

*Oznámení záměru v rozsahu podle přílohy č. 4 zákona
č.100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí,
ve znění pozdějších předpisů*

Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště Ruzyně – I. etapa

*Hodnocení zdravotních rizik hluku
z železniční dopravy*

Znalecký posudek

Zadavatel posudku:

**ECO-ENVI-CONSULT
Sladkovského 111
506 01 Jičín**

Posudek zpracoval :

MUDr.Bohumil Havel, Větrná 9, 568 02 Svitavy

Tel.: 461 533 402, 461 532 921, 602 482 404 E-mail : b.havel@tiscali.cz

**Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací:
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik**

(jmenován Krajským soudem v Hradci Králové dne 5.11.2002 pod č.j. Spr. 2706/2002)

**Držitel osvědčení o autorizaci k hodnocení zdravotních rizik v autorizačních setech
expozice chemickým látkám v prostředí a expozice hluku vydaných Státním zdravotním
ústavem Praha dne 5.4. a 9.6. 2004 pod č.008/04.**

**Držitel osvědčení odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví
vydaného MZ ČR dne 10.8.2004 pod pořadovým číslem 1/2004.**

Svitavy, leden 2008

Obsah:

I. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik	2
II. Zadání a výchozí podklady	4
III. ZDRAVOTNÍ RIZIKO HLUKU A VIBRACÍ.....	5
III.1. Nebezpečnost hluku a vztahy expozice a účinku	5
III.2. Nebezpečnost vibrací a vztahy expozice a účinku	10
III.3. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku	11
IV. Analýza nejistot	17
V. ZÁVĚR.....	18
VI. Příloha – citovaná a použitá literatura	18
Znalecká doložka	20

I. Metodika a základní pojmy v hodnocení zdravotních rizik

V hodnocení závažnosti nepříznivých vlivů na veřejné zdraví je dnes standardně využívána metoda hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment).

Cílem hodnocení zdravotních rizik je obecně poskytnutí hlubší informace o možném vlivu nepříznivých faktorů na zdraví a pohodu obyvatel, nežli je možné pouhým srovnáním intenzit jejich výskytu s limitními hodnotami, danými platnými předpisy. Tyto limity někdy představují kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a dosažitelnou realitou a nemusí zaručovat úplnou ochranu zdraví. Příkladem mohou být korekce k limitním hodnotám hluku z dopravy.

Metodické postupy hodnocení zdravotních rizik z kontaminace jednotlivých složek prostředí byly vypracované Agenturou pro ochranu životního prostředí USA (US EPA) a Světovou zdravotnickou organizací (WHO). Z nich vycházejí i metodické podklady pro hodnocení zdravotních rizik v České republice, konkrétně Manuál prevence v lékařské praxi díl VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik, vydaný v roce 2000 SZÚ Praha, Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území - Příloha č.4 Principy hodnocení zdravotních rizik (Věstník MŽP září 2005) a metodické materiály hygienické služby k hodnocení zdravotních rizik. Metodické postupy vypracované US EPA byly sice primárně určeny k hodnocení rizika chemických látek z prostředí, ale principiálně je možné je využít i v případě hodnocení rizika fyzikálních faktorů prostředí.

V ČR je metodika hodnocení zdravotních rizik předmětem akreditace dle zákona č. 258/2000 Sb.¹ a odborné způsobilosti pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví dle zákona č.100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky MZ č. 353/2004.

Obecný postup hodnocení zdravotního rizika sestává ze čtyř navazujících kroků:

Prvním krokem je **identifikace nebezpečnosti**, kdy se provádí výběr škodlivin, které mají být hodnoceny a soustředí se informace o tom, jakým způsobem a za jakých podmínek mohou nepříznivě ovlivnit lidské zdraví. V případě hluku je obsahem tohoto kroku popis možných nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví.

Druhým krokem je **charakterizace nebezpečnosti**, která má objasnit kvantitativní vztah mezi dávkou dané škodliviny a mírou jejího účinku, což je nezbytným předpokladem pro možnost odhadu míry rizika. V zásadě se přitom rozlišují dva typy účinků chemických látek.

¹Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Takzvaný prahový účinek, většinou spočívající v toxickém poškození různých systémů organismu, se projeví až po překročení kapacity fyziologických detoxikačních a reparačních obranných mechanismů. Lze tedy identifikovat míru expozice, která je pro organismus člověka ještě bezpečná a za normálních okolností nevyvolá nepříznivý efekt.

U látek podezřelých z karcinogenity u člověka se předpokládá bezprahový účinek. U tohoto účinku nelze stanovit ještě bezpečnou dávku a závislost dávky a účinku se při klasickém postupu dle metodiky US EPA vyjadřuje ukazatelem, vyjadřujícím míru karcinogenního potenciálu dané látky. Tímto ukazatelem je faktor směrnice, popř. jednotka karcinogenního rizika, která je vztažena přímo ke koncentraci karcinogenní látky ve vzduchu.

U hluk je situace zcela specifická, neboť potenciální obtěžující a rušivý účinek hluku je v pásmu slyšitelnosti v podstatě bezprahový. Prakticky ale i zde jde o odvození referenčních hladin hlukové expozice pro hlavní nepříznivé účinky hluku na zdraví a o stanovení kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem u průměrně citlivé části populace.

Třetí etapou standardního postupu je **hodnocení expozice**. Na základě znalosti dané situace se sestavuje expoziční scénář, tedy představa, jakými cestami a v jaké intenzitě a množství je konkrétní populace exponována dané škodlivině. Cílem je postihnout expozici nejen průměrného jedince z exponované populace, nýbrž i reálně možných případů osob s nejvyšší mírou ohrožení. Za tímto účelem se identifikují nejvíce citlivé podskupiny populace, u kterých předpokládáme zvýšenou expozici nebo zvýšenou zranitelnost. U hlukové expozice se na rozdíl od expozice chemickým látkám podstatně více uplatňují různé okolnosti a vlivy ekonomického, sociálního či psychologického charakteru, které modifikují a spoluurčují výsledné zdravotní účinky působení hluku. Významně se zde též projevuje odlišný charakter hluku z různých zdrojů.

Čtvrtým konečným krokem v hodnocení rizika, který shrnuje všechny informace získané v předchozích etapách, je **charakterizace rizika**, při které se snažíme dospět ke kvantitativnímu vyjádření míry reálného konkrétního zdravotního rizika za dané situace, která může sloužit jako podklad pro rozhodování o opatřeních, tedy pro řízení rizika.

U toxických nekarzinogenních látek je míra rizika většinou vyjádřena pomocí poměru zjištěné nebo předpokládané expozice či dávky k expozici nebo dávce, považované za ještě bezpečnou. Tento poměr se nazývá kvocient nebezpečí (Hazard Quotient – HQ), popřípadě při součtu kvocientů nebezpečí u současně se vyskytujících látek s podobným systémovým toxickým účinkem se jedná o index nebezpečí (Hazard Index – HI).

U některých klasických škodlivin v ovzduší, jako je tomu u suspendovaných částic, současně znalosti neumožňují odvodit prahovou dávku či expozici a k vyjádření míry rizika se používá předpověď výskytu zdravotních účinků u exponovaných lidí s použitím vztahů závislosti účinku na expozici z epidemiologických studií.

Složitější je situace i při charakterizaci rizika hluku. Kvantitativní charakterizace rizika je možná v případě kontinuálního dlouhodobého působení hluku z dopravy na větší počet obyvatel, kde je standardním výstupem charakterizace rizika výpočet procenta obyvatel, u kterých lze očekávat nepříznivé projevy působení hluku v oblasti subjektivních pocitů obtěžování a rušení spánku. Z přímých zdravotních účinků je možné v některých případech u dlouhodobé expozice hluku z dopravy kvantitativně charakterizovat zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění.

