROJEKTU:	Ing. Libor Ládyš
VYPRACOVAL:	RNDr. Libuše Bartošová, držitelka osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví (č. osvědčení 3/2017)
ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO:	21.0445-04



Prosinec 2021

Veškerá práva k využití si vyhrazuje EKOLA group společně se zadavatelem.

Výsledky a postupy obsažené ve zprávě jsou duševním majetkem společnosti EKOLA group, spol. s r.o., a jsou chráněny autorskými právy ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

SEZNAM NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH POUŽITÝCH ZKRATEK

EEA	European Environment Agency
EIA	Posuzování vlivu záměrů na životní prostředí
$L_{Aeq,T}$	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A v decibelech (dB)
L_{dn}	Dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 h s penalizací noční hladiny akustického tlaku o 10 dB (dB)
L_{dvn}, L_{den}	Dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 h s penalizací večerní hladiny akustického tlaku o 5 dB a noční hladiny o 10 dB (dB)
L_{night}	Dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku v časovém úseku 8 hodin v noci na nejvíce exponované fasádě (dB)
NV	Nařízení vlády
OR	(Odds ratio) – poměr šancí, je mírou relativního rizika
RR	Relativní riziko
SHZ	Stará hluková zátěž
ÚP	Územní plán
WHO	World Health Organization
Z	Změna

OBSAH

1 **ÚVOD..... 5**

2 **METODIKA HODNOCENÍ..... 5**

3 **INFORMACE O HODNOCENÉM ÚZEMÍ 5**

3.1 **CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ 5**

3.2 **ÚDAJE O POPULACI..... 6**

4 **IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI 6**

5 **CHARAKTERIZACE NEBEZPEČNOSTI 9**

5.1 **PRAHOVÉ HODNOTY PROKÁZANÝCH ÚČINKŮ PRO KVALITATIVNÍ CHARAKTERIZACI RIZIKA HLUKU..... 9**

5.2 **VZTAHY EXPOZICE A ÚČINKU PRO KVANTITATIVNÍ CHARAKTERIZACI RIZIKA 9**

5.2.1 Vztahy pro obtěžování hlukem z jednotlivých typů dopravy..... 9

5.2.2 Vztahy pro subjektivní rušení spánku hlukem z jednotlivých typů dopravy..... 10

5.2.3 Vztahy pro vyhodnocení rizika kardiovaskulárních onemocnění..... 10

5.2.4 Synergické účinky hluku - silniční a tramvajová doprava..... 11

6 **ANALÝZA NEJISTOT 12**

7 **ZÁVĚR..... 13**

8 **POUŽITÉ PODKLADY 14**

1 ÚVOD

Předmětem tohoto posouzení je zhodnocení vlivu změny Z 3791/00 na veřejné zdraví, tj. na exponované obyvatele z hlediska hluku v oblasti Masarykova nádraží, Praha 1 – Nové Město.

Pro posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví – zdravotní rizika hluku byly poskytnuty následující podklady:
Akustické posouzení „Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 00 zkráceně – Z 3791/00“ (EKOLA group, spol. s r. o., prosinec 2021).

Předmětem předkládaného dokumentu je posouzení následujících stavů:

- **Výhledový stav - bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy;**
- **Výhledový stav - se změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy.**

Podrobné řešení jednotlivých stavů je uvedeno ve výše uvedeném akustickém posouzení.

Akustické posouzení řeší akustickou situaci v chráněném venkovním prostoru staveb, resp. v chráněném venkovním prostoru v řešeném území v souvislosti s uvažovanou změnou Z 3791/00 ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění.

Tato studie posouzení vlivů na veřejné zdraví je zpracována pro účely hodnocení zdravotního rizika ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů. Posouzení vlivu expozice hluku na veřejné zdraví je vypracováno v souladu s obecnými metodickými postupy WHO a autorizačním návodem AN 15/04, verze 5 „Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku“, vydaného Státním zdravotním ústavem v r. 2020 [podklad 2].

Proces hodnocení zdravotního rizika (Risk Assessment) sestává ze čtyř kroků :

1. **identifikace nebezpečnosti** – zjišťování jakým způsobem a za jakých podmínek může dané agens nepříznivě ovlivnit lidské zdraví,
2. **charakterizace nebezpečnosti** – určení vztahu „dávka – odpověď“, – kvantitativní popis vztahů mezi dávkou a rozsahem poškození, škodlivého účinku,
3. **hodnocení expozice** – na základě znalosti situace stanovení expozičního scénáře, podmínek expozice,
4. **charakterizace rizika** – integrace (syntéza) dat získaných v předcházejících krocích, kvantitativní vyjádření míry reálného zdravotního rizika v posuzované situaci.

2 METODIKA HODNOCENÍ

Zákonná úprava ochrany zdraví obyvatel před nepříznivými účinky hluku je stanovena platnými hlukovými limity. Úkolem hodnocení zdravotních rizik je především v rámci možností posouzení míry rizika a možných zdravotních dopadů expozice obyvatel zájmového území nad rámec hygienických limitů. Dodržení hygienických limitů automaticky nevylučuje negativní účinky hluku na exponované obyvatele, mimo jiné pocity obtěžování hlukem, pocity subjektivního rušení spánku. Stanovené hygienické limity představují kompromis mezi max. snahou o ochranu zdraví a možnostmi (včetně ekonomických možností) zajistit exponovaným obyvatelům naprostou ochranu zdraví i pohody.

Proces hodnocení zdravotního rizika sestává ze čtyř kroků:

1. **Identifikace nebezpečnosti** – zjišťování jakým způsobem a za jakých podmínek může dané agens nepříznivě ovlivnit lidské zdraví. V případě hluku je obsahem tohoto kroku popis možných nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví.
2. **Charakterizace nebezpečnosti** - určení vztahu „dávka – odpověď“, – kvantitativní popis vztahů mezi dávkou a mírou jejího účinku. U hluku je situace specifická, neboť pro některé účinky hluku je obtížné hodnotit míru jejich zdravotní závažnosti. Pro hluk jsou odvozeny prahové hodnoty hlukové expozice, nad kterými se začíná daný účinek objevovat nebo se ukazuje být závislý na velikosti expozice. Hodnocené účinky mohou přitom být zdravotně závažné (jako např. kardiovaskulární onemocnění) nebo jde o přirozeně se vyskytující efekty, jako je obtěžování hlukem a rušení spánku, jejichž navýšení je považováno za potenciálně nepříznivé.

3. **Hodnocení expozice** – na základě znalosti situace stanovení expozičního scénáře, podmínek expozice, tj. jakými cestami a v jaké intenzitě je konkrétní populace exponovaná dané škodlivině. U hlukové expozice se více uplatňují různé okolnosti a vlivy ekonomického, sociálního či psychologického charakteru, které modifikují a spoluurčují výsledné zdravotní účinky působení hluku
4. **Charakterizace rizika** – integrace (syntéza) dat získaných v předcházejících krocích, kvantitativní vyjádření míry reálného zdravotního rizika v posuzované situaci. U hluku je kvantitativní charakterizace zdravotních rizik možná v případě kontinuálního dlouhodobého působení hluku z dopravy na větší počet obyvatel. Standardním výstupem je dle autorizačního návodu SZÚ [podklad 2] vycházejícího z aktuálních metodik WHO a Evropské agentury pro životní prostředí (EEA), odhad procenta obyvatel, u kterých lze očekávat subjektivní pocity rušení spánku a výpočet atributivního rizika kardiovaskulárních onemocnění. Jako pomocný ukazatel, týkající se ovlivnění kvality života a psychické pohody je prováděn odhad procenta obyvatel s různým stupněm obtěžování hlukem.

Nezbytnou součástí hodnocení rizika je **analýza nejistot**, kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně zatíženo. Soubor nejistot je potřeba zohlednit při posuzování dané situace a při řízení rizika.

3 INFORMACE O HODNOCENÉM ÚZEMÍ

3.1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází v centrální oblasti města na území městských částí Praha 1, Praha 3 a Praha 8. Akusticky dominantním zdrojem hluku v území je především pozemní doprava, a to zejména doprava silniční a tramvajová. Hlavní vstupní dopravní trasa do této lokality je ulice Wilsonova, k dalším významným dopravním komunikacím patří ulice Husitská, Prvního pluku, Ke Štvanici, Křížkova a Seifertova.

Železniční doprava je v řešeném území zajištěna prostřednictvím vlakových stanic Praha Masarykovo nádraží a Praha hlavní nádraží. Dále se v této lokalitě nachází několik spojů městské hromadné autobusové dopravy. Zájmové území je také obsluhováno třemi stanicemi metra B a C (Náměstí Republiky, Florenc a Hlavní nádraží) a propojeno sítí tramvajových tratí.

V rámci zpracování akustického posouzení byly v zájmovém území hodnoceny následující dopravní zdroje hluku:

- Silniční doprava;
- Kumulace silniční a tramvajové dopravy.

