


Severozápadní odlehčovací komunikace

-

Turnov

-

Posouzení vlivů na veřejné zdraví Hodnocení zdravotních rizik

 <p>Erbenova 146/10 460 08 Liberec 8</p> <p>Mobil : 777 652 599 777 825 531 Tel/fax: 485 150 103</p> <p>E-mail: beryl.lbc@centrum.cz</p>	vypracoval	Ing. Jitka Růžičková		číslo zak.	12/10
		Ing. Eliška Wagnerová		datum	04/10
	objednatel	Město Turnov, Antonína Dvořáka 335, 511 22 Turnov		stupeň	expertiza
				arch.číslo	12/10
	název			paré	poč.stran
		Protokol		5	44

1. Zadání

Protokol (studie) posouzení vlivů na veřejné zdraví se zpracovává za účelem zhodnocení zdravotního rizika záměru „Severozápadní odlehčovací komunikace centra Turnova“ ve smyslu zákona č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů, za použití metodik Agentury pro ochranu životního prostředí USA – US EPA a Světové zdravotnické organizace – WHO a s přihlédnutím k nařízení evropské komise ES 1488/94. Při úpravě protokolu se vychází z požadavků autorizačního návodu SZÚ.

Proces hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment) probíhá ve 4 krocích:

1. Identifikace nebezpečnosti – zjišťování jakým způsobem a za jakých podmínek může dané agens nepříznivě ovlivnit lidské zdraví.
2. Charakterizace nebezpečnosti – určení vztahu mezi dávkou a účinkem (odpovědí organismu) – kvantitativní popis vztahů mezi dávkou a rozsahem poškození, škodlivého účinku.
3. Hodnocení expozice – na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, resp. podmínky expozice, její intenzita, velikost, četnost.
4. Charakterizace rizika – integrace (syntéza) dat získaných v předchozích krocích, jejíž účelem je kvantitativní vyjádření míry reálného zdravotního rizika v posuzované situaci.

Pro daný protokol byla předložena:

- Rozptylová studie: Řešení dopravy v centru města Turnov, zpracovaná Mgr. Radomírem Smetanou, EkoMod, Nová 332, 460 10 Liberec 10
- Hluková expertiza: Severozápadní odlehčovací komunikace - Turnov, zpracovaná firmou BERYL, spol. s r.o., Erbenova 146/10, 460 08 Liberec VIII

2. Informace o hodnoceném území

2.1 Charakteristika území

Severozápadní sběrná komunikace v centru Turnova je navržena ze dvou hlavních důvodů. Jimi jsou podstatné snížení intenzit dopravy v centru, které zde zvýší kvalitu životního prostředí, a ochrana městské zástavby před inundačním prouděním řeky Jizery.

Stávající a zejména výhledová dopravní situace v centru Turnova je ve vztahu k plynulosti a bezpečnosti dopravy, vlivu na obyvatelstvo a životní prostředí velmi nepříznivá. Intenzity dopravy v centru města již dnes dosahují mezních hodnot kapacity místních komunikací (s daným uspořádáním jejich prostoru). Spolu s růstem intenzity dopravy v centru Turnova, zejména na náměstí Českého ráje, se hledají způsoby jak vytvořit náhradní objízdne trasy, které by z centra města převedly část nebo většinu dopravní zátěže.

SZ komunikace má plnit úlohu převaděče dopravních vztahu mezi obytnou a sportovně – kulturní zónou Károvska a Hruštic a JZ územím města s komerčními a průmyslovými aktivitami a významnými dopravními cíly, které jsou napojeny na rychlostní komunikace a silnice I. třídy.

Parametry komunikace:

Podle zákona č.13/1997 Sb. „O pozemních komunikacích“ je navržena místní komunikace II. třídy, tj. dopravně významná sběrná komunikace s omezením přímého napojení sousedních nemovitostí.

Podle ČSN 73 6110 „Projektování místních komunikací“ je navrhovaná komunikace místní sběrnou komunikací funkční skupiny B, tj. s funkcí dopravně - obslužnou. Komunikace je dvoupruhová obousměrná směrově nerozdělená (převážná část trasy).

Technická kategorie je navrhována jako MS2 a návrhovou rychlostí 40 km/h.

2.2 Údaje o populaci

Ulice/dům číslo popisné	Počet obyvatel v okolí záměru
Hluboká /137,138,140,141,142,144,145,146,250,278 - 285	80
Tázlerova /277	4
Antonína Dvořáka /1,2,3,4,5,25	10
Náměstí Českého ráje /65,92,94,95,135,136	12
Havlíčkovo náměstí /32,26 – 31,42 – 46,49 - 51	58
5.Května /52,53,55–64,398,399,464,509,523,541,711,1359, 1360,77,373,394-396,550,559,568,579,586,591	152
Husova /598,602,643,644,645,712,713,756,785,857,842	51
Jeronýmova /517,549,501,544,562	6
Žižkova /1871,2023,2029,2037	135

Použité zdroje informací:

- Rozptylová studie: Řešení dopravy v centru města Turnov, zpracovaná Mgr. Radomírem Smetanou, EkoMod, Nová 332, 460 10 Liberec 10
- Hluková expertiza: Severozápadní odlehčovací komunikace - Turnov, zpracovaná firmou BERYL, spol. s r.o., Erbenova 146/10, 460 08 Liberec VIII
- Evidence obyvatel

3. Charakteristika škodlivin a identifikace nebezpečnosti

Prvním krokem v procesu hodnocení zdravotních rizik je sběr a vyhodnocení dat o možném poškození zdraví, které může být vyvoláno zjištěnými nebezpečnými faktory. Dostupné údaje o škodlivinách emitovaných do ovzduší a o jejich účincích na zdraví jsou převzaty z databází WHO, US EPA – IRIS apod.

K hlavním faktorům, které lze teoreticky považovat za významné z hlediska vlivu na zdraví obyvatel, patří z emitovaných škodlivin škodliviny obsažené ve výfukových plynech z automobilové dopravy jako oxid dusičitý, oxid uhelnatý, suspendované částice PM₁₀, benzo(a)pyren a benzen.

Na základě rozptylové studie pro emise znečišťujících látek z dopravy byly vytipovány polutanty emitované do ovzduší, které lze v rámci posuzovaného záměru buď vzhledem ke

zjištěným koncentracím nebo známým vlastnostem, považovat za významné z hlediska potenciálního ovlivnění zdravotního stavu:

- oxid dusičitý
- benzen
- suspendované částice PM₁₀

3.1 Oxid dusičitý NO₂, CASRN 10102-43-9

Oxidy dusíku patří mezi nejvýznamnější klasické škodliviny v ovzduší. Hlavním zdrojem antropogenních emisí oxidů dusíku do ovzduší je spalování fosilních paliv. Ve většině případů jsou emitovány převážně ve formě oxidu dusnatého, který je ve vnějším ovzduší rychle oxidován přítomnými oxidanty na oxid dusičitý. Suma obou oxidů je označována jako NO_x. Oxidy dusíku patří mezi látky, které se v ovzduší mohou podílet na vzniku ozónu a oxidačního smogu. Mohou též reagovat za vzniku dalších organických dusíkatých sloučenin s možným vlivem na zdraví, souhrnně označovaných jako NO_x (HNO₃, HNO₂, NO₃, N₂O₅, peroxyacetylnitrát aj.).

Oxid dusičitý NO₂ je z hlediska účinků na lidské zdraví významnější a je o něm k dispozici nejvíce údajů. Hodnocení rizika bude proto provedeno pro tuto látku.

Oxid dusičitý je dráždivý plyn červenohnědé barvy, silně oxidující, štiplavě dusivě páchnoucí. Protože není příliš rozpustný ve vodě, je při inhalaci jen zčásti zadržen v horních cestách dýchacích v převaze však proniká do dolních cest dýchacích, kde se pozvolna rozpouští a s dlouhodobou latencí může přímým toxickým působením na kapiláry plicních sklípků vyvolat edém plic. Prahovou koncentraci pachu uvádějí různí autoři mezi 200 až 410 µg/m³.

Průměrné roční koncentrace NO₂ se v městských oblastech obecně pohybují v rozmezí 20 až 90 µg/m³. Krátkodobé koncentrace silně kolísají v závislosti na denní době, ročním období a meteorologických podmínkách. Přírodní pozadí představují roční průměrné koncentrace v rozmezí 0,4 – 9,4 µg/m³.

Ze zprávy Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí ČR za rok 2008 nepřekročily roční aritmetické průměry oxidu dusičitého na pozadových stanicích 10 µg/m³, střední roční hodnota se ve městech pohybovala v rozsahu od 20 µg/m³ v méně dopravou zatížených lokalitách až k 62 µg/m³ ročního průměru v dopravně významně zatížených lokalitách – dopravních „hot spots“ v Praze. Vyšší měřené hodnoty mají v městských celcích, kde se dopravní zátěž kombinuje s dalšími zdroji (teplárny, vytopny a domácí vytápění), stále více plošný charakter. Zřejmě to je především v pražské aglomeraci, kde je hodnota ročního imisního limitu (40 µg/m³) dlouhodobě překračována přibližně na polovině z 22 stanic.

NO₂ patří mezi významné škodliviny ve vnitřním ovzduší budov. Mimo vnější ovzduší se zde jako zdroj emisí uplatňuje hlavně tabákový kouř a provoz plynových spotřebičů. WHO uvádí průměrné koncentrace z 2-5 denních měření v bytech v 5 evropských zemích v rozmezí 20-40 µg/m³ v obývacích pokojích a 40-70 µg/m³ v kuchyních s plynovým vybavením. V bytech situovaných na ulice s rušným dopravním provozem byly tyto hodnoty dvojnásobné. Při používání neodvětraných kuchyňských sporáků však mohou být tyto hodnoty ještě podstatně vyšší, průměrná několika denní koncentrace NO₂ může přesáhnout 200 µg/m³ s maximálními hodinovými hodnotami až 2000 µg/m³.

3.2 Suspendované částice frakce PM_{10}

Suspendované částice představují různorodou směs organických a anorganických částic kapalného a pevného skupenství, různé velikosti, složení a původu. Jsou definovány takto: suspendované částice jsou pevné nebo kapalné částice, které v důsledku zanedbatelné pádové rychlosti přetrvávají dlouhou dobu v atmosféře.

Částice v ovzduší představují významný faktor s mnohočetným efektem na lidské zdraví. Na rozdíl od plyných látek nemají specifické složení (velikost a složení částic je ovlivněno zdrojem, ze kterého pochází), nýbrž představují směs látek s různými účinky. Současně působí i jako vektor pro plyné škodliviny.

Suspendované částice dělíme na **primární a sekundární**.

Primární jsou emitované přímo ze zdrojů a můžeme je dále dělit na ty, které pochází z antropogenních zdrojů (spalování fosilních paliv, doprava, technologické procesy, antropogenní aktivity) a z přírodních zdrojů (mořský aerosol, sopečná činnost, kosmický spad).

Sekundární částice jsou ty, které vznikají v ovzduší na základě probíhajících chemických a fyzikálních procesů a dále ty, které se do ovzduší dostávají resuspenzí (zvířením) v důsledku lidské činnosti (např. doprava) nebo meteorologických faktorů (vítr).

Malé částice podléhají koagulaci a kondenzaci, zvětšují se, ale jejich konečná velikost zpravidla nepřesáhne 2 μm . Tyto částice setrvávají v ovzduší relativně dlouho, udává se cca 7 až 30 dnů. Částice vzniklé mechanickým dispergováním jsou naopak obvykle větší než 2 μm a jejich životnost v ovzduší je kratší.

Z hlediska původu, složení i chování se jemná frakce částic do 2,5 μm a hrubší frakce většího průměru významně liší. pH jemných částic je často v kyselé oblasti, jemné částice jsou do značné míry rozpustné a zahrnují sekundárně vzniklé aerosoly kondenzací plynů, částice ze spalování fosilních paliv včetně dopravy a znovu kondenzované organické či kovové páry. Převažují zde částice vznikající až sekundárně reakcemi plyných škodlivin ve znečištěném ovzduší. Obsahují jak uhlíkaté látky, které mohou zahrnovat řadu organických sloučenin s možnými mutagenními účinky, tak i soli, hlavně sulfáty a nitráty. Mohou též obsahovat těžké kovy, z nichž některé mohou mít karcinogenní účinek. V ovzduší jemné částice perzistují dny až týdny a vytvářejí více či méně stabilní aerosol, který může být transportován stovky až tisíce kilometrů. Tím dochází k jejich rozptýlení na velkém území a stírají se tak rozdíly mezi jednotlivými oblastmi. Velmi důležité z hlediska expozice obyvatel je pronikání jemných částic do interiérů budov, kde lidé tráví většinu času.

Hrubší částice naproti tomu bývají zásaditého pH, jsou z větší části nerozpustné a vznikají nekontrolovaným spalováním, mechanickým rozpadem materiálu zemského povrchu, při demolicích, dopravě na neupravených komunikacích a sekundárním vířením prachu. Podléhají rychlé sedimentaci během minut až hodin s přenosem řádově do kilometrových vzdáleností.

Definice základních pojmů

- **suspendované částice frakce PM_{10}** – částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm s odlučovací účinností 50%
- **suspendované částice frakce $PM_{2,5}$** – částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm s odlučovací účinností 50%

V České republice přes příznivé rozptylové podmínky bylo alespoň jedno z kritérií překročení ročního imisního limitu pro **suspendované částice frakce PM₁₀** (aritmetický roční průměr do 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a/nebo více než 35 překročení 24 hod. limitu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /kalendářní rok) v roce 2008 naplněno na 23 z 81 do zpracování zahrnutých měřicích stanic. Zvýšené znečištění ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ má v České republice víceméně plošný charakter a lze odhadovat, že téměř 15 % obyvatel monitorovaných sídel (celkem 3,36 miliónu) žije v místech, kde je překročen imisní limit. V jednotlivých typech městských lokalit, v závislosti na intenzitě okolní dopravy, se roční střední hodnota pohybovala v rozsahu od 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v dopravou nezatížených lokalitách až po více než 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v dopravně a průmyslem extrémně exponovaných lokalitách.

Porovnání imisních charakteristik stanic umístěných v jednotlivých typech městských obytných lokalit (nezatížených a zatížených různou úrovní dopravy) tak jednoznačně usvědčuje dopravu jako hlavní příčinu vyšší zátěže suspendovanými částicemi ve městech. Je zřejmá přímá závislost na intenzitě dopravy, kdy se emise z liniového zdroje/zdrojů přičítají k městskému pozadí ovlivňovanému lokálními malými zdroji – topeništi. Specifickým případem je ostravskokarvinská aglomerace, kde je obvyklá kombinace zdrojů (doprava a lokální zdroje) doplněna o vliv významných průmyslových zdrojů. Přes pokles hodnot ročních průměrů na většině městských stanic o 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a více ve srovnání s hodnotami v roce 2007, byla hodnota 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /rok, doporučená Světovou zdravotnickou organizací, překročena na 73 z 81 zahrnutých měřicích stanic. Hodnota ročního aritmetického průměru na pozad'ové stanici ČHMÚ Košetice byla 17,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, což je společně s 2 překročeními 24 hodinové koncentrace 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stále srovnatelné s hodnotami měřeními v dopravou nezatížených městských lokalitách.

Měření **suspendovaných částic frakce PM_{2,5}** pokračovalo v roce 2008 na vybraných stanicích v Praze a v dalších 12 sídlech. Průměrné roční koncentrace se pohybovaly od 13 do 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hodnota ročního imisního stropu 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, navrhovaná EU v nové rámcové direktivě, byla překročena pouze na dvou stanicích v Ostravě (29 a 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /rok). Podíl suspendovaných částic frakce PM_{2,5} ve frakci PM₁₀ se pohybuje od 0,57 po 0,99 a v průměru za všechny stanice je ve srovnání s rokem 2007 mírně zvýšen na 0,79.