Nezbytnou součástí je **analýza nejistot** se kterými je každé hodnocení rizika nevyhnutelně spojeno. Jejich přehled a kritický rozbor zkvalitní pochopení a posouzení dané situace a je třeba je zohlednit při řízení rizika.

II. Zadání a výchozí podklady

Na základě objednávky zpracovatele oznámení záměru „Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště Ruzyně – I. etapa“ v rozsahu dle přílohy 4 zákona č. 100/2001 Sb., mají být v rámci hodnocení vlivů na veřejné zdraví vyhodnoceny výstupy zpracované akustické studie z hlediska možných zdravotních rizik pro obyvatelstvo.

Jako podklad byly zadavatelem poskytnuty základní informace o stavbě a Akustická studie pro EIA „Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště Ruzyně – I. etapa“, kterou v prosinci 2007 zhotovila společnost EKOLA group, spol.s.r.o. Praha.

Předmětem stavby je modernizace stávajícího traťového úseku jednokolejné tratě Praha Bubny – Praha Ruzyně v délce 12,73 km a novostavba úseku Praha Ruzyně – Praha Letiště Ruzyně v délce 5,49 km. Cílem stavby, na kterou za žst. Praha Ruzyně navazuje II.etapa modernizace tratě, je vytvořit rychlé a ekologicky přijatelné kapacitní dopravní spojení mezi centrem Prahy a městem Kladno s napojením letiště Praha Ruzyně.

Trať bude v celém rozsahu řešena jako dvojkolejná, elektrizovaná s novým zabezpečovacím zařízením. Stavba zahrnuje stanice a zastávky: Praha Bubny/Vltavská, Praha Výstaviště, Praha Dejvice/Hradčanská, Praha Veleslavín, Praha Liboc, Dlouhá Míle a Praha Letiště Ruzyně. Součástí projektu jsou i nové vestibuly a předstihové objekty navazujících a budoucích stanic metra, dopravní uzel Dlouhá Míle a mimoúrovňová křížení železniční tratě se stávajícími komunikacemi. Až k lokalitě Liboce je trať vedena s výjimkou několika krátkých úseků poměrně hustou chráněnou zástavbou a po okraji parku Stromovka a dodržení hygienických limitů hluku si zde vyžaduje nadstandardní stavební protihluková opatření. V lokalitě mezi Stromovkou a Veleslavínem je trasa dráhy vedena v tunelu.

Na trati se předpokládá pravidelný intervalový provoz vlaků osobní dopravy s kapacitou špičkových intervalů letištních vlaků 10 minut a kladenských vlaků 15 minut. S provozem nákladních vlaků se v hodnoceném úseku tratě nepočítá.

Akustická studie, hodnotí výchozí akustickou situaci v zájmovém území záměru, očekávanou akustickou situaci po realizaci záměru vycházející z nového výškového řešení tratě a intenzit dopravy a hlukovou zátěž stávající obytné zástavby z vlastní stavební činnosti během realizace záměru. Součástí studie je návrh protihlukových opatření a vyhodnocení jejich efektu ve vztahu k dodržení hygienických limitů hluku pro hluk z železniční dopravy.

Hlavním účelem akustické studie je posouzení předpokládaného hlukového ovlivnění okolí železniční tratě z hlediska platných hygienických limitů hluku a návrh protihlukových opatření. Z tohoto důvodu studie nezohledňuje další zdroje hluku, které v zájmové oblasti ovlivňují celkovou hlukovou zátěž obyvatel, čímž je i hodnocení zdravotního rizika hluku v zájmové oblasti omezeno pouze na dílčí pohled na vliv hluku z železniční dopravy. V některých částech hodnoceného území je dominantním zdrojem hluku stávající silniční doprava.

Výstupem akustické studie pro kvantitativní hodnocení rizika hluku jsou počty obyvatel zájmového území (vycházející ze sčítání lidu, domů a bytů k 1.3.2001) exponovaných v hlukových pásmech ekvivalentních hladin akustického tlaku odstupňovaných po 5 dB.

Následující hodnocení zdravotních rizik je zpracováno v souladu s obecnými metodickými postupy WHO a autorizačními návody Státního zdravotního ústavu Praha AN/14/03 verze 2² a AN 15/04 VERZE 2³ pro autorizované hodnocení zdravotních rizik dle § 83e zákona č. 258/00 Sb., v platném znění.

²Autorizační návod AN/14/03 verze 2 – Autorizující osobou doporučené zdroje informací pro hodnocení zdravotních rizik, SZÚ Praha, 2007

³Autorizační návod AN 15/04 VERZE 2 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, leden 2007

III. ZDRAVOTNÍ RIZIKO HLUKU A VIBRACÍ

III.1. Nebezpečnost hluku a vztahy expozice a účinku

Jako hluk označujeme jakýkoliv zvuk, který je nechtěný a obtěžující a to bez ohledu na jeho intenzitu. Následující popis účinků hluku je z větší části převzatý z autorizačního návodu SZÚ AN 15/04 VERZE 2.

Dlouhodobé nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví je možné s určitým zjednodušením rozdělit na účinky specifické, projevující se při ekvivalentní hladině akustického tlaku A nad 85 až 90 dB poruchami činnosti sluchového analyzátoru a na účinky nespecifické (mimosluchové), projevující se ovlivněním funkcí různých systémů organismu. Tyto nespecifické systémové účinky se projevují prakticky v celém rozsahu intenzit hluku, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění vyšších nervových funkcí.

Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je v současnosti považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární systém, rušení spánku a nepříznivé ovlivnění osvojování řeči a čtení u dětí.

Omezené důkazy jsou např. u vlivů na hormonální a imunitní systém, některé biochemické funkce, ovlivnění placenty a vývoje plodu, nebo u vlivů na mentální zdraví a výkonnost člověka.

Působení hluku v životním prostředí je ovšem nutné posuzovat i z hlediska ztížené komunikace řeči a zejména pak z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí. V tomto smyslu vychází hodnocení zdravotních rizik hluku z definice zdraví WHO, kdy se za zdraví nepovažuje pouze nepřítomnost choroby, nýbrž je chápáno v celém kontextu souvisejících fyzických, psychických a sociálních aspektů. WHO proto vychází při doporučení limitních hodnot hluku pro místa mimopracovního pobytu lidí především ze současných poznatků o nepříznivém vlivu hluku na komunikaci řeči, pocity nepohody a rozmrzelosti a rušení spánku v nočním období [1].

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

Poškození sluchového aparátu je dostatečně prokázano u pracovní expozice hluku v závislosti na výši ekvivalentní hladiny akustického tlaku A a trvání let expozice. Riziko sluchového postižení však existuje i u hluku v mimopracovním prostředí při různých činnostech spojených s vysokou 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.

Studie prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase do 24hodinové ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,24h}$ 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 sluchové poškození u citlivých skupin populace, jako jsou děti, nebo osoby současně exponované i vibracím nebo ototoxickým lékům či chemikáliím. Je též známé, že zvýšená hlučnost v místě bydliště přispívá k rozvoji sluchových poruch u lidí profesionálně exponovaným rizikových hladinám hluku na pracovišti.

Pokud jde o nárazové působení vysokých hladin akustického tlaku, akutní akustické trauma s poškozením bubínku a struktur středního a vnitřního ucha hrozí při hodnotách akustického tlaku nad 130 dB. Práh bolestivosti při vnímání hlukových podnětů u zdravých osob je udáván mezi 110 – 130 dB, avšak vykazuje značnou individuální variabilitu.

Práh nepříjemného vnímání hluku je mezi 80 – 100 dB. V některých případech, jako jsou např. zánětlivá onemocnění bubínku a středního ucha, nebo Menierova nemoc, však práh bolestivého nebo nepříjemného vnímání hlukových impulsů může být i nižší. Toto platí i u osob používajících některé typy naslouchadel. K prevenci akutních sluchových poškození by hodnoty maximální hladiny akustického tlaku L_{Amax} měly být nižší, nežli 110 dB [1].