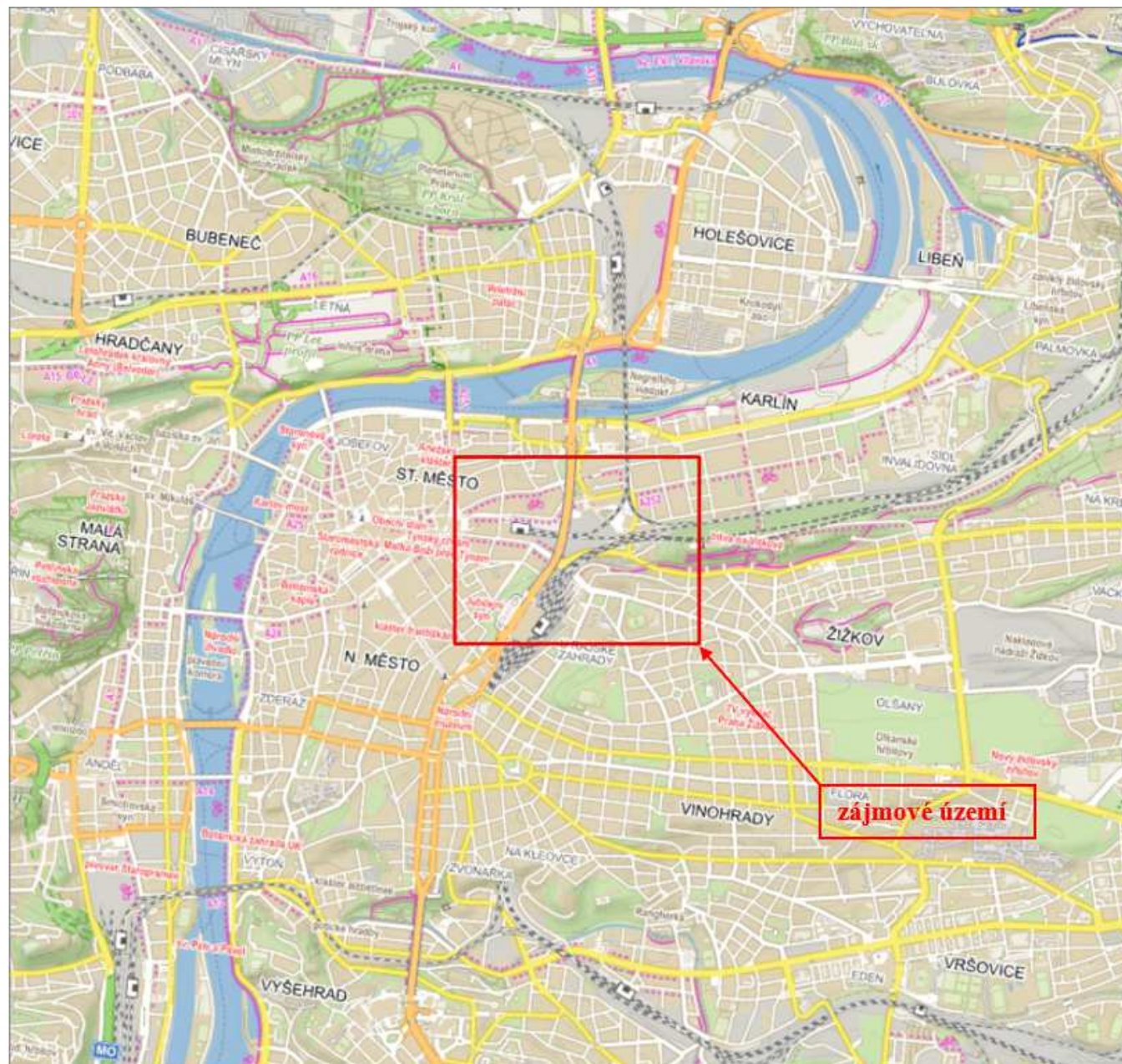
V souladu se zadáním akustického posouzení a vzhledem ke skutečnosti, že vlivem realizace ÚP Z 3791/00 nedojde ke změnám v železniční dopravě, hluk z provozu železniční dopravy není v rámci předkládaného posouzení vyhodnocen. Nedochozí ani ke změnám v tramvajové dopravě, proto hluk z jejího provozu není samostatně hodnocen, ale je hodnocen v rámci kumulace se silničním provozem vzhledem k vedení v rámci pozemní komunikace.

Výhledový stav se změnou odpovídá stavu území po uskutečnění změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy. Tramvajová a silniční síť je uvažována stejná jako ve stavu daném platným ÚP SÚ hl. m. Prahy, s výjimkou realizace silničního napojení navrhované blokove zástavby na ulici Na Florenci. Detailní popis funkčního využití území v rámci posuzované změny ÚP je uveden v podkladech uvedených v akustickém posouzení [podklad 1].

Ve stavu se změnou ÚP je do výpočtového modelu zahrnuta hmota navrhované blokove zástavby v rámci realizace Z 3791/00. Výpočet je tak na straně bezpečnosti z hlediska možných akustických odrazů směrem ke stávající zástavbě od nových hmot.

Zájmové území řešené z hlediska vlivu změny Z 3791/00 na okolní zástavbu zasahuje do katastrálních území Nové Město, Vinohrady, Karlín a Žižkov. Vyznačení zájmového území pro výpočet je zobrazeno na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Obr. 1: Lokalizace zájmového území



Zdroj: Akustická studie [1]

Rozsah posuzovaného území je z hlediska akustických dopadů posuzované změny hodnocen takový, kde lze očekávat případné relevantní změny v akustické situaci.

3.2 ÚDAJE O POPULACI

V rámci zpracování akustického posouzení byla jako podklad pro hodnocení zdravotních rizik na základě výpočtu výhledových stavů vypracována analýza počtu obyvatel ovlivněných hlukem z provozu silniční v 5dB pásmech.

Analýza počtu ovlivněných obyvatel byla provedena pro katastrální území Nové Město, Vinohrady, Karlín, Žižkov. Pomocí analytického nástroje CadnaA došlo k rozdělení obyvatel v základních sídelních jednotkách do chráněných staveb a následně po provedeném výpočtu pro výhledové stavy byly dle nejvyšší zjištěné hodnoty $L_{Aeq,T}$ vypočtené na fasádě celého objektu obyvatelé přiřazeni do 5dB pásem.

Výpočet byl proveden pro stávající rozsah zástavby, v případě umístění nové stavby do posuzovaného území je nutné postupovat v souladu s § 77, odst. 2, zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Na základě legislativních požadavků byly pro hodnocení výhledové akustické situace posuzovaného území použity následující deskriptory:

- $L_d = L_{Aeq,16h}$ – ekvivalentní hladina akustického tlaku v dB v denní době (6–22 hod.),
- $L_n = L_{Aeq,8h}$ – ekvivalentní hladina akustického tlaku v dB v noční době (22–6 hod.).

Jako vstupní údaj pro hodnocení zdravotních rizik byl použit i deskriptor L_{dn} specifikující jednočíslnou hodnotou akustickou situaci za 24 hodin.

- L_{dn} – časově vážený součet L_d a L_n , kdy hodnota pro noční dobu je korigována hodnotou +10 dB.

Deskriptor L_{dn} vyjadřuje tzv. celodenní akustické zatížení a je definován následujícím vztahem.

$$L_{dn} = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(16 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right]$$

Analýza počtu obyvatel byla provedena pro silniční dopravu, která bude navrhovanou změnou dotčená. Výsledky analýzy jsou uvedené v akustickém posouzení [podklad 1].

4 IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI

Identifikace nebezpečnosti je prvním krokem v obecném postupu hodnocení zdravotních rizik. V případě hluku je základem popis jeho nepříznivých účinků na lidské zdraví.

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.

Dlouhodobé nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví je možné zjednodušeně rozdělit na

- **účinky specifické**, projevující se při mnohaleté expozici ekvivalentní hladině akustického tlaku nad 80 dB poruchami činnosti sluchového analyzátoru,
- **účinky nespecifické** (mimosluchové), kdy dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu. Tyto nespecifické systémové účinky se projevují prakticky v celém rozsahu vnímané zvukové expozice, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění nervové a hormonální regulace fyziologických funkcí, biochemických reakcí, spánku, vyšších nervových funkcí, jako je učení a zapamatování, ovlivnění smyslově motorických funkcí a koordinace. V komplexní podobě se mohou manifestovat ve formě poruch emocionální rovnováhy, sociálních interakcí i ve formě nemocí, u nichž dlouhodobý stres v důsledku působení hluku může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního patogenetického děje.

Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je v současné době dle WHO považováno poškození sluchového aparátu při dlouhodobé expozici hluku, vliv na kardiovaskulární systém, nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí. V noční době v době spánku jsou za dostatečně prokázané považovány změny fyziologických reakcí (kardiovaskulární aktivita, zaznamenaná aktivita mozku), subjektivně udávané rušení spánku a zvýšené užívání léků na spaní.