3.3 Benzen, (C₆H₆), CASRN 71-43-2

Benzen je bezbarvá kapalina, málo rozpustná ve vodě, charakteristického aromatického zápachu, která se snadno odpařuje. Je obsažen v surové ropě a ropných produktech. Hlavní užití je v chemickém průmyslu při výrobě styrenu, ethylbenzenu, fenolu a dalších sloučenin a jako aditivum do benzínu. V minulosti byl používán jako rozpouštědlo. Hlavními zdroji uvolňování benzenu do ovzduší jsou vypařování z pohonných hmot, výfukové plyny a cigaretový kouř.

Při inhalaci je v plicích vstřebáno asi 50 % vdechnutého benzenu. Ze zažívacího traktu je pravděpodobně absorbován kompletně. Přes kůži se absorbuje jen asi 1% aplikované dávky. Po vstřebání je distribuován v těle nezávisle na bráně vstupu, nejvyšší koncentrace metabolitů byly zjištěny v tukových tkáních. Benzen je v játrech a snad i v kostní dřeni oxidován na hlavní metabolit fenol a dihydroxyfenoly. Asi 15 % vstřebaného benzenu je v nezměněné formě vyloučeno vydechnutým vzduchem. Metabolity jsou vylučovány močí.

Hlavní cestou příjmu benzenu do organismu je inhalace z ovzduší, zejména v místech s intenzivnější dopravou nebo v blízkosti čerpacích stanic. Významné však mohou i koncentrace benzenu v interiérech budov, zejména v závislosti na cigaretovém kouři. V menší míře je

přijímán i s potravou. Expozice z pitné vody je pro celkový příjem při běžných koncentracích zanedbatelná. Individuální výše celkového příjmu benzenu nejvíce závisí na kuřáctví.

Akutní otrava benzenem inhalační a dermální cestou vyvolává po počáteční stimulaci a euforii útlum centrálního nervového systému. Dochází též k podráždění kůže a sliznic. Syndromy po požití zahrnují zvracení, ztrátu koordinace až delirium, změny srdečního rytmu. Kritickým orgánem při chronické expozici je kostní dřev. Účinkem metabolitů benzenu zde dochází ke vzniku různých poruch krvetvorby až pancytopenii. Pozorovány byly též imunologické změny. O fetotoxických nebo teratogenních účincích benzenu nejsou přesvědčivé zprávy. Při hodnocení rizika benzenu se hlavní pozornost věnuje karcinogenitě. Pro chronický nekarcinogenní toxický účinek jsou v databázi IRIS uvedeny hodnoty pro orální referenční dávku $RfDo = 0,004 \text{ mg/kg-den}$ ($UF = 300$ a $MF = 1$) a inhalační referenční koncentraci $RfC = 0,03 \text{ mg/m}^3$ ($UF = 300$ a $MF = 1$).

Benzen je prokázán lidský karcinogen, zařazený IARC do skupiny 1. US EPA jej též řadí do kategorie A jako známý lidský karcinogen pro všechny cesty expozice. Epidemiologické studie u profesionálně exponované populace poskytly jasné důkazy o kauzálním vztahu k akutní myeloidní leukémii a naznačují vztah i k chronické myeloidní leukémii a chronické lymfadenóze. Přesný mechanismus účinku benzenu při vyvolání leukémie není dosud znám, předpokládá se, že je to důsledek ovlivnění buněk kostní dřevě metabolity benzenu, přičemž se zde kromě genotoxického efektu patrně uplatňují i další cesty. Karcinogenita benzenu je potvrzena i nálezy z experimentů na zvířatech, u kterých benzen při inhalační i perorální expozici vyvolává řadu malignit různého typu a lokalizace. V testech na bakteriích sice benzen nevykazuje mutagenní účinek, avšak in vivo způsobuje chromosomální aberace u savčích buněk včetně lidských.

Úroveň znečištění ovzduší benzenem byla v roce 2008 v ČR zjišťována celkem na 21 stanicích. Hodnocení výsledků potvrzuje význam největších zdrojů těkavých organických látek a zvláště benzenu do ovzduší – dopravy a průmyslu. Rozdíl mezi zátěží benzenem u lokalit ovlivněných různým zastoupením zdrojů je zřejmý z rozpětí ročních hodnot benzenu na městských stanicích zatížených a nezatížených dopravou a průmyslem. Roční střední hodnota benzenu se v městských, dopravně variabilně zatížených lokalitách pohybovala v rozmezí 1 až $1,9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, srovnatelná roční střední hodnota ($1,4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) byla zjištěna i na dopravním extrémně zatíženém „hot spot“ v Praze 2 v Legerově ulici. Roční střední hodnoty v průmyslem zatížených oblastech (Ostrava, Karviná) byly v rozsahu od 4,6 do $6,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Nejvyšší roční průměrná hodnota $6,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3/\text{rok}$ zjištěná v ostravské čtvrti Přívoz na stanici (č. 1410) překračuje imisní limit.

4. Charakterizace nebezpečnosti, vztah dávky a účinku

4.1 Oxid dusičitý, NO_2

Akutní účinky na lidské zdraví v podobě ovlivnění plicních funkcí a reaktivity dýchacích cest se u zdravých osob projevují až při vysoké koncentraci NO_2 nad $1880 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Krátkodobá expozice nižším koncentracím však vyvolává zdravotní odezvu u citlivých skupin populace, jako jsou pacienti s chronickou obstrukční chorobou plic a zejména astmatici, kteří uvádějí subjektivní potíže již od koncentrace $900 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. U pacientů s chronickou obstrukční chorobou plic bylo zjištěno mírné snížení dýchacích funkcí po tříhodinové expozici NO_2 v koncentraci $560 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

WHO považuje za hodnotu LOAEL (nejnižší úroveň expozice, při které jsou ještě pozorovány zdravotně nepříznivé účinky) koncentraci 375 - 565 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ při 1 - 2 hodinové expozici, která u této části populace zvyšuje reaktivitu dýchacích cest a působí malé změny plicních funkcí.

Některé studie naznačují, že NO_2 zvyšuje bronchiální reaktivitu u citlivých osob při působení dalších bronchokonstrikčních vlivů (chlad, cvičení, alergeny v ovzduší) již při nižších úrovních krátkodobé expozice.

Skupina expertů WHO proto při odvození návrhu doporučeného imisního limitu vycházejícího z hodnoty LOAEL použila míru nejistoty 50 % a tak dospěla u **NO_2 k doporučené 1 hodinové limitní koncentraci 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Doporučená hodinová směrná hodnota koncentrace oxidu dusičitého 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se zakládá na názoru, že nejnižší koncentrace s pozorovanými účinky u astmatiků, tj. 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, není nezbytně škodlivá a poněkud nižší doporučená směrná koncentrace poskytuje další rezervu ochrany (Air Quality Guidelines for Europe, WHO 1987).

Chronické působení dlouhodobé expozice NO_2 na lidské zdraví doposud nebylo žádnou studií spolehlivě kvantifikováno. V pokusech na laboratorních zvířatech byly prokázány morfologické změny plicní tkáně podobné emfyzému při dlouhodobé expozici několika týdnů až měsíců koncentracím od 640 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a biochemické změny od koncentrace 380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentrace od 940 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšují u pokusných zvířat po šestiměsíční expozici vnímavost plic vůči bakteriální a virové infekci. Snížení imunity je důsledkem změn jak buněčné, tak i proti látkové složky obranného systému.

Výsledky epidemiologických studií u dětské populace ukazují nárůst respiračních symptomů, délky jejich trvání a snížení plicních funkcí při dlouhodobé expozici NO_2 v rozsahu průměrné roční koncentrace 50 - 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Meta-analýza studií účinků NO_2 ve vnitřním ovzduší budov dospěla ke zjištění, že u dětí ve věku 5 - 12 let dochází k 20 % nárůstu rizika respiračních obtíží a onemocnění dolních cest dýchacích při každém zvýšení koncentrace o 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dvoutýdenní průměr) při expozici rozsahu dvoutýdenních průměrů 15 - 128 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nebo možná vyšší. I když jsou tyto studie založeny na krátkodobém 1-2 týdenním měření koncentrací NO_2 , je možné tyto koncentrace vtáhnout i na dlouhodobou expozici. Neví se však, zda se zde neprojevují spíše krátkodobá maxima koncentrací nežli délka expozice. (Koncentrace 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ odpovídá v rámci provedených studií rozdílu ročního průměru koncentrací mezi domácnostmi s elektrickými a plynovými sporáky). Na základě výchozí koncentrace 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 a výše uvedeného zjištění, že navýšení o 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a více již vyvolává zdravotně nepříznivé účinky **je WHO doporučena limitní hodnota průměrné roční koncentrace NO_2 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Zdůrazňuje se přitom však fakt, že nebylo možné stanovit úroveň koncentrace, která by při dlouhodobé expozici prokazatelně zdravotně nepříznivý účinek neměla.

Ke kvantitativnímu odhadu nárůstu akutních respiračních syndromů u dospělé populace na základě znalosti průměrné denní koncentrace NO_2 a chronických respiračních syndromů nebo astmatických symptomů u dětské populace na základě znalosti průměrné roční koncentrace je možné použít vztahů, které publikovala v roce 1995 Aunanová na základě meta-analýzy výsledků epidemiologických studií.

V EU platí pro NO₂ imisní limit 200 µg/m³ jako 1 hodinová průměrná koncentrace a 40 µg/m³ jako průměrná roční koncentrace. Tyto limity jsou implementovány nařízením vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

Vyhláška MZ ČR č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb uvádí pro oxid dusičitý limitní průměrnou hodinovou koncentrací 100 µg/m³.

4.2 Suspendované částice frakce PM₁₀

Účinek suspendovaných částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. V současné době se klade význam na zohlednění velikosti částic, která je rozhodující pro průnik a depozici v dýchacím traktu. Větší částice jsou zachyceny v horních partiích dýchacího ústrojí, obvykle se dostanou do trávicího ústrojí a jedinec je jim exponován také jejich požitím. Částice frakce PM₁₀ (tzv. torakální frakce) se dostávají pod hrtan do dolních cest dýchacích, jemnější částice označené jako frakce PM_{2,5} (tzv. respirabilní frakce) pronikají až do plicních sklípků. Největší podíl prachu se ukládá v plicích při velikosti částic mezi 1 až 2 µm. S dalším zmenšováním se částice začínají chovat jako plynné molekuly a jejich retence v plicích klesá. Částice menší než 0,001 µm jsou téměř všechny zase vydechovány. Účinky suspendovaných částic jsou dále ovlivněny jejich chemickým složením a adsorpcí dalších znečišťujících látek na jejich povrchu.

Hodnocení akutních účinků a změn v denních koncentracích

Suspendované částice dráždí sliznici dýchacích cest, mohou způsobit změnu morfologie i funkce řasinkového epitelu, zvýšit produkci hlenu a snížit samočisticí schopnosti dýchacího ústrojí. Tyto změny usnadňují vznik infekce. Recidivující akutní zánětlivá onemocnění mohou vést ke vzniku chronické bronchitidy chronické obstrukční nemoci plic s následným přetížením pravá srdeční komory a oběhovému selháním. Tento vývoj je současně podmíněn a ovlivněn mnoha dalšími faktory jako je stav imunitního systému, alergická dispozice, expozice v pracovním prostředí, kouření apod. Efekt krátkodobě zvýšených koncentrací suspendovaných částic frakce PM₁₀ se projevuje zvýrazněním symptomů u astmatiků a zvýšením celkové nemocnosti i úmrtnosti. Citlivou skupinou jsou děti, starší osoby a osoby s chronickým onemocněním dýchacího a oběhového ústrojí.

Účinkům suspendovaných částic na zdraví je věnována stále velká pozornost, přesto se stále nepodařilo stanovit prahovou koncentraci, která by byla bez účinku. Za nejvýznamnější z hlediska vlivů na zdraví se považuje nejjemnější frakce suspendovaných částic < 2,5 µm, na které se významně podílí sekundární vznik částic chemickými reakcemi původně plynných látek v ovzduší, jako je oxid dusičitý a siřičitý.

Současné závěry o účincích suspendovaných částic na zdraví vycházejí především z výsledků epidemiologických studií posledních 10-ti let. Mezi nejčastěji popisované efekty patří ovlivnění nemocnosti a úmrtnosti, ke kterým dochází již při velmi nízké úrovni expozice. Mnoho prací ukazuje na zvýšení celkové úmrtnosti o 3-12 %, při zvýšení denní koncentrace TSP o 100 µg (respektive o 50 µg/m³ PM₁₀ a PM_{2,5}), u respiračních příčin smrti se udává zvýšení až o 17 %. Úmrtnost stoupá neprodleně nebo se zpožděním 1 – 3 dny. Ve studii realizované ve 20 největších amerických městech v letech 1987 až 1994 bylo prokázáno (Samet a spol.), že zvýšení denní průměrné koncentrace PM₁₀ o 10 µg/m³ nad 50 µg/m³ vede ke zvýšení celkové úmrtnosti o

0,5 % a úmrtnost na kardiovaskulární a respirační příčiny se zvyšuje o 0,7 %. Tyto výsledky jsou velmi konzistentní se závěry z předchozích studií, které publikovali Dockery, Pope a Schwarz a ve kterých se zvýšení celkové úmrtnosti vztažené ke zvýšení koncentrace PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nad $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pohybovalo v rozmezí 0,4 – 1 %.

Epidemiologické studie dále uvádějí vztahy mezi změnami denních imisních koncentrací PM_{10} a počtem hospitalizací pro respirační onemocnění dýchacího traktu (např. kašel) a změnami plicních funkcí při spirometrickém vyšetření. Jako sumární odhad z různých epidemiologických studií vztažený ke zvýšení denní průměrné koncentrace PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uvádí WHO konkrétně zvýšení počtu hospitalizací z důvodu respiračních onemocnění o 0,8 %, nárůst použití léků k rozšíření průdušek při astmatických potížích o 3 %, zvýšení počtu lidí trpících kašlem o 3,6 % a lidí s podrážděním dolních dýchacích cest o 3,2 %.

Hodnocení dlouhodobých účinků

Na základě ročních průměrných koncentrací existuje pro tyto účinky méně podkladů. Pozorované účinky se většinou týkají snížení plicních funkcí při spirometrickém vyšetření u dětí i dospělých, výskytu symptomů chronické bronchitidy a spotřeby léků pro rozšíření průdušek při dýchacích obtížích a zkrácení očekávané délky života. Pro suspendované částice PM_{10} bývají uváděny i u průměrných ročních koncentrací nižších než $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Epidemiologické studie z USA naznačují, že očekávaná délka života v oblastech s vysokou imisní zátěží může být o více než rok kratší ve srovnání s oblastmi se zátěží nízkou. Podle epidemiologických studií uváděných WHO zvýšení dlouhodobé průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 6 % (2 – 11 %) a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění o 12 %.

Podle Světové zdravotnické organizace se při průměrné roční koncentraci frakce PM_{10} do $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nezvyšuje celková úmrtnost s více než 95% mírou spolehlivosti. Ani tato hodnota však neznamená plnou ochranu veškeré populace před nepříznivými účinky suspendovaných částic.

Ke kvantitativnímu odhadu zvýšení rizika některých zdravotních ukazatelů u exponované populace jsou používány vztahy, publikované v řadě epidemiologických studií.

V nových doporučeních z roku 2005 WHO zohlednila velké epidemiologické studie z Evropy, Spojených států, států třetího světa a toxikologických pokusů. Epidemiologické důkazy mají silnou oporu v toxikologických výzkumech. Pro zavinění nebo exacerbaci akutních chronických procesů existují různé vysvětlující mechanismy. Zánět způsobený produkcí reaktivních kyslíkových radikálů je významný jako hlavní mechanismus. Avšak stále zůstává nedořešený problém, kterým jsou fyzikální a chemické vlastnosti částic, určující toxicitu, vyřešení by nám pomohlo snížit zdravotní riziko opatřeními na specifických zdrojích.

4.3 Benzen (C_6H_6)

Při hodnocení rizika benzenu se hlavní pozornost věnuje karcinogennímu účinku. Pro nekarcinogenní toxický účinek je v databázi IRIS uvedena referenční koncentrace $RfC = 0,03 \text{ mg}/\text{m}^3$ s faktory nejistoty $UF = 300$ a $MF = 1$.