Zhoršení komunikace řeči 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. Jde tedy o podstatnou část populace. Pro dostatečně 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.

Zvláštní pozornost zde zasluhují domy, kde bydlí malé děti a třídy předškolních a školních zařízení, neboť neúplné porozumění řeči u nich ztěžuje a poškozuje proces osvojení řeči a schopnosti číst s dalšími nepříznivými důsledky pro jejich duševní a intelektuální vývoj. Zvláště citlivé jsou pak děti s poruchami sluchu, potížemi s učením a děti, pro které vyučovací jazyk není jejich mateřským jazykem.

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, obavy, pocity beznaděje nebo vyčerpání.

U každého člověka existuje určitý stupeň citlivosti, 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. Kromě senzitivity exponovaných osob a fyzikálních vlastností hluku však velmi záleží i na řadě dalších neakustických faktorů sociální, psychologické nebo ekonomické povahy. To vede k různým výsledkům studií, které prokazují u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt u exponované populace a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách hluku na různých lokalitách v různých zemích. Obecně např. u obyvatel rodinných domů nastává srovnatelný stupeň obtěžování až při hladinách o cca 10 i více dB vyšších, oproti obyvatelům bytových domů [2].

Významnou úlohu zde hraje vztah ke zdroji hluku, pocit do jaké míry jej člověk může ovlivňovat nebo zda pro něj má nějaký ekonomický význam. Menší rozmrzelost působí hluk, u něž je předem známo, že bude trvat jen po určitou vymezenou dobu. Příznivě působí i nabídnuté východisko, např. nabídka možnosti přestěhovat se v případě nutnosti po dobu provádění nejhluchnějších stavebních operací do hotelu. Závislost je i mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v hlučném prostředí. 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 balkonů, stěhování, stížnosti a petice. Obecně se ovšem odhaduje, že na stížnostech a peticích se účastní pouze 5-10 % obyvatel skutečně hlukově exponovaných. Vysoké hladiny hluku vedou i k nepříznivým projevům v sociálním chování, mohou u predisponovaných jedinců zvyšovat agresivitu a redukují přátelské chování a ochotu k pomoci.

Svoji úlohu zde hraje i zhoršená verbální komunikace, výsledky studií ukazují, že je více snížena ochota ke slovní pomoci (poradit v orientaci, upozornit na nehodu), než k pomoci fyzické. Dle doporučení WHO je během dne jen málo lidí vážně obtěžováno při svých aktivitách ekvivalentní hladinou akustického tlaku A pod 55 dB, nebo mírně obtěžováno při L_{Aeq} pod 50 dB.

K objasnění vztahů mezi hlukovou expozicí a vyvolanými reakcemi exponovaných lidí ve smyslu obtěžování bylo provedeno mnoho studií. Uskutečnila se též řada pokusů dospět meta-analýzou jejich výsledků k odvození kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem. V zemích EU jsou v současné době k hodnocení obtěžování obyvatel hlukem z různých typů dopravy doporučeny vztahy mezi hlukovou expozicí v L_{dn}^4 nebo L_{dvn}^5 a procentem obtěžovaných obyvatel, odvozené na základě meta-analýzy epidemiologických studií v roce 2001 [3,4,5]. Odrážení poznatek z dotazníkových šetření a průzkumů, že letecký hluk má výraznější obtěžující účinek nežli hluk z automobilové pozemní dopravy a hluk z automobilové dopravy má výraznější účinek, nežli hluk z dopravy železniční.

Tento rozdíl v subjektivním obtěžujícím účinku hluku se jako tzv. železniční bonus promítá i do hygienických limitů hluku některých zemí včetně ČR, kde jsou pro hluk ze železniční dopravy limitní ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro noční dobu o 5 dB vyšší, nežli pro hluk z dopravy silniční. Některé cílené studie v terénních i laboratorních podmínkách však opodstatněnost tohoto bonusu v noční době ve vztahu k ovlivnění spánku zpochybňují [6].

V ČR se pro kvantitativní vyhodnocení obtěžujícího účinku hluku doposud převážně používal vztah mezi procentem obtěžovaných osob a noční hlukovou expozicí z pozemní automobilové dopravy odvozený z výsledků Monitoringu HS⁶, publikovaných Státním zdravotním ústavem Praha [7].

Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem bylo zatím sledováno převážně v laboratorních podmínkách u dobrovolníků. Zvláště citlivá na působení zvýšené hlučnosti je tvůrčí duševní práce a plnění úkolů spojených s nároky na paměť, soustředěnou a trvalou pozornost a komplikované analýzy. Rušivý účinek hluku je významný zejména při činnostech náročných na pracovní paměť, kdy je třeba udržovat část informací v krátkodobé paměti, jako jsou matematické operace a čtení.

Nepříznivé ovlivnění spánku se prokazatelně projevuje obtížemi při usínání, probouzením, 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 jsou starší lidé, pracující na směny, lidé s funkčními a mentálními poruchami, osoby s potížemi se spaním. K narušení spánku vede jak ustálený, tak i proměnný hluk. Objektivní příznaky narušení spánku při ustáleném hluku v interiéru se dle různých autorů začínají objevovat od ekvivalentní hladiny hluku 27 – 30 dB. Subjektivní kvalita spánku nebyla zhoršena při venkovním hluku pod ekvivalentní hladinu hluku pro noc 40 dB.

⁴ L_{dn} (Day-night level) ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 hodin se zvýšením noční hladiny akustického tlaku (22-7h) o 10 dB.

⁵ L_{dvn} (Day-evening-night level) ekvivalentní hladina akustického tlaku za 24 hodin se zvýšením večerní hladiny akustického tlaku o 5 dB a noční hladiny o 10 dB.

⁶ Monitoring hygienické služby - Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, prováděný Státním zdravotním ústavem v Praze a pracovišti hygienické služby ve vybraných městech ČR od roku 1994. Substém 3 se zabývá zdravotními důsledky a rušivými účinky hluku, subsystem 1 se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění ovzduší.

Při přerušovaném hluku roste rušivost spánku s maximální hladinou hluku. I při nízké ekvivalentní hladině akustického tlaku ovlivňuje spánek již malý počet hlukových událostí s vyšší hladinou akustického tlaku. Význam zřejmě má i rozdíl mezi hladinou akustického tlaku pozadí a vlastní hlukové události a taktéž délka intervalu mezi dvěma hlukovými událostmi.

Většina studií ukazuje nárůst procenta probuzení při hlukových událostech během noci v hodnotě SEL 55-60 dB (Sound Exposure Level - hladina hlukové expozice) uvnitř místnosti. Změny spánkového rytmu byly prokázány při SEL hlukových událostí 35 dB, změny srdečního rytmu při SEL 40 dB [9].

Citlivým objektivním ukazatelem narušení spánku vlivem hluku je zvýšení frekvence samovolných pohybů během spánku. Pro tento ukazatel, který dobře koreluje s dalšími ukazateli, jako je počet probuzení a subjektivní hodnocení kvality spánku, byly na základě publikovaných výsledků studií v okolí letišť odvozeny vztahy závislosti mezi nárůstem procenta 15 sekundových intervalů s pohyby ve spánku a hodnotami hlukové expozice uvnitř místnosti.

Několik studií z poslední doby naznačilo, že hluk ze železniční dopravy v noční době nemá na rozdíl od subjektivního obtěžování objektivně nižší nepříznivý účinek na kvalitu spánku ve srovnání s hlukem z ostatních typů dopravy. Zřejmě se zde projevuje rychlý nárůst a relativně dlouhé trvání hlukových událostí při přejezdu vlaku při stejné ekvivalentní hladině akustického tlaku [6,10].