Mezi závažné zdravotní účinky ale s omezenými důkazy řadí WHO metabolické účinky hluku (zvýšené riziko diabetes, obezity), nepříznivý vliv na těhotenství a vývoj plodu, na kvalitu života, pohodu a duševní zdraví [podklad 15].

Působení hluku v životním prostředí je nutné posuzovat i z hlediska ztížené komunikace řeči a zejména pak z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, nepříznivého ovlivnění pohody lidí. WHO definici zdraví chápe v celém kontextu souvisejících fyzických, psychických a sociálních aspektů, nikoliv pouze jako nepřítomnost choroby.

Následující popis nepříznivých účinků hluku na zdraví vychází převážně ze zdrojů WHO a EEA. Souhrnně lze současné poznatky o nepříznivých účincích hluku na lidské zdraví a pohodu lidí stručně charakterizovat a rozdělit následovně:

Poškození sluchového aparátu

Je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku A a trvání expozice. Riziko sluchového poškození však existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží. Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase do 24hodinové ekvivalentní hladiny hluku $L_{Aeq,24h} = 70$ dB. S vyšší expozicí hluku v mimopracovním prostředí se lze setkat pouze ve výjimečných případech.

Zhoršení komunikace řeči

V důsledku zvýšené hladiny akustického tlaku má hluk řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu pracovní výkonnosti a k pocitům nespokojenosti. Může vést také k překrývání důležitých signálů jako je domovní zvonek, telefon, alarm. *Nejvíce citlivou skupinou jsou starší lidé, osoby se sluchovou ztrátou a zejména malé děti v období osvojování řeči a schopnosti číst.*

Pro dostatečně srozumitelné vnímání složitějších zpráv a informací (cizí řeč, výuka, telefonování) by rozdíl mezi hladinou hluku pozadí a hladinou vnímané řeči měl být nejméně 15 dB a to nejméně v 85 % doby. Při průměrné hlasitosti řeči 50 dB by tak nemělo hlukové pozadí v místnostech převyšovat 35 dB. Pro více senzitivní skupiny populace by však mělo být ještě nižší.

Zvláštní pozornost zasluhují domy, kde bydlí malé děti, třídy předškolních a školních zařízení, neboť neúplné porozumění řeči u dětí ztěžuje a poškozuje proces osvojení řeči a schopnosti číst s doprovodnými negativními důsledky pro jejich duševní a intelektuální vývoj. Zvláště citlivé jsou pak děti s poruchami sluchu, potížemi s učením nebo pro něž není vyučován jazyk jazykem mateřským.

Dle EEA je prahovou hodnotou pro vliv na výuku ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{Aeq} 50 dB. [podklad 5].

Nepříznivé ovlivnění spánku

Spánek je základní biologickou potřebou a jeho narušení a deficit nepříznivě ovlivňuje základní životní funkce. Nepříznivě se hluk projevuje obtížemi při usínání, probouzením, alterací délky a hloubky spánku. Hlukem vyvolané rušení spánku je vnímáno jako zdravotní problém, vede i k dalším důsledkům pro zdraví a pohodu. Hluk ruší spánek řadou přímých i nepřímých cest. I při velmi nízkých úrovních hluku mohou být spolehlivě měřitelné fyziologické reakce (zvýšení srdeční frekvence, neklid - pohyby těla). Probuzení jako reakce na hluk nastává zpravidla při vyšší úrovni hluku, než nastávají fyziologické reakce.

WHO vydala v roce 2009 směrnici pro noční hluk [podklad 4], ve které na základě vyhodnocení současných odborných poznatků doporučuje zdravotně zdůvodněné hladiny hluku jako podklad pro legislativu členských zemí v oblasti kontroly a usměrňování nočního hlukové expozice obyvatel.

Za dostatečně prokázaný WHO dnes považuje vztah nočního hluku k subjektivnímu rušení spánku, k užívání sedativ a léků na spaní, k subjektivně udávaným zdravotním problémům a potížím s nespavostí. Pro další závažné nepříznivé účinky rušení spánku hlukem jsou současné důkazy z epidemiologických studií považovány za omezené, nicméně jejich mechanismus lze věrohodně popsat a zargumentovat - kromě únavy, sníženého výkonu a zvýšeného rizika úrazů a nehod, jde o zvýšení rizika kardiovaskulárních onemocnění, depresí a dalších duševních nemocí a obezity [podklad 4, 6].

Jako více citlivé skupiny populace k rušení spánku hlukem WHO uvádí děti, seniory, těhotné ženy, chronicky nemocné a osoby pracující na směny.

Zatímco k subjektivnímu vnímání rušení spánkem a vědomému probouzení může vzniknout po několika dnech až týdnech určitá tolerance, na fyziologické reakce typu změn srdečního rytmu, krevního tlaku nebo zvýšené frekvence samovolných pohybů během spánku, se adaptace neprojevuje. K narušení spánku vede jak ustálený tak proměnný hluk.

Ve zmíněné směrnici WHO pro noční hluk [podklad 4] je pro hodnocení nočního hlukové expozice doporučena jako jednotný hlukový deskriptor hladina hluku L_{night} . (dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku v časovém intervalu 8 h v noci na nejvíce exponované fasádě). Pro různé účinky byly stanoveny prahové hladiny hluku, od kterých se účinky začínají objevovat nebo začínají být závislé na úrovni expozice.

Prahová hodnota L_{night} pro užívání sedativ a prášků na spaní je 40 dB. Pro objektivně prokázanou zvýšenou frekvenci pohybů ve spánku, subjektivní pocit rušení spánku a problémy s nespavostí je **prahová hladina hluku 42 dB**. Za neúplně prokázané účinky udává WHO prahovou hladinu hluku 60 dB pro psychické poruchy [podklad 4]. **Nově byly odvozené vztahy pro silný stupeň rušení ve spánku pro rozmezí 40-65 dB L_{night} a indikují prahovou hladinu hluku pro tento účinek i pod 40 dB L_{night}** [podklad 15].

Prahovou hodnotou expozice pro zvýšení frekvence samovolných pohybů během spánku a pro narušení spánkového rytmu je dle WHO 32 dB, resp. 35 dB v maximální hladině akustického tlaku L_{Amax} uvnitř ložnice. Počet vědomých probuzení narůstá od L_{Amax} hlukových událostí 42 dB.

Při přerušovaném hluku roste rušení spánku s maximální hladinou hluku L_{Amax} . I při nízké ekvivalentní hladině akustického tlaku A již malý počet hlukových událostí s vyšší hladinou akustického tlaku ovlivňuje spánek. Význam zřejmě má i rozdíl mezi hladinou akustického tlaku pozadí a vlastní hlukové události a také délka intervalu mezi dvěma hlukovými událostmi. Pravděpodobnost probuzení osob roste s počtem hlukových událostí.

Na základě zhodnocení prokázaných i předpokládaných nepříznivých účinků nočního hlukové expozice WHO doporučila v roce 2009 ve směrnici pro noční hluk [podklad 4] 40 dB jako cílovou hodnotu L_{night} k ochraně obyvatel včetně citlivých skupin populace.

V rozmezí 30 – 40 dB bylo prokázáno ovlivnění spánku ve více ukazatelích, avšak jen mírné úrovně a nebylo prokázáno, že by mělo nepříznivé účinky na zdraví. Hluková expozice v rozmezí L_{night} 40 – 55 dB již vyvolává nepříznivé zdravotní účinky. Vzhledem k především ekonomickému hledisku, které neumožňuje v krátké době cílovou hodnotu 40 dB dosáhnout, WHO doporučila L_{night} 55 dB, která ovšem nechrání před nepříznivými účinky hluku citlivé skupiny populace. Hlukovou zátěž nad 55 dB WHO považuje za zvýšené nebezpečí pro veřejné zdraví. Nepříznivé zdravotní účinky při této úrovni hlukové expozice již mají častý výskyt, značná část populace je hlukem vysoce obtěžována a rušena a je prokázáno zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění [podklad 4]. Pokud tento konečný cíl 55 dB/40 dB nemůže být dosažen v krátkodobém horizontu, musí být tyto cíle použity při provádění opatření a hodnocení a řízení rizik.

V publikaci „Environmental Noise Guidelines for the European Region“ (dále jen WHO guidelines) [podklad 15] vydané WHO regionální úřadovnou pro Evropu v r. 2018 je doporučeno snížit hluk ze silniční dopravy v noční době pod 45 dB L_{night} . Průkaz pro závažné absolutní riziko rušení spánku vztažené k noční expozici hlukem ze

silniční dopravy při související s nočním hlukem při 45 dB L_{night} bylo hodnoceno střední kvalitou (tzn. v rámci dalších studií může dojít k dalšímu upřesnění tohoto odhadu).