Benzen je prokázáný lidský karcinogen, zařazený IARC do skupiny 1. US EPA jej řadí do kategorie A jako známý lidský karcinogen pro všechny cesty expozice.

Vzhledem k přetrvávající nejasnosti mechanismu, kterým dochází ke karcinogennímu účinku při expozici benzenu, existují spory o vhodnosti použití lineárního modelu extrapolace závislosti dávky a účinku z oblasti profesionální expozice do oblasti malých dávek.

Odvození jednotek karcinogenního rizika vycházející z různých epidemiologických studií u profesionálně exponované populace přesto dospívá ke konsistentním výsledkům. Dvě velké nezávislé studie dospěly ke stanovení jednotky karcinogenního rizika při expozici z ovzduší pro koncentraci $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v hodnotách $\text{UCR} = 4 \times 10^{-3}$ a $3,8 \times 10^{-3}$.

Skupina expertů US EPA dospěla v roce 1985 k prozatímní jednotce karcinogenního rizika $\text{UCR} = 8,1 \times 10^{-3}$ získané jako geometrický průměr hodnot získaných různými modely ze tří studií profesionální expozice. V roce 1998 US EPA na základě doplnění původní klíčové studie tuto prozatímní jednotku karcinogenního rizika přehodnotila a v podstatě potvrdila stanovením $\text{UCR} = 2,2 - 7,8 \times 10^{-3}$.

WHO doporučuje ve Směrnici pro ovzduší v Evropě z roku 2000 pro odvození limitní koncentrace benzenu v ovzduší jednotku karcinogenního rizika $\text{UCR} = 6 \times 10^{-6}$, která představuje geometrický průměr z hodnot, odvozených různými modely z aktualizované epidemiologické studie u profesionálně exponované populace. Tato jednotka karcinogenního rizika bude proto dále použita při kvantifikaci karcinogenního rizika benzenu při inhalační expozici.

WHO vzhledem ke karcinogennímu účinku benzenu nestanoví doporučenou limitní hodnotu pro ovzduší a doporučuje vycházet z celospolečensky únosné míry karcinogenního rizika pro jednotlivé členské státy. Při aplikaci výše uvedené $\text{UCR} 6 \times 10^{-6}$ vychází koncentrace benzenu ve vnějším ovzduší, odpovídající akceptovatelné úrovni karcinogenního rizika pro populaci 1×10^{-6} v úrovni roční průměrné koncentrace $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

V ČR je v poslední době stejně jako v zemích EU pokládána za akceptovatelnou míru karcinogenního rizika zvýšení pravděpodobnosti vzniku rakoviny v důsledku celoživotní expozice dané látky 1×10^{-6} , tedy jeden případ na milion exponovaných.

US EPA uvádí v databázi Risk Based Concentrations Tables jako únosnou koncentraci benzenu v ovzduší odpovídající karcinogennímu riziku 1×10^{-6} koncentraci $0,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Směrnice Evropské Unie 2000/69/EC stanoví limitní úroveň **pro roční průměrnou koncentraci benzenu ve výši $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$** a tato úroveň by v roce 2010 již neměla být překračována. Tato limitní koncentrace je přijata Nařízením vlády č. 350/2002 Sb., kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.

Vyhláška MZ ČR č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb uvádí pro benzen limitní průměrnou hodinovou koncentrací $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5. Hodnocení expozice

Charakterizace podmínek expozice je především kvalitativním popisem území obklopujícího hodnocený objekt (člověka, ekosystém). Zahrnuje jednak co nejúplnější údaje o fyzikálních podmínkách, které ovlivní osud a transport nebezpečných faktorů, jednak charakteristiku

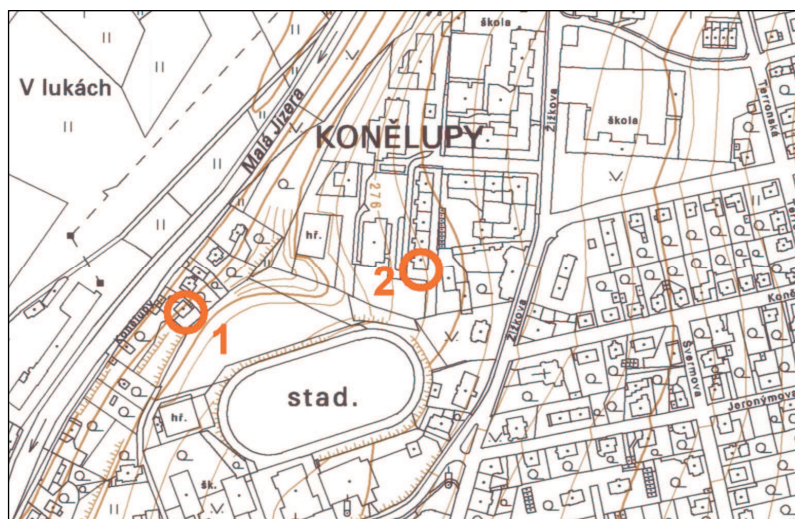
populačních skupin žijících v oblasti. Informace získané v této fázi slouží jednak k identifikaci a popisu expozičních cest, jednak usměrňují vlastní kvantifikaci expozice.

V rozptylové studii je porovnávána imisní situace po realizaci navržené komunikace (varianta V1) se situací zachovávanající současné dopravní řešení, to je bez realizace záměru (varianta V0). Jako srovnávací rok byl zvolen rok 2015.

Výpočet znečištění ovzduší byl v rozptylové studii proveden podle metodiky „SYMOS 97“, platné od roku 1998 a upravené v roce 2003 podle platné legislativy na verzi 2003. Metodika umožňuje výpočet krátkodobých hodinových koncentrací a průměrných ročních koncentrací znečišťujících látek. Pro CO provádí výpočet 8-mi hodinových průměrných koncentrací a pro SO₂ a PM₁₀ umožňuje výpočet 24-hodinových koncentrací. V souladu s platnou legislativou zajišťuje výpočet imisních koncentrací NO₂ a PM₁₀.

Základní informační jednotkou o imisním zatížení v území jsou referenční body (dále RB). K těmto bodům jsou vztaheny všechny výsledné hodnoty výpočtů. Jako podklady pro hodnocení imisní situace v lokalitě byly provedeny výpočty imisních hodnot v uzlech pravidelné čtvercové sítě o rozměrech 1,6 x 1,2 km se stranou čtverce 25 m.

Kromě toho byl proveden výpočet imisních koncentrací na fasádách domů v jednotlivých posuzovaných ulicích a pro hodnocení zástavby v okolí nové odlehčovací komunikace ve dvou bodech, charakterizujících zástavbu rodinných domů (bod 1) a bytových domů v části Konělupy (bod 2). Oba body jsou zobrazeny na mapě na obr.:



Výsledky výpočtů

V rozptylové studii je hodnocen pouze příspěvek posuzovaných částí komunikační sítě Turnova k imisní situaci v lokalitě.

Výpočet imisních koncentrací na fasádách domů v jednotlivých ulicích, které byly do hodnocení zahrnuty, byl proveden vždy pro každou komunikaci pro jeden bod v referenční vzdálenosti 7,5 m od osy příslušné komunikace, ve výšce 5 m nad vozovku. Výsledky výpočtu v tomto bodě jsou charakteristické pro celý úsek dané komunikace a představují imisní koncentrace v celé uliční frontě této ulice (oboustranné nebo jednostranné).

Vzhledem k tomu že nová trasa odlehčovací komunikace není vedena soustředěnou obytnou zástavbou a není zde typický uliční kaňon, byl výpočet proveden pro dva body, charakterizující blízkou zástavbu rodinných domů a zástavbu bytových domů v závěrečném úseku této komunikace. Výsledky jsou prezentovány v následujících tabulkách:

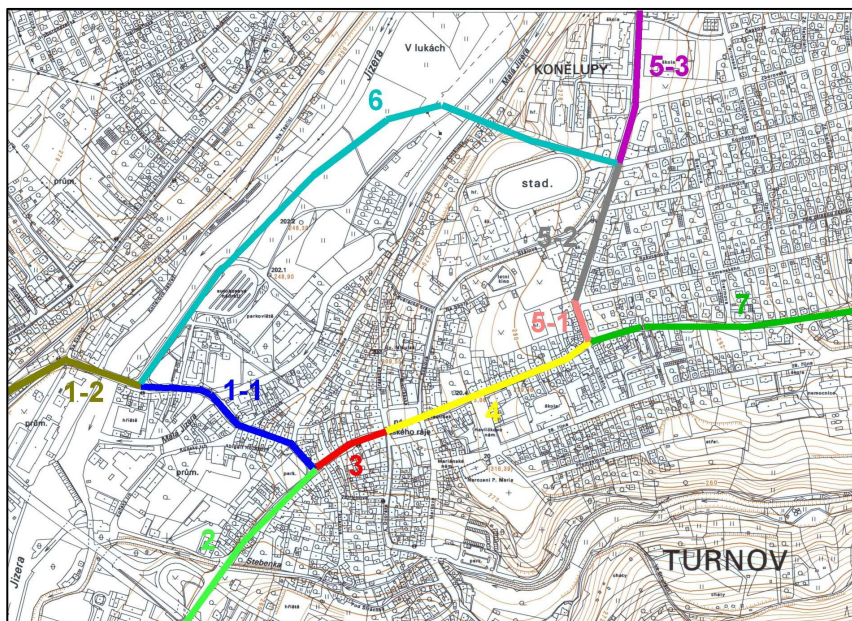
Imisní koncentrace v jednotlivých ulicích, varianta V0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Ulice	úsek	NO ₂		PM ₁₀		benzen
		hodinová	roční	denní	roční	roční
Palackého	1-1	20,8	0,94	10,3	0,51	0,32
Palackého	1-2	13,0	0,59	7,6	0,37	0,23
Sobotecká	2	58,9	2,62	27,1	1,34	0,42
Hluboká	3	67,1	3,03	32,2	1,59	0,77
5. Května, západ	4	15,0	0,68	7,5	0,37	0,25
Husova, jih	5-1	8,5	0,38	4,2	0,21	0,13
Husova, sever	5-2	5,4	0,25	2,7	0,13	0,08
Žižkova	5-3	5,4	0,25	2,7	0,13	0,08
obchvat, RD, bod 1	6	4,8	0,14	2,2	0,07	0,03
obchvat, BD, bod 2	6	5,2	0,20	2,5	0,10	0,04
5.Května, východ	7	59,0	2,65	25,2	1,25	0,30

Imisní koncentrace v jednotlivých ulicích, varianta V1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Ulice	úsek	NO ₂		PM ₁₀		benzen
		hodinová	roční	denní	roční	roční
Palackého	1-1	7,4	0,33	3,7	0,18	0,12
Palackého	1-2	11,8	0,53	6,9	0,34	0,21
Sobotecká	2	58,9	2,62	27,1	1,34	0,42
Hluboká	3	55,4	2,50	26,3	1,30	0,61
5. Května, západ	4	12,2	0,55	6,1	0,29	0,19
Husova, jih	5-1	8,3	0,38	4,0	0,20	0,09
Husova, sever	5-2	5,4	0,24	2,6	0,13	0,06
Žižkova	5-3	6,2	0,28	3,0	0,15	0,07
obchvat, RD, bod 1	6	6,4	0,64	3,9	0,32	0,12
obchvat, BD, bod 2	6	8,7	0,50	4,5	0,26	0,10
5.Května, východ	7	59,0	2,65	25,2	1,25	0,30

Úseky komunikační sítě zahrnuté do výpočtu:



Pro hodnocení zdravotních rizik bereme v úvahu koncentrace látek z rozptylové studie vypočtené pro tyto referenční body, s vědomím, že tyto výpočty jsou pro hodnocení zatíženy velkou nejistotou, protože budou vztaženy pro populaci v celém okolí záměru.

Podkladem ke kvantitativnímu odhadu rizika akutních resp. subakutních účinků oxidu dusičitého a suspendovaných částic PM_{10} jsou nejvyšší vypočtené průměrné krátkodobé 1hodinové/ 24hodinové koncentrace. Tyto imisní koncentrace však představují maximum, které může být v jednotlivých výpočtových bodech teoreticky dosaženo za nejhorších rozptylových podmínek a reálně nemusí být dosaženy. Jde tedy o odhad zatížený vysokou nejistotou.

Věrohodnější jsou průměrné roční koncentrace, na základě kterých se odhaduje riziko chronických toxických, event. pozdních (karcinogenních) účinků na zdraví. Avšak i v případě těchto hodnot je významnou nejistotou zatíženo modelování imisních koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{10} vedoucí k významnému podhodnocení, neboť rozptylový model nezohledňuje sekundární prašnost vznikající pohybem automobilů, emise částic mimo výfukové plyny (opotřebenosti pneumatik a brzdových obložení) ani sekundární vznik jemné frakce částic z původně plynných látek v ovzduší.

Kromě příspěvku z posuzovaných zdrojů je při hodnocení zdravotních rizik škodlivin v ovzduší nezbytné zohlednit i tzv. imisní pozadí, tedy vliv ostatních vzdálených i bližších emisních zdrojů. Obecně nejspolehlivější údaje o imisním pozadí poskytují dlouhodobá měření monitorovacích stanic, pokud je lze vztáhnout na zájmové území. Na současnou imisní zátěž zájmového území lze usuzovat na základě výsledků měřicích stanic situovaných v nejbližším okolí.

Imisní pozadí není nikde v lokalitě pravidelně sledováno. Nejbližší stanice imisního monitoringu je v Radimovicích, vzdálených cca 8 km od Turnova. Imise benzenu nejsou nikde v regionu měřeny, nejbližší v Liberci.

Podle imisních map ČHMÚ pro rok 2007 leží posuzovaná lokalita v pásmu koncentrací:

NO₂	roční průměr	≤ 26 μg/m ³
PM₁₀	roční průměr	14 - 20 μg/m ³
PM₁₀	36. nejvyšší denní koncentrace	20 - 30 μg/m ³
benzen	roční průměr	≤ 2 μg/m ³

Odhad imisního pozadí zájmového území je vzhledem k výběru a reprezentativnosti situace zatížen značnou nejistotou.

Celkově je při hodnocení expozice obyvatel obytné zástavby v zájmovém území záměru použit maximálně konzervativní postup, kdy se vychází z hodnot imisní zátěže venkovního ovzduší u nejméně exponované obytné zástavby a neuvažuje se pouze doba skutečně trávená ve venkovním prostoru. Vychází se tedy z představy nepřetržité expozice obyvatel nejvyšším vypočteným imisním koncentracím pro automobilovou dopravu u nejbližších obytných zástaveb.

Důvodem pro použití hodnot venkovních imisních koncentrací je kromě nejistoty spojené s odhadem imisního pozadí i skutečnost, že hodnocené složky imisí patří k častým a významným škodlivinám i ve vnitřním prostředí budov, kde dosahují hodnot srovnatelných s vnějším ovzduším. Další důvod je ten, že koncentrace ve vnějším ovzduší jsou podkladem vztahů získaných z epidemiologických studií, které jsou při hodnocení rizika používány.

Hodnocení je provedeno pro zásadní škodlivinu pro dopravu, pro kterou poměr mezi emisemi a platnými imisními limity je nejvyšší číslo. V daném případě je to oxid dusičitý NO₂. Dále byly vypočteny imisní příspěvky benzenu a suspendovaných částic PM₁₀. Pro zhodnocení imisní situace lokality byla hodnocena v rozptylové studii nejprve stávající situace a dále byly vypočteny krátkodobé (hodinové, 24hodinové) imisní příspěvky z posuzovaného zdroje ve všech třídách stability a rychlostních třídách větru a dále příspěvky k průměrným ročním koncentracím.

5.1 Hodnocení expozice pro oxid dusičitý

WHO považuje za hodnotu LOAEL (nejnižší úroveň expozice, při které jsou ještě pozorovány zdravotně nepříznivé účinky) koncentraci 375 – 565 μg/m³ při 1 – 2 hodinové expozici, která u této části populace zvyšuje reaktivitu dýchacích cest a působí malé změny plicních funkcí. Skupina expertů WHO proto při odvození návrhu doporučeného imisního limitu vycházejícího z hodnoty LOAEL použila míru nejistoty 50 % a tak dospěla u NO₂ k **doporučené 1 hodinové limitní koncentraci 200 μg/m³**.