Obecně nepříznivé ovlivnění nálady následující den bylo prokázáno při hodnotách hluku během spánku vně budov již pod 60 dB a předpokládá se, že k ovlivnění dochází i z hlediska výkonnosti. Podle doporučení WHO by noční ekvivalentní hladina hluku neměla v okolí domů přesáhnout 45 dB, 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, 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.

V zemích EU jsou v současné době doporučeny vztahy mezi noční hlukovou expozicí z různých typů dopravy a procentem osob udávajících při dotazníkovém šetření zhoršenou kvalitu spánku, které vycházejí ze statistického zpracování obsáhlé databáze výsledků z 12 terénních studií z různých zemí [11].

V ČR se doposud převážně používal vztah mezi procentem osob udávajících rušení spánku a noční hlukovou expozicí z městské pozemní automobilové dopravy odvozený z výsledků Monitoringu HS [7].

Ovlivnění kardiiovaskulárního systému bylo pozorováno v řadě epidemiologických a klinických studií u populace (včetně dětí) žijící v hlučných oblastech kolem letišť, průmyslových závodů nebo hlučných komunikací.

Akutní hluková expozice aktivuje autonomní a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce. Předpokládá se, že po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců z exponované populace mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční (nedostatečné prokrvení srdečního svalu, projevující se klinicky jako angina pectoris až infarkt myokardu).

Obecně je přijímána 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. Deficit hladiny hořčíku v krvi může přispívat k vasokonstrikci a nedostatečnému prokrvení s následnou hypertenzí a srdeční ischemií.

Všeobecným závěrem WHO je, že kardiovaskulární účinky jsou spojeny s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině akustického tlaku $A L_{Aeq,24h}$ v rozmezí 65 – 70 dB a více, pokud jde o letecký nebo dopravní hluk. Avšak tato asociace je slabá a je poněkud silnější pro ischemickou chorobu srdeční (dále ICHS) než pro hypertenzi. Nicméně i toto malé riziko je potencionálně závažné vzhledem k velkému počtu takto exponovaných osob.

Od vydání doporučení WHO bylo na téma vztahu expozice hluku a rizika kardiovaskulárních onemocnění publikováno několik souborných prací. V podstatě se shodují na dřívějších závěrech WHO. Statisticky významný vztah k riziku hypertenze je prokázán u profesionální expozice hluku a mírně zvýšené riziko prokazují studie u expozice hluku z letecké dopravy.

U hluku z pozemní dopravy se na základě průřezových studií předpokládá, že může přispívat k riziku kardiovaskulárních onemocnění, avšak dosud tento vliv nelze považovat za dostatečně prokázaný. Nicméně jedním z indikátorů účinku hluku na zdraví, doporučených pracovní skupinou WHO pro hodnocení zdravotního rizika hluku z dopravy v zemích EU, je výpočet atributivního rizika kardiovaskulární nemoci a úmrtnosti [12,13,14].

Pozorování dalších účinků hlukové expozice, jako jsou již zmíněné změny v hladině stresových hormonů, vliv na funkci imunitního systému a následně zvýšená frekvence infekcí, nebo snížená porodní váha novorozenců u matek exponovaných vysoké hladině hluku v době těhotenství, nejsou natolik průkazná a konzistentní, aby mohla sloužit k hodnocení zdravotních účinků hluku.

Podobně nejsou jednoznačné ani výsledky studií zaměřených na **vztah hlukové expozice a projevu poruch duševního zdraví**. Nepředpokládá se, že by hluk mohl být přímou příčinou duševních nemocí, ale patrně se může podílet na zhoršení jejich symptomů nebo urychlit rozvoj latentních duševních poruch.

Při hodnocení působení hluku na lidské zdraví si obecně musíme být vědomi nejistot, kterými je tento proces zatížen. V podstatě jsou dvojí. Jedny jsou dány neschopností fyzikálních parametrů hluku, které máme k dispozici, jednoduše popsat fyziologickou závažnost, tedy nebezpečnost hlukové události a druhé vyplývají ze skutečnosti, že účinek hluku je variabilní nejen interindividuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky.

V praxi se proto nezřídka setkáváme se situacemi, kdy lidé postižení hlukem v konkrétních podmínkách nepotvrzují platnost stanovených limitů, neboť z exponované populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých a naopak velmi rezistentních, které stojí jakoby mimo kvantitativní závislosti. Za různých okolností představují tyto atypické reakce 5–20 % celého souboru [2].

U citlivých podskupin populace a jednotlivců je proto nutné nepříznivé účinky předpokládat i při hladinách venkovního hluku významně nižších, nežli jsou úrovně expozice hodnocené z hlediska statistické významnosti pro celou populaci.

Z hlediska zvýšené citlivosti některých populačních skupin vůči nepříznivým zdravotním účinkům hluku bylo např. prokázáno, že lidé starší, nemocní a lidé s potížemi se spaním jsou zvýšeně citliví vůči narušení spánku hlukem. Se zvýšeným rizikem výrazného obtěžování hlukem je nutné počítat u lidí senzitivních, lidí majících obavy z určitého zdroje hluku a lidí, kteří cítí, že nad danou hlukovou situací nemají možnost kontroly.

V obecné rovině ze závěrů WHO vyplývá, že v obydlích je kritickým účinkem hluku rušení spánku, obtěžování a zhoršená komunikace řečí. Noční ekvivalentní hladina akustického tlaku A by z hlediska rušení spánku neměla přesáhnout 45 dB L_{Aeq} , denní pak hodnotu 55 dB L_{Aeq} , měřeno 1 m před fasádou [1].

III.2. Nebezpečnost vibrací a vztahy expozice a účinku

Jako vibrace se označuje mechanické kmitání a chvění pevných částí prostředí. Na rozdíl do hluku, který se šíří vzduchem, se vibrace šíří zemí a konstrukcí budov a na člověka v obytných místnostech se přenášejí z podlahy nebo jiných opěrných ploch.

Hlavním zdrojem vibrací mimo budovy je silniční nebo železniční doprava a tyto vibrace jsou také nejčastějším zdrojem stížností obyvatel. Pohybem vozidel vznikají dynamické síly, které se přenášejí zemí i do vzdálenosti několika set metrů. Kromě váhy a rychlosti vozidel má na jejich vznik významný vliv i technický stav komunikace či železniční trati. Zdrojem vibrací může být i provoz těžkých strojů a zařízení.

Hlavní pozornost je věnována účinkům vibrací v pracovním prostředí, kde mohou představovat významný rizikový faktor. Počet studií zaměřených na výzkum účinků vibrací v komunálním prostředí je velmi málo. Obecně je možné konstatovat, že expozice vibracím v budovách se projevuje především rušivými účinky. Vyvolává negativní fyziologické i emocionální reakce s podobnými projevy jako jsou nespecifické účinky hluku. V kombinaci s hlukem se jejich negativní působení zvyšuje.

Člověk vnímá vibrace různými receptory. Vibrace s nižší frekvencí nežli 15 Hz jsou vnímány receptory vestibulárního ústrojí a soustavou receptorů v kloubech, šlachách a svalech. Vibrace o vyšší kmitočtu jsou po překročení prahové hodnoty vnímány soustavou kožních receptorů, citlivých na tlak. Pasivní pohyby vyvolané vibracemi probíhají za zcela odlišných podmínek od běžné motoriky těla, probíhající pod zpětnou senzomotorickou kontrolou. Účinek přenášených kmitů se může při některých frekvencích zvyšovat vlivem vyvolané rezonance orgánů. Vznikající vzruchy jsou přenášeny do mozku, kde se integrují a kde vzniká celkový subjektivní vjem. Předpokládá se, že důležitým mechanismem vzniku nepříznivých vjemů při působení vibrací je nesoulad mezi přichozími vestibulárními, vizuálními a taktilními podněty z receptorů. Velikost tohoto vjemu je určena nejen kmitočtem, ale i rychlostí kmitavého pohybu.