Ovlivnění kardiovaskulárního systému

Tyto účinky byly prokázány v řadě epidemiologických studií a experimentálních pokusů. Hluk aktivuje jako nespecifický stresor autonomní a hormonální systém a může vést k přechodným změnám v podobě zvýšení krevního tlaku, tepu, vasokonstrikce, ovlivnění hladiny krevních lipidů, glukózy, vápníku, hořčiku a faktorů krevní srážlivosti. Předpokládá se, že při dlouhodobé expozici mohou tyto funkční změny u citlivých jedinců vést ke zvýšenému riziku kardiovaskulárních onemocnění, tj. hypertenze, ischemické choroby srdeční (nedostatečné prokrvení srdečního svalu, projevující se klinicky jako angína pectoris až infarkt myokardu) a cévních mozkových příhod. V případě hypertenze je významná teorie, podle které se zde současně uplatňuje i nedostatek hořčiku, který je vlivem hluku uvolňován z buněk a vylučován z organismu a není u evropské populace dostatečně saturován příjmem potravy.

Negativní působení hluku do značné míry ovlivňuje i konkrétní situace a aktivity, které hluk narušuje. Zvláštní význam proto může mít zejména večerní hluk v době relaxace po práci a noční hluk rušící spánek, který je třeba pohlížet jako na významný potenciální faktor kardiovaskulárního rizika.

Riziko ICHS je při hlukové expozici nad $L_{Aeq, 6-22h}$ 60 dB popisováno většinou studií, nové studie však ukazují na mírné zvýšení rizika již mezi 55 – 60 dB. Za prokázaný je považován vztah mezi hlukovou expozicí a spotřebou léků, jak kardiovaskulárních, tak hypnotik a sedativ. Zpráva EEA z r. 2014 uvádí, že výsledky analýz naznačují zvyšující se riziko hypertenze a kardiovaskulárních onemocnění již při úrovni 50 dB L_{dvn} [podklad 14]

K hodnocení rizika ICHS dokumenty EEA i WHO doporučovaly výpočet OR poměr incidence infarktu myokardu vztahem odvozeným pro hlukovou expozici ekvivalentní hladině akustického tlaku v denní době $L_{day, 16h}$ v rozmezí 55 – 80 dB. Tento vztah se týká pouze hluku ze silniční dopravy [podklady 4, 5].

V r. 2014 byla publikována meta-analýza 14 studií, kterou bylo pro ICHS a 10 dB nárůst hluku ze silniční dopravy v rozmezí 52 – 77 dB L_{dn} odvozeno relativní riziko 1,08 (95%CI 1,04 – 1,13). Dříve předpokládaná prahová hodnota 60 dB $L_{day, 16h}$ pro riziko ISCHS se tím snížila na 55 dB v L_{dn} [podklad 13].

V roce 2008 byly publikovány výsledky velké mezinárodní evropské studie HYENA [podklad 11], jejímž cílem bylo vyhodnocení vztahů mezi expozicí obyvatel v okolí letišť hluku z letecké a pozemní dopravy ve vztahu k riziku hypertenze. Statistickým zpracováním výsledků byl pro obě pohlaví respondentů zjištěn statisticky významný vztah pro noční hlukovou expozici z letecké dopravy a u mužů i pro 24hodinovou expozici z pozemní dopravy. Pro denní hlukovou expozici tento vztah statisticky významný nebyl, což lze vysvětlit více homogenní hlukovou expozicí v nočních hodinách, které lidé tráví doma a narušením zotavujícího efektu spánku, ke kterému dochází účinkem hluku i bez vědomého probuzení.

V posledních letech byla zpracována řada studií zabývajících se vztahem hlukové expozice z letecké a silniční dopravy a rizikem hypertenze. V r. 2012 byla publikována meta-analýza 24 studií prokazující vliv silniční dopravy na mírné zvýšení rizika hypertenze. Studie uvádí OR („poměr šancí“) 1,034 (95% CI 1,011-1,056) pro 5 dB nárůst expozice v deskriptoru $L_{Aeq, 16h}$. Ze závěrů studie vyplývá, že ale nebylo možné spolehlivě stanovit prahovou hodnotu pro vztah hluku ze silniční dopravy a prevalencí hypertenze [podklad 12].

V nové směrnici WHO [podklad 15] odvozeny nové vztahy expozice a účinku pro posouzení kardiovaskulárního rizika v důsledku působení hluku. Jako hlukový deskriptor je použita hladina L_{den} . **Nejspolehlivější podklady dle WHO existují pro vztah mezi hlukem ze silniční dopravy a rizikem ischemické choroby srdeční v úrovni RR 1,08 (95%CI = 1,01-1,15) pro 10 dB nárůst expozice s prahovou hladinou cca 53 dB.** Odvozeny byly také nové vztahy pro další ukazatele kardiovaskulárních onemocnění jako je hypertenze a cévní mozkové příhody,

avšak s nízkým stupněm spolehlivosti. Pro hluk z železniční dopravy a riziko kardiovaskulárních onemocnění nebyly důkazy nalezeny.

V nejnovější publikaci WHO z r. 2018 [podklad 15] je s vysokou kvalitou průkazu uvažována **pro závažné zvýšení rizikového faktoru ($RR = \text{Risk Ratio}$) pro incidenci ischemické choroby srdeční (ICHS) uváděna hodnota při dlouhodobé expozici L_{den} 59 dB.**

Poruchy duševního zdraví

Nejednoznačné jsou výsledky studií zaměřených na vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví. Nepředpokládá se, že by hluk mohl být přímou příčinou duševních nemocí, ale patrně se může podílet na zhoršení jejich symptomů nebo urychlit rozvoj latentních duševních poruch. Za indikátor latentních duševních poruch nebo onemocnění u populace exponované hluku je považována spotřeba sedativ a prášků na spaní, výskyt některých psychiatrických symptomů, hospitalizací. Nadměrná hlučnost je jeden z tzv. stresogenních faktorů venkovního prostředí a může vést až k neurotickým poruchám osobnosti.

Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem

Bylo zatím sledováno převážně v laboratorních podmínkách u dobrovolníků. Zvláště citlivé na působení zvýšené hlučnosti je tvůrčí duševní práce a plnění úkolů spojených s nároky na paměť, pozornost a komplikované analýzy. Rušivý účinek hluku je významný zejména při činnostech náročných na pracovní paměť, kdy je třeba udržovat část informací v krátkodobé paměti (např. matematické operace, čtení apod.).

K hodnocení ovlivnění výkonnosti při pracovních činnostech není ale dosud dostatek studií k vytvoření závazného vztahu expozice a účinku.

U dětí ve školách v okolí letišť byla v řadě studií při ekvivalentní hladině hluku ve venkovním prostoru školy nad 70 dB popsána snížená schopnost motivace, nižší výkonnost při poznávacích úlohách a deficit v osvojení čtení a jazyka. Děti byly více roztržité a dělaly více chyb. Nepříznivý účinek byl větší u dětí s horšími školními výkony.

Obtěžování hlukem

Obtěžování hlukem WHO nepovažuje za přímé zdravotní riziko. Přesto bývá do hodnocení vlivu hluku na obyvatelstvo kvantitativní odhad obtěžování zařazen, neboť ovlivňuje duševní a sociální pohodu ve smyslu široké definice zdraví WHO, jakožto stavu fyzické, duševní a sociální pohody.

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Obtěžování hlukem vyvolává celou řadu negativních emočních stavů, mezi které patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese nebo úzkosti. U každého člověka existuje určitý stupeň senzitivity, respektive tolerance k rušivému účinku hluku. V normální populaci je 10 - 20 % vysoce senzitivních osob, stejně jako velmi tolerantních, u zbylých 60 – 80 % populace víceméně platí závislost míry obtěžování na intenzitě hlukové zátěže.

V EU jsou v současné době ke kvantitativnímu odhadu obtěžování obyvatel hlukem z různých typů dopravy standardně používány vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dn} nebo L_{dvn} v rozmezí 45 – 75 dB a procentem obtěžovaných obyvatel, odvozené v roce 2001 holandským institutem pro aplikovaný vědecký výzkum [podklad 8].

Jako **prahové hladiny hlukové expozice v denní době, od kterých se u průměrně citlivých osob začíná projevovat obtěžující účinek, uvádí WHO ve směrnice z r. 1999 [podklad 4] ekvivalentní hladinu akustického tlaku 50 dB pro mírné a 55 dB pro silné obtěžování.** Během večera a noci by hladina hluku měla být o 5 - 10 dB nižší nežli ve dne. **Pro hluk z různých druhů dopravy uváděla EEA shodnou prahovou hladinu obtěžování 42 dB v L_{dvn} [podklad 5]. Nové vztahy pro silné obtěžování byly odvozeny pro rozmezí 40 – 75 dB L_{den} a indikují prahovou hladinu hluku pro obtěžování i pod 40 dB L_{den} [podklad 15].**

V publikaci WHO z r. 2018 [podklad 15] je se střední kvalitou průkazu pro závažné absolutní riziko obtěžování udávaná hladina L_{den} 53 dB.