WHO je dále doporučena **limitní hodnota průměrné roční koncentrace NO₂ 40 μg/m³**. Zdůrazňuje se přitom však fakt, že nebylo možné stanovit úroveň koncentrace, která by při dlouhodobé expozici prokazatelně zdravotně nepříznivý účinek neměla. Limitní jednohodinová koncentrace oxidu dusičitého ve vnitřním ovzduší pobytových místností stanovená Vyhláškou MZ č. 6/2003 Sb. činí 100 μg/m³.

V případě oxidů dusíku se nepředpokládá karcinogenní účinek, v úvahu připadá pouze riziko toxických akutních i chronických účinků.

Charakterizace rizika akutních toxických účinků

Vzhledem ke známým účinkům na zdraví člověka z experimentů a epidemiologických studií, kdy nebylo možné stanovit bezpečnou podprahovou úroveň expozice, není v případě oxidů dusíku a především oxidu dusičitého stanovena hodnota referenční koncentrace či referenční inhalační dávky.

S ohledem na rizikové skupiny obyvatel, tedy především astmatiky a pacienty s obstrukční chorobou plicí, je třeba na základě klinických studií počítat s nepříznivým ovlivněním plicních funkcí a reaktivity dýchacích cest při krátkodobé expozici koncentrací nad 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zdrojem imisí NO_2 je doprava:

Palackého ulice

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy se pohybují od 13,0 do 20,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy se pohybují od 7,4 do 11,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sobotecká ulice

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 58,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 58,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Hluboká ulice

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 67,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 55,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Května – západ

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 12,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Husova ulice

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy se pohybují od 5,4 do 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy se pohybují od 5,4 do 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Žižkova ulice

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

obchvat RD, bod 1

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 6,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

obchvat RD, bod 2

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 5,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Května – východ

- varianta V0 - příspěvky k hodinovým imisím od stávající dopravy jsou 59,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 59,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Zprovozněním severozápadní odlehčovací komunikace centra Turnova dojde ke snížení imisního příspěvku k maximálním hodinovým koncentracím NO_2 z dopravy v ulicích Palackého (snížení o 5,6 až $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Hluboké (snížení o $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a v ulici 5. Května – západ (snížení o $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Naopak v okolí výpočtových bodů 1 a 2 dojde k mírnému zvýšení imisního příspěvku maximálních hodinových koncentrací NO_2 z dopravy o 1,6 až $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. K nepatrnému až zanedbatelnému zvýšení (o $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dojde v Žižkově ulici. V ulicích 5. Května – východ, Husově a Sobotecké se imisní příspěvky maximálních hodinových koncentrací oxidu dusičitého z dopravy nezmění.

Vypočtené příspěvky jsou až o jeden až dva řády nižší než zmíněná koncentrace $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ spojená s nepříznivým ovlivněním plicních funkcí a reaktivity dýchacích cest i nižší než hodnota 1 hodinové limitní koncentrace $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ doporučená experty WHO vycházející z hodnoty LOAEL a použité míry nejistoty 50 %.

Vzhledem k tomu, že se jedná o maximální možné teoreticky vypočítané příspěvky k maximálním hodinovým imisím, které nastanou za extrémně nepříznivých podmínek anebo nemusí během roku vůbec nastat, neměly by se projevovat zdravotně nepříznivé účinky vlivem provozu záměru v jeho okolí.

Vypočtené příspěvky jsou až o čtyři řády nižší než zmíněná koncentrace $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ spojená s nepříznivým ovlivněním plicních funkcí a reaktivity dýchacích cest i nižší než hodnota 1 hodinové limitní koncentrace $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ doporučená experty WHO vycházející z hodnoty LOAEL a použité míry nejistoty 50 %.

Vzhledem k těmto velice nízkým příspěvkům vypočtených maximálních hodinových koncentrací, nelze předpokládat, že by posuzovaný záměr mohl zvýšit zdravotní rizika akutních toxických účinků (reaktivitu dýchacích cest, změny plicních funkcí) obyvatel v okolí.

Charakterizace rizika chronických toxických účinků

V rozptylové studii je očekávaná průměrná roční imisní koncentrace oxidu dusičitého v lokalitě v roce 2007 $\leq 26 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Příspěvek řešeného záměru k průměrným ročním imisím se v roce 2015 bude podle výsledků rozptylové studie pohybovat :

Palackého ulice

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy se pohybují od 0,59 do $0,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy se pohybují od 0,33 do $0,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Sobotecká ulice

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou $2,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou $2,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Hluboká ulice

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou $3,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou $2,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Května – západ

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou $0,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou $0,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Husova ulice

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy se pohybují od 0,25 do 0,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy se pohybují od 0,24 do 0,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Žižkova ulice

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 0,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

obchvat RD, bod 1

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou 0,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 0,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

obchvat RD, bod 2

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou 0,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 0,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Května – východ

- varianta V0 - příspěvky od stávající dopravy jsou 2,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- varianta V1 - příspěvky od předpokládané budoucí dopravy jsou 2,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

V současné době neexistují žádné epidemiologické studie týkající se venkovních expozic, které by mohly sloužit jako základ kvantitativního vyhodnocení rizika expozice oxidu dusičitému. Přesto jsou v tomto hodnocení zdravotních rizik použity starší vztahy pro zpřesnění odhadu rizik a je třeba si uvědomit, že tyto výpočty jsou zatíženy vysokou nejistotou.

Pro charakterizaci zvýšeného výskytu **chronických respiračních obtíží** (chronické zahlenění a pískoty) u exponovaných dětí je možné použít následující vztah (Aunan 1995, SZÚ 2000):

$$\text{OR} = \exp(\beta \times \text{Cr})$$

OR = Odds Ratio; β = regresní koeficient; $\beta = 0,0055$ (95 % CI = 0,0026 – 0,0088)

Cr = roční imisní koncentrace v $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Odhadnutá prevalence obtíží při hypotetické nulové koncentraci NO_2 jsou cca 3 %.

Z vyhodnocení pozadí a expozičních příspěvků vyplývá:

ulice	varianta	max.příspěvek	max.příspěvek + pozadí	OR	denní výskyt bronchitis v %
Palackého	V0	0,94	26,94	1,1597	3,48
	V1	0,53	26,57	1,1574	3,47
Sobotecká	V0	2,62	28,62	1,1705	3,51
	V1	2,62	28,62	1,1705	3,51
Hluboká	V0	3,03	29,03	1,1731	3,52
	V1	2,50	28,50	1,1697	3,51
5. Května - západ	V0	0,68	26,68	1,1581	3,47
	V1	0,55	26,55	1,1572	3,47
Husova	V0	0,38	26,38	1,1561	3,47
	V1	0,38	26,38	1,1561	3,47

Žižkova	V0	0,25	26,25	1,1553	3,47
	V1	0,28	26,28	1,1555	3,47
Obchvat RD bod 1	V0	0,14	26,14	1,1546	3,46
	V1	0,64	26,64	1,1578	3,47
Obchvat RD bod 2	V0	0,20	26,20	1,1550	3,47
	V1	0,50	26,50	1,1569	3,47
5. Května - východ	V0	2,65	28,65	1,1707	3,51
	V1	2,65	28,65	1,1707	3,51

Z uvedené hodnoty nejvyššího denního výskytu chronických respiračních obtíží u exponovaných dětí reprezentují 3% prevalenci obtíží při nulové koncentraci NO₂. Z uvedeného dále vyplývá, že majoritní příčinou nepatrně zvýšeného výskytu chronických respiračních obtíží u exponovaných dětí (indukovaných NO₂) je v hodnocené lokalitě jednoznačně imisní pozadí (OR pro pozadí je 1,1537 a procento případů chronických respiračních onemocnění je 3,46%).

Lze konstatovat, že nové roční imisní příspěvky NO₂ záměru budou mít zanedbatelný vliv na prevalenci chronických respiračních symptomů u dětí a samy nebudou představovat zvýšené zdravotní riziko pro exponované obyvatele.

Pro charakterizaci zvýšeného výskytu **astmatických respiračních symptomů** u exponovaných dětí byl použit následující vztah (Aunan 1995, SZÚ 2000):

$$OR = \exp(\beta \times Cr)$$

OR = Odds Ratio; β = regresní koeficient; $\beta = 0,016$ (95 % CI = 0,002 – 0,030)

Cr = roční imisní koncentrace v $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Odhadnutá prevalence obtíží při hypotetické nulové koncentraci NO₂ jsou cca 2 %.

Z vyhodnocení pozadí a expozičních příspěvků vyplývá:

ulice	varianta	max.příspěvek	max.příspěvek + pozadí	OR	výskyt astmatických resp. symptomů v %
Palackého	V0	0,94	26,94	1,5389	3,08
	V1	0,53	26,57	1,5298	3,06
Sobotecká	V0	2,62	28,62	1,5808	3,16
	V1	2,62	28,62	1,5808	3,16
Hluboká	V0	3,03	29,03	1,5912	3,18
	V1	2,50	28,50	1,5778	3,16
5.Května - západ	V0	0,68	26,68	1,5325	3,06
	V1	0,55	26,55	1,5293	3,06
Husova	V0	0,38	26,38	1,5251	3,05
	V1	0,38	26,38	1,5251	3,05
Žižkova	V0	0,25	26,25	1,5220	3,04
	V1	0,28	26,28	1,5227	3,05
Obchvat RD bod 1	V0	0,14	26,14	1,5193	3,04
	V1	0,64	26,64	1,5315	3,06
Obchvat RD bod 2	V0	0,20	26,20	1,5207	3,04
	V1	0,50	26,50	1,5281	3,06
5.Května -	V0	2,65	28,65	1,5815	3,16

východ	V1	2,65	28,65	1,5815	3,16
--------	----	------	-------	--------	------

Z uvedené hodnoty nejvyššího výskytu astmatických respiračních symptomů u exponovaných dětí reprezentují 2% prevalenci obtíží při nulové koncentraci NO₂. Z uvedeného dále vyplývá, že majoritní příčinou mírně zvýšeného výskytu astmatických respiračních symptomů u dětí (indukovaných NO₂) je v hodnocené lokalitě jednoznačně imisní pozadí (OR pro pozadí je 1,5159 a procento případů chronických respiračních onemocnění je 3,03%).

Lze konstatovat, že nové roční imisní příspěvky NO₂ záměru budou mít zanedbatelný vliv na výskyt astmatických respiračních symptomů u dětí a samy nebudou představovat zvýšené zdravotní riziko pro exponované obyvatelstvo.

Souhrnně lze konstatovat, že všechny použité přístupy potvrzují malý až zanedbatelný vliv nových příspěvků záměru na zdravotní obtíže, které by mohly souviset s akutní a chronickou expozicí NO₂, a to i v součtu se stávajícím imisním pozadím. Jedná se o obyvatele v ulicích Sobotecká, Husova, Žižkova, 5. Května – východ a obyvatele v okolí referenčních bodů 1 a 2. V ulicích Palackého, Hluboké a 5. Května – západ dojde zprovozněním záměru k malému až nepatrnému snížení imisních příspěvků NO₂ a tím i k možnému i když nepatrnému snížení zdravotních rizik pro obyvatele v těchto ulicích a okolí.

5.2 Hodnocení expozice a charakterizace rizika pro benzen

Z látek s prokázaným karcinogenním účinkem je u emisí z dopravy nejvýznamnější benzen. Jelikož jde o pozdní účinek na základě dlouhodobé chronické expozice, je hodnocení rizika založeno na kvantifikaci míry karcinogenního rizika na základě modelovaných průměrných ročních koncentrací. Míra karcinogenního rizika se vyjadřuje jako individuální celoživotní pravděpodobnost zvýšení výskytu nádorového onemocnění nad běžný výskyt v populaci vlivem hodnocené škodliviny.

Tuto míru pravděpodobnosti (v anglické literatuře nazývaná ILCR – Individual Lifetime Cancer Risk, v české odborné literatuře označovaný jako CVRK) lze při předpokladu standardního expozičního scénáře kvantifikovat pomocí jednotky karcinogenního rizika UCR, která udává horní hranici navýšení celoživotního rizika rakoviny u jednotlivce při celoživotní expozici koncentrací 1 µg/m³ podle vzorce: **ILCR = Rp x UCR**

Imisní pozadí **benzenu** v ovzduší není v zájmové oblasti záměru známé, nejbližší stanice, kde je benzen měřen je v Liberci. Průměrná roční koncentrace byla v rozptylové studii odhadnuta do 2 µg/m³. Pokud bychom předpokládali tuto průměrnou roční koncentraci benzenu v zájmové oblasti, pak této hodnotě odpovídá při použití jednotky karcinogenního rizika UCR dle WHO (6x10⁻⁶) celoživotní navýšení karcinogenního rizika (ILCR) 1,2x10⁻⁵, přičemž s ohledem na přesnost výpočtu lze považovat za akceptovatelnou míru rizika řádovou úroveň E-05.

Příspěvky ročních průměrných imisních koncentrací benzenu se zprovozněním záměru ve většině dotčených ulicích sníží o 0,02 až 0,20 µg.m⁻³, mimo ulice 5. Května – východ a Sobotecká, kde nedojde ke změně a v okolí výpočtových bodů 1 a 2 kde dojde ke zvýšení příspěvků o 0,06 až 0,09 µg.m⁻³

Nejvyšší průměrný roční imisní příspěvek záměru variantě V1 činí max. 0,09 µg.m⁻³ v okolí výpočtového bodu 1. Tento příspěvek odpovídá celoživotnímu navýšení karcinogenního rizika (ILCR) 5,4x10⁻⁷. ILCR pro pozadí s maximálním příspěvkem je 1,254x10⁻⁵.

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že na základě expozice stávajícím koncentracím benzenu v ovzduší může být v hodnocené lokalitě akceptovatelná míra zvýšení celoživotního karcinogenního rizika, za kterou je dle US EPA považována hodnota $1E-06$, překračována. Tento stav se navrhovaným záměrem nijak nezmění. Pokud by měla být dosažena hodnota akceptovatelné úrovně karcinogenního rizika pro populaci $1E-06$, pak by za použití výše uvedené UCR musela průměrná roční koncentrace benzenu v ovzduší dosahovat maximálně $0,17 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Tato hodnota je však zatím pro většinu území Čech nedosažitelná. V ČR je míra akceptovatelného rizika, vyjádřená násobkem UCR a legislativně přijatým limitem $5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, v hodnotě $3E-05$, což je hodnota nižší o řád než hodnoty ILCR u všech posuzovaných stavů v území.

Je tedy zřejmé, že imisní zatížení dané lokality benzenem, ani při konzervativním odhadu úrovně imisního pozadí a vlastního imisního příspěvku záměru, nepřesahuje přijatelnou úroveň nejen z hlediska platného imisního limitu, který je $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro benzen, ale i z podstatně přísnějšího pohledu zdravotních rizik (za mírné překročení limitu ILCR nese evidentně odpovědnost stávající imisní pozadí). Vlastní imisní příspěvky hodnoceného záměru jsou zanedbatelné. Navíc je třeba konstatovat, že zprovozněním záměru dojde na většině zájmového území ke snížení imisí benzenu a tím i ke snížení zdravotního rizika.

Podle vývoje poznatků o mechanismu karcinogenního účinku benzenu je navíc pravděpodobné, že současně používaný kvantitativní odhad míry karcinogenního rizika s použitím UCR dle WHO je nadhodnocený a skutečné riziko je nižší.

5.3 Hodnocení expozice pro suspendované částice PM_{10}

Při charakterizaci možných účinků imisí suspendovaných částic frakce PM_{10} můžeme především vycházet z doporučení WHO: WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005.

Tyto nové poznatky o účincích pevných částic v ovzduší na zdraví však jen potvrzují nepříznivé účinky, projevující se zvýšenou nemocností a úmrtností obyvatel na kardiovaskulární a respirační onemocnění, a to již při nízké úrovni expozice hluboko pod současnými imisními limity. Toto zvýšení úmrtnosti ve vztahu k výkyvům denních koncentrací PM_{10} se týká části populace se zvýšenou citlivostí, tedy především starších lidí a osob s vážnými nemocemi srdečně-cévního systému a plic a je pozorováno vždy během několika dní po epizodě výrazného zvýšení denní imisní koncentrace.