Nadprahová expozice celkovým celotělovým vibracím v budovách vyvolává pocit subjektivní nepohody, zpravidla popisovaný jako rušivý, nepříjemný, obtěžující nebo unavující kmitavý pohyb. Subjektivní posouzení míry nepohody, vyvolané vibracemi závisí na celé řadě objektivních i subjektivních faktorů. Některé reakce organismu je možné objektivně hodnotit (EEG a EMG vyšetření, teplová frekvence, krevní tlak, spotřeba kyslíku a změny ventilace, reakční doba, výkonnostní testy, ...), avšak výsledky omezeného počtu provedených studií neumožňují odvození jednoznačného vztahu mezi expozicí a objektivním účinkem.

Na rozdíl od vibrací v pracovním prostředí nebyly u celotělových vibrací v obytných budovách popsány případy přímého zdravotního poškození. Jako důsledek působení těchto vibrací je spíše popisována zvýšená únava, snížení pozornosti, zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace a snížení výkonnosti.

Limitní hodnoty pro celkové vibrace v budovách byly mezinárodně přijaty na základě výsledků experimentálních studií, spočívajících ve stanovení křivek shodného prahového a nadprahového vjemu a subjektivní rušivosti vibrací u zdravých dospělých osob. V porovnání s expozicí v pracovním prostředí, kde je hlavním kritériem snížení výkonnosti, jsou limitní hodnoty vibrací v budovách přibližně 30 x nižší a pohybují se těsně nad prahem vnímání. Vycházejí ze zkušeností, podle kterých začínají stížnosti obyvatel na vibrace v budovách, jakmile jen nepatrně překročeny hladiny prahu vnímání. Takto stanovené limitní hodnoty zjišťují ochranu před obtěžujícím účinkem vibrací u 80 – 90 % populace. Citliví a vnímaví jedinci tedy mohou i podlimitní úroveň vibrací subjektivně považovat za nepřijatelnou.

Expozice vibracím v budovách je obvykle spojena s hlukovou expozicí. Vibrace přenášené do budovy jsou v rozmezí slyšitelného zvukového spektra vyzařovány do prostředí jako hluk. Často je také tato expozice kombinována s vibracemi vizuálního pole (pohyb květín a lehkých předmětů) a doprovodnými akustickými jevy (drnění skel), které prohlubují subjektivní pocity obtěžování a ohrožení.

Při dodržení limitů vibrací v budovách nehrozí snížení výkonnosti ani jiné příznaky působení vibrací. Tyto vibrace tedy nepředstavují zdravotní ani bezpečnostní problém a jsou pouze záležitostí pocitů obtěžování.

III.3. Hodnocení expozice a charakterizace rizika hluku

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

V daném případě jsou k dispozici výstupy akustické studie, zpracované společností EKOLA group, spol. s r.o. Praha. Studie hodnotí stávající akustickou situaci v okolí nerekonstruované tratě v roce 2007 jako variantu 0 a očekávanou akustickou situaci v roce 2015 po modernizaci tratě a vybudování nového úseku Praha Ruzyně – Praha letiště Ruzyně, tedy po realizaci záměru, jako variantu 1. Samostatně je hodnocena hluková zátěž stávající obytné zástavby z vlastní stavební činnosti během realizace záměru. Součástí studie je návrh protihlukových opatření a vyhodnocení jejich efektu ve vztahu k dodržení hygienických limitů hluku pro hluk z železniční dopravy.

Modelový výpočet vychází z parametrů tratě a jejího provozu podle projektu společnosti Metroprojekt a.s. z roku 2007. Při výpočtu ve variantě 1 je přitom na rozdíl od varianty 0 na základě odborného posudku použita korekce – 5 dB na nižší hlučnost rekonstruovaného kolejového svršku a korekce – 7 dB na nižší hlučnost nových vlakových souprav určených pro dopravu na letiště.

Akustická studie se zabývá pouze hlukem z provozu železnice a nezohledňuje další zdroje hluku, především hluk ze silniční dopravy, který je v některých částech hodnoceného území dominantním zdrojem hluku. Tím je i hodnocení zdravotního rizika hluku v zájmové oblasti omezeno pouze na dílčí pohled vlivu hluku z železniční dopravy. Toto omezení je akceptovatelné pouze za situace, kdy realizací posuzovaného záměru dojde k významnému zlepšení stávající situace.

Zájmové území, hodnocené akustickou studií zahrnuje oblasti chráněné zástavby ležící v pásmu do 300 m od osy tratě. Ve větší vzdálenosti není dle zpracovatele studie vzhledem k urbanistické situaci okolí tratě reálný předpoklad ovlivnění akustického ovlivnění zástavby.

Studie je zpracována výpočtovým programem Cadna A verze 3.7. Nejistota výpočtu je uvedena v hodnotě ± 2 dB.

Výstupem studie jsou předpokládané ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro denní a noční dobu ve výpočtových bodech reprezentujících chráněný venkovní prostor a chráněný venkovní prostor staveb situovaných v zájmovém území záměru. Do hodnocení současné akustické situace zájmového území (varianta 0) jsou zahrnuty všechny lokality zástavby podél tratě Praha Holešovice – Praha Ruzyně. Ve výhledovém stavu po realizaci záměru není zahrnuto okolí tratě v úsecích, kde je trať vedena v tunelech a hodnocené území je rozděleno do lokality Stromovka, Veleslavin, Liboc, Ruzyně a Na Padesátníku. Výpočet ve variantě 1 je proveden pro stav bez protihlukových opatření (PHO) a pro stav s navrženými PHO. Konkrétní vymezení hodnocených lokalit, situování výpočtových bodů a výsledky výpočtu jsou uvedeny v akustické studii.

Souhrnně je možné konstatovat, že za současné situace sice nejsou v okolí tratě překračovány hygienické limity hluku z železniční dopravy, avšak jen díky korekci na starou hlukovou zátěž. Nejvyšší hodnoty hlukové zátěže jsou dosahovány v horních patrech vícepodlažních bytových domů, kde se pohybují až kolem 65 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku A v denní době, resp. kolem 60 dB v noční době a u RD situovaných v blízkosti dráhy, kde je v nejhorších případech dosahována hladina hluku až 64 dB v noční době.

Ve výhledovém stavu po realizaci záměru již bez použití korekce na starou hlukovou zátěž by hluková zátěž chráněného venkovního provozu nejvíce exponovaných obytných domů zejména v noční době bez realizace náročných stavebních protihlukových opatření překračovala hygienické limity.

Po zohlednění předpokládaného efektu navržených protihlukových opatření by k překračování hlukových limitů nemělo docházet, takže hluková zátěž z provozu železnice se pohybuje nejvýše v hodnotách ekvivalentní hladiny akustického tlaku A do 60 dB v denní době, resp. do 55 dB v noční době. U vzdálenější zástavby mimo ochranné pásmo dráhy se jedná o hodnoty do limitu 55/50 dB.