Při působení hluku kromě fyzikálních vlastností hluku záleží i na řadě neakustických faktorů sociální, psychologické nebo ekonomické povahy. Největší vliv byl potvrzen u obavy ze zdrojů hluku a individuálního stupně citlivosti (vnímavosti) vůči hluku. Významnou roli zde hraje např. vztah ke zdroji hluku, pocit do jaké míry jej člověk může ovlivnit nebo zda má pro něj nějaký ekonomický význam. Tato skutečnost vede k různým výsledkům studií, které prokazují u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt u exponované populace a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách hluku v různých lokalitách v různých zemích.

Menší rozmrzelost působí hluk, u nějž je předem známo, že bude trvat jen po určité vymezenou dobu. Příznivě působí i nabídnuté východisko, např. nabídka možnosti přestěhovat se po dobu provádění nejhluchnějších stavebních prací. Závislost je i mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v hlučném bytu či jiném prostředí. Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje. Kromě toho může být významně ovlivněna zdravotním stavem.

Epidemiologické studie prokazují, že stejná úroveň hlukové expozice z průmyslových zdrojů nebo různých typů dopravy vede k rozdílnému stupni obtěžování exponované populace. Výsledky výzkumu ukazují vyšší obtěžující účinek hluku z letecké dopravy, jako nejméně obtěžující je vnímán zpravidla hluk ze železniční dopravy.

Obtěžující účinek leteckého hluku lze přičíst jeho nepravidelnosti, vysoké intenzitě hlukových událostí, obtížné ochraně chráněných místností před tímto hlukem, kdy není možné přesunout chráněné místnosti na neexponovanou stranu objektu. Intenzivnější reakce v oblasti obtěžování byly pozorovány vůči hluku doprovázeného vibracemi, hluku obsahujícímu nízké frekvenční složky a hluku impulsního charakteru. Nepříjemnější je také hluk s kolísavou intenzitou nebo obsahující tónové složky. Hodnocení obtěžujícího účinku hluku kombinované expozice hluku různých zdrojů je velmi obtížné a dosud neexistuje obecně přijatý model.

Při hodnocení působení hluku na lidské zdraví si ovšem musíme být vědomi nejistot, kterými je tento proces zatížen. Jedna oblast nejistot je dána neschopností fyzikálních parametrů hluku, které máme k dispozici, jednoduše popsat fyziologickou závažnost, tedy nebezpečnost hlukové události, druhá oblast nejistot vyplývá ze skutečnosti, že účinek hluku je variabilní nejen individuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky. Účinky jsou ovlivněné konkrétními místními podmínkami, rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponované populace. V praxi se proto nezdá setkáváme se situacemi, kdy lidé postižení hlukem v konkrétních podmínkách nepotvrzují platnost stanovených prahových hodnot nebo limitů, neboť z exponované populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých a naopak velmi rezistentních, které stojí jakoby mimo kvantitativní závislosti. Za různých okolností představují tyto atypické reakce 5–20 % celého souboru. Další nejistoty jsou způsobené vlivem konkrétních místních podmínek a rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponované populace.

5 CHARAKTERIZACE NEBEZPEČNOSTI

5.1 PRAHOVÉ HODNOTY PROKÁZANÝCH ÚČINKŮ PRO KVALITATIVNÍ CHARAKTERIZACI RIZIKA HLUKU

Při následující kap. 5 je pro základní posouzení vlivů navrhovaných změn ÚP SÚ hl. m. Prahy využita obecná kvalitativní charakterizace zdravotních účinků hluku, při které je možné orientačně vycházet z prahových hodnot hlukové expozice pro nepříznivé účinky hluku v denní a noční době ve venkovním prostředí, které se dnes považují za dostatečně, popř. omezeně prokázané. Tyto prahové hodnoty platí pro větší část populace s průměrnou citlivostí vůči účinkům hluku. S ohledem na individuální rozdíly citlivosti, je třeba předpokládat možnost těchto

účinků u citlivější části populace i při hladinách hluku nižších. Prahové hodnoty vycházejí z hlukových směrnic WHO a dokumentů EEA a některých novějších poznatků.

Základní prahové hodnoty hlukové expozice pro nepříznivé účinky hluku v denní a noční době ve venkovním prostředí jsou tučně vyznačeny v textu v kap. 2.1.

5.2 VZTAHY EXPOZICE A ÚČINKU PRO KVANTITATIVNÍ CHARAKTERIZACI RIZIKA

5.2.1 Vztahy pro obtěžování hlukem z jednotlivých typů dopravy

V nové směrnici WHO a navazujících dokumentech [podklad 15, 16] jsou definované nové vztahy pro odhad procenta obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy:

$$\%HA = 78,9270 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2.$$

Vztah je odvozený na základě posouzení a meta-analýzy novějších epidemiologických studií [podklad 15, 16]. Ve srovnání s původními vztahy indikují vyšší stupeň obtěžování hlukem ze silniční dopravy i při nižší hlukové expozici. Vztah byl odvozen pro hlukovou zátěž v L_{den} v rozmezí 40–80 dB. Pro hodnocení nižší hlukové zátěže do 45 dB však tento vztah vlivem použité metody a nedostatku vstupních dat neposkytuje spolehlivé hodnoty [podklad 2, 15]. Vzhledem k odlišnosti podmínek a metodiky v některých podkladových studiích byl pro obtěžování silničním hlukem vytvořen i vztah pro evropský plochý terén (s vyloučením alpských a asijských studií) [podklad 2] a nově provedené analýzy časových trendů obtěžování [podklad 2] potvrzují také platnost původních vztahů podle Miedema - Oudshoorn [podklady 9, 10].

Vzhledem k dostatečné výpovědní hodnotě, která je potvrzena i výše uvedeným potvrzením platnosti těchto vztahů, je k odhadu míry obtěžujícího účinku hluku z dopravy v této studii použit dosud standardně užívaný vztah expozice a účinku podle Miedema - Oudshoorn [podklady 9, 10]. Vztahy vycházejí z meta-analýz zahraničních epidemiologických studií a jsou odvozeny pro hlukovou expozici v L_{dn} [L_{dn} (day-night level)] nebo L_{dvn} [L_{dvn} (day-evening-night level)] v rozmezí 45 - 75 dB. Vztahy byly odvozeny pro tři úrovně obtěžování. Pro posouzení vysokého obtěžování byl v této studii použitý vztah:

$$\%HA = 9,994 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 42)^3 + 1,523 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 42)^2 + 0,538 \cdot (L_{dn} - 42)$$

V následující Tab. 1 a 2 jsou uvedené výsledky výpočtu počtu obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy. Podkladem pro výpočet je celkový počet obyvatel v předmětném území uvedený v příloze akustického posouzení [podklad 1].

Tab. 1: Počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy dle katastrálních území

Katastrální území	Počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem z dopravy HA		
	Stav bez změny	Stav se změnou	Rozdíl stav se z. – stav bez z.
Nové Město	227	228	+1
Vinohrady	288	286	-2
Karlín	38	38	0
Žižkov	642	638	-4
SUMA	1194	1190	-4

Pozn. Rozdílné hodnoty v rozdílech mezi jednotlivými katastrálními územími a v celkovém součtu jsou ovlivněné zaokrouhlováním na celá čísla.

Tab. 2: Celkový počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy

Posuzovaný stav	Počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem z dopravy HA
Stav bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	1194
Stav se změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	1190
Rozdíl Stav bez změny – stav se změnou	-4

5.2.2 Vztahy pro subjektivní rušení spánku hlukem z jednotlivých typů dopravy

V nové směrnici WHO a navazujících dokumentech [podklad 15, 16] jsou definované vztahy pro odhad procenta obyvatel vysoce rušených ve spánku hlukem ze silniční dopravy a železniční dopravy.

Silniční doprava:

$$\%HSD = 19,4312 - 0,9336.L_{night} + 0,0126.L_{night}^2.$$

Železniční doprava:

$$\%HSD = 67,5406 - 3,1852.L_{night} + 0,0391.L_{night}^2.$$

Vztahy jsou odvozené na základě posouzení a meta-analýzy novějších epidemiologických studií publikovaných v letech 2002 – 2015 [podklad 15]. Vztah byl odvozený pro hlukovou zátěž v L_{night} v rozmezí 40-65 dB. Spodní hodnoty 40 dB, která byla zvolena z důvodů možných nepřesností v odhadu nízkých hladin, odpovídá 2 % vysoce rušených obyvatel. Nelze ji tedy považovat za prahovou hladinu hluku pro tento účinek.

Výše uvedené hodnoty spodních hladin, pro které jsou uvedené vztahy platné a při kterých dochází u určitého procenta exponovaných obyvatel k obtěžování hlukem a rušení spánku hlukem, vypovídají o tom, že dodržení hygienických limitů automaticky nevylučuje negativní účinky hluku na exponované obyvatele. Při slyšitelné úrovni hluku je vzhledem k značným individuálním rozdílům ve vnímání hluku u exponovaných obyvatel nutné očekávat různý stupeň obtěžování a rušení hlukem u určitého procenta obyvatel. Stanovené hygienické limity představují kompromis mezi max. snahou o ochranu zdraví a možnostmi (včetně ekonomických možností) zajistit exponovaným obyvatelům naprostou ochranu zdraví i pohody.