WHO uvádí jako sumární odhad z více epidemiologických studií zvýšení celkové úmrtnosti o 0,5 % při nárůstu denní průměrné koncentrace PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nad $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Zvýšení průměrné roční koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 6 % (2 – 11 %) a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění o 12 %.

Velkým úskalím je věrohodné hodnocení expozice. Jak již bylo uvedeno, modely rozptylových studií většinou zohledňují pouze primární emise částic z hodnocených zdrojů a spolehlivou informaci o skutečné imisní zátěži poskytují prakticky pouze výsledky dlouhodobých imisních měření. V daném případě byla pro dané území z výsledků měření na nejbližších stanicích a imisních map odhadnuta průměrná roční koncentrace PM_{10} v roce 2007 na $14 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vlastní vypočtené maximální imisní příspěvky průměrné roční koncentrace dosahují hodnot:

- Ve variantě V0 od 0,07 v RB 1 do max. $1,59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v ulici Hluboké
- Ve variantě V1 od 0,13 v Husově ulici - sever do max. $1,34 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v ulici Sobotecké

Pro odhad pravděpodobných dopadů dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity závěry americké studie American Cancer Society, resp. dodatku z roku 2005, aktualizujícího Směrnici pro kvalitu ovzduší v Evropě, podle kterých navýšení roční koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 3 %.

Vzhledem k tomu, že v daném území je odhadnuto imisní pozadí do $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} , resp. 14 - $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nemělo by zde docházet ke zvýšení úmrtnosti ani ke zvýšení hospitalizací vlivem koncentrací suspendovaných částic.

Směrnice WHO kvality ovzduší (AQG) považuje koncentraci $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} za nejnižší průměrnou roční koncentraci, při kterých podle studie ACS (Pope et al., 2002) úmrtnost celková, kardiopulmonální a úmrtnost na plicní nádory vzrůstá s více než 95% spolehlivostí jako odezva na dlouhodobou expozici $PM_{2,5}$.

Jak již bylo uvedeno, lze předpokládat, že skutečná hodnota vypočtených příspěvků bude poněkud vyšší, neboť výpočtový program rozptylové studie nezohledňuje všechny emisní zdroje.

V každém případě lze z výsledků v rozptylové studii konstatovat, že zprovozněním záměru dojde v ulicích Palackého, Hluboká a 5. Května – západ ke snížení ročních průměrných koncentrací PM_{10} , v ulicích Sobotecká, Husova, Žižkova a 5. Května – východ nedojde k prokazatelné změně a v okolí výpočtových bodů RB 1 a RB 2 dojde zprovozněním záměru k mírnému zvýšení ročních průměrných koncentrací PM_{10} o 0,16 až $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pokud budeme počítat poměr mezi PM_{10} a $PM_{2,5}$ 0,8, pak zvýšení průměrných koncentrací $PM_{2,5}$ je 0,128 až $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kvantifikace zdravotního rizika dle materiálů WHO (2009) je pro obě varianty uvedena v následujících tabulkách: (pro výpočet použita vypočtená průměrná roční koncentrace příspěvku + pozadí $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

- a. Očekávaný výskyt **chronické bronchitidy** (počet nových případů/rok) vlivem dlouhodobé změny imisní zátěže PM_{10}
- | | | |
|---------------|--|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet nových chronických bronchitid za rok/dospělí | 0,23 |
| ▪ Varianta V1 | Počet nových chronických bronchitid za rok/dospělí | 0,23 |
- b. Očekávaný vliv záměru na **úmrtnost populace** (počet nových případů/rok) vlivem dlouhodobé změny imisní zátěže PM_{10}
- | | | |
|---------------|--|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet nových případů úmrtnosti za rok/dospělí nad 30 let | 0,00 |
| ▪ Varianta V1 | Počet nových případů úmrtnosti za rok/dospělí nad 30 let | 0,00 |
- c. Očekávaný zvýšený počet hospitalizací pro **srdeční onemocnění** (počet nových případů/rok) – akutní účinky
- | | | |
|---------------|--|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet hospitalizací pro srdeční onemocnění za rok/obyvatel | 0,04 |
| ▪ Varianta V1 | Počet hospitalizací pro srdeční onemocnění za rok/obyvatel | 0,04 |
- d. Očekávaný zvýšený počet hospitalizací pro **akutní respirační onemocnění** (počet nových případů/rok) – akutní účinky
- | | | |
|---------------|--|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet hospitalizací pro akutní respirační onemocnění za rok/obyvatel | 0,04 |
| ▪ Varianta V1 | Počet hospitalizací pro akutní respirační onemocnění za rok/obyvatel | 0,04 |

- e. Očekávaný vliv záměru na výskyt maximálního počtu dnů s omezenou aktivitou **RADs** (počet dnů/rok) – akutní účinky
- | | | |
|---------------|-------------------------------|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů RADs za rok/dospělí | 0,00 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů RADs za rok/dospělí | 0,00 |
- f. Očekávaný vliv záměru na výskyt maximálního počtu dnů pracovní nebo školní absence **WLDs** (počet dnů/rok) – akutní účinky
- | | | |
|---------------|---------------------------------|-------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů WLDs za rok/obyvatelé | 0,00 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů WLDs za rok/obyvatelé | 0,00 |
- g. Očekávaný výskyt maximálního zvýšeného počtu použití **bronchodilatátorů** (počet dnů/rok) – akutní účinky – odhad počtu **astmatiků v populaci 11,4**
- | | | |
|---------------|---|------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů použití bronchodilatátorů za rok/děti s astmatem | 4,1 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů použití bronchodilatátorů za rok/ děti s astmatem | 4,1 |
- h. Očekávaný výskyt maximálního zvýšeného počtu použití **bronchodilatátorů** (počet dnů/rok) – akutní účinky – odhad počtu **astmatiků v populaci 19,44**
- | | | |
|---------------|---|--------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů použití bronchodilatátorů za rok/dospělí s astmatem | 35,46 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů použití bronchodilatátorů za rok/dospělí s astmatem | 35,46 |
- i. Očekávaný maximální výskyt respiračních symptomů onemocnění **dolních cest dýchacích a kašle** (počet dnů se symptomem/rok) – akutní účinky (76 dětí)
- | | | |
|---------------|--|---------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů s respiračními symptomy onemocnění za rok/děti | 282,72 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů s respiračními symptomy onemocnění za rok/děti | 282,72 |
- j. Očekávaný maximální výskyt respiračních symptomů onemocnění **dolních cest dýchacích a kašle** (počet dnů se symptomem/rok) – akutní účinky (432 dospělých)
- | | | |
|---------------|--|---------------|
| ▪ Varianta 0 | Počet dnů s respiračními symptomy onemocnění za rok/ dospělí | 108,42 |
| ▪ Varianta V1 | Počet dnů s respiračními symptomy onemocnění za rok/ dospělí | 108,42 |

Z uvedených výpočtů je zřejmé, že vliv záměru, i když dojde k nepatrnému snížení maximálních vypočtených ročních koncentrací, bude se současným vlivem srovnatelný a z hlediska hodnocení zdravotních rizik v hodnocené oblasti zanedbatelný. Zároveň jsou doloženy počty případů možných zdravotních obtíží, které odpovídají státem stanoveným podmínkám ochrany veřejného zdraví pomocí primárních imisních limitů ČR.

6. Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotního rizika je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, expozičními faktory, odhady chování exponované populace apod. Proto je jednou z neopomenutelných součástí hodnocení rizika i popis a analýza nejistot, které jsou s hodnocením spojeny a kterých si je zpracovatel vědom.

1. Největší nejistota vyplývá z nedostatečné znalosti současného imisního pozadí v hodnocené lokalitě. Použití odhadu pozadí imisní zátěže nemusí odpovídat skutečnosti. Nejistota vyplývá i z toho, že validita modelových hodnot byla ověřena pouze rozptylovou studií.
2. Další nejistota je v nedostatečných nebo nedostupných údajích vyplývajících z úrovně současného vědeckého poznání vztahu mezi znečištěním ovzduší a poškozením zdraví.

3. Nejistotou při odhadu expozice je omezená spolehlivost vypočtených imisních koncentrací použitými rozptylovými modely, neboť v zástavbě dochází k turbulenci a změnám směru vzdušných proudů, které modely nezohledňují.
4. Množství vdechnutého vzduchu za jednotku času se vyznačuje značnou variabilitou dle věku, pohlaví i fyzické aktivity. V tomto hodnocení byly použity zobecňující hodnoty.
5. Předpokládá se, že k expozici z ovzduší dochází prakticky nepřetržitě, není uvažováno, že v průběhu dne dochází k rozdílným koncentracím škodlivin, rozdílné koncentrace jsou ve venkovním a vnitřním prostředí apod.
6. Jedna z vážných nejistot hodnocení expozice je pouze orientační znalost údajů o exponované populaci, která je získávána ze sčítání k určitému datu (přesné počty lidí, přesné složení, citlivé skupiny populace, doba trávená v místě bydliště apod.)
7. Určitá míra nejistoty je samozřejmě spojená i se stanovením použitých referenčních nebo doporučených hodnot WHO a závěrů epidemiologických studií. Při zobecňování výsledků epidemiologických studií by mělo být zohledněno, že publikované práce nemusejí nutně popisovat celý rozměr studovaného problému.
8. Velká míra nejistoty vyplývá i z použití výpočtů z rozptylové studie pro referenční body podél posuzovaného záměru. V okolí obytné zástavby se budou koncentrace znečišťujících látek lišit resp. budou nižší.
9. Celkově byl při odhadu expozice a rizika pro vyloučení pochybností použit konzervativní způsob, který skutečnou expozici a riziko nadhodnocuje, byly použity nejvyšší vypočtené koncentrace škodlivin pro celou populaci v okolí posuzovaného záměru.

7. Závěr ve vztahu ke znečištění ovzduší

- Byl hodnocen vliv záměru „Řešení dopravy v centru města Turnov“ na kvalitu ovzduší v okolí místa stavby.
- Hodnocení bylo zaměřeno na zdravotní rizika spojená s krátkodobými a dlouhodobými expozicemi z vyvolané automobilové dopravy. Byla hodnocena rizika imisí suspendovaných částic PM₁₀, oxidu dusičitého a benzenu.
- Rizika byla hodnocena pro exponované osoby žijící v objektech nejbližší záměru anebo pro osoby často se vyskytující v okolí záměru.
- Pro hodnocení zdravotních rizik exponované populace byl použit konzervativní expoziční scénář, to znamená, že nejvyšší vypočtené příspěvky jsou použity pro celou populaci v okolí.
- Byl zjištěn zanedbatelný vliv nových příspěvků záměru na zdravotní obtíže související s akutní a chronickou expozicí NO₂, a to i v součtu se stávajícím imisním pozadím.
- Bylo zjištěno, že v části záměru dojde k statisticky nevýznamnému až významnému snížení zdravotních rizik souvisejících s akutní a chronickou expozicí NO₂.
- Byl zjištěn nízký až zanedbatelný vliv součtů nových příspěvků záměru a imisního pozadí na zdravotní obtíže související s akutní expozicí PM₁₀ a mírně zvýšené zdravotního riziko součtů maximálních nových příspěvků záměru a imisního pozadí na zdravotní obtíže související s chronickou expozicí PM₁₀. Nutno zdůraznit, že hlavní příčinou mírně zvýšeného rizika je jednoznačně imisní pozadí. Podíl vlastního příspěvku záměru je zanedbatelný.
- Bylo zjištěno, že v části záměru dojde k statisticky nevýznamnému snížení zdravotních rizik souvisejících s akutní a chronickou expozicí suspendovaných částic PM₁₀.
- Bylo zjištěno, že nové roční imisní příspěvky benzenu ze záměru budou mít i v součtu se stávajícím imisním pozadím nízký až zanedbatelný vliv na výskyt souvisejících zdravotních poškození. Nepatrně zvýšené zdravotního riziko jednoznačně souvisí s imisním pozadím. Podíl vlastního příspěvku záměru je zanedbatelný.

Z výsledků hodnocení je možné konstatovat, že i při velmi konzervativním odhadu, kdy vztahujeme nejhorší modelové hodnoty znečištění ovzduší na celou exponovanou populaci v okolí posuzovaného záměru, nelze v důsledku realizace záměru předpokládat významně zvýšené riziko zdravotních účinků. Je třeba konstatovat, že v části posuzovaného území je možné předpokládat zprovozněním záměru mírné snížení zdravotních rizik.

Na základě provedeného vyhodnocení odhadu zdravotních rizik lze vyvodit závěr, že v souvislosti s realizací předkládaného záměru „Řešení dopravy v centru města Turnova“, nepředstavuje tato aktivita významné riziko pro lidské zdraví pro obyvatele v okolí posuzovaného záměru.

8. Hodnocení zdravotního rizika hluku v mimopracovním prostředí

8.1 Identifikace nebezpečnosti hluku

Zvuky jsou přirozeným průvodním projevem přírodních dějů a životní aktivity. Jsou přirozenou součástí životního prostředí člověka a mají pro něj velký význam, protože sluchem člověk přijímá významný podíl informací o svém prostředí.

Zvuk je pro člověka důležitým poplašným (výstražným) a varovným signálem, varuje před nebezpečím, podněcuje aktivitu jeho nervového systému, patří k základním komunikačním prostředkům.

Zvuk může být uklidňující i dráždivý, může vyvolat radost a ve formě hudby může přinést estetické zážitky. Zvuk a sluch tedy hrají významnou roli v individuální a společenské adaptaci člověka na prostředí. Sluch je smysl, který je v pohotovosti 24 hodin denně. Nelze ho „vypnout“. Člověk je jeho prostřednictvím schopen rozlišit zdroj zvuku a jeho lokalizaci v prostoru.

Zvuky, které jsou způsobovány zdroji nezávislými na jednotlivci a jsou příliš silné, příliš časté nebo působí v nevhodné situaci a době, však mohou na člověka působit nepříznivě. Obecně se tyto nechtěné zvuky, které ruší, obtěžují nebo mají dokonce škodlivé účinky, nazývají hlukem, a to bez ohledu na jejich intenzitu. Proto je nutné považovat hluk za bezprahově působící škodlivý faktor. Z těchto důvodů je hluk označován jako nechtěný zvuk, jehož účinek závisí na jeho intenzitě, časové historii a vlnové délce. U každého člověka existuje určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku.

Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení nebo poškození jeho funkcí, ke snížení odolnosti organismu vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí.

Při hodnocení konkrétní akustické situace je nutno o hluku uvažovat nejen z hlediska celého spektra atakovaných funkcí, ale i z hlediska fyzikálních parametrů hluku, místa a času působení.

Obecně je možné přijmout tzv. Lehmanovo schéma účinků:

Hladina hluku L_A :

> 120 dB	nebezpečí poškození buněk a tkání
> 90 dB	nebezpečí pro sluchový orgán
> 60 až 65 dB	nebezpečí pro vegetativní systém
> 30 dB	nebezpečí pro nervový systém a psychiku

Negativní účinky hluku můžeme rozdělit na:

SPECIFICKÉ - s účinkem na sluchový orgán, kdy při expozici ekvivalentní hladině akustického tlaku A od 120 - 130 dB dochází k poškození bubínku a převodních kůstek, při mnohaleté expozici $L_{Aeq,T}$ nad 85 dB k poškození vnitřního ucha.

NESPECIFICKÉ (mimosluchové) - s účinkem na různé funkce organismu.