Výstupem akustické studie použitým pro kvantitativní charakterizaci rizika hluku jsou počty obyvatel zájmového území (vycházející ze sčítání lidu, domů a bytů k 1.3.2001) exponovaných v hlukových pásmech po 5 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku z železniční dopravy pro denní dobu, noční dobu a pro 24hodin (L_{dn}). Studie uvádí počty exponovaných obyvatel pro výchozí stav (varianta 0) a pro konečný výhledový stav po realizaci záměru včetně navržených protihlukových opatření (varianta 1). Počty obyvatel v obou variantách jsou uvedeny v následujících tabulkách:

Tab. č. 1 – počet exponovaných obyvatel – výchozí stav (varianta 0)			
Varianta:	V0 – DEN	V0 – NOC	V0 - Ldn
Pásmo dB	Počet obyvatel	Počet obyvatel	Počet obyvatel
40-45		4590	
45-50	3625	1878	6529
50-55	1695	885	2505
55-60	883	225	994
60-65	112	11	649
65-70	12	4	42
70-75	1	-	4
75-80	-	-	-

Tab. č. 2 – počet exponovaných obyvatel – výhledový stav (varianta 1)			
Varianta:	V0 – DEN	V0 – NOC	V0 - Ldn
Pásmo dB	Počet obyvatel	Počet obyvatel	Počet obyvatel
40-45		1335	
45-50	1242	808	1552
50-55	704	371	1070
55-60	296	14	694
60-65	4	1	27
65-70	1	-	-
70-75	-	-	1
75-80	-	-	-

Ze srovnání sumárních výsledků akustické studie charakterizujících výchozí stav se stavem pro výhled po realizaci záměru včetně navržených protihlukových opatření vyplývá, že přes vyšší kapacitu železniční dopravy dojde k výraznému snížení počtu obyvatel zájmového území okolí tratě zatížených hlukem z železniční dopravy. Markantní je tento pokles i u nejvyšší úrovně hlukové zátěže nad 60 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době, resp. nad 50 dB v noční době. Projevuje se zde především efekt úseků tratě vedených v tunelech a efekt dalších navržených nadstandardních protihlukových stavebních opatření.

Samostatný výpočet je v akustické studii proveden pro hluk ze stavební činnosti během realizace záměru. Výsledkem jsou předpokládané ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době 7.00 – 21.00 hodin dosahované ve venkovním chráněném prostoru staveb v zájmovém území okolí tratě během nejhlučnějších fází stavebních prací. V noční době se stavební činnost nepředpokládá.

Z výsledků výpočtu vyplývá, že u většiny objektů chráněné zástavby bude během stavby dodržen hygienický limit hluku 65 dB, avšak v některých úsecích tratě bude u nejvíce exponovaných domů docházet k jeho překračování až do hodnot kolem 71 dB a to zejména při pokládce železničního svršku (podbíjení kolejí). Jako opatření je navrženo pevné oplocení stavebních dvorů a stavenišť výšky 3 m, což však neřeší situaci vícepodlažní obytné zástavby situované v blízkosti tratě. U objektů s nevyhnutelným nedodržením limitu hluku v chráněném venkovním prostoru by proto měla být realizována po zpřesnění výpočtů v dalším stupni projektové přípravy a prověření neprůzvučnosti fasád individuální protihluková opatření k zajištění dodržování limitu alespoň ve vnitřním chráněném prostoru (výměna oken).

Při kvalitativní charakterizaci možných zdravotních účinků hluku je možné orientačně vycházet z následujících tabulek č. 1 a 2, ve kterých jsou vybarvením znázorněny prahové hodnoty hlukové expozice pro nepříznivé účinky hluku ve venkovním prostředí, které se dnes považují za dostatečně prokázané. Tyto prahové hodnoty platí pro větší část populace s průměrnou citlivostí vůči účinkům hluku. Ve spodní části tabulek jsou v příslušném hlukovém pásmu pro obě výpočtové varianty akustické studie uvedeny počty exponovaných obyvatel.

Tab. č. 3 – Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové zátěže – den ($L_{Aeq, 6-22\text{ h}}$) a počet obyvatel exponovaných hluku z železniční dopravy						
Nepříznivý účinek	dB(A)					
	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70+
Sluchové postižení □						
Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí						
Ischemická choroba srdeční						
Zhoršená komunikace řečí						
Silné obtěžování						
Mírné obtěžování						
Varianta 0	3625	1695	883	112	12	1
Varianta 1	1242	704	296	4	1	0

□ přímá expozice hluku v interiéru

**Tab. č. 4 - Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové zátěže – noc ($L_{Aeq, 22-6\text{ h}}$)
a počet obyvatel exponovaných hluku z železniční dopravy**

Nepříznivý účinek	dB(A)					
	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65+
Zhoršená nálada a výkonnost následující den						
Subjektivně vnímaná horší kvalita spánku						
Zvýšené užívání sedativ						
Obtěžování hlukem						
Varianta 0	4590	1878	885	225	11	4
Varianta 1	1335	808	371	14	1	0

Z tabulek je zřejmé, že hluk z provozu železnice je pro část obyvatel zástavby bližšího okolí tratě, zahrnuté do hodnocené zájmové oblasti záměru, nevyhnutelně příčinou obtěžování, zhoršené verbální komunikace a nepříznivého ovlivnění kvality spánku s možnými zdravotními důsledky. Jak již bylo uvedeno, akustická studie se zabývá pouze hlukem z železniční dopravy. Neumožňuje tedy porovnání, jaká podíl má v hodnoceném území hluk z provozu železnice na celkové hlukové expozici, zejména ve srovnání se silniční automobilovou dopravou, která je v některých částech zájmového území dominantním zdrojem hluku.

Hygienické limity hluku z dopravy včetně železniční představují určitý kompromis mezi snahou o ochranu zdraví a pohody obyvatel a reálnou situací a ekonomickými možnostmi. Kromě toho zde hraje významnou roli i velká variabilita ve vnímavosti lidí vůči hluku z různých zdrojů. Proto je nevyhnutelné, že určité procento obyvatel může cítit obtěžování a rušení hlukem i při podlimitní úrovni hluku.

Ve vztahu k posuzovanému záměru je však podstatné, že jeho realizací dojde k výraznému snížení počtu exponovaných obyvatel zájmového území a to ve všech hlukových pásmech.

V další tabulce č. 5 je jako doplněk k výstupům akustické studie proveden výpočet počtu obyvatel obtěžovaných hlukem a rušených hlukem ve spánku odpovídající výše uvedené akustické expozici ze železniční dopravy po posuzované trati. Jak již bylo uvedeno, tento výpočet zdaleka neodpovídá celkové úrovni obtěžování hlukem u obyvatel zájmového území záměru, kde se uplatňují i další zdroje hluku, především automobilová doprava. Umožňuje však lepší srovnání výchozího a výhledového stavu z hlediska dílčího vlivu hlukové expozice z železniční dopravy po posuzované trati.

K výpočtu procenta obyvatel jsou použity vztahy expozice a účinku ze zahraničních epidemiologických studií, zmíněné v kapitole III.1, které jsou doporučeny v zemích EU. Tyto vztahy jsou doporučeny i v aktualizovaném autorizačním návodu SZÚ k hodnocení zdravotních rizik expozice hluku v ČR z ledna 2007.

Vztahy pro obtěžování hlukem vycházejí z hlukové expozice v L_{dn} nebo L_{dvn} v rozmezí 45 – 75 dB a jsou odvozeny pro tři stupně obtěžování vztažené k teoretické 100 stupňové škále intenzity obtěžování [3,4,5].

První úroveň LA (Little Annoyed) zahrnuje procento osob obtěžovaných od 28. stupně škály 0 – 100, tedy přinejmenším „mírně obtěžovaných“. Druhá úroveň A (Annoyed) se týká obtěžování od 50. stupně škály a třetí úroveň HA (Highly Annoyed) zahrnuje osoby s výraznými pocity obtěžování od 72. stupně stoupňové škály intenzity obtěžování. Hlukovým deskriptorem je v daném případě L_{dn} .

Vztahy pro hluk ze železniční dopravy jsou dány rovnicemi:

$$\%LA = -3,343 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 32)^3 + 4,918 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 32)^2 + 0,175 \cdot (L_{dn} - 32)$$

$$\%A = 4,552 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 37)^3 + 9,400 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 37)^2 + 0,212 \cdot (L_{dn} - 37)$$

$$\%HA = 7,158 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 42)^3 - 7,774 \cdot 10^{-3} \cdot (L_{dn} - 42)^2 + 0,163 \cdot (L_{dn} - 42)$$

Vztahy pro rušení hlukem ve spánku, vycházející z noční ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{night} ⁷ v rozmezí 40 – 70 dB, vyjadřují závislost udávaného rušení spánku na hlukové expozici bez vlivu jiných faktorů [7].