V následující Tab. 3 a 4 jsou uvedené výsledky výpočtu počtu obyvatel vysoce rušených hlukem ze silniční dopravy. Podkladem pro výpočet je celkový počet obyvatel v předmětném území uvedený v příloze akustického posouzení [podklad 1].

Tab. 3: Počet obyvatel vysoce rušených hlukem ze silniční dopravy dle katastrálních území

Katastrální území	Počet obyvatel vysoce rušených hlukem z dopravy HSD		
	Stav bez změny	Stav se změnou	Rozdíl stav se z. – stav bez z.
Nové Město	94	94	0
Vinohrady	120	120	0
Karlín	15	15	0
Žižkov	280	278	-2
SUMA	509	507	-2

Tab. 4: Celkový počet obyvatel vysoce rušených hlukem ze silniční dopravy

Posuzovaný stav	Počet obyvatel vysoce rušených hlukem z dopravy HSD
Stav bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	509
Stav se změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	507
Rozdíl Stav bez změny – stav se změnou	-2

5.2.3 Vztahy pro vyhodnocení rizika kardiovaskulárních onemocnění

Dalším indikátorem účinku hluku z dopravy na veřejné zdraví je *atributivní riziko kardiovaskulárních onemocnění* [podklad 2]. Při hodnocení tohoto rizika se používají vztahy expozice ischemické choroby srdeční (ICHS), resp. rizika infarktu myokardu (IM), vycházející z meta-analýzy epidemiologických studií. Níže uvedené vztahy jsou platné pouze pro hluk ze silniční dopravy, pro ostatní druhy dopravy nebyly dosud získány dostatečné podklady pro vytvoření závazných vztahů.

V nové směrnici WHO [podklad 15] byly jako nejspolehlivější vyhodnoceny důkazy o vztahu mezi hlukem ze silniční dopravy a rizikem ischemické choroby srdeční v podobě relativního rizika RR 1,08 (95% CI = 1,01-1,15) pro 10 dB nárůst expozice v L_{den} s prahovou hladinou cca 53 dB. Za významné přitom považuje WHO zvýšení zdravotního rizika nad 5%, ke kterému dle výše uvedeného vztahu dochází při dlouhodobé hlukové zátěži od L_{den} 59,3 dB.

V souladu s novou směrnicí WHO a dalšími dokumenty [podklady 2, 15, 16] je pro výpočet RR vzniku ICHS pro konkrétní expozici hluku silniční dopravy použitý vztah:

$$RR_{ICHS,silnice} = e^{[(\ln 1,08/10) \cdot (L_{den} - 53)]} \quad \text{pokud } L_{den} > 53 \text{ dB,}$$
$$\text{zjednodušeně } RR_{ICHS,silnice} = 1,00773^{(L_{den} - 53)}$$
$$\text{pokud } L_{den} \leq 53 \text{ dB pak } RR_{ICHS,silnice} = 1$$

S použitím RR je na základě hlukové expoziční distribuce u exponovaného souboru obyvatel dále možné provést výpočet tzv. *populační atributivní frakce* (PAF), která vyjadřuje, jaký podíl (frakci) onemocnění infarktem myokardu (IM) u této populace je možné přisoudit dlouhodobému vlivu dopravního hluku.

$$\text{Vzorec pro výpočet PAF: } PAF = \sum (P_i \times RR_i) - 1 / \sum (P_i \times RR_i)$$

P_i = podíl populace v expozičním pásmu i

RR_i = relativní riziko v expozičním pásmu i

$$\sum P_i = 1$$

Na základě stanovení hodnoty PAF je možné provést výpočet počtu odhadovaných případů ICHS v důsledku dlouhodobého působení hluku automobilové dopravy dle vztahu: $N = PAF \times I \times P$

N = počet odhadovaných případů ICHS (za rok)

PAF = populační atributivní frakce

I = incidence ICHS (ze zdravotních statistik)

P = celkový počet obyvatel v hodnoceném území

V následujících výpočtech je uvažovaná incidence ICHS v souladu s autorizačním návodem SZÚ AN 15/04, verze 5 [podklad 2]. Výpočet je proveden pouze pro silniční dopravu, pro kterou jsou výše uvedené vztahy platné.

Počet případů kardiovaskulárních onemocnění, resp. infarktu myokardu (IM) v důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy byl pro posuzované území stanoven na základě počtu obyvatel v jednotlivých hlukových

pásmech pro veličinu L_{dn} uvedené v akustickém posouzení [podklad 1]. Výsledky výpočtu jsou uvedené v Tab. 5 a 6.

Tab. 5: Počet případů kardiovaskulárních onemocnění (IM) v důsledku hluku ze silniční dopravy dle katastrálních území

Katastrální území	Počet případů kardiovaskulárních onemocnění (IM) v důsledku hluku ze silniční dopravy/rok		
	Stav bez změny Z 3791/00 ÚP hl. m. Prahy	Stav se změnou Z 3791/00 ÚP hl. m. Prahy	Rozdíl Stav bez změny – stav se změnou
Nové Město	0,9842	0,9883	0,0041
Vinohrady	1,2610	1,2507	-0,0103
Karlín	0,1652	0,1652	0
Žižkov	2,5924	2,5871	-0,0053
SUMA	5,0056	4,9943	-0,0113

Tab. 6: Celkový počet případů kardiovaskulárních onemocnění (IM) v důsledku hluku ze silniční dopravy

Posuzovaný stav	Počet případů kardiovaskulárních onemocnění (IM) v důsledku hluku ze silniční dopravy/rok
Stav bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	5,0056
Stav se změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	4,9943
Stav bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy	-0,0113

Pro celkové hodnocení je nutné si uvědomit, že použité vztahy pro posouzení zdravotních rizik hluku byly odvozeny pro dlouhodobou expozici a zprůměrovány na celou populaci, nemusí tedy platit pro malé soubory a jednotlivce. Přepočet uvedený v Tab. 5 a 6 byl i přes posuzování rozsáhlejšího území proveden pro omezený soubor obyvatel ve vymezeném území. Na výsledky provedeného odhadu výskytu kardiovaskulárních onemocnění (případů IM) je proto nutné pohlížet spíše z hlediska celkového posouzení vlivu jednotlivých stavů a trendů než z hlediska stanovení absolutních počtů případů IM. Provedená kvantifikace kardiovaskulárního rizika je pouze informativním odhadem s vysokými nejistotami, přesto lze, na základě dat, která byla k dispozici, konstatovat, že realizací navrhované změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy lze očekávat při posuzování celého dotčeného území mírné snížení kardiovaskulárního rizika.

5.2.4 Synergické účinky hluku - silniční a tramvajová doprava

Zdrojem hluku v posuzovaném území je především automobilová a tramvajová doprava. Nařízení vlády č. 272/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů hodnotí každý zdroj hluku samostatně a nestanovuje limity pro synergické působení silniční a tramvajové dopravy. Hodnocení obtěžujícího a rušivého účinku hluku kombinované expozice hluku různých zdrojů je velmi obtížné a dosud neexistuje obecně přijatý model. Výsledky výzkumu ukazují nejvyšší obtěžující účinek hluku z letecké dopravy, jako nejméně obtěžující je vnímán zpravidla hluk ze železniční dopravy. Vztahy pro obtěžování a rušení hlukem uvedené v kap. 5.2.1 a 5.2.2 jsou odvozeny a stanoveny pro samostatné posouzení silniční dopravy.

Pro tramvajovou dopravu jako samostatný zdroj hluku nejsou k dispozici dostatečná data pro vytvoření závazného vztahu. Ze zkušenosti zpracovatele této studie v rámci mnoho desítek provedených měření lze říci, že zejména ve výrazné hlukově exponovaných místech jak silniční tak tramvajovou dopravou je hluk z tramvajové dopravy a silniční dopravy vnímán zpravidla jako jeden zdroj. Současně lze u tramvajové dopravy očekávat vyšší stupeň obtěžování než u železniční dopravy, která je obecně považována za nejméně obtěžující a rušivou. Vyšší stupeň obtěžování a rušení tramvajovou dopravou bude souviset s vyšší intenzitou provozu, s průjezdy tramvajových souprav v blízkosti obytných objektů apod.

Tramvajová doprava není navrhovanou změnou dotčená. V akustickém posouzení je tramvajová doprava posouzena v síti výpočtových bodů v kumulaci se silniční dopravou. Výsledky kumulativního působení tramvajové a silniční dopravy korespondují s výsledky působení silniční dopravy. Výpočet akustické situace ve výhledovém stavu se změnou ÚP SÚ hl. m. Prahy č. 3791/00 prokázal, že vlivem posuzované změny dochází v kumulaci provozu silniční a tramvajové dopravy k nárůstu akustické situace maximálně o 0,2 dB v denní době a o 0,1 dB v noční době. Tato změna je u hluku z dopravy subjektivně nepostřehnutelná a lze ji z hlediska vlivu na ovlivnění míry rizika nepříznivého působení hluku na veřejné zdraví hodnotit jako nevýznamnou. V některých kontrolních výpočtových bodech (zejména část zástavby v ul. Na Florenci, Praha 1) navíc vlivem akustického stínění plánovanými hmotami dochází ke zlepšení akustické situace (až o 2,7 dB), u obyvatel dotčených objektů lze očekávat snížení míry nepříznivých účinků hluku z dopravy.