Negativní účinky dále dělíme na :

Akutní účinky (stres a tomu odpovídající obrana organismu): poškození sluchového aparátu, zvýšení krevního tlaku, zrychlení tepové frekvence, stažení periferních cév, zvýšení hladiny adrenalinu, vliv na psychiku - únava, deprese, rozmrzelost, agresivita, neochota a snížení výkonnosti, paměti a pozornosti

Chronické účinky (tzv. civilizační choroby): fixování akutních účinků, ztráta sluchu resp. sluchové ztráty, vznik hypertenze, poškození srdce, infarkt myokardu, snížení imunitních schopností organismu, pocity únavy a nepříznivé ovlivnění spánku, nespavost

Nespecifické účinky hluku se vzhledem k tomu, že se jedná o bezprahový škodlivý faktor, projevují prakticky v celém rozsahu intenzit hluku. Zahrnují ovlivnění neurohumorální a neurovegetativní regulace, biochemických reakcí, spánku, vyšších nervových funkcí, jako např. učení a zapamatování informací, ovlivnění motorických funkcí a koordinace. Hluk ztěžuje řečovou komunikaci, obtěžuje, vyvolává pocit rozmrzelosti a nespokojenosti. Negativně ovlivňuje odpočinek organismu a tím i jeho výkonnost.

Na současném stupni poznání je za dostatečně prokázané poškození sluchového aparátu, ovlivnění kardiovaskulárního a imunitního systému a negativní poruchy spánku. Neprokázané, tj. omezené důkazy jsou např. u vlivu na hormonální systém, biochemické funkce, fetální vývoj, mentální zdraví.

Při doporučení limitních hodnot hluku v komunálním (mimopracovním, environmentálním) prostředí Světová zdravotnická organizace (dále „WHO“) vychází ze současných poznatků o negativních účincích hluku na rušení spánku v noční době, na řečovou komunikaci, obtěžování, pocity nepohody a rozmrzelosti.

Souhrnně lze podle zmíněného dokumentu WHO a dalších zdrojů současné poznatky nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví a pohodu lidí stručně charakterizovat takto:

Poškození sluchového aparátu je dostatečně prokázáno u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny hluku a trvání expozice. Riziko sluchového postižení však existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vyšší hlukovou zátěží. Z fyziologického hlediska jsou podstatou poškození zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha.

Epidemiologické studie prokázaly, že u více než 90% exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase do 24 hodinové ekvivalentní hladiny hluku $L_{Aeq,24h} = 70$ dB. S vyšší expozicí hluku v mimopracovním prostředí se můžeme setkat jen ve velmi

specifických případech např. u lidí žijících v těsné blízkosti frekventovaného letiště nebo velmi rušných komunikací.

Nelze však zcela vyloučit možnost, že by již při nižší úrovni hlukové expozice mohlo dojít k malému sluchovému poškození u citlivých skupin populace, jako jsou děti nebo osoby současně exponované i vibracím nebo ototoxickým lékům či chemikáliím. Je též známo, že zvýšená hluchost v místě bydliště přispívá k rozvoji sluchových poruch u osob profesionálně exponovaným hladinám hluku na pracovišti.

Zhoršení komunikace řečí v důsledku zvýšené hladiny hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu pracovní kapacity a pocitům nespokojenosti. Může však vést i k překrývání a maskování důležitých signálů, jako je domovní zvonek, telefon, alarm. Nejvíce citlivou skupinou jsou staří lidé, osoby se sluchovou ztrátou a zejména malé děti v období osvojování řeči.

Pro dostatečné srozumitelné vnímání složitějších zpráv a informací (cizí řeč, výuka, telefonická konverzace) by rozdíl mezi hlukovým pozadím a hlasitostí 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(A). Pro více senzitivní skupiny populace by však mělo být ještě nižší.

Nepříznivé ovlivnění spánku se prokazatelně projevuje obtížemi při usínání, probouzení, alterací délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM fáze spánku. Může docházet ke zvýšení krevního tlaku, zrychlení srdečního pulsu, arytmiím, vasokonstrikci, změnám dýchání. V rušení spánku hlukem se setkávají jak fyziologické, tak psychologické aspekty působení hluku. Efekt narušeného spánku se projevuje i následující den např. rozmrzelostí, zhoršenou náladou, snížením výkonu, bolestmi hlavy nebo zvýšenou únavností. Objektivně bylo prokázáno i zvýšení spotřeby sedativ a léků na spaní. Senzitivní skupinou populace jsou starší lidé, pracující na směny, lidé s funkčními a mentálními poruchami, osoby s potížemi se spaním.

Podle doporučení WHO by noční ekvivalentní hladina hluku neměla v okolí domů přesáhnout 45 dB(A), přičemž se předpokládá pokles hladiny hluku o až 15 dB při přenosu venkovního hluku do místnosti zčásti otevřeným oknem.

Maximální hodnoty jednotlivých hlukových událostí by pak neměly uvnitř místností přesáhnout $L_{Amax} = 45$ dB(A), resp. 60 dB venku a počet těchto událostí by během noci neměl přesáhnout 10-15 ze všech zdrojů hluku. Pro senzitivní osoby by pak tyto hodnoty hluku měly být ještě nižší. Na rušení spánku hlukem nedochází v hlučných lokalitách k adaptaci obyvatel ani po více letech.

Ovlivnění kardiovaskulárního systému a psychofyziologické účinky hluku byly prokázány v řadě epidemiologických studií a laboratorních pokusů. Naznačují, že účinky hluku mohou být jak přechodné v podobě zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce, tak i trvalé ve formě hypertenze a ischemické choroby srdeční. V případě hypertenze je významná teorie, podle které se zde současně uplatňuje i nedostatek hořčíku, který je vlivem hluku uvolňován z buněk a vylučován z organismu a není u evropské populace dostatečně saturován příjmem z potravy. Nejnižší 24 hodinová ekvivalentní hladina hluku s efektem na ICHS v epidemiologických studiích byla 70 dB(A). Všeobecným závěrem je, že kardiovaskulární účinky jsou spojeny s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině hluku $L_{Aeq,24h}$ v rozmezí 65 - 70 dB(A) a více, pokud jde o letecký nebo dopravní hluk.

Poruchy 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. Souvislosti mezi hlukovou expozicí a účinky na duševní zdraví byly nalezeny u ukazatelů jako je spotřeba léků, výskyt některých psychiatrických symptomů a hospitalizací.

Obtěžování hlukem je nejobecnější reakcí lidí na hlukovou zátěž. Uplatňuje se zde jak emoční složka vnímání, tak složka poznávací při rušení hlukem při různých činnostech. Vyvolává celou řadu negativních emočních stavů, mezi které patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese, anxiozita, pocity beznaděje nebo vyčerpání. U každého člověka existuje určitý stupeň senzitivity, respektive tolerance k rušivému účinku hluku, jako významně osobnostně fixovaná vlastnost. V normální populaci je 10-20 % vysoce senzitivních osob, stejně jako velmi tolerantních, zatímco u zbylých 60-80 % populace víceméně platí kontinuální závislost míry obtěžování na intenzitě hlukové zátěže.

Rozmrzelost může vzniknout po víceleté latenci a s délkou konfliktní situace se prohlubuje a fixuje. Kromě toho však může být významně ovlivněna zdravotním stavem.

Kromě negativních emocí je možné obtěžování hlukem hodnotit i podle nepřímých projevů, jako je zavírání oken, nepoužívání balkónů, stěhování, stížnosti a petice.

Dle doporučení WHO je během dne jen málo lidí vážně obtěžováno při svých aktivitách ekvivalentní hladinou hluku pod 55 dB(A), nebo mírně obtěžováno při L_{Aeq} pod 50 dB(A).

Zvýšení celkové nemocnosti bylo zjištěno v řadě epidemiologických studií u souborů populace, exponované neprofesionálně vysokým hladinám hluku. Nejpravděpodobnějším vysvětlením tohoto jevu je důsledek působení chronického stresu. Může jít o některá onemocnění zažívacího traktu, poruchy krevního tlaku, arteriosklerózu, zánětlivá onemocnění, nižší odolnost vůči infekci, poruchy menstruačního cyklu a v těhotenství, spastické stavy a prediabetické stavy. V retrospektivní studii bylo zjištěno, že k rozdílu v nemocnosti docházelo až po delší době strávené v hlučném prostředí, u nervových onemocnění po 8-10 letech, u cévních onemocnění až po 11-15 letech.

Účinky hluku obsahujícího tónovou složku

Účinky hluku jsou závislé na jeho spektrálním (kmitočtovém) složení:

- širokopásmový hluk má výraznější účinky na oběhové funkce a další funkce zprostředkované přes podkoží než hluk tónový,
- tónový hluk je spojován s vyšší subjektivní rušivostí a má pronikavější účinek na sluchové ztráty, přičemž zde hraje významnou roli také výška, tj. frekvence působícího tónu. Hluky s převahou frekvencí nad 2 000 Hz jsou považovány za agresivnější než hluky s frekvencemi pod 1 000 Hz. Je přitom prokázáno, že přítomnost nízkých frekvencí (20 – 100 Hz) nebo i vibrací zhoršuje účinky vysokofrekvenčního hluku [3,7,8].

Z hlediska odborného není předpoklad, aby tento typ hluku byl působen hlukem ze silniční dopravy, proto zde není více popisován.

Účinky hluku o nízkých frekvencích

Nízkofrekvenční zvuk je slyšitelný zvuk v jehož frekvenčním spektru převažují frekvenční složky v pásmu kmitočtů nižších než 100 Hz.

Infrazvuk je postupné podélné vlnění v pružném prostředí, jehož kmitočet je pod pásmem slyšitelných kmitočtů, tj. pod 16 Hz.

Tyto definice respektují ČSN 01 1600 Akustika – Terminologie. V současné době se v odborné literatuře uvádí, že za nízkofrekvenční hluk je považován zvuk v rozsahu 10 – 200Hz [8].

Z toho vyplývá, že se obě definice „překrývají“, tzn., že oblast infrazvuku se částečně posunula do oblasti nízkofrekvenčního hluku. Z hlediska fyzikálních vlastností je nutné mít na zřeteli, že u nízkofrekvenčních akustických signálů je velmi nízký útlum vzduchem, zemní absorpcí i pevnými překážkami. Účinky hluku o nízkých frekvencích na lidský organizmus jsou popisovány jako všeobecná rozladěnost, nevolnost, dezorientace, zvýšená unavitelnost, poruchy spánku nebo spavost a řada jiných kombinací nespecifických příznaků. [3,7,8].

Průzkumy ukazují, že vnímání a účinky a subjektivní vnímání zvuku se při nízkých kmitočtech značně liší ve srovnání se středními nebo vysokými kmitočty.

Ve frekvenčním pásmu nad 60 Hz leží přechod k normálnímu vnímání a rozlišování výšek tónů, tj. k běžnému vnímání hladin akustického tlaku podle váhové křivky A. Z hlediska odborného není předpoklad, aby tento typ hluku byl působen hlukem z běžné silniční dopravy, proto zde není popsán podrobněji.

8.2 Charakterizace rizika – vztahy expozice a účinku

Výchozím podkladem k hodnocení expozice a kvantitativnímu odhadu míry zdravotního rizika hluku je obecně znalost hlukové zátěže získaná měřením nebo modelovým výpočtem vztahená ke konkrétnímu počtu exponovaných osob.

V daném případě jsou k dispozici výstupy hlukové expertizy, která hodnotí hlukovou expozici ve variantách:

- 1) **Varianta I** – „nulová varianta“ pro rok 2009
- 2) **Varianta II** – „nulová varianta“ pro rok 2015
- 3) **Varianta III** – SZ odlehčovací komunikace pro rok 2015, vč. průjezdu města Turnova

Varianty I a II mají za cíl stanovit úroveň akustické zátěže v chráněném venkovním prostoru staveb obytné zástavby zájmové lokality v tzv. nulové variantě, tj. bez realizace SZ odlehčovací komunikace v letech 2009 a 2015. **Varianta III** řeší akustickou situaci po realizaci odklonu automobilové dopravy pomocí tzv. Severozápadní odlehčovací komunikace centra Turnova a stávající dopravní řešení v lokalitě.

Stávající zájmové území lze rozdělit do dvou oblastí:

První oblast tvoří lokalita s obytnými objekty i objekty občanské vybavenosti ohraničená těmito hlavními silničními komunikacemi: **Palackého, 5. Května, Žižkova, hluboká, Husova**. Nejbližší obytná zástavba je situována podél těchto komunikací.

Druhou oblast tvoří zájmové území **Severozápadní odlehčovací komunikace centra Turnova**. Území je tvořeno **polookruhem v úseku od křižovatky Palackého ke křižovatce s Žižkovou ulicí**.

Severozápadní sběrná komunikace v centru Turnova je navržena ze dvou hlavních důvodů. Prvním důvodem je podstatné snížení intenzit dopravy v centru, které zde zvýší kvalitu životního prostředí, druhým je ochrana městské zástavby před inundačním prouděním řeky Jizery.

Stávající akustická situace v lokalitě

Zájmová lokalita stávajícího dopravního řešení je výrazně zatížena hlukem z pozemní dopravy. Dominantním zdrojem hluku celého zájmového území je nákladní i osobní automobilová doprava po přilehlých silničních komunikacích. Součástí hlukové zátěže lokality je i hluk běžného komunálního prostředí.

Pro zhodnocení varianty I - stávající akustické situace zájmového území v roce 2009 - bylo použito podrobné měření hluku ve čtyřech kontrolních místech MM1 - MM4, včetně sčítání dopravy a popisu všech zdrojů hluku ovlivňující zájmové území. Výsledky sloužily ke kalibraci výpočtového modelu. Výpočtové 3D modely byly vytvořeny v programu HLUK +, verze 8.28 profi.

Pro zhodnocení varianty II - byla intenzita dopravy z výsledků sčítání a měření v roce 2009 v jednotlivých silničních úsecích přepočítána dle roční dopravní průměrné intenzity **RDPI**, která byla schválena Ministerstvem dopravy ČR [7]. Dále byla intenzita dopravy v jednotlivých silničních úsecích přepočítána pomocí růstových koeficientů stanovených ŘD ČR pro rok 2015.

Pro zhodnocení varianty III - byla intenzita dopravy z varianty II přepočítána dle procentuální změny dopravy v zájmové lokalitě bez odlehčovací komunikace a s odlehčovací komunikací, podložené dopravní studií zpracovanou pro tuto lokalitu v roce 2006 f. CityPlan spol. s r.o. [9].

Referenční body

V zájmovém území připravovaného záměru je obytná zástavba soustředěna v blízkosti silničních komunikací. Umístění referenčních bodů a využití objektů je uvedeno v následující tabulce a akustické expertize na mapě umístění referenčních bodů v přílohách.