Jsou odvozeny podobně jako u obtěžování pro tři stupně rušivého účinku vztažené k teoretické 100 stupňové škále intenzity a sice jako LSD (Lowly Sleep Disturbed) od 28. stupně škály (tedy přinejmenším „mírně rušení“), SD (Sleep Disturbed) pro rušení od 50. stupně škály intenzity a HSD (Highly Sleep Disturbed) pro vysoký stupeň rušení od 72. bodu stoupňové škály intenzity rušení.

Vztahy pro hluk ze železniční dopravy jsou dány rovnicemi:

$$\%LSD = 4,7 - 0,31 \cdot L_{night} + 0,01125 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%SD = 12,5 - 0,66 \cdot L_{night} + 0,01121 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%HSD = 11,3 - 0,55 \cdot L_{night} + 0,00759 \cdot (L_{night})^2$$

Z výsledků uvedených v tabulce č. 3 je především patrný známý fakt, že účinek hluku je do jisté míry bezprahový a pro citlivou část populace se obtěžující efekt projevuje i při podlimitní úrovni expozice (hlukové expozici v úrovni hygienického limitu hluku z železniční dopravy 55/50 dB odpovídá cca 30% obyvatel obtěžovaných hlukem a cca 17% obyvatel rušených hlukem ve spánku). Docílit stavu, kdy by nedocházelo k obtěžování hlukem, není proto v městských podmínkách reálné.

Tab. č. 5 - Počet obyvatel postižených hlukem z železniční dopravy

Varianta	Počet obyvatel obtěžovaných hlukem			Počet obyvatel rušených ve spánku		
	LA	A	HA	LSD	SD	HSD
Varianta 0	2007	687	173	1061	441	158
Varianta 1	662	226	55	358	149	53

Vysvětlivky:
LA - přinejmenším mírně obtěžování
A - přinejmenším středně obtěžování
HA - vysoce obtěžování

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

Z výpočtu teoreticky vychází pro současný stav, že cca 2000 obyvatel zájmového území okolí tratě do vzdálenosti 300 m (celkový počet 50 154 obyvatel) je hlukem z železniční dopravy obtěžováno a více než 1000 obyvatel je hlukem rušeno ve spánku.

⁷ L_{night} – dlouhodobá ekvivalentní hladina akustického tlaku A v časovém úseku 8 hodin v noci na nejvíce exponované fasádě domu.

Realizací záměru se tento stav celkově významně zlepší, neboť počet obyvatel teoreticky obtěžovaných a rušených ve spánku vlivem hluku z železniční dopravy se snižuje zhruba o dvě třetiny. Promítá se zde především efekt úseků tratě vedených v tunelech a efekt dalších navržených nadstandardních protihlukových stavebních opatření.

Specifickou lokalitou je oblast Na padesátku, kterou nyní železniční trať neprochází a která bude hlukem z železniční dopravy dotčena až provozem nového úseku tratě k letišti Ruzyně. Tato oblast má spíše rekreační charakter, v současné době je zde převážně rozptýlená zástavba dvoupodlažních RD s celkovým počtem cca 65 obyvatel a zahrádky s chatkami. Touto lokalitou prochází rychlostní čtyřpruhová komunikace R 7 a hluk ze silniční dopravy po této komunikaci zde bude zcela dominantní i po realizaci stavby tratě, která je vedena v hlubokém zářezu v souběhu s R 7 a v severní části lokality přechází do tunelu.

Hluková zátěž ze stávající silniční dopravy vychází podle akustické studie u nejbližších RD v rozmezí 64 – 72 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době a 58 – 66 dB v době noční a do roku 2015 se má v důsledku zvýšení intenzity dopravy ještě zvýšit.

Vypočtená hluková expozice z provozu železniční tratě u chráněné obytné zástavby zde nepřekračuje hygienický limit a v průměru je u hodnocených nejbližších RD cca o 20 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní i noční době nižší, nežli vypočtená současná hluková zátěž z provozu silnice R 7. V porovnání s hlukem ze silniční dopravy zde tedy dílčí akustický vliv provozu tratě nebude významný a z hlediska zdravotních rizik je bezpředmětné jej hodnotit.

Jak již bylo uvedeno, dalším možným indikátorem účinku hluku z dopravy na veřejné zdraví je výpočet atributivního rizika kardiovaskulární nemoci. Nepříznivé účinky působení dopravního hluku na kardiovaskulární onemocnění se však podle závěrů WHO předpokládají až od úrovně hlukové zátěže nad 65 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době, resp. L_{dvn} . V daném případě nebude ve výhledovém stavu podle akustické studie hluková expozice z železniční dopravy této úrovně dosahovat a i ve výchozím stavu se týká jen malého počtu obyvatel nejvíce exponovaných domů.

Pro publikované vztahy mezi hlukovou zátěží a odezvou platí, že byly odvozeny pro účinek vyvolaný dlouhodobou hlukovou expozicí a jsou zprůměrnovány na celou populaci. Nelze je tedy vztahovat na jednotlivé osoby nebo malé soubory exponovaných osob jednotlivých domů ani na hodnocení přechodné expozice hluku, např. během stavebních prací.

Pro hluk ze stavební činnosti během realizace záměru obsahuje akustická studie samostatný výpočet, ze kterého vyplývá, že v některých případech budov v blízkém okolí tratě nebude reálně dodržet hlukový limit pro hluk ze stavební činnosti 65 dB ekvivalentní hladiny akustického tlaku v denní době 7.00 – 21.00 hodin. U těchto objektů se předpokládá po bližším průzkumu provedení individuálních k zajištění dodržování limitu alespoň ve vnitřním chráněném prostoru (výměna oken). Základním předpokladem je omezení provádění hlučných stavebních operací pouze na denní dobu 7 – 21 hodin.

Z hlediska rizika nepříznivých zdravotních účinků hluku ze stavby je podstatné, že bude dosahovat významné úrovně pouze v denní době a vzhledem k postupu stavby bude pouze dočasně charakteru. Přímé zdravotní riziko ve vztahu ke kardiovaskulárním onemocněním se u hluku předpokládá až po víceleté souvislé expozici.

Přechodná hluková zátěž ze stavby v úrovni, vypočtené akustickou studií, sice může být příčinou přechodného zvýšeného obtěžování obyvatel, avšak nelze předpokládat, že by představovala zdravotní riziko, které by bylo možné kvantitativně hodnotit. Podobně nelze v souvislosti se stavbou považovat za hodnotitelné zdravotní riziko případné krátkodobé překročení hygienických limitů expozice vibracím.

IV. Analýza nejistot

Každé hodnocení zdravotních rizik je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, které jsou dány jak vstupními údaji, tak i vlastním postupem hodnocení. Proto je neopominutelnou součástí hodnocení rizika i popis a analýza nejistot, kterých si je zpracovatel vědom a ke kterým by se mělo přihlédnout v další etapě hodnocení a řízení rizik.

V daném případě hodnocení zdravotního rizika hluku z provozu železniční dopravy vyplývají určité nejistoty jak z výchozích dat, na základě kterých byla hodnocena expozice, tak z dostupných vztahů expozice a účinku. Konkrétně se jedná hlavně o tyto oblasti:

1. Nejistota výstupů akustické studie. Tato nejistota je dána jak validitou vstupních dat, tak i vlastním matematickým modelem. V daném případě je nejistota výpočtu odhadována v úrovni $\pm 2\text{dB}$. Vyšší nejistotou je zatížen výpočet hlukové zátěže ze stavební činnosti, který je nezbytné upřesnit na základě upřesnění parametrů strojového vybavení, časového průběhu prací a intenzit související dopravy v dalším stupni projektové přípravy.
Nevyhnutelnou nejistotu je zatížen odhad počtu obyvatel v jednotlivých hlukových pásmech, kde nelze reálně plně zohlednit např. situování oken bytů ke zdrojům hluku. Akustická studie a hodnocení rizika zahrnuje obyvatele zájmové oblasti záměru do vzdálenosti 300 m od osy tratě, ve které se předpokládá reálná možnost významnějšího ovlivnění akustické situace hlukem z železniční dopravy.
2. Zásadní je v daném případě nejistota ve vztahu k hlukovému pozadí v dané lokalitě. Akustická studie se zabývá pouze hlukem z provozu železnice a nezohledňuje další zdroje hluku, které v zájmové oblasti ovlivňují celkovou hlukovou zátěž obyvatel, zejména hluk z automobilové dopravy. Tím je i hodnocení zdravotního rizika hluku v zájmové oblasti omezeno pouze na dílčí pohled vlivu hluku z železniční dopravy.
Toto omezení je akceptovatelné pouze za situace, kdy realizací posuzovaného záměru dojde k významnému zlepšení stávající situace, což posuzovaný záměr splňuje. Výjimkou je lokalita Na padesátníků u nově budovaného úseku tratě na letiště Ruzyně, které je věnována zvláštní pozornost včetně vyhodnocení hlukové expozice i ze silniční dopravy.
3. Nejistota při aplikaci vztahů mezi expozicí a účinkem hluku získaných ze zahraničních epidemiologických studií. Přenesení těchto vztahů z prostředí s jinou skladbou dopravy, zástavby a populací může vést ke zkreslení výsledků. Jedná se však o vztahy doporučené k hodnocení rizika hluku z dopravy v zemích EU.
Jde ovšem o vztahy odvozené pro účinek vyvolaný dlouhodobou hlukovou expozicí a zprůměrované na celou populaci. Nelze je tedy vztahovat na jednotlivé osoby nebo malé soubory exponovaných osob jednotlivých domů ani na hodnocení přechodné expozice hluku, např. během stavebních prací.
4. Vzhledem k výše zmíněným nejistotám vstupních podkladů i vlastních vztahů expozice a účinku je nevyhnutelnou skutečností, že při kvantitativní charakterizaci rizika hluku nemůže jít o přesný exaktní výpočet, nýbrž spíše o kvalifikovaný odhad.

V. ZÁVĚR

Z provedeného hodnocení zdravotních rizik hluku z železniční dopravy vyplývají ve vztahu k posuzovanému záměru tyto závěry:

Současná úroveň hlukové zátěže z železniční dopravy u obyvatel hodnocené zájmové oblasti okolí posuzovaného traťového úseku (do vzdálenosti 300 m od osy železniční tratě) překračuje prahovou úroveň obtěžování, zhoršené verbální komunikace a nepříznivého ovlivnění kvality spánku s možnými zdravotními důsledky.

Na základě kvantitativního odhadu lze teoreticky předpokládat, že za současného stavu je cca 2000 obyvatel zájmového území hlukem z železniční dopravy obtěžováno a více než 1000 obyvatel je hlukem rušeno ve spánku.

Realizací záměru optimalizace tratě se tento stav významně zlepší, neboť počet obyvatel teoreticky obtěžovaných a rušených hlukem z železniční dopravy se snižuje zhruba o dvě třetiny.

Ve skutečnosti lze předpokládat, že po realizaci plánovaných individuálních opatření (výměny oken) u nejvíce exponovaných domů, u kterých nebude možné docílit dodržení hlukového limitu pro hluk ze stavební činnosti, bude příznivý efekt realizace záměru ještě významnější.

Průběh stavebních prací na rekonstrukci železniční tratě bude nepochybně zdrojem zvýšeného obtěžování obyvatel domů situovaných v blízkosti prostoru stavebních prací. Z hlediska rizika nepříznivých zdravotních účinků hluku je podstatné, že hluku ze stavby budou obyvatelé exponováni pouze v denní době a vzhledem k postupu stavby bude pouze dočasného charakteru. Přímé zdravotní riziko této hlukové zátěže je proto možné vyloučit.

Ke snížení obtěžujících účinků a negativních reakcí obyvatel blízkých obytných domů během realizace stavby je kromě realizace opatření navržených v akustické studii vhodné obyvatele seznámit s časovým průběhem prací a popř. v nejhorších případech překročení hlukového limitu a individuálně neúnosné míry obtěžování hlukem nabídnout dočasné řešení ve formě možnosti přestěhování do hotelu na náklady investora stavby. Toto opatření přichází do úvahy i v případě neúnosné míry obtěžování vibracemi.

Tento závěr je platný za předpokladu platnosti poskytnutých výchozích podkladů.

VI. Příloha – citovaná a použitá literatura

1. WHO : *Guidelines for Community Noise*, 1999
2. Havránek J. a kol.: *Hluk a zdraví*, Avicenum Praha, 1990
3. Miedema, H. M. E.: *Noise & Health: How Does Noise Affect Us ?*, The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, 2001
4. WHO: *Technical meeting on exposure-response relationships of noise on health 19-21 September 2002, Bonn, Germany, Meeting report*
5. WHO/UNECE: *Transport, Health and Environment Pan-European Programme – Assessment of health impacts and policy options in relation to transport-related noise exposures (RIVM raport 815120002/2004)*, RIVM, Bilthoven, 2004

6. Griefahn, B., Marks, A., Banner, M.: Assessment of Environmental Noise. The Validity of the Railway Bonus for Day- and Nighttime, Newsletter Europ. Akademie, No.64, 2006
7. SZÚ Praha: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí – subsystém 3 „Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku“ – odborné zprávy, SZÚ Praha
8. Miedema, HME, Vos H: Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day-evening-night (DENL) and their confidence intervals, J. Acoust. Soc. Am. 116(1), July 2004
9. HCN: Noise and Health. Report of a committee of the Health Council of the Netherlands. Report No.1994/15E. The Hague, 15 September, 1994.
10. TNO: Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance, TNO Intro report 2002-59, 2003
11. European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects: Position Paper on Dose-Effects Relationships for Night Time Noise, 2004
12. Babisch, W.: Traffic noise and cardiovascular disease : epidemiological review and synthesis. Noise&Health, 8:9-32, 2000
13. WHO: WHO technical meeting on noise and health indicators, second meeting – Results of the testing and piloting in Member States, Summary report, 2003
14. Kempen EEMM van, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling B, Staatsen BAM, Hollander AEM de: The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. Environmental Health Perspectives, 2002, 110(3), pp. 307-317
15. SZÚ Praha: Autorizační návod AN 15/04 VERZE 2 – Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, leden 2007
16. SZÚ Praha : Manuál prevence v lékařské praxi díl III. Prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví, Praha, 1996

Tento znalecký posudek nesmí být bez písemného souhlasu zpracovatele reprodukován jinak než celý. Na souhlas zpracovatele je vázáno i další využití znaleckého posudku nad rámec původního určení nebo jeho předání třetí osobě.

Ve Svitavách 15.1.2008

MUDr. Bohumil Havel
Soudní znalec v oboru zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací
hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik
jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové
ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002

Z n a l e c k á d o l o ž k a

Znalecký posudek jsem podal jako znalec, jmenovaný rozhodnutím krajského soudu v Hradci Králové ze dne 5.11.2002 č.j. Spr. 2706/2002 pro základní obor zdravotnictví, odvětví hygiena se specializací hygiena životního prostředí, hodnocení zdravotních rizik.

Znalecký úkon je zapsán pod poř. číslem 208/4/08 znaleckého deníku. Posudek obsahuje celkem 20 stránek včetně této doložky a je zadavateli předán v jednom vyhotovení v tištěné formě a ve formě elektronické.

Znalečné účtuji podle připojené likvidace podle platných předpisů a dle dohody se zadavatelem.

Podpis znalce:

Svitavy dne 15.1.2008

MUDr.Bohumil Havel