Charakterizace rizika – vyhodnocení výsledků

Výsledky posouzení jsou uvedené v Tab. 1 až 6.

Stav bez změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy

Silniční doprava

Počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy je 1194 obyvatel.

Počet obyvatel vysoce rušených ve spánku hlukem ze silniční dopravy je 509 obyvatel.

Počet případů infarktu myokardu v důsledku hluku ze silniční dopravy je 5,0 případu/rok.

Stav se změnou Z 3791/00 SÚ ÚP hl. m. Prahy

Silniční doprava

Počet obyvatel vysoce obtěžovaných hlukem ze silniční dopravy je 1190 obyvatel.

Počet obyvatel vysoce rušených ve spánku hlukem ze silniční dopravy je 507 obyvatel.

Počet případů infarktu myokardu v důsledku hluku ze silniční dopravy je 4,99 případu/rok.

Vyhodnocení:

Vlivem změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy v důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy lze v posuzovaném území očekávat mírné snížení počtu *vysoce obtěžovaných* obyvatel o 4 obyvatele. Při posuzování jednotlivých katastrálních území bylo zjištěno mírné navýšení o 1 obyvatele vysoce obtěžovaného hlukem ze silniční dopravy v k. ú. Nové Město, toto navýšení představuje setinu z celkového počtu obyvatel.

Vlivem změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy v důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy lze v posuzovaném území očekávat snížení počtu obyvatel *vysoce rušených ve spánku* o 2 obyvatele. Při posuzování jednotlivých katastrálních území nebylo v žádném z k. ú. zjištěno navýšení počtu obyvatel vysoce rušených hlukem ze silniční dopravy.

Vlivem změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy v důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy lze v posuzovaném území očekávat mírné snížení *počtu případů kardiovaskulárních onemocnění (infarktu myokardu)* o 0,011 případu/rok oproti stavu bez navrhované změny. Jedná se o nehodnotitelnou změnu, i v případě přepočtu na 10 let se jedná o desetinu případu IM. Vzhledem k tomu, že se jedná o závažný nepříznivý zdravotní účinek dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy, je ale i minimální snížení rizika pozitivním příspěvkem.

Jak ukazují výsledky posouzení, *působením hluku ze silniční dopravy* nedochází vlivem změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy k navýšení počtu obyvatel vysoce obtěžovaných i subjektivně rušených ve spánku hlukem, v důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy lze očekávat mírné snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění (případů infarktu myokardu).

Hluk ze silniční dopravy byl v akustickém posouzení vypočítán i v síti kontrolních bodů zvolených v chráněném venkovním prostoru staveb v bezprostředním okolí navrhované změny. Maximální nárůst $L_{Aeq,T}$ v kontrolních výpočtových bodech je 0,2 dB v denní i noční době. Tato změna je u hluku z dopravy subjektivně nepostřehnutelná a lze ji z hlediska vlivu na ovlivnění míry rizika nepříznivého působení hluku na veřejné zdraví hodnotit jako nevýznamnou. V některých kontrolních výpočtových bodech (zejména část zástavby v ul. Na Florenci, Praha 1) navíc vlivem akustického stínění plánovanými hmotami dochází ke zlepšení akustické situace.

Na základě provedeného posouzení vlivu hluku z dopravy na veřejné zdraví lze konstatovat, že již ve stávajícím stavu jsou obyvatelé stávající zástavby exponováni hladinám nad prahovými hodnotami pro nepříznivé účinky hluku. Navrhovanou změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy nedochází vlivem silniční dopravy při celkovém posouzení u obyvatel stávající zástavby k navýšení míry rizika nepříznivých účinků hluku.

Doporučení:

Z hlediska vlivu hluku na veřejné zdraví je při realizaci navrhované změny žádoucí věnovat zvýšenou pozornost nejenom splnění hygienických limitů hluku v souladu s platnou legislativou, ale i minimalizaci akustické zátěže stávajících objektů a s tím související omezení míry nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele. V případě, že u chráněné zástavby dochází již ve stávajícím stavu k překračování hygienickým limitů z pozemní dopravy, musí být přijata taková opatření, aby nedocházelo k navýšení hluku vlivem posuzované úpravy. Případnými protihlukovými opatřeními je nutné zajistit, aby u obyvatel stávající zástavby nedocházelo k významnému navýšení míry nepříznivých účinků hluku.

V řešení výhledového stavu dopravní infrastruktury je nezbytné přistupovat k jednotlivým lokalitám na základě detailních akustických posouzení v navazujících stupních projektové dokumentace a za použití vhodných protihlukových opatření, jejichž popis je uveden akustickém posouzení [podklad 1], zajistit, aby realizací změny nedocházelo k významnému navýšení nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele.

Předmětná změna Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy navrhuje využití, u kterého se předpokládá umístění nové zástavby. V případě umístění chráněných staveb nebo chráněných venkovních prostorů do území musí být chráněné prostory v řešeném území řešeny tak, aby veškeré chráněné venkovní prostory staveb, chráněné venkovní prostory a chráněné vnitřní prostory staveb nebyly v rozporu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů a s požadavky nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů. V případě nutnosti bude nezbytné zajistit protihlukovou ochranu těchto prostor. Z hlediska vlivu hluku na veřejné zdraví je při umístění nových staveb a chráněných venkovních prostorů žádoucí věnovat zvýšenou pozornost rovněž nejenom splnění hygienických limitů hluku v souladu s platnou legislativou, ale i minimalizaci akustické zátěže těchto objektů a chráněných venkovních prostor pro omezení míry nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele. Zvláštní pozornost je nutné věnovat v případě umístění nových staveb a chráněných venkovních prostorů zejména pro školní a předškolní účely, kde se významně může projevit nepříznivé působení hluku v oblasti zhoršené komunikace řečí, vlivu na porozumění řeči.

V akustickém posouzení jsou popsána obecná protihluková opatření, která by měla zajistit předcházení, snížení nebo kompenzaci zjištěných nepříznivých vlivů na akustickou situaci a tím omezení vlivu navrhované změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy na míru nepříznivých účinků hluku na veřejné zdraví, tj. exponované obyvatele.

Řešena jsou protihluková opatření u zdrojů hluku z dopravy i z možných stacionárních zdrojů hluku, které mohou být navrhovanou změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy do území vnášeny.

Konkrétní protihluková opatření musí být specifikována akustickým posouzením zpracovaným v době projektových příprav navržených záměrů, které bude provedeno v souladu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Hluk z provozu stacionárních zdrojů navrhovaných objektů v území předmětné změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy nesmí způsobit překračování hygienického limitu hluku v chráněných venkovních prostorech okolních stávajících staveb 50/40 dB v denním/nočním období a v chráněných venkovních prostorech 50/50 dB v denním/nočním období za předpokladu, že navržené zdroje hluku nebudou generovat hluk s tónovou složkou (v případě výskytu tónových složek je tento limit o 5 dB nižší).

V případě stacionárních zdrojů hluku se jedná o zdroje hluku, které lze při dnešním stavu poznání odhlučnit a snížit jejich hlučnost na úroveň nejen pod hygienické limity v chráněném venkovním prostoru staveb, ale i pod prahové hodnoty nepříznivých účinků hluku a tím vyloučit možnost obtěžování a rušení těmito zdroji. Hluk z provozu stacionárních zdrojů hluku je nutné detailně posoudit v dalších stupních projektové dokumentace a navrhnout případná protihluková opatření tak, aby nedocházelo k překračování hygienických limitů. Za těchto podmínek nebude provoz stacionárních zdrojů hluku ovlivňovat míru nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele.

6 ANALÝZA NEJISTOT

Každé hodnocení zdravotních rizik je nevyhnutelně zatíženo určitými nejistotami, danými spolehlivostí použitých dat, referenčních hodnot, expozičními faktory, odhady chování exponované populace apod. Proto je nedílnou součástí hodnocení rizika i popis a analýza nejistot, které jsou s ním spojeny, a kterých si je zpracovatel vědom.

Nejistoty jsou dány jednak neschopností fyzikálních parametrů hluku, které máme k dispozici, jednoduše a přesně popsat fyziologickou závažnost, tedy nebezpečnost hlukové události, další nejistoty vyplývají např. z variabilního účinku hluku.