Tabulka umístění referenčních bodů

Referenční bod č.	č.p.	Způsob využití dle KN	Hygienický limit (dB)
1	187	objekt k bydlení	70/60
2	1359	bytový dům	70/60
3	598	bytový dům	70/60
4	714	bytový dům	70/60
5	573	objekt k bydlení	70/60
6	184	objekt k bydlení	70/60
7	766	objekt k bydlení	70/60
8	189	rodinný dům	70/60
9	193	rodinný dům	70/60
10	195	objekt k bydlení	70/60
11	484	objekt k bydlení	70/60
12	211	objekt k bydlení	70/60
13	214	rodinný dům	70/60
14	216	objekt k bydlení	70/60
15	479	objekt k bydlení	70/60
16	476	objekt k bydlení	70/60
17	473	bytový dům	70/60
18	150	objekt k bydlení	70/60
19	148	objekt k bydlení	70/60
20	250	bytový dům	70/60
21	277	objekt k bydlení	70/60
22	281	rodinný dům	70/60
23	284	objekt k bydlení	70/60
24	145	objekt k bydlení	70/60
25	141	objekt k bydlení	70/60
26	136	objekt k bydlení	70/60
27	26	objekt k bydlení	70/60
28	26	objekt k bydlení	70/60
29	29	objekt k bydlení	70/60
30	32	objekt k bydlení	70/60
31	43	objekt k bydlení	70/60
32	541	objekt k bydlení	70/60
33	711	objekt k bydlení	70/60
34	64	objekt k bydlení	70/60
35	61	objekt k bydlení	70/60
36	58	objekt k bydlení	70/60
37	509	rodinný dům	70/60

38	52	objekt k bydlení	70/60
39	50	objekt k bydlení	70/60
40	842	objekt k bydlení	70/60
41	704	objekt k bydlení	70/60
42	591	objekt k bydlení	70/60
43	1360	bytový dům	70/60
44	602	rodinný dům	70/60
45	77	objekt k bydlení	70/60
46	756	objekt k bydlení	70/60
47	785	bytový dům	70/60
48	549	objekt k bydlení	70/60
49	395	objekt k bydlení	70/60
50	1871	stavba pro administrativu	70/60
51	1499	objekt občanské vybavenosti	70/60
52	2037	jiná stavba	55/45
53	2029	bytový dům	55/45
54	2023	objekt občanské vybavenosti	55/45
55	113	objekt k bydlení	55/45
56	112	objekt k bydlení	55/45
57	1363	rodinný dům	55/45
58	114	objekt k bydlení	55/45
59	117	objekt k bydlení	55/45
60	116	objekt k bydlení	55/45
61	13	rodinný dům	55/45
62	169	rodinný dům	55/45

Výsledky výpočtů

Ref. bod č.	č.p.	Varianta I			Varianta II			Varianta III		
		výška [m]	denní doba	noční doba	výška [m]	denní doba	noční doba	výška [m]	denní doba	noční doba
			L _{Aeq} [dB]			L _{Aeq} [dB]			L _{Aeq} [dB]	
1	187	4,5	70,6	63,1	4,5	69,9	62,5	4,5	67,6	58,8
2	1359	3,5	65,5	56,2	3,5	65,2	55,7	3,5	63,9	55,4
		5,5	65,5	56,2	5,5	65,2	55,7	5,5	63,9	55,4
3	598	3	63,8	54,9	3	64	54,3	3	62,3	54,2
4	714	1,8	55,4	46,4	1,8	55,3	46	1,8	55,2	46,7
5	573	5	65,1	57,6	5	64,9	57	5	63,9	55,2
6	184	3,5	67,3	59,9	3,5	66,5	59,3	3,5	66,3	57,7
		8	67,3	59,9	8	66,5	59,3	8	66,3	57,7
7	766	4,5	72,3	64,8	4,5	71,8	64,3	4,5	68,4	59,6
8	189	2	70,6	63,2	2	69,8	62,7	2	67,2	58,4
		4,5	70,6	63,2	4,5	69,8	62,7	4,5	67,2	58,4
9	193	4	70,9	63,7	4	70,3	63,2	4	67,7	58,9
		6,5	72,1	63,6	6,5	70,1	63,1	6,5	67,6	58,8
10	195	5	72,1	64,9	5	71,5	64,4	5	68,9	60,1
		7,5	72,8	64,8	7,5	71,3	64,3	7,5	68,8	60

11	484	4,5	72,6	65,6	4,5	72,3	65	4,5	69,5	60,8
		7	72,9	65,3	7	71,9	64,8	7	69,3	60,6
12	211	4,5	72,8	65,7	4,5	72,5	65,2	4,5	69,7	60,9
		9	75,2	65,6	9	72,1	65	9	69,5	60,8
13	214	4,5	73,4	67,9	4,5	74,4	67,4	4,5	71,9	63,1
14	216	5	73,4	66,2	5	72,7	65,7	5	70,2	61,4
		7,5	73,4	66,2	7,5	72,7	65,7	7,5	70,2	61,4
15	479	5	71,7	64,5	5	71,1	64	5	68,4	59,7
16	476	3,5	73	65,8	3,5	72,3	65,3	3,5	69,8	61
		6	73	65,8	6	72,3	65,3	6	69,8	61
17	473	4	73,2	65,9	4	72,5	65,4	4	70	61,2
		6,5	73,2	65,9	6,5	72,5	65,4	6,5	70	61,2
18	150	4,5	70	62,7	4,5	69,3	62,2	4,5	66,9	58,1
19	148	4,5	72,9	65,6	4,5	72,2	65,1	4,5	69,9	61,2
20	250	5	70,8	62	5	70,6	61,8	5	69,6	61,2
		7,5	70,7	61,9	7,5	70,6	61,6	7,5	69,6	61,1
21	277	5	74,5	64,4	5	74,1	63,8	5	71,5	63
22	281	4,5	72,9	62,8	4,5	72,4	62,2	4,5	69,8	61,4
		7	72,9	62,7	7	72,3	62,1	7	69,7	61,3
23	284	7	76,1	66	7	75,6	65,3	7	73	64,5
		9,5	75,2	65,1	9,5	74,7	64,4	9,5	72	63,6
24	145	4,5	74,2	64	4,5	73,8	63,5	4,5	71,1	62,6
		9,5	73,5	63,3	9,5	73,1	62,8	9,5	70,4	61,9
25	141	5	74,3	64,3	5	73,8	63,6	5	71,2	62,8
26	136	5	62,4	53,8	5	62	53,3	5	60,9	52,5
		7,5	62,5	53,8	7,5	62	53,3	7,5	60,9	52,5
27	26	4,5	65,8	57,3	4,5	65,3	56,8	4,5	64,4	55,9
28	26	4,5	70,2	61,6	4,5	69,9	61,2	4,5	68,8	60,2
29	29	4,5	67,4	58,7	4,5	67,4	58,5	4,5	66,1	57,4
30	32	4,5	67,9	59,2	4,5	67,6	58,9	4,5	66,6	57,9
		7	67,8	59,1	7	67,5	58,9	7	66,5	57,8
31	43	2,5	69,4	60,7	2,5	69,5	60,5	2,5	68,1	59,4
32	541	4,5	69,9	61,3	4,5	69,8	61	4,5	68,7	60
33	711	4,5	68,3	59,6	4,5	67,9	59,3	4,5	67,1	58,5
34	64	2	67,9	59,2	2	67,8	59	2	66,6	57,9
		7	67,7	59	7	67,6	58,8	7	66,4	57,7
35	61	4	67,3	58,6	4	67,3	58,4	4	66	57,3
36	58	2,5	67,3	58,6	2,5	67,5	58,4	2,5	66	57,3
		5	67,3	58,6	5	67,5	58,4	5	66	57,3
37	509	2,5	68,3	59,6	2,5	68,6	59,4	2,5	67	58,3
		5	68,3	59,6	5	68,5	59,4	5	67	58,3
38	52	1,6	71,9	63,2	1,6	71,7	63	1,6	70,6	61,9
39	50	4,2	68,4	59,7	4,2	67,8	59,3	4,2	67,3	58,6

40	842	4	68,4	59,2	4	68,1	58,7	4	66,9	58,4
41	704	4,5	66,7	58	4,5	66	57,5	4,5	65,9	57,2
42	591	4,5	65,9	56,3	4,5	66,1	56	4,5	64	55,6
43	1360	3	64,9	55,4	3	65,1	55	3	63,1	54,7
		8	64,9	55,4	8	65,1	55	8	63,1	54,6
44	602	4,5	63,3	53,7	4,5	63,6	53,4	4,5	61,4	53
45	77	5	66,3	56,7	5	66,6	56,4	5	64,4	55,9
		7,5	66,2	56,6	7,5	66,4	56,3	7,5	64,3	55,8
46	756	2	67,5	57,9	2	68	57,6	2	65,6	57,1
		4,5	67,3	57,7	4,5	67,8	57,4	4,5	65,4	56,9
47	785	3	63,7	54,6	3	64,2	54,1	3	61,5	53,2
		5,5	63,7	54,6	5,5	64,2	54,1	5,5	61,5	53,2
48	549	2,5	59,1	50,2	2,5	59,1	49,7	2,5	57,6	49,3
		5	59	50,1	5	58,8	49,5	5	57,4	49,1
49	395	3	66,2	56,7	3	66,6	56,3	3	64,3	55,9
		5,5	66	56,4	5,5	66,3	56,1	5,5	64,1	55,6
50	1871	2,5	55,5	46,6	2,5	55,5	46,1	2,5	54,7	46,4
		5	55,5	46,6	5	55,5	46,1	5	54,7	46,4
51	1499	4	55,2	46,2	4	55,1	45,8	4	58,2	49,6
52	2037	3	39,7	30,7	3	39,6	30,3	3	54,1	45,3
53	2029	3,5	29,9	21,4	3,5	29,7	21,1	3,5	52	43,3
		6	30,9	22,5	6	30,6	22,2	6	52,2	43,4
		8,5	32,6	24,1	8,5	32,4	23,8	8,5	52,3	43,6
54	2023	3,5	37,3	28,5	3,5	37,1	28	3,5	58	49,3
		6	37,8	29	6	37,6	28,6	6	58,1	49,3
55	113	2,5	29,5	21,5	2,5	29,1	21	2,5	50	41,5
56	112	2,5	26,4	17,9	2,5	26,1	17,4	2,5	51,5	43
57	1363	2	26,1	17,3	2	25,7	16,9	2	46,6	38,1
58	114	2	27,9	19,7	2	27,4	19,2	2	44,4	36
59	117	2,5	26,6	18	2,5	26,2	17,5	2,5	42,2	33,7
60	116	2,5	28	19,6	2,5	27,6	19,2	2,5	42,6	34,1
61	13	2,5	33,4	25,2	2,5	33,2	25	2,5	48,2	39,5
		5	33,5	25,3	5	33,2	25	5	48,2	39,5
62	169	2,5	36,6	28,3	2,5	36,5	28,1	2,5	48,5	39,9

8.2.1 Prahové hodnoty prokázaných účinků hluku pro kvalitativní charakterizaci rizika

Při obecné kvalitativní charakterizaci zdravotních účinků hluku 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 prokázané. Tyto prahové hodnoty platí pro větší část populace s průměrnou citlivostí vůči účinkům hluku. S ohledem na individuální rozdíly v citlivosti, je tedy třeba předpokládat možnost těchto účinků u citlivější části populace i při hladinách hluku nižších.

Tabulka: **Prahové hodnoty prokázaných nepříznivých účinků hluku - den**

Nepříznivý účinek	dB /A/						
	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	> 70
Sluchové postižení							
Zhoršené osvojení řeči u dětí							
Kardiovaskulární účinky							
Zhoršená komunikace řečí							
Pocit obtěžování hlukem							
Mírné obtěžování							

Tabulka: **Prahové hodnoty prokázaných nepříznivých účinků hluku - noc**

Nepříznivý účinek	dB /A/					
	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	> 60
Zhoršená nálada a výkonnost, psychické poruchy						
Hypertenze, kardiovaskulární účinky						
Vnímaná horší kvalita spánku						
Zvýšení motility (pohybů) ve spánku						
Zvýšené užívání sedativ a léků na spaní						
Pocit mírného obtěžování hlukem						

Z tabulky obecně vyplývá, že při dodržení hygienického limitu 50/40 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní/noční době, se nepředpokládá existence zdravotních rizik hluku pro exponované osoby. Nelze ovšem vyloučit možnost určité míry obtěžování i úrovní hluku podlimitní v případě expozice osob se zvýšenou citlivostí vůči hluku nebo v případě hluku se zvýšeným rušivým vlivem, jako je hluk doprovázený vibracemi nebo hluk obsahující nízké frekvenční složky. Nepříjemnější je též hluk s kolísavou intenzitou nebo obsahující výrazné tónové složky.

Z nejnovejších výzkumů účinků hluku na zdraví pozorovaných v populaci (WHO 2009) v noční době:

Expozici delší než rok průměrnou hladinou hluku v noční době $L_{\text{night, venkovní}}$:

do 30 dB u osob se zvýšenou citlivostí vůči hluku mohou být pozorovány nevýznamné účinky. $L_{\text{night, venkovní}}$ 30 dB je ekvivalent hladiny hluku, při kterém nejsou pozorovány zdravotní účinky hluku (NOEL) pro noční dobu

30 až 40 dB jsou pozorovány nepříznivé účinky: zvýšený počet pohybů těla při spánku, probouzení, subjektivně udávané rušení ve spánku. Intenzita těchto účinků závisí na povaze zdroje a počtu rušivých jevů. Ohrožené skupiny (např. děti, chronicky nemocní a starší osoby) jsou více vnímavé. Nicméně i v těch nejhorších případech se účinky jeví velmi malé.

$L_{\text{night, venkovní}}$ 40 dB je ekvivalent hladiny hluku, při kterém jsou pozorovány nepatrné zdravotní účinky hluku (LOAEL) pro noční dobu

40 až 55 dB u exponované populace jsou pozorovány nepříznivé účinky hluku. Většina obyvatel se však přizpůsobí a umí se s tímto hlukem vypořádat. Ohrožené skupiny jsou již ale vážně ohroženy.

nad 55 dB tato situace je považována za zvýšené riziko pro zdraví obyvatel. Nepříznivé zdravotní účinky se projevují opakovaně, značný podíl osob je vysoce rozmrzelých a rušených ve spánku. Je zde již evidentní riziko kardiovaskulárních onemocnění

Na základě shora uvedených podkladů lze vyslovit následující odborné předpoklady:

Varianta I stávající stav – rok 2009

Vypočtené ekvivalentní hladiny hluku na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** (referenční body 1- 40) vykazují ve většině referenčních bodů **překračování** hygienických limitů ve venkovním chráněném prostoru staveb **70/60 dB** pro denní i noční dobu.

- U některých obyvatel z 244 žijících v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} > 70$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky, možným sluchovým postižením a zhoršení osvojení řeči u dětí.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} > 60$ dB) se u některých z těchto obyvatel v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** může projevit pocit rušení hlukem ve spánku a subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ, hypertense, rizika kardiovaskulárních onemocnění a zhoršené nálady a výkonnosti.

V lokalitě soustředěné do blízkosti **komunikace Husova** (referenční body 41 - 51) je hygienický limit **70/60 dB** pro denní i noční dobu **splněn**.

- Přesto se u některých obyvatel z 51 žijících v okolí referenčních bodů 41 - 51 na **komunikaci Husova** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 70$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky a zhoršení osvojení řeči u dětí.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 60$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity obtěžování hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ včetně hypertense a rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Lokalita plánované výstavby **SZ odlehčovací komunikace** (referenční body 52 - 62) může být v současné době označena jako dopravně klidná zóna, kde je s vysokou rezervou **splněn** hygienický limit pro venkovní chráněný prostor staveb **55/45 dB**.

- U některých obyvatel v okolí referenčních bodů 52 - 62 na **SZ odlehčovací komunikace** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 55$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě pocitu mírného obtěžování.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 45$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity rušení hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku.

Varianta II – „nulová varianta“ pro rok 2015

Vypočtené ekvivalentní hladiny hluku na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** (referenční body 1- 40) vykazují ve většině referenčních bodů **překračování** hygienických limitů ve venkovním chráněném prostoru staveb **70/60 dB** pro denní i noční dobu.

- U některých obyvatel z 244 žijících v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} > 70$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky, možným sluchovým postižením a zhoršení osvojení řeči u dětí.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} > 60$ dB) se u některých obyvatel v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** může projevit pocit rušení hlukem ve spánku a subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ, hypertense, rizika kardiovaskulárních onemocnění a zhoršené nálady a výkonnosti.

V lokalitě soustředěné do blízkosti **komunikace Husova** (referenční body 41 - 51) je hygienický limit **70/60 dB** pro denní i noční dobu **splněn**.

- U některých obyvatel v okolí referenčních bodů 41 - 51 na **komunikaci Husova** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 70$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky a zhoršení osvojení řeči u dětí.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 60$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity obtěžování hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ včetně hypertense a rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Lokalita plánované výstavby **SZ odlehčovací komunikace** (referenční body 52 - 62) může být v současné době označena jako dopravně klidná zóna, kde je s vysokou rezervou **splněn** hygienický limit pro venkovní chráněný prostor staveb **55/45 dB**.

- U obyvatel v okolí referenčních bodů 52 - 62 na **SZ odlehčovací komunikace** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 55$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě pocitu mírného obtěžování.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 45$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity obtěžování hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku.

Varianta III – SZ odlehčovací komunikace pro rok 2015, vč. průjezdu města Turnova

Z vypočtených ekvivalentních hladin hluku v blízkosti **komunikace Palackého** (referenční body 1- 20) vyplývá, že hygienický limit **70/60 dB** je pro venkovní chráněný prostor staveb v denní i noční době **splněn**.

- U některých obyvatel v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} > 70$ dB)

v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky, možným sluchovým postižením a zhoršení osvojení řeči u dětí.

- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} > 60$ dB) se u některých obyvatel v okolí referenčních bodů 1 - 40 na **komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a 5. Května** může projevit pocit rušení hlukem ve spánku a subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ, hypertense, rizika kardiovaskulárních onemocnění a zhoršené nálady a výkonnosti.

V lokalitě soustředěné do blízkosti **komunikace Husova** (referenční body 41 - 51) je hygienický limit **70/60 dB** pro denní i noční dobu *splněn*.

- U některých obyvatel v okolí referenčních bodů 41 - 51 na **komunikaci Husova** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 70$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě nejenom pocitu obtěžování, ale i s nepříznivými kardiovaskulárními účinky a zhoršení osvojení řeči u dětí.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 60$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity obtěžování hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku včetně zvýšeného užívání sedativ včetně hypertense a rizika kardiovaskulárních onemocnění.

Lokalita plánované výstavby **SZ odlehčovací komunikace** (referenční body 52 - 62) může být v současné době označena jako dopravně klidná zóna, kde je s vysokou rezervou *splněn* hygienický limit pro venkovní chráněný prostor staveb **55/45 dB**.

- U některých obyvatel v okolí referenčních bodů 52 - 62 na **SZ odlehčovací komunikace** se mohou hlukem z dopravy ($L_{Aeq} < 55$ dB) v denní době projevit nepříznivé účinky hluku v podobě pocitu mírného obtěžování.
- Z expozice v noční době ($L_{Aeq} < 45$ dB) se u některých obyvatel v okolí posuzovaného záměru mohou projevit pocity obtěžování hlukem a i subjektivně vnímaná horší kvalita spánku.

8.2.2. Vztahy expozice a účinku pro kvantitativní charakterizaci rizika hluku

Vztahy expozice a účinku vycházející z meta-analýzy zahraničních epidemiologických studií a doporučené v zemích EU

Studii sledujících vztah mezi hlukovou expozicí a vyvolanými reakcemi exponovaných lidí ve vztahu k pocitům obtěžování bylo již provedeno mnoho. Uskutečnila se též řada pokusů dospět meta-analýzou jejich výsledků k odvození kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem.

Miedema a Oudshoorn publikovali v roce 2001 model obtěžování hlukem, který vychází z analýzy výsledků většího počtu terénních studií, provedených v Evropě, Austrálii, Japonsku a Severní Americe, a odstraňuje některé nedostatky předchozích prací. Uvádí vztah mezi hlukovou expozicí v L_{dn} nebo L_{dvn} v rozmezí 45 - 75 dB a procentem obyvatel, u kterých lze očekávat pocity obtěžování (ve třech stupních škály intenzity obtěžování), a to zvláště pro hluk z letecké, silniční a železniční dopravy. Úzký konfidenční interval odvozených vztahů indikuje jejich relativní spolehlivost, i když je třeba předpokládat ovlivnění variabilními podmínkami v jednotlivých konkrétních případech. Hlavním účelem těchto vztahů je možnost predikce počtu obtěžovaných osob v závislosti na intenzitě hlukové expozice u běžné průměrně citlivé populace a v současné době jsou doporučeny pro hodnocení obtěžování obyvatel hlukem v zemích EU.

Vztahy potvrzují známou skutečnost, že letecký hluk má výraznější obtěžující účinek nežli hluk ze silniční dopravy a hluk ze silniční dopravy má výraznější účinek nežli hluk z dopravy železniční.

Tabulka : Počet a procento obyvatel obtěžovaných a rušených hlukem z dopravy

L _{Aeq, 6-22 h} [dB]	Počet/ procento obyvatel obtěžovaných hlukem		
	LA	A	HA
Varianta I (r. 2009)			
od 26,1 dB do 76,1 dB	41/8 až 432/85	10/2 až 335/66	< 213/42
Varianta II (r. 2015)			
od 25,7 dB do 75,6 dB	30/6 až 427/84	5/1 až 330/65	< 208/42
Varianta III (r. 2015 se záměrem)			
od 42,2 dB do 73,0 dB	66/13 až 401/79	20/4 až 290/57	< 168/33

L _{Aeq, 22-6h} [dB]	Počet/procento obyvatel rušených hlukem ve spánku		
	LSD	SD	HSD
Varianta I (r. 2009)			
od 17,3 dB do 66,0 dB	25/5 až 264/52	15/3 až 168/33	15/3 až 91/18
Varianta II (r. 2015)			
od 16,9 dB do 67,4 dB	0/0 až 259/51	15/3 až 163/32	25/5 až 91/18
Varianta III (r. 2015 se záměrem)			
od 33,7 dB do 64,5 dB	46/9 až 239/47	20/4 až 142/28	20/4 až 76/15

LA – přinejmenším mírně obtěžovaní
 A - přinejmenším středně obtěžovaní
 HA – vysoce obtěžovaní

LSD - přinejmenším mírně rušení ve spánku
 SD- přinejmenším středně rušení ve spánku
 HSD – vysoce rušení ve spánku

Varianta I

Denní doba - hlukem ze silniční dopravy je obtěžováno až 42 % obyvatel, mírně obtěžováno 2 až 66% a mírné pocity obtěžování by mohlo mít 8 až 85 % obyvatel v okolí komunikací.

Noční doba - obyvatel silně rušených ve spánku může být 3 až 18 %, rušených může být 3 až 33 % a mírně rušených ve spánku může být 5 až 52 % obyvatel v okolí záměru.

Varianta II

Denní doba - hlukem ze silniční dopravy by mohlo být obtěžováno až 41 % obyvatel, mírně obtěžováno 1 až 65% a mírné pocity obtěžování by mohlo mít 6 až 84 % obyvatel v okolí komunikací.

Noční doba - obyvatel silně rušených ve spánku může být 5 až 18 %, rušených může být 3 až 32 % a mírně rušených ve spánku může být 0 až 51 % obyvatel v okolí záměru.

Varianta III

Denní doba - hlukem ze silniční dopravy by mohlo být obtěžováno až 33 % obyvatel, mírně obtěžováno 4 až 57% a mírné pocity obtěžování by mohlo mít 13 až 79 % obyvatel v okolí komunikací.

Noční doba - obyvatel silně rušených ve spánku může být 2 až 15 %, rušených může být 4 až 28 % a mírně rušených ve spánku může být 9 až 47% obyvatel v okolí záměru.

Vzhledem k tomu, že realizací záměru dojde sice ke zhoršení akustické situace v okolí výpočtových bodů 53 až 62, avšak toto zvýšení akustického tlaku nebude mít za následek překračování hygienických limitů pro hluk z dopravy. Naopak u ostatních obytných domů dojde vlivem zprovoznění záměru ke zlepšení akustické situace a tím celkově ke snížení počtu osob obtěžovaných hlukem a obyvatel rušených hlukem ve spánku. A protože zvýšení akustické situace v okolí výpočtových bodů (53 – 62) nebude mít za následek překračování hygienických limitů, je tedy možné konstatovat, že realizací záměru nedojde u obyvatel v okolí záměru k výraznému zvýšení zdravotních rizik, naopak je možné konstatovat, že u většiny obyvatel dojde k mírnému snížení zdravotních rizik hluku pro obyvatele v okolí záměru.

8.2.3 Vztahy pro atributivní riziko kardiovaskulárních onemocnění

Jedním z indikátorů účinku hluku na zdraví, doporučených pracovní skupinou WHO v roce 2003, je výpočet atributivního rizika kardiovaskulární nemoci a úmrtnosti.

Studie hluku z dopravy a s ním spojená kardiovaskulární rizika (W.Babisch, Noise & Health, 2008) byla podrobena meta-analýze vyplývající z křivky dávky a účinku. Provedená meta-analýza prokázala vliv hluku z dopravy na riziko infarktu myokardu. Rizika byla prokázána pro ekvivalentní hladiny hluku nad 60 dB/A/ a to v denní době od 6:00 do 22:00 hodin ($L_{Aeq,16h}$). Pod hodnotou ekvivalentní hladiny hluku 60 dB/A/ nebyly ve studiích zaznamenány zdravotní problémy rizik infarktu myokardu. Zvýšení rizika bylo zaznamenáno se zvyšující se hladinou hluku nad 60 dB/A/. Z tohoto důvodu byly výpočty prováděny pro minimální hladinu L_{Aeq} 55,0 dB.

Z těchto studií byl odvozen výpočet pro funkci expozice hluku a rizika infarktu myokardu:

$$OR = 1,629657 - 0,000613(L_{day,16h})^2 + 0,000007357(L_{day,16h})^3, R^3 = 0,96$$

Výpočet Odds Ratio pro uvedený záměr:

Varianta	min/max L_{Aeq}	$L_{day,16h}$ (den)	Odds Ratio
I	min	55,0 dB	1,00
I	max	76,1 dB	1,32
II	min	55,0 dB	1,00
II	max	75,6 dB	1,30
III	min	55,0 dB	1,00
III	max	73,0 dB	1,22

Z výsledků výpočtů vyplývá, že ve variantě III – rok 2015 se záměrem „SZ odlehčovací komunikace průjezdu Turnova“ dojde ke snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění resp. rizika infarktu myokardu v důsledku snížení hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,den}$ v okolí komunikace.

8.3 Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotního rizika je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, expozičními faktory, odhady chování populace apod. Při hodnocení rizika hluku se většinou setkáváme se třemi základními okruhy nejistot:

1. Jedna ze základních nejistot vyplývá z údajů o intenzitě hlukové expozice – modelování je pro odhad hlukové expozice většinou vhodnější než měření, podmínkou ale je, aby se vycházelo ze správných podkladů, např. pokud jde o intenzitu dopravy na komunikacích. V tomto případě bylo provedeno měření a sčítání dopravy pro kalibraci výpočtů a nejistota hlukové expozice byla tak snížena na minimum.
2. Nejistota může být i z přijetí konzervativního přístupu s vědomím nadhodnocení průměrné expozice (pro výpočty počtů obtěžovaných a rušených osob byly použity nejvyšší vypočtené ekvivalentní hladiny hluku u objektů) a odhad rizika provedený cíleně pro nejvíce exponované objekty s vědomím, že v ostatních částech území bude situace příznivější.
3. Další nejistota vychází z přesné neznalosti počtu exponovaných osob a z míry rizika zdravotního poškození a z neznalosti citlivých populačních skupin.
4. Není zohledněna ani orientace oken jednotlivých objektů vůči zdrojům hluku, dispoziční řešení bytů, věková skladba obyvatel ani doba jejich pobytu v daném místě.
5. Popisované vztahy mezi hlukovou expozicí a jejím účinkem nelze považovat za absolutně platné za všech podmínek.
6. Další nejistota je způsobená vlivem konkrétních místních podmínek a rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponované populace.

Hodnocení hlukové expozice, použití expozičního scénáře, výstupů a vztahů epidemiologických studií bylo vždy provedeno na straně bezpečnosti.

8.4 Závěr k hodnocení hluku

Na základě vyhodnocení předložených podkladů, s ohledem na výše uvedené skutečnosti a po uvážení všech výše uvedených nejistot, lze konstatovat následující závěry:

1. Byla hodnocena zdravotní rizika hluku obyvatel v okolí záměru: Řešení dopravy v centru města Turnov – severozápadní odlehčovací komunikace - Turnov
 - **Ve variantě I stávající stav – rok 2009** bude na komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a komunikaci 5. Května hygienický limit ve venkovním chráněném prostoru staveb 70/60 dB pro denní/noční dobu překračován. Na komunikaci Husova bude hygienický limit dodržen. V místech plánované výstavby je splněn hygienický limit 55/45 dB pro chráněný venkovní prostor staveb.
 - **Ve variantě II „nulová varianta“ pro rok 2015** bude na komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a komunikaci 5. Května hygienický limit ve venkovním chráněném prostoru staveb 70/60 dB pro denní/noční dobu překračován ve většině referenčních bodů. Na komunikaci Husova bude hygienický limit dodržen. V místech plánované výstavby je splněn hygienický limit 55/45 dB pro chráněný venkovní prostor staveb.
 - **Ve variantě III SZ odlehčovací komunikace pro rok 2015** bude na komunikacích Palackého, Hluboká, Náměstí Českého ráje a komunikaci 5. Května hygienický limit ve venkovním chráněném prostoru staveb 70/60 dB pro denní/noční dobu dodržen. Na komunikaci Husova bude hygienický limit dodržen. V místech plánované výstavby je splněn hygienický limit 55/45 dB pro chráněný venkovní prostor staveb.
2. Z výsledků v akustické expertíze vyplývá, že zprovozněním posuzovaného záměru dojde ke snížení počtu osob obtěžovaných hlukem v denní době a rušených hlukem ve spánku v noční době.

3. Z výsledků hodnocení zdravotních rizik vyplývá, že zprovozněním posuzovaného záměru dojde ke snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění resp. rizika infarktu myokardu pro obyvatele v okolí záměru.
4. Z výsledků výpočtů v akustické studii vyplývá, že posuzovaným záměrem dojde ke snížení akustické situace v chráněném venkovním prostoru okolních obytných zástaveb v ulicích Palackého, Hluboké, Náměstí Českého ráje a 5. Května.

Z výsledků výpočtů v akustické expertize lze konstatovat, že zprovozněním záměru by nemělo docházet k překračování hygienických limitů v chráněném venkovním prostoru staveb a je tedy možné konstatovat, že změny v akustické situaci jsou akceptovatelné a neměly by významně zvýšit resp. mohou snížit zdravotní rizika obyvatel posuzovaného území.

Doporučení:

Po zprovoznění záměru doporučujeme provést kontrolní měření hluku v chráněném venkovním prostoru staveb.

9. CELKOVÝ ZÁVĚR

Na základě vyhodnocení výstupů rozptylové a akustické studie lze i přes všechny uvedené nejistoty konstatovat, že změny imisního a hlukového zatížení v posuzované lokalitě jsou akceptovatelné pro posuzovaný záměr: Řešení dopravy v centru města Turnov.

Na základě provedeného vyhodnocení odhadu zdravotních rizik lze vyvodit závěr, že v souvislosti s realizací předkládaného záměru „Řešení dopravy v centru města Turnov – severozápadní odlehčovací komunikace“, nebude tato aktivita představovat významně zvýšené riziko pro lidské zdraví pro obyvatele v okolí záměru.

Poznámka: Protokol nesmí být bez písemného souhlasu zpracovatele reprodukován jinak než celý Protokol nenahrazuje vyjádření OOVZ.

Použitá literatura

1. Manuál prevence v lékařské praxi, VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 2000
2. K.Bláha, M.Cikrt: Základy hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha 1996
3. J.Volf: Metodiky hodnocení zdravotních rizik v hygienické službě, Ostrava 2002
4. Guidelines for Community Noise, WHO Geneva 1999
5. W.Babisch: Noise and Health 2008, Road traffic noise and cardiovascular risk
6. WHO: Směrnice pro kvalitu ovzduší v Evropě, MŽP ČR 1996
7. WHO: Air quality guidelines for particulate matter, ozon, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2005
8. IARC: Monographs Database on Carcinogenic Risks to Humans
9. Database IRIS, 2003
10. Database ATSDR – Toxicological Profiles
11. SZÚ Praha Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 3 „Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku – odborná zpráva za rok 2005, SZÚ Praha
12. SZÚ Praha Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 1 „Monitoring zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – odborná zpráva za rok 2005, SZÚ Praha
13. Autorizační návod AN 15/04, verze 2 SZÚ Praha 2004

Příloha

- Osvědčení o autorizaci

Veškeré práce, výsledky a postupy obsažené a zpracované v expertízách a protokolech firmy BERYL, spol. s r.o. jakož i celé zhotovené expertízy jsou duševním majetkem firmy BERYL, spol. s r.o.. Jejich veřejná publikace, reprodukce, kopírování, převádění do elektronické podoby nebo formy a další využití nebo předání třetí osobě je vázáno na písemný souhlas zpracovatele. Jakékoliv použití expertízy (i její části) bez písemného souhlasu zpracovatele bude posuzováno jako porušení autorských práv zpracovatele a následně řešeno soudně-právní cestou.