Při hodnocení rizika hluku je nutné počítat s následujícími základními okruhy nejistot :

1. Jedna ze základních nejistot vyplývá z údajů o intenzitě hlukové expozice. V daném případě se jedná o posuzování akustické situace v lokalitě stávající zástavby, akustické posouzení, které bylo podkladem posouzení vlivů na zdraví, definuje vstupy pro výpočet včetně dopravně inženýrských údajů. Vypočtené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A jsou uváděny s přesností výsledku výpočtu do $\pm 2,0$ dB.
2. Nejistota související s nedostatkem informací o počtech exponovaných lidí. Pro posouzení zdravotních rizik byla použita charakterizace rizika na základě stanoveného počtu obyvatel v hodnocené oblasti v 5dB pásmech. Postup stanovení počtu obyvatel je popsán v akustickém posouzení [podklad 1]. Počty ovlivněných obyvatel byly přiřazovány do 5dB pásem podle nejvyšších hodnot deskriptorů vypočtených na celé fasádě posuzovaného objektu i včetně fasád, kde se nenacházejí okenní prvky do chráněných místností, které však mohou být vystaveny nadlimitní hlukové zátěži. Oproti tomu kontrolní výpočtové body byly umístěny před okny u fasád, kde se předpokládá umístění chráněných místností. Z tohoto důvodu jsou výsledné počty obyvatel uvedené v podkladech pro hodnocení zdravotních rizik na straně bezpečnosti. I přes posuzování rozsáhlejšího území je ale nutné si při celkovém hodnocení uvědomit, že se jedná o omezený soubor objektů a obyvatel. *Použité vztahy pro posouzení zdravotních rizik hluku byly odvozeny pro dlouhodobou expozici a zprůměrovány na celou populaci, nemusí tedy platit pro malé soubory a jednotlivce. Výsledky je proto nutné posuzovat spíše z hlediska celkového posouzení vlivu jednotlivých stavů a trendů než z hlediska stanovení*

- absolutních počtů ovlivněných obyvatel.* Vzhledem k účelům této studie a použití konzervativního přístupu považuje zpracovatel použitý přístup za dostatečně vypovídající o ovlivnění míry zdravotního rizika exponovaných obyvatel v předmětném území v důsledku navrhované změny ÚP.
3. Významná nejistota vyplývá z přijetí konzervativního přístupu s vědomím nadhodnocení průměrné expozice. Odhad rizika je provedený cíleně vždy pro nejvyšší zjištěné hodnoty na fasádách sledovaných objektů s vědomím, že v ostatních částech objektů bude situace příznivější. Tímto přístupem jsou popisovány nejhorší varianty a provedené odhady a výpočty zasažených objektů a obyvatel jsou tak na straně bezpečnosti.
 4. Nejistota daná dostupným expozičním scénářem – není známo dispoziční řešení bytů, orientace oken, informace o době expozice v daném místě. V posuzované lokalitě nebylo provedeno dotazníkové šetření, které by vypovědělo bližší informace o exponovaných obyvatelích (zpracovatel nezná dobu, po kterou lidé v zasažených objektech bydlí, jejich životní styl, zaměstnání, včetně možné hlukové expozice v pracovním prostředí, využití volného času, rodinnou anamnézu atd.).
 5. Další nejistoty jsou způsobené rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponované populace. Není zohledněna věková skladba obyvatel, podíl vnímavé populace. Účinek hluku je variabilní nejen individuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky. Popisované vztahy mezi hlukovou expozicí a jejím účinkem nelze považovat za absolutně platné za všech podmínek. V praxi se proto neřídka setkáváme se situacemi, kdy lidé postižení hlukem v konkrétních podmínkách nepotvrzují platnost stanovených prahových hodnot nebo limitů, neboť z exponované populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých a naopak velmi rezistentních, které stojí jakoby mimo kvantitativní závislosti. Za různých okolností představují tyto atypické reakce 5–20 % celého souboru.

7 ZÁVĚR

V předložené studii jsou posouzeny výhledové stavy bez změny a se změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy.

Ve stavu se záměrem Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy dochází k mírnému snížení počtu obyvatel vysoce obtěžovaných i subjektivně rušených ve spánku hlukem *působením hluku ze silniční dopravy*. V důsledku dlouhodobého působení hluku ze silniční dopravy lze očekávat ve stavu se záměrem mírné snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění (případů infarktu myokardu).

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že v důsledku navrhované změny Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy dochází k mírnému snížení nepříznivých účinků hluku v důsledku působení hluku ze silniční dopravy.

Tramvajová a železniční doprava není navrhovanou změnou dotčena.

V řešení výhledového stavu dopravní infrastruktury je nezbytné přistupovat k jednotlivým lokalitám na základě detailních akustických posouzení v navazujících stupních projektové dokumentace a za použití vhodných protihlukových opatření, jejichž popis je uveden akustickém posouzení [podklad 1], tak aby realizací změny nedocházelo k významnému navýšení nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele.

Předmětná změna Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy navrhuje využití, u kterého se předpokládá umístění nové zástavby. V případě umístění chráněných staveb nebo chráněných venkovních prostorů do území musí být chráněné prostory v řešeném území řešeny tak, aby veškeré chráněné venkovní prostory staveb, chráněné venkovní prostory a chráněné vnitřní prostory staveb nebyly v rozporu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů a s požadavky nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů. V případě nutnosti bude nezbytné zajistit protihlukovou ochranu těchto prostor.

V akustickém posouzení jsou popsána obecná protihluková opatření, která by měla zajistit předcházení, snížení nebo kompenzaci zjištěných nepříznivých vlivů na akustickou situaci a tím omezení vlivu navrhované změny

Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy na míru nepříznivých účinků hluku na veřejné zdraví, tj. exponované obyvatele. Řešena jsou protihluková opatření u zdrojů hluku z dopravy i z možných stacionárních zdrojů hluku, které mohou být navrhovanou změnou Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy do území vnášeny.

Konkrétní protihluková opatření musí být specifikována akustickým posouzením zpracovaným v době projektových příprav navržených záměrů, které bude provedeno v souladu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Z hlediska vlivu hluku na veřejné zdraví je při realizaci navrhované změny žádoucí věnovat zvýšenou pozornost nejenom splnění hygienických limitů hluku v souladu s platnou legislativou, ale i minimalizaci akustické zátěže stávajících i nových objektů a s tím související omezení míry nepříznivých účinků hluku na exponované obyvatele.

Konkrétní protihluková opatření musí být specifikována akustickým posouzením zpracovaným v době projektových příprav navržených jednotlivých záměrů, které bude provedeno v souladu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Na základě provedeného vyhodnocení zdravotních rizik hluku lze konstatovat, že navrhovaná změna ÚP SÚ hl. m. Prahy č. Z 3791/00 je z hlediska vlivu hluku na veřejné zdraví při respektování doporučení uvedených v tomto posouzení akceptovatelná. Případná konkrétní protihluková opatření musí být specifikována akustickým posouzením zpracovaným v době projektových příprav záměru, které bude provedeno v souladu s požadavky zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 272/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví – hodnocení zdravotních rizik hluku slouží jako podklad pro vyhodnocení vlivu celoměstsky významné změny územního plánu Z 3791/00 ÚP SÚ hl. m. Prahy na udržitelný rozvoj území.

Výsledky výpočtů a výše uvedené závěry jsou platné pouze pro vstupní podklady z akustického posouzení [podklad 1].

8 POUŽITÉ PODKLADY

1. Akustické posouzení. Vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj území pro soubor změn ÚP SÚ hl. m. Prahy vlny 00 zkráceně – Z 3791/00 (EKOLA group, spol. s r.o., srpen, 2021)
2. SZÚ. Autorizační návod AN 15/04, verze 5. Praha, 2020.
3. Havránek a kol. Hluk a zdraví. Avicenum Praha 1990
4. WHO. Night Noise Guidelines for EUROPE. 2009.
5. EEA. Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA Technical report No 11/2010, EEA Kopenhagen 2010.
6. WHO. Burden of disease from environmental noise. 2011.
7. W. Babisch: Traffic Noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies indicie that the evidence has increased. 2006. www.umweltdaten.de.2011
8. European Commission. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. 2002
9. European Commission. Position paper on dose-effect relationships for night time noise. 2004.
10. TNO. Sleep disturbance and Aircraft noise exposure, Exposure-effect relationships, TNO report 2002.027, 2002.
11. Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Katsouyanni K., Cadum E., et al.: Hypertension and Exposure to Noise Near Airports: the HYENA Study, Environ. Health Perspectives, 2008
12. WHO: Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise. 2012. <http://www.euro.who.int/>
13. Babisch W.: Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis, Noise Health 2014, 16:1-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24583674>
14. EEA: Noise in Europe 2014, EEA Report No 10/2014, EEA 2014.
15. WHO: „Environmental Noise Guidelines for the European Region“. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
16. EVROPSKÁ KOMISE. SMĚRNICE KOMISE (EU) 2020/367 ze dne 4. března 2020, kterou se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, pokud jde o hodnocení škodlivých účinků hluku ve venkovním prostředí. Evropská komise, Generální ředitelství pro životní prostředí. 2020. <https://op.europa.eu/cs/publication-detail/-/publication>
17. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.
18. Nařízení vlády č. 272/2011 b., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů