Krajský úřad Libereckého kraje

Souhrnná průvodní zpráva Akčního plánu pro komunikace II. a III. třídy ve správě kraje

pro

L I B E R E C K Ý K R A J

dle § 81, zák. č. 258/2000 Sb. v platném znění

©Krajský úřad Libereckého kraje a CPE, s. r.o., 2008

Akce	:	Návrh Akčních plánů ve smyslu § 31, zák.č.258/2000 Sb. v platném znění, EC/49/2002 a vyhlášek MZd 523/2006 Sb. a MMR 561/2006 Sb. pro komunikace II. a III. třídy v Libereckém kraji
Předkladatel	:	Liberecký kraj - Odbor dopravy U jezu 642/2a 461 80 Liberec 2
Zpracovatel	:	Ing. Luděk Novák, jednatel společnosti Centrum protihlukové ekologie, s.r.o. Petýrkova 1997 148 00 Praha 4

Obsah

1. Úvod 6
2. Základní pojmy 7
Definice hluku 8
Třídění hluku podle působení 9
Vyjádření účinků zvuku na člověka 10
Působení hluku na člověka 10
Akutní akustické a explozní trauma 10
Chronické akustické trauma (Nedoslýchavost z dlouhodobého přetížení hlukem) 11
Adaptace na prahu sluchu: 12
Hluk silniční automobilové dopravy 12
Hluk vozidla 13
Snižování hlukové zátěže ze silniční dopravy 14
Urbanisticko-architektonická protihluková opatření 14
Urbanisticko-dopravní protihluková opatření 15
Dopravně-organizační protihluková opatření 15
Stavebně-technická protihluková opatření 16
Opatření na automobilech: 17
3. Hluková politika a legislativa Evropské unie 21
Situace v České republice 23
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/EC 25
Legislativa v oblasti hluku v České republice 27
4. Akční plán Libereckého kraje pro vybrané úseky silnic I. třídy 28
Předmět úkolu 28
Situační mapka komunikací I. třídy v Libereckém kraji 29
Připravenost zpracovatele 31
Vybavení pracoviště 31
Konzultace 32

Návaznost na další dokumentace 33
5. Metodika zpracování 34
Přípravná fáze 34
Poskytnutá data 34
Doplněná data 34
Problémy se zdrojovými daty 35
Příprava podkladů 36
Výběr míst 36
Počty objektů pro bydlení 37
Počty zasažených obyvatel ve stavbách pro bydlení 37
6. Hodnocení zasažených osob 38
Vztahy pro obtěžování hlukem 40
Vztahy pro rušení spánku hlukem 42
Algoritmy výpočtu 43
Stanovení nejistot 44
7. Řešení snížení hluku na rozumně dosažitelnou míru 45
Obecné možnosti: 45
Urbanisticko-architektonická protihluková opatření 46
Urbanisticko-dopravní protihluková opatření 46
Dopravně-organizační protihluková opatření 47
Stavebně-technická protihluková opatření 48
Popis a postup řešení předpokládaných opatření 51
8. Hodnocení ekonomické efektivnosti protihlukových opatření 52
Jednokriteriální metody 55
Analýza minimalizace nákladů (Cost Minimizing Analysis - CMA) 55
Analýza nákladů a přínosů (Cost Benefit Analysis - CBA) 55
Čistá současná hodnota (NPV) 56
Poměr přínosů a nákladů (Benefits to Costs Ration, B/C) 56
Analýza efektivnosti nákladů (Cost-effectivenesss analy sis - CEA) 57
Analýza nákladů a užitku (angl. Cost-utility analysis - CUA) 58

Index KNI 59
9. Zpracování tiskových výstupů 62
Textová část zprávy – Akční plán 62
Tabulková část 62
Grafická část 62
10. Závěr 63
Shrnutí přípravy dat a doporučení 63
Shrnutí výpočtů a doporučení 64
11. Seznamy a odkazy 65
Použitá literatura 65
Internetové odkazy 65
12. Přílohy 66

1. Úvod

Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. V programech ochrany prostředí, které realizují vyspělé státy světa, ke kterým se jistě patří i Česká republika, se řadí hluk ihned za znečištění ovzduší a ochranu povrchových vod. Přestože nikdo nepochybuje o tom, že hluk je zlo, které člověku škodí, je většina lidí zároveň přesvědčena, že konkrétní hluk, který sama produkuje, nebo o jehož vzniku či šíření rozhoduje, ještě není tak závažný, aby bylo třeba se opravdu účinně snažit ho potlačit. Je to pochopitelné, neboť většina hluků, s nimiž se setkáváme, se neprojevuje bezprostředně bolestí nebo viditelnou poruchou funkce naší tělesné soustavy. Účinek hluku je navíc individuálně různý podle osoby, na kterou působí. V současné době je na škodlivé účinky hluku zaměřena pozornost mnoha odborníků v oblasti zdravotnictví. Stejně tak se měřením a snižováním hluku zabývají stále větší skupiny odborníků různých profesí. Jednou z nejzávažnějších vlastností zvuku a hluku je, že se šíří na poměrně velké vzdálenosti, stovky metrů i více. Přitom se šíří stejně dobře vzduchem i vodou nebo pevnou hmotou, např. konstrukcí stavby. Za určitých podmínek se může akustické vlnění odrážet, lomit a ohýbat. I když např. působí pouze jeden zdroj hluku, může obklopit naše místo pobytu v důsledku uvedených efektů akustická energie tak, že není možno předem určit, kde je zdroj umístěn. To se projevuje zejména v uzavřených a polouzavřených prostorech. V důsledku tohoto jevu působí hluk na každého, kdo je v dosahu akustické energie. Postihuje tedy nejenom toho, kdo zdroj obsluhuje, ale i osoby, které se zdrojem nemají nic společného a pro něž je hluk nežádoucí a zbytečný. Jako výstižný příklad je možné uvést osobní automobil, který často využívá k přepravě jenom jedna osoba. Hlukem tohoto automobilu není exponován pouze jeho uživatel, ale tisíce lidí na ulicích města a v přilehlých obytných budovách. Ve volném terénu může běžný dopravní prostředek svým hlukem zamořit území o ploše několika čtverečních kilometrů.

V Evropské unii je asi 40% obyvatelstva vystaveno hluku ze silničního provozu s ekvivalentní hladinou akustického tlaku A přesahující hodnotu $L_{Aeq,t}$ = 55 dB v denní době a 20% obyvatel je exponováno hladinám překračující hodnotu $L_{Aeq,T}$ = 65 dB. Pokud uvažujeme hluk z veškeré dopravy, odhaduje se, že více než polovina obyvatel EU žije v zónách, které nezajišťují akustický komfort pro jejich obyvatele.

Akční plány sumarizují stávající protihluková opatření v místech, kde dochází k překračování hygienických limitů hladin akustického tlaku zvuku a zároveň vymezují oblasti, kde jsou na základ zpracovaných strategických hlukových map nová protihluková opatření potřebná.

Tato dokumentace se zabývá sumarizací strategických hlukových map, jejich dopadem na obyvatelstvo a zároveň návrhem protihlukových opatření, s jejich vyhodnocením na zasažené cílové skupiny – tvorbu akčních plánů.

2. Základní pojmy

Podstatou zvuku (hluku) je mechanické kmitání pružného prostředí ve frekvenčním rozsahu 20 až 20 000 kmitů za sekundu. Tento frekvenční rozsah odpovídá kmitočtovému rozsahu lidského ucha.

Intenzitě zvuku odpovídá pocit hlasitosti zvuku, jež stoupá mnohem pomaleji, než roste intenzita zvuku; tuto závislost vyjadřuje Weberův - Fechnerův zákon: subjektivní hlasitost poměru energií je úměrná logaritmu poměru energií porovnávaných zvuků . Veličina podle níž posuzujeme hlasitost zvuku , tzv. hladina zvuku (L), je definována touto rovnicí :

$$L = k \lg (I:I0)$$

Kde I je intenzita zvuku, I0 - intenzita tohoto zvuku na prahu slyšitelnosti, k - koeficient úměrnosti. Jestliže je k = 1, hladina zvuku je vyjádřena v belech (B), jestliže je k = 10, hladina zvuku je vyjádřena v decibelech (dB). Tato jednotka je výhodná, protože minimální přírůstek hlasitosti, který je slyšitelný lidským uchem, se přibližně rovná jednomu decibelu. Vjem výšky zvuku odpovídá frekvenci harmonických zvukových kmitů. Kromě základní frekvence; to jsou tzv. vyšší harmonické frekvence. Přítomnost vyšších harmonických frekvencí s nenulovými amplitudami určuje barvu zvuku.

Zvuk	Hladina [dB]	Intenzita zvuku [J/m2s]	Akustický tlak [N/m2]
Spodní hranice citlivosti lidského ucha	0	10^{-12}	0,000 02
Šepot, šelest listí	10	10^{-11}	0,000 065
Tichá zahrada	20	10^{-10}	0,000 2
Housle hrající pianissimo	30	10^{-9}	0,000 65
Kroky, tichá hudba	40	10^{-8}	0,002
Hluk v kavárně	50	10^{-7}	0,006 5
Rozhovor, hluk v obchodě	60	10^{-6}	0,02
Hlasitá řeč, hluk automobilu	50	10^{-5}	0,064 5
Kancelář s mechanickými psacími stroji	80	10^{-4}	0,204
Rušná ulice, automobilový klakson	90	10^{-3}	0,645
Fortissimo orchestru, siréna	100	10^{-2}	2,04
Sbíječka	110	10^{-1}	6,45
Tryskový motor, hrom	120	1	20,4
Práh bolesti	130	10	64,5

Definice hluku

Hlukem rozumíme každý zvuk, který svou intenzitou nepříznivě ovlivňuje pohodu člověka nežádoucími, nepříjemnými nebo škodlivými účinky. Povaha hluku charakterizuje hluk z hlediska časového průběhu a kmitočtového složení.

Hluk ustálený - je takový, jehož hladina se nemění o více než 5 dB(A).

Hluk proměnný - má větší změny intenzity než 5 dB(A).

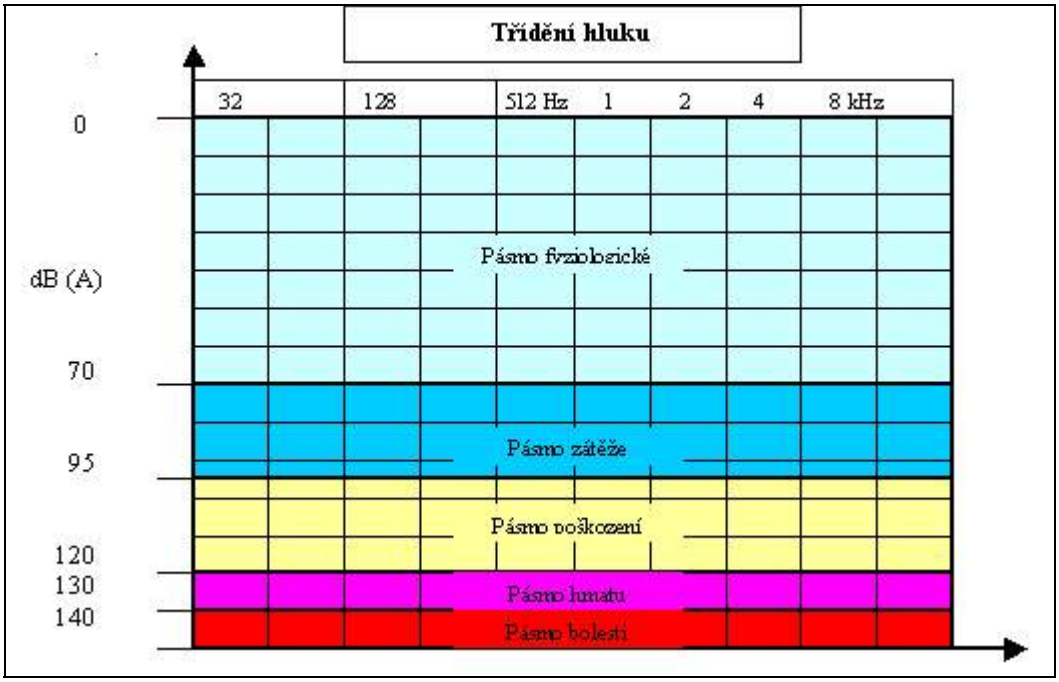
Hluk impulzní - je tvořen jednotlivými impulzy nebo sledem impulzů 1 až 200 ms dlouhých, s intervaly mezi pulzy delšími než 10 ms.

Hluk vysokofrekvenční - může být způsoben neakustickými rušivými vlivy (vítr, vibrace, elektrické a magnetické pole atd.)

Třídění hluku podle působení

Hluk podle působení lze třídit do pásem:

Pásmo fyziologické	do 69 dB(A)
Pásmo zátěže	70 - 94 dB(A)
Pásmo poškození	95 - 119 dB(A)
Pásmo hmatu	120 - 129 dB(A)
Pásmo bolesti	130 dB(A) a více



Do 120 dB je považováno působení hluku za specifické, od 120 dB za mechanické.

Od 130 dB vznikají hrubé strukturní změny ve vnitřním uchu.

Od 170 dB vznikají také hrubé strukturní změny na bubínku a sluchových kůstkách.

Přitom významnou úlohu sehrává frekvence, šíře zvukového spektra, kontinuálnost nebo pulsnost hluku a délka expozice. Nadměrný hluk působí negativně nejen na sluch a popřípadě rovnováhu, ale také na CNS (centrální nervovou soustavu) a vegetativní soustavu a jejich prostřednictvím na zrak,

frekvenci tepu, krevní tlak, trávicí ústrojí aj. Hluk snižuje možnost mluvní komunikace a tím zvyšuje hlasovou námahu, nepříznivě ovlivňuje psychiku, stresuje, vyčerpává a stojí v pozadí řady psychosomatických onemocnění. Jinak hluk narušuje koncentraci, pracovní píli, přesnost, výkonnost, sociální vztahy a vede k poruchám spánku a neurotizaci. (Významněji jsou zasaženy ženy a děti.)

Vyjádření účinků zvuku na člověka

Při popisu účinků zvuku na člověka používáme hladinu hluku vyjádřenou v decibelech a korigovanou kmitočtově pomocí pásmového váhového filtru, aby bylo vzato v úvahu, že zvuk v různých kmitočtech je vnímán sluchem s nestejnou citlivostí. Údaj hladiny hluku je označen dB(A), kde A označuje použitý váhový filtr. Poněvadž většina hluků v našem prostředí nemá ustálený, ale proměnný charakter, vyhodnocuje se průměrná úroveň sumy akustické energie, která působila v příslušném čase a tato energeticky průměrná hladina se označuje jako ekvivalentní hladina hluku L_{Aeq}.

Působení hluku na člověka

Účinky obtěžující – jsou velmi snadno kvantifikovatelné, protože jejich dopad se různí podle pocitů, dojmů a zdravotní dispozice osob zasažených hlukem. Také zdroje hluku mají různou rušivost, např. silniční hluk je méně rušivý než hluk letecký a naopak více než hluk z běžného železničního provozu.

Účinky škodlivé – považuje se za ně účinky vyvolané nepřípustně vysokou hladinou hluku. Pro posuzování hlukové zátěže obyvatel dopravou byl zvolen základní limit L_{Aeq} = 50dB pro dopravu pozemní a L_{Amax} = 65 dB pro dopravu leteckou.

Akutní akustické a explozní trauma

Akustické trauma je akustický úraz, který vzniká vlivem krátkého hlukového impulsu (100 - 140 dB). Tedy vlivem krátkých zvuků vysoké intenzity (výstřely, třesky apod.), u nichž se pro krátkost nástupu intenzivního

zvuku nemohou uplatnit středoušní reflexy ani obranné mechanismy vnitřního ucha, může náhlou změnou tlaku dojít k mechanickému poškození smyslové buňky ve vnitřním uchu a některé části středního ucha (poškození bubínku a středoušních kůstek). Nemocní pociťují zalehnutí a šelest, návrat sluchu v pásmu řeči bývá dobrý, trvalá částečná ztráta zůstává obvykle nad 4 kHz. Opakováním úrazu se míra úpravy zmenšuje a rozsah poškození prohlubuje. Dochází k akutnímu poškození sluchu, které zpravidla zanechává trvalou změnu sluchu, provázenou někdy šelesty. Méně typicky vzniká akutní trauma opakovanými zvukovými rázy.

Explozní trauma je úraz z náhlého tlakového rozdílu, má ráz mechanický a vedle poruchy sluchu bývá často porucha rovnováhy s narůstající intenzitou se přidružuje i poranění dýchacích cest a plicního parenchymu aj. Pokles sluchu se dotýká širokého frekvenčního pásma. Velikost poškození struktur středního ucha, a tím i převodní složka nedoslýchavosti mohou dominovat. K roztržení bubínku při působení zvukové vlny (která je rovněž tlaková) nastává v nárazovém impulzu 180 dB.

Chronické akustické trauma (Nedoslýchavost z dlouhodobého přetížení hlukem)

Častěji, než krátkými hlukovými impulsy, se setkáváme se silnými, opakovanými a dlouhodobými hluky, které vyčerpávají energetické zásoby a látkovou výměnu ucha a působí poruchu činnosti a zánik smyslových buněk. Působením těchto hluků dochází k dlouhodobé sluchové únavě, její akumulaci a přetížení sluchu. Nejdříve bývají poškozeny zevní smyslové buňky, sloužící ke vnímání jemných zvuků a jejich kvalitativnímu zhroucení. Poškození se proto neprojevuje jako porucha sluchu v běžném smyslu slova, tj. neovlivňuje možnost dorozumění. Teprve při postižení vnitřních vláskových buněk dochází ke změnám slyšení hovorové řeči na pozadí mírného hluku nebo šumu. Poruchu z počátku odhalí jen audiometrické vyšetření, kdy je zjišťován pokles ostrosti sluchu při frekvenci 4 kHz, typický pro poškození sluchu hlukem.
Subjektivně vznikají u postižených pocity tlaku v hlavě a uších, celková únava neodpovídá námaze, pocit zahlušení, často hučení v uších, vzácně neurčité závrať ovité stavy. Tyto příznaky časem ustupují a vzniká návyk na hluk.

Adaptace na prahu sluchu:

Poslouchá-li člověk delší dobu sotva slyšitelný zvuk, po chvíli jej přestane vnímat. Při silnějším hluku dojde pouze k oslabení (jako projev adaptace). Trvá-li však intenzivní hlukový podnět déle, dochází k dalšímu snižování hlasitosti a tím ke sluchové únavě, která může trvat od půl minuty po několik hodin. Sluchové ztráty, které naměříme po odeznění sluchové únavy za 16 hodin po skončení působení hluku, jsou trvalé a vyjadřují míru poškození sluchu. (V našich podmínkách jsou však směsí působení pracovního a komunálního hluku a stařecké nedoslýchavosti.)

Tyto účinky jsou tzv. nepřímé (nespecifické). Podráždění ze sluchové oblasti probíhá přes určitá centra v mozku a odtud působí na celý komplex žláz s vnitřní sekrecí a na četná centra pro řízení autonomních reakcí, tj. takových, které probíhají bez našeho vědomí, udržují stálý chod tělesných funkcí a stálost vnitřního prostředí.

Podle síly podnětu vyvolává zvuk nebo hluk buď aktivaci organismu, nebo až úlekovou reakci a stav vzrušení. Hluk má dále podstatný vliv na spánek. Prodlužuje usínání, snižuje hloubku spánku, zvyšuje pohybový neklid spánku, popř. vede až k probuzení. Jednotvárný hluk naopak spánek navozuje. V pracovním procesu vede hluk k narušení koordinace jemných pohybů, kolísání soustředěnosti, narušuje proces učení. Nezajímavou, monotónní práci však činí zvuk v podobě vhodně zvolené hudby snesitelnější. Je známo, že při práci, při níž jsou vysoké nároky na duševní soustředění a jež je vykonávána v hlučném prostředí, jsou častější některá onemocnění, jako např. vyšší krevní tlak.

Hluk silniční automobilové dopravy

Automobilová doprava se u nás vyznačuje rychlým růstem, předstihujícím dynamikou ostatní druhy doprav. Z tohoto předpokladu je zřejmé, proč jsou automobily rozhodujícím zdrojem znehodnocování životního prostředí nadměrným hlukem.

Význam tohoto zdroje je zvyšován tím, že jde o zdroje mobilní, které jsou v provozu v kteroukoliv dobu, mají vysokou hlučnost jako jednotlivá vozidla a navíc jsou koncentrována na dopravní síti.

Zpravidla můžeme zdroje hluku ze silniční dopravy rozdělit na 3 následující podskupiny:

1. Hluk vozidla
2. Hluk komunikace
3. Dopravní ruch

Hluk vozidla

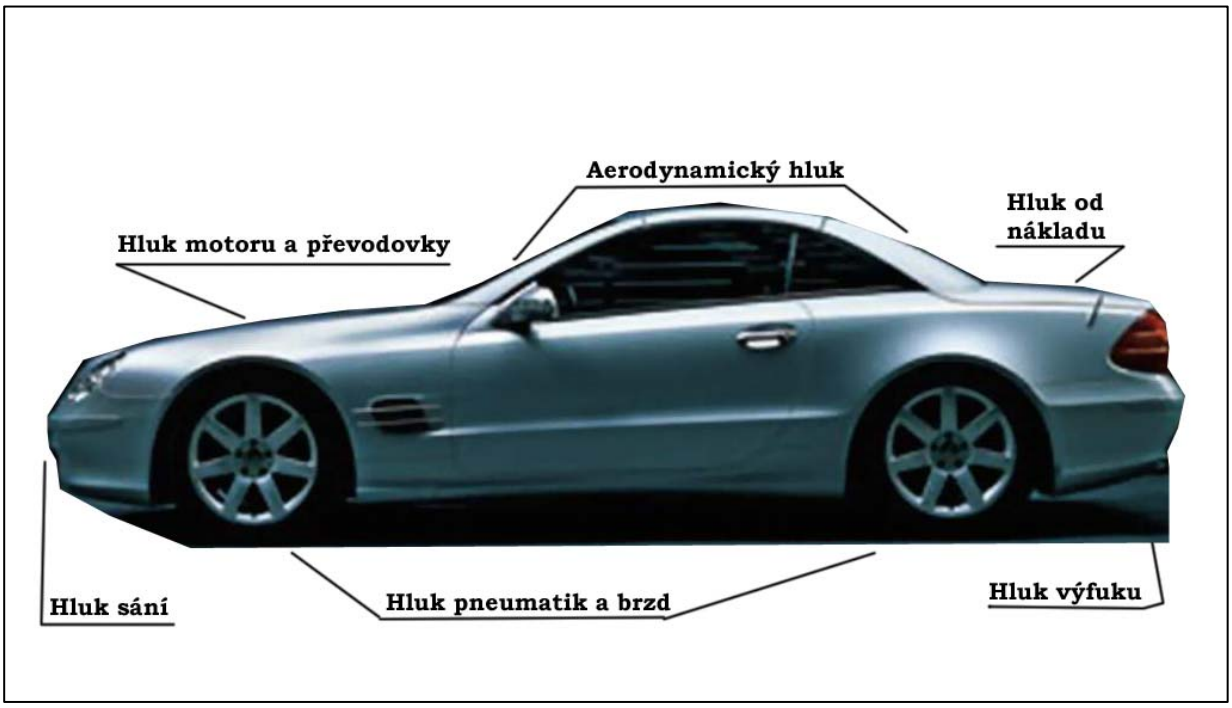
Hlavními příčinami hluku automobilů:

- hluk pohonné jednotky
- hluk vznikající ve spalovacím prostoru
- hluk vznikající při nasávání vzduchu
- hluk pohybujících se součástí
- hluk výfukového systému (výstup plynu z tlumiče do okolí)

Za jízdy vozidla v závislosti na rychlosti dále působí

- hluk převodového a rozvodového ústrojí
- aerodynamický hluk karosérie
- hluk pneumatik na vozovce
- hluk rázů a otřesů nákladu

pro některá vozidla není bezvýznamný ani hluk brzdového systému



Zdroje hluku na osobním automobilu.

Hluk komunikace

závislost se zde projevuje na:

- druh krytu vozovky
- stav vozovky

dále na trasovacích parametrech:

- sklon
- trasovací prvky
- stínění terénem
- křižovatky

Snižování hlukové zátěže ze silniční dopravy

V rozsáhlé oblasti opatření pro snížení hlukové zátěže ze silniční dopravy, která zahrnuje opatření u zdroje hluku, na dráze šíření hluku a u příjemce resp. na budovách, existují různé přístupy ke členění těchto opatření. Protihluková opatření lze dělit následovně:

- urbanisticko-architektonická protihluková opatření,
- urbanisticko-dopravní protihluková opatření,
- dopravně-organizační protihluková opatření,
- stavebně-technická protihluková opatření.
- opatření na automobilech

Urbanisticko-architektonická protihluková opatření

Hlavní zásady těchto opatření, které se uplatňují v rámci územního plánování, spočívají v:

- Komplexním řešení obytných souborů z hlediska funkčního uspořádání. Doporučuje se využívat blokovou zástavbu.
- Ve vhodné dislokaci objektů podle jejich účelu. Blíže ke komunikaci situovat objekty nevyžadující protihlukovou ochranu.

- Ve vhodném dispozičním řešení obytných prostor. Obývací místnosti a ložnice situovat na odvrácenou stranu od komunikace.
- Ve vhodném výškovém řešení urbanizovaného prostředí. Využívat zvukového stínu vytvářeného budovami.
- Ve vhodném architektonickém řešení budov. Zabývat se i tvarem budovy a průčelí.

Urbanisticko-dopravní protihluková opatření

Dopravního systém by měl:

- optimalizovat přepravní nároky a racionalizovat přepravní vztahy,
- budovat nové komunikace s dokonalou protihlukovou ochrannou, na které se pak doprava v nevyhovujících lokalitách převede
- z centra a obytných zón by měla být vyloučena tranzitní doprava,
- rychlostní komunikace vést mimo obytné zóny a areály s vyššími nároky na hlukovou ochranu,
- v blízkosti obytných souborů vyloučit těžkou nákladní dopravu,
- jednotlivé druhy dopravy soustředit do hlavních tras s možností vytvoření protihlukových opatření,
- trasy komunikací vést v dostatečné vzdálenosti od obytných budov,
- v městech vytvořit podmínky pro preferenci městské hromadné dopravy,
- dopravní plochy, jako parkoviště, apod. navrhovat v dostatečné vzdálenosti od obytných, zdravotních, školních a rekreačních zón,
- v centrech měst a sídlišť organizovat klidové zóny s vyloučením automobilové dopravy a s časově omezeným vjezdem vozidel pro zásobování,
- Zamezení vzniku nové zástavby v akusticky nevhodných územích představující důsledné uplatnění nařízení vlády č. 148/2006 Sb., kde u nové zástavby není možno použít pro hluk z dopravy korekci +5 dB pro chráněný vnitřní prostor staveb zkolaudovaných po dni nabytí účinnosti tohoto nařízení.

Dopravně-organizační protihluková opatření

- Omezení rychlosti všech nebo jen nákladních vozidel.
  Redukce jízdní rychlosti je účinným regulačním opatřením pro dopravní hluk. Lokální omezení rychlosti jsou účinná z hlediska hluku jen jsou-li

uplatňována bez opatření, která zvyšují akceleraci vozidel. Aplikované metody by měly zajistit plynulost dopravy a podpořit neagresívní jízdní styl. Na některých úsecích se snížení rychlosti ukázat jako kontraproduktivní, jelikož řidič je nucen přeřadit na nižší rychlostní stupeň a tudíž vzroste hluk od hnací jednotky.

Vedle rychlostních limitů lze rychlost účinněji redukovat technickými opatřeními např. ukazateli směru, pruhy pro důraznější uvědomění si rychlosti, zúžením komunikace, atd. Lze dosáhnout redukce hluku o cca 2-3 dB.

- Omezení rychlosti jízdy vozidel v noční době.
- Snížení intenzity dopravy zákazem vjezdu nákladních vozidel, zřizováním objížděk a určením jednosměrných ulic.

  Vliv snížení intenzity prostřednictvím odklonu dopravy je zobrazen na následujícím obrázku. Pokles dopravní intenzity na polovinu přináší znatelný pokles hladiny hluku o 3 dB. Subjektivní pokles hluku o polovinu (-10 dB) vyžaduje snížení dopravy o 90 %.
- Zvýšením plynulosti dopravy koordinováním světelně řízených křižovatek s dynamickým cyklem, vypnutím signalizačních zařízení během noci.
- Vyčlenění zvláštního jízdního pruhu pro určité druhy vozidel, např. autobusy.
- Vhodné umístění zastávek hromadné dopravy a parkovacích ploch.

Stavebně-technická protihluková opatření

Zahrnují opatření u zdroje hluku, opatření na dráze šíření hluku a opatření na budovách.

- Opatření u zdroje hluku. Vhodná řešení, která snižují hlučnost zdroje hluku jsou:

- zabezpečení podmínek pro plynulý pohyb vozidel,
- mírný podélný sklon nivelety silniční komunikace,
- budování krytů vozovky ze speciálních povrchů – zejména u komunikací pro vyšší rychlosti.
- pokud to jde, realizovat vedení trasy v zářezu, tunelem, galerií.

Hodnocení vybraných opatření

Opatření v silniční dopravě		**Lokální účinek (dB)**
Nízkohlučné povrchy vozovek		**0-3**
Dopravní management	Intenzita dopravy, odklon, obchvaty	**0-20**
Redukce dopravy, dopravní proud	Rychlostní limity	**0-4**
	Omezení dopravy	**0-3**
	Optimální proud, dostupnost, zelená	**0-2**
	Vedení trasy	**0-2**
	Chování řidičů	**0-5**

- Opatření na dráze šíření hluku.

Akusticky dostatečně neprůzvučné překážky postavené na dráze šíření zvukových vln, snižují vytvářením zvukového stínu hladiny akustického tlaku za překážkou. Vhodným řešením je vytváření překážek, jako jsou:
protihlukové stěny, zemní valy, hmotné objekty a vegetace. Protihlukové stěny mohou redukovat hlukovou hladinu až o 15 dB, používá se množství různých druhů materiálů a existuje mnoho různých druhů konstrukcí.

- Opatření na budovách.

V podstatě se jedná o zvýšení vzduchové neprůzvučnosti okenního obvodového pláště chráněných budov.

Opatření na automobilech:

Zdroje hluku na automobilech jsou především

- hluk ze sání vzduchu k motoru
- hluk hnacího soustrojí – motoru, převodovky, diferenciálů, kardanů apod.
- hluk brzd
- hluk výfukového systému
- valivý hluk pneumatik
- aerodynamický hluk
- hluk od nákladu

V posledním době se objevuje nový trend „vylepšování“ automobilů sice schválenými, leč k okolí značně neohleduplnými způsoby. Jedná se především o úpravy na výfukových systémech, úpravy výkonů motorů, umisťování spoilerů a další „úpravy“, které však ve výsledku značně zvyšují hlučnost celého vozidla.

Důsledné provádění pravidelných technických kontrol, například spojené s měřením hluku upravených automobilů, by jistě přispělo k omezení rozmachu tohoto nového trendu.

Z hlediska valivého odporu pneumatik platí přímá úměra mezi rozměry pneumatik a jejich hlučností. Další vliv má používání zimních pneumatik, které sice mají neoddiskutovatelný vliv na jízdní vlastnosti na sněhu a mokru, ale z hlediska zvyšování hluku hlavně ve městech, kde je pravděpodobnost sněhu a náledí v porovnání s jinými lokalitami menší, hrají též významnou roli.

Mnozí výrobci automobilů již disponují metodami, jak účinně snižovat hluk již na vozidle, avšak tyto opatření citelně prodražují cenu automobilů.

Z hlediska stáří vozového parku se Česká republika řadí mezi přední státy v Evropě, což je důsledek stále se zvyšujícího počtu dovážených ojetin z dalších členských státu EU, především ze zemí na západ od naší hranice.
Možným řešením neutěšeného stavu situace s ojetými automobily, jsou například daňové úlevy při koupi nového vozu. Naopak návrhy dalšího daňového zatížení pro majitele starších vozidel, se může v budoucnu ukázat jako kontraproduktivní.

Hluk z motoru převažuje při nižších rychlostech vozidel – do 30 km/h u osobních automobilů, do 50 km/h u nákladních. Při vyšších rychlostech dominuje hluk pneumatik, přičemž aerodynamický hluk roste současně s rychlostí nad cca 120 km/h.

Pro emise celkového hluku z vozidel (nejedná se o limit pro vnitřní či venkovní hluk) platí v EU limit 74 dB pro osobní automobil, 80 dB pro nákladní.

Studie proveditelnosti, která byla v roce 2006 předložena Evropské komisi, navrhuje zavedení přísnějších limitů pro hlučnost pneumatik osobních i nákladních automobilů v letech 2008 a 2012. Navrhované limity by mohly vést ke snížení hlučnosti pneumatik:

- 2,5-5,5 dB u osobních vozidel
- 5,5-6,5 dB u nákladních aut

Již provedené studie dokazují, že:

- Tiché pneumatiky nemají žádný negativní vliv ani na bezpečnost, ani na spotřebu paliva.
- Zavedení navržených limitů by mělo za následek snížení celkové hlukové zátěže až o 3 dB v závislosti na rychlosti, což se rovná snížení míry hluku (nebo počtu všech automobilů) na polovinu.
- Průmysl je na výrobu tichých pneumatik technologicky připraven, zavedení limitů si nevyžádá žádné extrémní náklady.
- Společenský přínos zavedení limitů se vyčísluje na 48-123 miliard euro v období let 2010-2022.
- Použití tichých pneumatik na tichém povrchu komunikace jejich efekt dále znásobí.
- Již v současné době existují pneumatiky, které jsou dokonce 8 dB pod limitem.
- Zavedení limitů pro hlučnost pneumatik je jedním z nejrychlejších možných řešení hlukové problematiky – životnost pneumatik je poměrně krátká, takže efekt snížení hluku by se brzy projevil.

Při konstrukci tichých pneumatik se vychází z jednoduchého principu, čím menší plocha bude v kontaktu s vozovkou, tím se sníží valivý odpor pneumatiky a zároveň bude nižší i valivý hluk pneumatiky. Zároveň je však nutné mít na paměti, že při jízdě je třeba využívat maximální plochu pneumatiky pro akceleraci a deceleraci automobilu, pro přenášení odstředivých a dostředivých sil v zatáčkách apod. Tudíž výrobci pneumatik hledají vhodný kompromis, který zajistí maximální komfort a bezpečnost při jízdě a zároveň co nejmenší emisi hluku.

- Systém pevných středových žeber s lamelami zlepšuje brzděni a omezuje hluk.
- Střídavě uspořádané různé velikosti dezénových bloků umožňují tišší odvalování pneumatiky.
- Zcela nové složení směsi. Vyrábí se z nízkoaromatických olejů. Jízdní hluk je výrazně nižší.

- Proměnlivá šíře dezénových bloků minimalizující hluk rotující pneumatiky => vysoký jízdní komfort s nízkou úrovní hluku.
- Přesazené bloky dezénu ve střední části dezénu spolu s průběžným středovým žebrem snižuje hluk odvalující se pneumatiky a přispívá k tiché jízdě.
- Díky předsunutí dezénových bloků na vnitřní a vnější straně dezénu se také podařilo snížit valivý hluk pneumatiky, vibrace a dosáhnout rovnoměrnějšího opotřebení.

V odborné literatuře již byly publikovány výsledky studií, které jasně prokázaly značný útlum valivého hluku pneumatik - až 12 dB. Na trhu jsou již pneumatiky, které tyto účinky mají, jsou však v porovnání s běžnými pneumatikami dražší. V horizontu několika příštích let lze však očekávat snížení ceny těchto pneumatik, a vzhledem k životnosti běžných pneumatik se můžeme dočkat i razantního útlumu valivého hluku pneumatik. Na tomto místě je nutné upozornit na fakt, že valivý hluk se uplatňuje přibližně při rychlostech přesahující 50 km/hod. Pod touto hranicí převládá hluk hnací jednotky.

Na obrázku je ukázka „tiché“ pneumatiky, cena však přesahuje 5000,- Kč.

3. Hluková politika a legislativa Evropské unie

Legislativa Evropské unie, týkající se hluku v prostředí, se až do poloviny devadesátých let minulého století vyznačovala dvěma hlavními charakteristikami:

1. Komunitární právo (Acquis communataire, tj. právo Evropské unie) sestávalo jenom ze směrnic, vztahujících se k hlukovým emisím výrobků (dopravních prostředků a průmyslových výrobků).
2. Ostatní legislativa byla legislativou jednotlivých členských států a tvořily ji hlavně předpisy, limitující nejvýše přípustné hodnoty hluku v prostředí.

Přelomem v hlukové politice Evropské unie byl rok 1996, kdy byla vypracovaná "Zelená kniha o příští hlukové politice EU" (Green Paper on Future EU Noise Policy). Zelená kniha označila za klíčové problémy pro řešení hlukové situace v EU tyto tři oblasti:

a. Odstranění rozdílů ve stavu znalostí o hlukové situaci v jednotlivých členských státech Evropské unie.
b. Informovanost veřejnosti
c. Začlenění hlukové problematiky do integrované strategie, která povede ke zlepšení kvality života (Jinak vyjádřeno: cílem hlukové politiky musí být opatření, jejichž cílem je zlepšení hlukové situace v prostředí).

Na základě zmíněných identifikací a dalších analýz obsažených v Zelené knize byly Evropskou unií následně přijaty tyto cíle:

1. Vytvoření Sítě hlukových expertů (Noise Expert Network). Cílem této účelové pracovní skupiny byla a stále je příprava podkladů a dokumentů pro jednání na úrovni Evropské komise o vývoji globální hlukové politiky Evropské unie.
2. Vypracování Směrnice o hlukových emisích zařízení a výrobků používaných ve venkovním prostředí.
3. Vypracování návrhu Směrnice o hluku v prostředí. Cílovou skupinou pro práci s touto Směrnicí jsou kompetentní subjekty v jednotlivých členských státech EU, které budou zodpovědné za vypracovávání hlukových map v harmonizovaných indikátorech (tj. parametrech pro posuzování hluku, které jsou jednotné a závazné pro všechny členské státy Unie). Na základě takto

vytvořených map budou členské státy jednak povinny informovat obyvatelstvo o zatížení hlukem a o důsledcích, které z tohoto zatížení vyplývají, jednak vypracovávat a realizovat adresné akční plány na snižování hluku v prostředí.

4. Podpora rozvoje navazujících projektů v oblasti snižování emisí hluku silničních motorových vozidel, letedel a železničních vozidel, včetně konkrétního finančního vyhodnocení přínosů z tohoto snižování.

Současná situace v EU

Strategii pro oblast hluku v Evropské unii předkládá Evropské komisi prostřednictvím DG XI (Directorate General XI – Životní prostředí) Noise Steering Group.

Tady stojí za důkladné povšimnutí, že problematika hluku v prostředí je v Evropské unii řízena prostřednictvím resortu životního prostředí a nikoliv prostřednictvím resortu zdravotnictví. Důvody pro tento management problematiky hluku spočívají v tom, že hluk je v Unii systémově chápán jako složka životního prostředí (včetně meziresortního řízení, financování, státní politiky, vzdělávání, výzkumu, atd.), nikoliv jenom jako problém zdravotních účinků a důsledků hluku.

Účelově vytvořená řídící skupina pro hluk (NSG) je orgánem, zastřešujícím pracovní skupiny, vytvořené ze Sítě hlukových expertů. Výsledkem velmi efektivní práce těchto orgánů už nyní jsou:

1. Směrnice EU 2000/14/EC týkající se snižování emisí hluku strojů, výrobků a zařízení.
2. Návrh "Směrnice pro hodnocení a řízení environmentálního hluku" - Environmental Noise Directive (zmíněný návrh se stal nejenom materiálem, charakterizujícím současnou situaci v oblasti environmentálního hluku v EU, ale i materiálem, určujícím strategické směřování hlukové politiky Evropské unie; jeho bližší charakteristika je uvedena v dalším textu).

Oba uvedené materiály jsou zásadní povahy a všechny členské státy EU mají za povinnost transponovat a implementovat je do své národní legislativy.

K dalším legislativním regulativům EU vztahujícím se k oblasti hluku v prostředí patří:

a. Snižování hluku pneumatik. Je regulováno Směrnicí 2001/43/EC.
b. Snižování emisí hluku rekreačních plavidel. Prostředkem regulace je Směrnice 94/25/EC.
c. Snižování hluku železničního provozu. Toto snižování podléhá regulacím na základě Směrnice 96/48/EC o interoperabilitě transevropských vysokorychlostních železničních tratí a regulacím na základě Směrnice 2001/16/EC o interoperabilitě transevropských konvenčních železničních tratí.
d. Snižování a regulace hluku leteckého provozu. Řídí se Směrnicí 2002/30/EC.

Rovněž tyto směrnice podléhají závazkům členských států o jejich transpozici a implementaci do příslušných národních legislativ.

Situace v České republice

Resort ministerstva životního prostředí zabezpečil v rámci procesu přistoupení České republiky k Evropské unii transpozici veškeré minulé hlukové legislativy EU (transpozici všech hlukových směrnic "starého přístupu"), která byla přijatým závazkem České republiky v rámci procesu přistoupení k EU. Transpozice této hlukové legislativy byla uskutečněna Nařízením vlády č. 194/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku.
Resort MŽP rovněž zabezpečil transpozici nové hlukové legislativy EU (směrnic "nového přístupu"), obsažené ve Směrnici 2000/14/EC. Tato transpozice se uskutečnila Nařízením vlády č. 9/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku.

Zmíněné Nařízení vlády č. 9/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku, v plném rozsahu zrušilo a nahradilo předchozí Nařízení vlády č. 194/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku.

V procesu implementace hlukových směrnic EU je Ministerstvo životního prostředí ČR resortem spolupracujícím s Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR, které je gestorem za implementaci směrnice 2000/14/EC.

Transpozice a implementace ostatní zmiňované hlukové legislativy EU již do kompetence resortu ministerstva životního prostředí nespadá.

Výhledově – po přijetí Evropským parlamentem – bude zavedena do české legislativy i "Směrnice o hodnocení a řízení environmentálního hluku" - Environmental Noise Directive.

V obecném povědomí, a to nejenom široké veřejnosti, jsou v České republice známé spíše tyto regulativy české legislativy, týkající se hluku:

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Oba tyto materiály pokrývají především oblast ochrany zdraví před hlukem a vibracemi, což je při porovnání s cílem a obsahem Směrnice END jednoznačně užší problematika, která systémově nevystihuje podstatu celé práce s hlukem jakožto průřezovou složkou v prostředí.

Směrnice EU o hodnocení a řízení environmentálního hluku (END)

Hlavní principy návrhu této směrnice jsou stejné jako principy všech ostatních směrnic EU týkajících se životního prostředí. Jsou to:

1. Monitorování problémů (na základě strategických hlukových map, založených na harmonizovaných indikátorech označených jako L_{dvn} a L_{night}).
2. Vypracovávání a realizace adresně zaměřených akčních plánů.
3. Informovanost a konzultace s veřejností.
4. Ustavení dlouhodobé strategie pro snižování hluku v prostředí.

Strategickým cílem této směrnice je snížit v Evropské unii v roce 2010 počet obyvatel zasažených hlukem o L_{Aeq} nad 65 dB o 10 %, v roce 2020 o 20 %. Vzhledem k tomu, že povinností všech členských států Unie je zavedení veškerých směrnic EU do příslušné národní legislativy, bude muset být směrnice END povinnou součástí všech legislativ členských států. To se samozřejmě bude týkat i České republiky po jejím vstupu do EU.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/EC

Směrnice se vztahuje na hluk ve venkovním prostředí, kterému jsou vystaveni lidé, zejména v zastavěných oblastech, ve veřejných parcích nebo v tichých oblastech aglomerací, v tichých oblastech ve volné krajině, v blízkosti škol, nemocnic a jiných citlivých budov nebo obydlených oblastí. Směrnice by měla mimo jiné poskytnout základ pro vývoj a dokončení stávajícího souboru opatření EU, týkajících se emisí hluku z velkých zdrojů, a to zejména silničních a železničních vozidel, infrastruktury, letadel, zařízení určených k použití ve venkovním prostředí, průmyslových zařízení a mobilních strojních zařízení a pro návrh dodatečných krátkodobých, střednědobých a dlouhodobých opatření.

Aby byl zajištěn společný přístup členských zemí k hodnocení hluku ve venkovním prostředí, je nutné použití harmonizovaných indikátorů určujících hodnoty hluku definovaných jako mezní hodnoty. Konkrétní hodnoty všech mezních hodnot určí členské státy, které přitom vezmou v úvahu mimo jiné potřebu použít zásadu prevence a zásadu zachování tichých oblastí v aglomeracích. Zvolenými společnými indikátory jsou L_{dvn} pro posouzení celkové míry obtěžování hlukem a L_{noc} pro posouzení míry rušení spánku.

Cílem této směrnice je na základě stanovených priorit definovat společný přístup k prevenci nebo omezení škodlivých či obtěžujících účinků hluku ve venkovním prostředí a tímto účelem se postupně provedou opatření:

1. Určení míry expozice hluku ve venkovním prostředí, prostřednictvím hlukového mapování s využitím metod hodnocení společných pro všechny členské státy.
2. Zpřístupnění informací o hodnotách hluku ve venkovním prostředí veřejnost, včetně jeho zdravotních důsledků
3. Na základě výsledků hlukového mapování přijetí akčních plánů členskými státy, cílem systematické prevence a snižování hluku ve venkovním prostředí, je-li nutné, tj. zejména pokud expoziční úrovně mohou mít škodlivé účinky na lidské zdraví.

Směrnice 2002/49/EC mimo jiného definuje:

- Hlukový indikátor – fyzikální deskriptor pro popis hluku ve venkovním prostředí, vztažený ke škodlivému účinku
- Hlukový indikátor pro celkové obtěžování hlukem - L_{dvn}

$$L_{dvn} = 10 \cdot \log\left[\frac{1}{24} \cdot \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{6-18\,h}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{18-22\,h}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{22-6\,h}+10}{10}}\right)\right]$$

- Hlukový indikátor pro obtěžování hlukem během dne – L_{den}
- Hlukový indikátor pro obtěžování hlukem během večera – $L_{večer}$
- Hlukový indikátor pro rušení spánku - L_{noc}
- Mezní hodnotu – hodnota L_{dvn} nebo L_n , při jejímž překročení příslušné orgány zvažují nebo zavádějí příslušná opatření ke zmírnění hluku (akční plány), mezní hodnoty se mohou lišit pro některé typy hluku, různá prostředí a různou citlivost obyvatel. Mohou být také odlišné pro stávající a pro nové situace.

Hlukovým mapování se rozumí grafická prezentace údajů o stávající nebo předpokládané hlukové situace s použitím hlukového indikátoru, která ukazuje překročení jakékoli příslušné platné mezní hodnoty, počet postižených osob v uvažované oblasti nebo počet obydlí vystaveným hodnotám hlukového indikátoru v dané oblasti.

Směrnice 2002/49/EC uložila členským státům, aby zajistily nejpozději do 30. června 2007 zpracování strategických hlukových map, které zdokumentují situaci na jejich území v předcházejícím kalendářním roce pro všechny aglomerace s více než 250 000 obyvateli, a pro všechny hlavní silnice, kde je intenzita provozu vetší než 6 000 000 vozidel za rok, hlavní železniční trati, po kterých projede více než 60 000 vlakových souprav za rok, a pro hlavní civilní letiště určené členským státe, které má více než 50 000 pohybů za rok.

Legislativa v oblasti hluku v České republice

V roce 2000 byl přijat zákon č. 258/200 Sb. O ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, který navázal na hlukovou legislativu v ČR danou vyhláškou MZ č. 13/1977 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V návaznosti na výše uvedený zákon byl přijat i prováděcí předpis, kterým je nařízení vlády č. 148/2006 Sb. Toto NV stanoví hygienické limity hluku v pracovním a komunálním prostředí pro účely státního zdravotního dozoru.

Novelou č. 222/2006 zákona č. 76/2002 Sb. O integrované prevenci byla do české legislativy implementována Směrnice č. 2002/49/EC. Prováděcí část směrnice byla transportována do vyhlášky č. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na tvorbu strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přijetí.

Opatření v rámci akčních plánů jsou v kompetenci příslušných orgánů, ale měly by řešit zejména prioritní situace, které je možné zjistit podle překročení některého relevantního limitu, nebo podle dalších kritérií zvolených členskými státy, a měla by se zejména uplatnit pro nejdůležitější oblasti, které jsou vymezeny strategickým hlukovým mapováním. (směrnice č. 2002/49/EC, článek 8)

V souvislosti s výše uvedeným ustanovením se obecně předpokládá, že akční plány protihlukových opatření budou zpracovány tam, kde se na základě výsledků strategického hlukového mapování očekává překročení příslušné mezní hodnoty.

Vyhláška dále stanoví, že hodnoty hlukových ukazatelů se pro účely strategických hlukových map stanovují výhradně výpočtem dle doporučených metodik ve směrnici 2003/613/EC.

4. Akční plán Libereckého kraje pro vybrané úseky silnic I. třídy

Předmět úkolu

Společnosti Centrum protihlukové ekologie s.r.o. byl zadán úkol zpracovat Akční plán Libereckého kraje pro vybrané úseky silnic II. a III. třídy, kde intenzita provozu překračuje hranici 6 000 000 vozidel za rok.

Součástí úkolu je sumarizace výsledků ze Strategických hlukových map, které identifikovaly množství osob, staveb pro bydlení, škol a zdravotnických zařízení, kde je překračována mezní hodnota hlukových indikátorů.

Dále pak jsou vypočítány, dle Autorizačního návodu č. AN 15/04, množství osob obtěžovaných hlukem a množství osob rušených hlukem ve spánku.

Jako příloha tohoto materiálu jsou zpracovány tiskové výstupy a sepsána závěrečná zpráva.

Dle přílohy č. 3 vyhlášky č. 523/2006 Sb., akční plán obsahuje:

1. popis hlavních pozemních komunikací, souřadnice začátku a konce komunikace v JTSK, označení místa, název komunikace, intenzity provozu
2. označení pořizovatele
3. plný název akčního plánu
4. výčet právních předpisů
5. mezní hodnoty hlukových ukazatelů
6. souhrn výsledků hlukového mapování – celkové počty v oblasti, pro kterou je AP zpracováván
7. vyhodnocení odhadu počtu osob obtěžovaných hlukem a rušených hlukem ve spánku
8. všechna schválená, nebo prováděná protihluková opatření

9. všechna opatření, která pořizovatel plánuje přijmout v průběhu příštích pěti let v oblasti plánování dopravy, územního plánování, omezení přenosu zvuku apod.
10. dlouhodobou strategii ochrany před hlukem
11. ekonomické informace, jsou-li k dispozici rozpočty, hodnocení efektivnosti nákladů
12. záznamy konzultací s veřejností

Situační mapka komunikací I. třídy v Libereckém kraji

Na následující straně je pro rychlou orientaci uvedena silniční síť v Libereckém kraji.

Schematická mapka komunikací I. třídy – Liberecký kraj

Připravenost zpracovatele

Společnost Centrum protihlukové ekologie se sídlem v Praze byla pověřena Krajským úřadem Libereckého kraje zpracováním Akčního plánu pro vybrané úseky silnic II. a III. třídy v Libereckém kraji. Pracoviště je zaměřeno na měření hluku v pracovním i komunálním prostředí, na zpracování hlukových studií pro libovolné zdroje hluku spolu s technickou přílohou a návrhy k nápravě, na měření hluku strojů a zařízení v technické a stavební praxi, na posuzování projektů z hlediska protihlukové ochrany a vypracovává zprávy a studie pro schvalovací orgány a hygienickou službu. Pracoviště je umístěno v Praze, spolupracuje se studenty fakult ČVUT a poskytuje servis pro Útvar rozvoje hlavního města Prahy.

CPE s.r.o. je akreditováno Českým institutem pro akreditaci jako zkušební laboratoř pro měření hluku č. 1473, dále je autorizováno Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, č.j. 531/01/20 k výkonu úředního měření hluku.

Vedoucí akustik CPE je osvědčen státní komisí České metrologické společnosti (certifikační orgán č. 3008 poř.č. 086/1997) k výkonu úředního měřiče v oboru měření hluku v pracovním a mimopracovním prostředí - Certifikát způsobilosti č. 406/2001 a vedoucí akustik CPE je autorizován Českou komorou autorizovaných inženýrů v oboru technika prostředí staveb pod číslem autorizace 5715. V seznamu ČKAIT je uveden pod číslem 0002248.

Vedoucí akustik CPE se podílí na konzultacích v oblasti hluku, na přípravě hlukové legislativy a slouží jako hlavní konzultant URM hl. m. Prahy v oblasti hlukových zátěží.

Vybavení pracoviště

Pracoviště CPE s.r.o. je vybaveno moderní měřící a výpočetní technikou.

Pro zpracování Akčních plánů vybraných úseků silnic II. a III. tříd byly použity následující pracovní stanice:

- Notebook FS Amilo Pro s dvoujádrovým procesorem Intel Core Duo CPU T2450@2,00 GHz, s 1 GB operační paměti
- Osobní počítač 6 x
- Notebook Sony Vaio

Na všech stanicích byl nainstalován operační systém Windows XP Home, Pro a Vista, kancelářský balík MS Office 2003 a 2007, HlukPlus verze 7.5 a 8, nástroje GIS firmy ESRI ArcView 3.1 a ArcMap 9.2. Výstupní soubory byly převáděny do formátu *.pdf aplikací Adobe Acrobat 7.0

Orientační náměry hluku ve sporných místech:

Přesná zvukoměrná aparatura NORSONIC, Norsko - typ 121, v.č. 31368. Zařízení spadá do 1. třídy přesnosti, výsledky měření lze zařadit do kategorie "přesné". Přesný měřící mikrofon NORSONIC, Norsko - typ 1225, v.č. 62607. Zařízení spadá do 1. třídy přesnosti, výsledky měření lze zařadit do kategorie "přesné".

Přesný akustický kalibrátor QUEST, USA - typ QC 20, v.č. QF3010048. Zařízení spadá do 1. třídy přesnosti, výsledky měření lze zařadit do kategorie "přesné".

Přesný zvukový analyzátor NORONIC, Norsko – typ 140, s.č. 1403094. Předzesilovač Norsonic 1209, v.č. 12418. Zařízení spadá do 1. třídy přesnosti, výsledky měření lze zařadit do kategorie "přesné".

Přesný měřící mikrofon NORSONIC, Norsko - typ 1225, v.č. 91929. Zařízení spadá do 1. třídy přesnosti, výsledky měření lze zařadit do kategorie "přesné".

Konzultace

Akční plány byly v průběhu zpracování s řadou odborníků z oblastí hluku, ale i územního plánování a dopravy.

- EKOLA group, s.r.o. (Ing. Ládyš)
- ŘSD ČR (Ing. Horníček)
- MD

- ÚRM Praha (RNDr. Caha)
- PUDIS a.s. (Ing. Hajná, Ing. Abuklan)
- CENIA (Ing. Špelinová)

Návaznost na další dokumentace

Akční plány členských států budou předány Komisi EP, jenž na jejich základě vypracuje zprávu, která bude předložena Evropskému parlamentu a Radě.

5. Metodika zpracování

Přípravná fáze

Přípravná fáze zpracování akčního plánu především spočívala ve shromáždění a doplnění potřebných údajů. Ukázalo se velkým problémem zajistit potřebná data pro vyhodnocení strategických hlukových map, protože v České republice chybí jednotný, veřejně dostupný systém shromažďování mapových podkladů, které jsou potřebné pro objektivní vyhodnocování údajů. Získávání potřebných podkladů bylo leckdy a leckde velice náročné.

Poskytnutá data

Pro zpracování AP byly zpracovatelem strategických hlukových map – Zdravotním ústavem v Pardubicích, poskytnuty vypočtené hlukové mapy pro jednotlivé oblasti kraje, resp. pro jednotlivé úseky silnic I. II. a III. tříd v digitální podobě v grafickém formátu *.png a ve formátech *.shp, spolu s příslušnými atributy, vše pro ukazatele L_{dvn} a L_n. Dále byly předány tabulky s identifikací sledovaných komunikací a intenzitami provozu a s celkovými odhadovanými počty zasažených osob a objektů definovanými hlukovými ukazateli L_{dvn} a L_n. Tabulky byly ve formátu *.pdf a byly uzamčeny pro další použití. Krajským úřadem byly poskytnuty GIS vrstvy s informacemi o komunikacích, tj. rozčlenění na jednotlivé úseky a uzly, a dále o stávajících a navrhovaných protihlukových opatřeních a dopravních stavbách.

Veškeré podklady byly zpracovateli předány oddělením pozemních komunikací krajského úřadu Libereckého kraje a současně byly předány údaje o počtech osob trvale žijících ve vybraných, ovšem ne ve všech, stavbách v okolí posuzovaných komunikací.

Doplněná data

V zhledem k obecným nedostatkům ve strategických hlukových mapách MD požádalo MZd. o doplnění datových podkladů v rámci zpracovávaných hlukových map. Doplněná data nebyla v zásadě žádná, zpracovatel AP musel využívat veřejně dostupných zdrojů dat, jako byly ortofotomapy publikované na internetu, územní plány dotčených lokalit, náhledy do katastru nemovitostí,

infomapy a veškerá data publikovaná na serveru geoportal, který provozuje Česká informační agentura životního prostředí CENIA.

Problémy se zdrojovými daty

Jak se při zpracování AP ukázalo, zejména při využívání odhadů počtů osob a staveb zasažených jednotlivými hlukovými ukazateli L_{dvn} a L_n, které se dosazovaly do výpočtů osob obtěžovaných hlukem a rušených ve spánku, nebyly zpracovateli strategických map vůbec uvažovány hodnoty pod 55 dB pro L_{dvn} a pod 45 dB pro $L_{n.}$

Dále byly do výpočtu strategických map zahrnuty i komunikace, které nedosahovaly stanovené intenzity 6 mil. vozidel/rok, ale které však ovlivňovaly hlukovou situaci v posuzovaném místě.

Strategické hlukové mapy tedy byly zpracovány nejen pro komunikace I., II. a III. tříd se stanovenou intenzitou, ale i pro další komunikace, které se vyskytovaly v řešeném území. Ve výpočtech SHM nejsou pouze vybrané úseky komunikací, ale i další, které výrazným způsobem ovlivňují hlukovou situaci v místě.

Zpracovatel AP je si vědom nepřesností v počtech zasažených obyvatel, avšak vzhledem k tomu, že není možné znovu zpracovávat Strategické hlukové mapy ve správném rozsahu (tj. pouze v okolí komunikací stanovené minimální intenzity 6 mil. vozidel/rok jsou i v AP uvedeny nesprávné údaje vycházející z předaných SHM.

Technickým problémem se ukázalo uzamčení tabulek (.pdf) s odhadovanými počty osob a staveb, které byly vystaveny hlukové expozici v jednotlivých hlukových pásmech.

Při porovnání SHM s mapovými podklady a ortofotomapami bylo zjištěno, že v profilu Liberec, resp. ulice České mládeže, byla při výstavbě pozměněna stopa komunikace (posun o cca 70m jižním směrem), avšak tato změna nebyla uvažována při výpočtu SHM. Tudíž v tomto úseku, kde se nachází nejvíce chráněných objektů, jsou údaje, o rozložení zasažených osob a objektů v jednotlivých pásmech, ze SHM značně nadhodnocené. Zpracovatel AP se snažil tuto zřejmou chybu napravit v odhadech zasažených osob.

Další značná nepřesnost spočívala v nezadání stávající protihlukové clony do výpočtu SHM.

Příprava podkladů

Příprava podkladů probíhala v několika na sebe navazujících krocích.

Předně bylo nutné porovnat jednotlivé mapové vrstvy, tedy mapy silnic II. a III. tříd a vypočtené strategické hlukové mapy, a zhodnotit, kde docházelo k ovlivňování dalšími komunikacemi, které nedosahovaly stanovené intenzity, ale byly ve výpočtu použity.

Dále byly na základě územních plánů a ortofotomap odhadem vyloučeny objekty, které neslouží pro pobyt obyvatel, nebo nejsou školami a zdravotnickými zařízeními, ale které ovlivňují hlukovou situaci v místě.

Takto připravené podklady se komparovaly se zjištěnými odhady zasažených osob a na základě poskytnutých údajů a odborného odhadu se doplňovaly počty zasažených osob v jednotlivých hlukových pásmech 5 dB, od < 55 dB až > 75 dB pro L_{dvn} a od < 45 dB > 70 dB pro Ln.

K popisu komunikací bylo využíváno staničení komunikace a délka posuzovaného úseku.

Do AP byly zahrnuty stávající a navrhovaná protihluková opatření, která se vztahovala pouze k úsekům, na kterých byly zpracovávány SHM.

Součástí AP jsou i návrhy dlouhodobé strategie ochrany před hlukem, které se týkají posuzovaných úseků v rámci strategického hlukového mapování.

Výběr míst

Jak již bylo uvedeno, strategické hlukové mapy byly vypočítány pro silnice s intenzitou větší než 16 500 vozidel/24 hod., ale také pro komunikace s intenzitou nad 6 000 voz/24 hod.

Pro účely zpracování akčního plánu Libereckého kraje pro komunikace ve vlastnictví kraje je uvažováno s komunikacemi II. a III. třídy s intenzitou provozu nad 16 500 vozidel/24 hod. Místa, kde je této intenzity dosaženo, ale jedná se o silnice I. tříd (komunikace ve správě ŘSD), byla z dalšího zpracování AP vyloučena.

Počty objektů pro bydlení

Do dalších výpočtů byly zadávány počty staveb pro bydlení ze strategických hlukových map, které byly předány zpracovatelem SHM. Je zřejmé, že do počtů staveb byly zahrnovány i stavby, které nebyly ovlivňovány pouze hlukem ze sledovaných silnic, kde intenzita provozu překračuje stanovenou mez, avšak zpracovatelem akčních plánů nebylo možné, jak z časového tak i finančního hlediska, znovu vytvářet strategické hlukové mapy ve správném požadovaném rozsahu pouze pro vybrané komunikace. Proto byly po dalších konzultacích respektovány výsledky strategických hlukových map tak, jak byly předány.

Počty zasažených obyvatel ve stavbách pro bydlení

V případě budov, kde nebyly poskytnuty počty obyvatel, se výpočet prováděl na základě odborného odhadu počtu osob v jednotlivých budovách na základě následujícího klíče.

Pro rodinné domy a pro stavby pro individuální bydlení se uvažovalo s počtem čtyř osob na jednu bytovou jednotku resp., rodinný dům, vilu apod.

Pro hromadné bydlení, tedy pro stavby bytových domů typu větších činžovních domů a paneláků, avšak do výšky cca čtyř pater, se uvažovalo s počtem 20 – 25 osob na jedno popisné číslo pro středně velký objekt.

Pro stavby panelového charakteru se uvažovalo s počty 12 osob na patro, např. pro odhadnutý pěti patrový objekt, bylo počítáno s 60 osobami.

V případě neposkytnutí relevantních podkladů, např. vrstvy s počty obyvatel, budov apod. se tento postup ukázal jako relativně nejpřesnější a v daném zkráceném časovém požadavku na zpracování uvedených podkladů po provedení dalších modelů odhadů počtu osob přinášel nejobjektivnější výsledky.

6. Hodnocení zasažených osob

Ukazatele pro hodnocení zasažených osob byly vypočteny dle Autorizačního návodu č. AN 15/04 vydaným Státním zdravotním ústavem v Praze.

Cílem autorizačního návodu je usnadnění a sjednocení postupu při hodnocení a posuzování zdravotních rizik hlukové expozice obyvatel.

Návod obecně vychází ze základních metodických postupů hodnocení zdravotních rizik (Health Risk Assessment - HRA), vypracovaných americkou Agenturou pro ochranu životního prostředí (US EPA). Tyto metodické postupy jsou sice primárně určeny k hodnocení rizika chemických látek z prostředí, ale principiálně je možné je využít i v případě hodnocení rizika fyzikálních faktorů prostředí.

Obecný postup hodnocení zdravotního rizika sestává ze čtyř navazujících kroků:

Identifikace nebezpečnosti - obsahem tohoto kroku je identifikace faktorů, které mají být hodnoceny, popis jejich vlastností se zaměřením na nebezpečnost pro člověka a podmínek, za kterých se může projevit. V případě hluku je obsahem tohoto kroku popis možných nepříznivých účinků hluku na lidské zdraví.

Charakterizace nebezpečnosti, resp. vztah expozice a účinku - předmětem této etapy hodnocení rizika je identifikace vztahu mezi úrovní expozice a mírou rizika. V daném případě jde o stanovení referenčních hladin hlukové expozice pro hlavní nepříznivé účinky hluku na zdraví a o stanovení kvantitativního vztahu mezi expozicí a účinkem.

Hodnocení expozice - tento krok bývá v celém procesu nejsložitější, neboť by měl postihnout mnoho variabilních veličin jak v intenzitě působícího faktoru, tak i v chování a skladbě exponované populace. Na rozdíl od expozice chemickým látkám se u hlukové expozice 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.

Charakterizace rizika - obsahem této konečné etapy hodnocení je kvalitativní nebo kvantitativní vyjádření míry zdravotního rizika exponované populace, ke kterému dospějeme integrací poznatků o nebezpečnosti působícího faktoru a odhadu konkrétní expoziční úrovně. V případě kontinuálního

dlouhodobého působení hluku z dopravy na větší počet obyvatel je standardním výstupem charakterizace rizika počet 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 kvantitativně charakterizovat zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění.

Vztahy expozice a účinku, vycházející z výsledků Monitoringu v ČR

Jedním z dlouhodobě sledovaných faktorů v Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí je hluk z pozemní městské dopravy. V závěrečných zprávách subsystému 3 Monitoringu jsou publikovány vztahy expozice a účinku, vycházející zejména z noční ekvivalentní hladiny akustického tlaku A, které jsou u nás běžně používány pro kvantitativní charakterizaci rizika nepříznivých účinků hluku z tohoto typu dopravy. V dalším průběhu Monitoringu se předpokládá průběžné doplňování a ověřování platnosti těchto vztahů.

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

Studií 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 Ldn1 nebo Ldvn2 v rozmezí 45 - 75 dB a procentem obyvatel, u kterých lze očekávat pocity obtěžování (ve třech stupních škály intenzity obtěžování), a to zvlášť 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. Potvrzují známou zkušenost, 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.

Kromě vztahů pro tyto jednotlivé typy dopravního hluku je doporučen i model pro hodnocení obtěžujícího účinku kombinovaného hluku z různých typů dopravy. Dřívější snahy o hodnocení kombinovaného hluku vycházely buď ze sumace akustické energie, nebo z dominantního vlivu nejhlučnějšího zdroje a jejich výstupy neodpovídaly empirickým zkušenostem. Současný doporučený model ekvivalentu obtěžování používá postup známý u toxických látek s aditivním účinkem, např. dioxinů. Hluk z jednotlivých zdrojů je nejprve přepočten na hladinu akustické energie referenčního zdroje vyvolávající stejný stupeň obtěžování. Jako referenční zdroj slouží hluk ze silniční dopravy. Výsledná celková hladina akustického tlaku je pak vztažena k obtěžování obyvatel podle vztahu pro silniční dopravu.

Pro hluk z průmyslových stacionárních zdrojů je stanovení vztahů expozice a účinku obtížnější, což je dáno jak heterogenitou těchto zdrojů, tak i menším dosahem jejich účinku a nižším počtem provedených studií. V roce 2004 publikovali Miedema a Vos pro hluk ze stacionárních zdrojů modely obtěžování zpracované obdobným způsobem, jako pro hluk z dopravy, a vycházející ze studií provedených v Holandsku. Byly odvozeny pro hluk z posunu na železnici (nádraží), pro hluk ze sezónních provozů a pro hluk z výrobních zařízení s celoročním provozem na základě hlukové expozice vyjádřené v L_{dvn}.

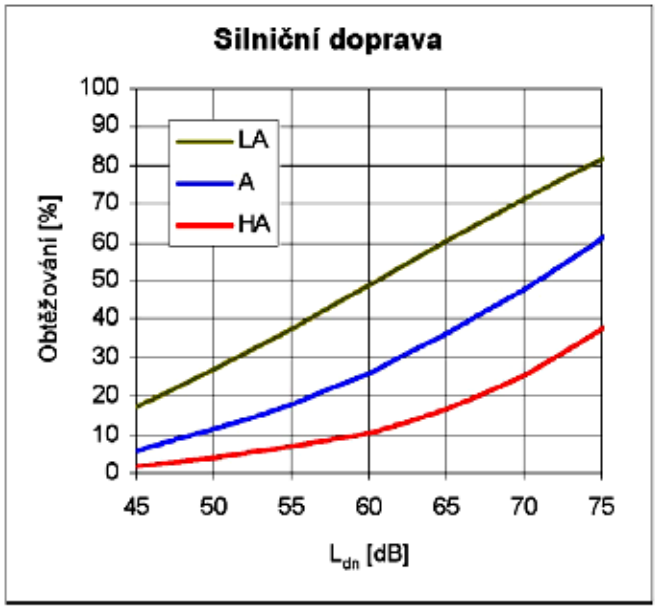
Vztahy pro obtěžování hlukem

Vztahy pro obtěžování hlukem jsou odvozeny pro tři úrovně obtěžování vztažené k teoretické 100 stupňové škále intenzity obtěžování. 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 stostupňové škály intenzity obtěžování.

$$\%LA = -6{,}188 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 32)^3 + 5{,}379 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 32)^2 + 0{,}723 \cdot (L_{dn} - 32)$$

$$\%A = 1{,}732 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 37)^3 + 2{,}079 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 37)^2 + 0{,}566 \cdot (L_{dn} - 37)$$

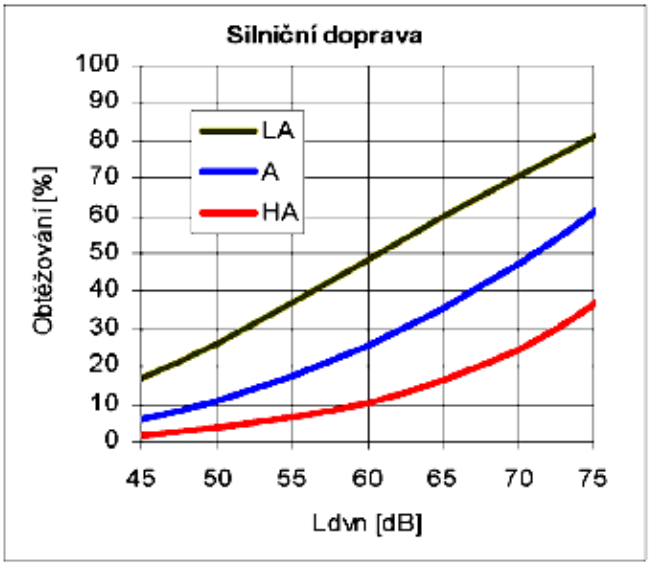
$$\%HA = 9{,}994 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dn} - 42)^3 - 1{,}523 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dn} - 42)^2 + 0{,}538 \cdot (L_{dn} - 42)$$



$$\%LA = -6{,}235 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 32)^3 + 5{,}509 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 32)^2 + 0{,}6693 \cdot (L_{dvn} - 32)$$

$$\%A = 1{,}795 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 37)^3 + 2{,}110 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 37)^2 + 0{,}5353 \cdot (L_{dvn} - 37)$$

$$\%HA = 9{,}868 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{dvn} - 42)^3 - 1{,}436 \cdot 10^{-2} \cdot (L_{dvn} - 42)^2 + 0{,}5118 \cdot (L_{dvn} - 42)$$



Vztahy pro rušení spánku hlukem

Vztahy pro subjektivní rušení spánku jsou odvozené pro expozici vyjádřenou v Ln v rozmezí 40 - 70 dB. Vycházejí ze statistického zpracování obsáhlé databáze výsledků z 12 terénních studií z různých zemí a představují vztahy mezi noční hlukovou expozicí z letecké, automobilové a železniční dopravy a procentem osob udávajících při dotazníkovém šetření zhoršenou kvalitu spánku pro tři úrovně intenzity rušení spánku. Vyjadřují závislost udávaného rušení spánku na hlukové expozici bez vlivu jiných faktorů.

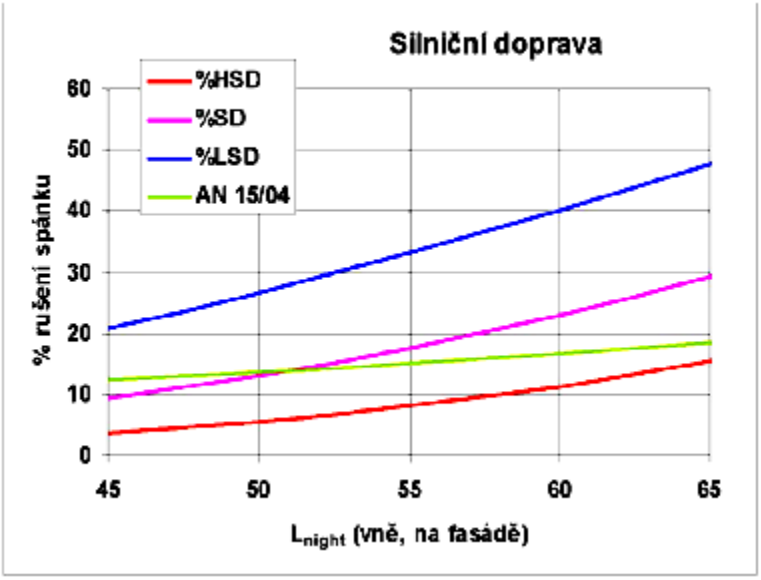
Nejvyšší mírou nejistoty jsou zatíženy vztahy pro letecký hluk, kde byly v jednotlivých studiích zjištěny největší rozdíly. Jsou vysvětlitelné rozdílným časovým snímkem hlukových událostí u různých letišť, různou mírou protihlukové izolace objektů, rozdílnou formulací otázek v dotaznících apod.

Stejně jako u vztahů pro obtěžování hlukem jsou pro rušení hlukem ve spánku odvozeny tři stupně rušivého účinku vztažené k teoretické 100 stupňové škále intenzity rušivého účinku a sice 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 stostupňové škály intenzity rušení.

$$\%LSD = -8{,}4 - 0{,}16 \cdot L_{night} + 0{,}0108 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%SD = 13{,}8 - 0{,}85 \cdot L_{night} + 0{,}01670 \cdot (L_{night})^2$$

$$\%HSD = 20{,}8 - 1{,}05 \cdot L_{night} + 0{,}01486 \cdot (L_{night})^2$$



Algoritmy výpočtu

Postup výpočtu vycházel z výše uvedených principů.

Pro jednotlivá pásma hlukové zátěže, resp. pro dolní a horní mez hlukových pásem, byl vypočten procentuální podíl zasažených osob, tedy osob obtěžovaných hlukem a obyvatel rušených ve spánku hlukem. Je možné vypočítat procentuální podíl zasažených osob libovolnou hladinou hluku, avšak pro účely zpracování akčních plánů se uvažují pouze dolní a horní meze jednotlivých pásem. Např. v pásmu L_{dvn} 55 až 60 dB se uvažují počty obtěžovaných osob hlukem pouze pro 55 dB a 60 dB.

Vypočtené procentuální podíly byly použity pro stanovení celkového počtu osob obtěžovaných hlukem a rušených ve spánku hlukem. Jednotlivá procenta se vynásobila celkovými počty zasažených osob v jednotlivých pásmech a získané hodnoty udávají již absolutní počty zasažených obyvatel.

Veškeré výpočty byly prováděné v aplikací Microsoft Excel.

Získané hodnoty jsou v tabulkové příloze akčního plánu, souhrnné údaje jsou v kapitole 7. akčního plánu.

Stanovení nejistot

Každé hodnocení je nevyhnutelně spojeno s určitými nejistotami, danými použitými daty, expozičními faktory, odhady chování populace apod. Při hodnocení 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 komunikaci. Bývá vhodné ověření měřením ve vybraných referenčních bodech.
2. Další nejistota se může projevit v případech hodnocení hlukové zátěže většího území, jako jsou dopravní stavby, kdy velmi záleží na stanovení dostatečného počtu reprezentativních bodů.
3. Nejistota může být i z přijetí konzervativního přístupu s vědomím nadhodnocení průměrné expozice a odhad rizika provedený cíleně pro nejvíce exponované objekty s vědomím, že v ostatní části území bude situace příznivější.
4. Další nejistota vychází z přesné neznalosti počtu exponovaných osob a z neznalosti citlivých populačních skupin.
5. Není zohledněna ani orientace oken jednotlivých objektů vůči zdrojům hluku, dispoziční řešení bytů, věková skladba obyvatel ani doba jejich pobytu v daném místě.
6. Popisované vztahy mezi hlukovou expozicí a jejím účinkem nelze považovat za absolutně platné za všech podmínek.
7. Další nejistota je způsobená vlivem konkrétních místních podmínek.

7. Řešení snížení hluku na rozumně dosažitelnou míru

Obecné možnosti:

Vzhledem k výraznému podílu intenzity provozu v celé ČR, a to především těžké nákladní dopravy, nelze beze změny dopravních intenzit docílit výrazného snížení emisních hodnot L_{Aeq}. Tohoto snížení lze dosáhnout pouze omezením provozu (např. nejhučnější části dopravy, tj. dopravy nákladní) nebo zbudováním obchvatu míst (měst) s vysokou koncentrací obytných objektů v blízkosti zatížené komunikace. Omezeně lze v některých částech města využít i stínícího vlivu protihlukových clon, které omezují imisní situaci v konkrétním místě (bariér).

V současné době je možné snížení hlukové zátěže v území kraje zatím řešit pouze kombinací organizačních a technických opatření, které budou v dalších letech připravovány a realizovány. Ani po dobudování těchto opatření však není reálné předpokládat docílení splnění limitních hladin ve venkovním chráněném prostoru v celé oblasti kraje v blízkosti zatížených komunikací.

Rozsah navrhovaných protihlukových opatření je zejména dán rozsahem uvolněných finančních prostředků ze státního rozpočtu do této oblasti. Proto jsou navrhovány kombinace opatření ve vnějším i vnitřním prostředí v tom pořadí, aby účinek na obyvatele byl v daném omezeném rozsahu uvolněných finančních prostředků co nejefektivnější a nejvýraznější. K danému úkolu není možno přistupovat nesystémově a situaci řešit podle počtu stížností občanů, ale podle faktického výsledku protihlukové úpravy, výhledové dopravní situace a počtu zasažených osob. V ostatních „méně efektivních“ lokalitách je třeba situaci řešit vzhledem k nedostatku finančních prostředku ze státního rozpočtu formou časově omezené výjimky.

Celkové požadované snížení emise hluku z dopravy snížením průjezdů, které je dáno převážně zatížením, tj. počtem průjezdů po celé silniční síti v ČR, je z hlediska vývoje nereálné a danou situaci je třeba akceptovat.

Teoreticky lze po vyčerpání uvolněných finančních prostředků situaci částečně řešit i organizačními opatřeními ke snížení emisních hodnot hluku typu zákazu případně omezení vjezdu např. nákladní dopravy. Řešení situace

v omezené lokalitě např. omezením průjezdů dopravy však není systémovým řešením a problém by se tak přelil do jiné lokality, která na to navíc není obvykle uzpůsobena i z hlediska parametrů komunikací. Uvedená opatření jsou pak následně velmi silně kritizována občany i přepravci, jelikož doprava je pak částečně vedena místy, kde nebyly hlukové limity dříve překročeny a problém s množstvím dopravy je pouze přesunut do jiné lokality.

V rozsáhlé oblasti opatření pro snížení hlukové zátěže ze silniční dopravy, která zahrnuje opatření u zdroje hluku, na dráze šíření hluku a u příjemce resp. na budovách, existují různé přístupy ke členění těchto opatření. Následující přehled zohledňuje hierarchický přístup, dle kterého z hlediska priorit lze protihluková opatření strukturovat následovně:

- urbanisticko-architektonická protihluková opatření,
- urbanisticko-dopravní protihluková opatření,
- dopravně-organizační protihluková opatření,
- stavebně-technická protihluková opatření.

Urbanisticko-architektonická protihluková opatření

Hlavní zásady těchto opatření, které se uplatňují v rámci územního plánování, spočívají v:

- Komplexním řešení obytných souborů z hlediska funkčního uspořádání. Doporučuje se využívat blokovou zástavbu.
- Ve vhodné dislokaci objektů podle jejich účelu. Blíže ke komunikaci situovat objekty nevyžadující protihlukovou ochranu.
- Ve vhodném dispozičním řešení obytných prostor. Obývací místnosti a ložnice situovat na odvrácenou stranu od komunikace.
- Ve vhodném výškovém řešení urbanizovaného prostředí. Využívat zvukového stínu vytvářeného budovami.
- Ve vhodném architektonickém řešení budov. Zabývat se i tvarem budovy a průčelí.

Urbanisticko-dopravní protihluková opatření

Dopravního systém by měl:

- optimalizovat přepravní nároky a racionalizovat přepravní vztahy,

- budovat nové komunikace s dokonalou protihlukovou ochrannou, na které se pak doprava v nevyhovujících lokalitách převede
- z centra a obytných zón by měla být vyloučena tranzitní doprava,
- rychlostní komunikace vést mimo obytné zóny a areály s vyššími nároky na hlukovou ochranu,
- v blízkosti obytných souborů vyloučit těžkou nákladní dopravu,
- jednotlivé druhy dopravy soustředit do hlavních tras s možností vytvoření protihlukových opatření,
- trasy komunikací vést v dostatečné vzdálenosti od obytných budov,
- v městech vytvořit podmínky pro preferenci městské hromadné dopravy,
- dopravní plochy, jako parkoviště, apod. navrhovat v dostatečné vzdálenosti od obytných, zdravotních, školních a rekreačních zón,
- v centrech měst a sídlišť organizovat klidové zóny s vyloučením automobilové dopravy a s časově omezeným vjezdem vozidel pro zásobování,
- Zamezení vzniku nové zástavby v akusticky nevhodných územích představující důsledné uplatnění nařízení vlády č. 148/2006 Sb., kde u nové zástavby není možno použít pro hluk z dopravy korekci +5 dB pro chráněný vnitřní prostor staveb zkolaudovaných po dni nabytí účinnosti tohoto nařízení.

Dopravně-organizační protihluková opatření

- Omezení rychlosti všech nebo jen nákladních vozidel.
  Redukce jízdní rychlosti je účinným regulačním opatřením pro dopravní hluk. Lokální omezení rychlosti jsou účinná z hlediska hluku jen, jsou-li uplatňována bez opatření, která zvyšují akceleraci vozidel. Aplikované metody by měly zajistit plynulost dopravy a podpořit neagresivní jízdní styl. Na některých úsecích se snížení rychlosti ukázalo jako kontraproduktivní, jelikož řidič je nucen přeřadit na nižší rychlostní stupeň a tudíž vzroste hluk od hnací jednotky.
  Vedle rychlostních limitů lze rychlost účinněji redukovat technickými opatřeními např. ukazateli směru, pruhy pro důraznější uvědomění si rychlosti, zúžením komunikace, atd. Lze dosáhnout redukce hluku o cca 2-3 dB.
- Omezení rychlosti jízdy vozidel v noční době.

- Snížení intenzity dopravy zákazem vjezdu nákladních vozidel, zřizováním objížděk a určením jednosměrných ulic.
  Vliv snížení intenzity prostřednictvím odklonu dopravy je zobrazen na následujícím obrázku. Pokles dopravní intenzity na polovinu přináší znatelný pokles hladiny hluku o 3 dB. Subjektivní pokles hluku o polovinu (-10 dB) vyžaduje snížení dopravy o 90 %.
- Zvýšením plynulosti dopravy koordinováním světelně řízených křižovatek s dynamickým cyklem, vypnutím signalizačních zařízení během noci.
- Vyčlenění zvláštního jízdního pruhu pro určité druhy vozidel, např. autobusy.
- Vhodné umístění zastávek hromadné dopravy a parkovacích ploch.

Pokles dopravní intenzity na polovinu přináší pokles hladiny hluku pouze o 3 dB. Snížení rychlosti dopravy daného složení v obcích z 50 km/hod v obou směrech na 40 km/hod představuje průměrné reálné snížení hlukové emise pouze o cca 0,1 až 0,2 dB, což nemá z hlediska účinku při nižších rychlostech téměř žádný význam.

Stavebně-technická protihluková opatření

Zahrnují opatření u zdroje hluku, opatření na dráze šíření hluku a opatření na budovách.

Opatření u zdroje hluku. Vhodná řešení, která snižují hlučnost zdroje hluku jsou např., zabezpečení podmínek pro plynulý pohyb vozidel, mírný podélný sklon nivelety silniční komunikace, budování krytů vozovky ze speciálních povrchů – zejména u komunikací pro vyšší rychlosti atd.

Hodnocení vybraných opatření:

Opatření v silniční dopravě		**Lokální účinek (dB)**
Nízkohlučné povrchy vozovek		**0-3**
Dopravní management	Intenzita dopravy, odklon, obchvaty	**0-20**
Redukce dopravy, dopravní proud	Rychlostní limity	**0-4**
	Omezení dopravy	**0-3**

Redukce dopravy, dopravní proud	Optimální proud, dostupnost, zelená	**0-2**
	Vedení trasy	**0-2**
	Chování řidičů	**0-5**

Opatření na dráze šíření hluku.

Akusticky dostatečně neprůzvučné překážky postavené na dráze šíření zvukových vln, snižují vytvářením zvukového stínu hladiny akustického tlaku za překážkou. Vhodným řešením je vytváření překážek, jako jsou:
protihlukové stěny, zemní valy, hmotné objekty a vegetace. Protihlukové stěny mohou redukovat hlukovou hladinu až o 15 dB, používá se množství různých druhů materiálů a existuje mnoho různých druhů konstrukcí.

Opatření na budovách.

Je realizováno jako zvýšení vzduchové neprůzvučnosti nejslabšího článku obvodového pláště budovy (převážně oken) chráněných budov.

Opatření v silniční dopravě		**účinek (dB)**
Zvuková izolace	Okna	**0-10**
Projektování stavby	Uspořádání místností	**0-10**
	Orientace budov	**0-20**

Obecné hodnocení protihlukových opatření:

Opatření v silniční dopravě		**účinek (dB)**
Územní plánování a management	Umístění zdrojů hluku, prostorové koridory silniční a železniční dopravy	**0-6**
	Hlukové zónování	**0-20**
	Aplikace necitlivých provozů	**0-20**
Stínění hluku	Bariéry	**0-15**
	Podúrovňové komunikace	**0-5**
	Budovy jako hlukové bariéry	**0-20**
	Kombinace budovy-bariéry	**0-20**
	Tunely	**0-30**
	Vegetace	**0-1**

Porovnání vybraných opatření

	Existující komunikace/budovy			
Vybraná protihluková opatření	**účinnost**	**proveditelnost**	**životnost**	**náklady**
Komunikace v zářezu	***	**	****	**
Komunikace na náspu	**	**	****	**
Tunely	****	*	****	*
Zastřešený zářez	****	**	****	*
Viadukty	***	**	****	*
Protihlukové bariéry	**	**	**	***
Izolace fasád	***	***	***	***
Řízení dopravy	**	***	***	***
Speciální trasy pro nákladní	**	***	***	***
Plynulý dopravní proud	**	**	**	***
Zvýšení veřejné dopravy	*	***	**	**
Tišší vozidla	**	**	**	***
Nízkohlučné povrchy vozovek	**	**	*	***
Tišší pneumatiky	**	**	*	****
*Pozn. * špatné; **přijatelné; *** dobré; **** velmi dobré*				

Posouzení koncepce zatížení dominantních komunikací:

Jako globální strategií omezující negativní vliv hluku na velké plochy a široký okruh obyvatel bez omezení dopravy, lze na základě exaktní akustiky, doporučit maximální převedení dopravního provozu z velkého počtu méně preferovaných a nedůležitých komunikací rozptýlených po velké ploše území, do omezeného množství důležitých a dostatečně propustných hlavních komunikací – což v našem případě představují komunikace I. tříd.

Při řešení dané situace tímto efektivním způsobem dojde sice k určitému nárůstu hluku na omezeném počtu míst u preferovaných hlavních komunikací, ale stávající hladina hluku je na nich již stejně překročena a celkový nárůst součtové energetické hladiny hluku tímto zvýšením dopravy je podstatně nižší, než u komunikací s malým průjezdem (dle principu energetického sčítání zdrojů hluku). Jestliže například zvýšíme počet projíždějících vozidel u hlavní komunikace z 20 000 na 30 000 vozidel/24 hodin, stoupne celková ekvivalentní hladina hluku o cca 1,6 - 1,8 dB(A). Jestliže pak následně převedením dopravy

na hlavní komunikaci poklesne o tento počet vozidel průjezd místní komunikace z např. 11 000 na 1 000 vozidel, poklesne celková ekvivalentní hladina hluku u této komunikace o cca 10 dB(A).

Tím, že je zvýšena intenzita dopravy na uvedených hlavních dopravních tazích dojde sice k určitému malému nárůstu hlukových hladin v jejich okolí, ale tímto opatřením zajistíme podstatně větší plochu území "klidu", resp. území, kde probíhají "dopravně odlehčené" komunikace a kde budou dodrženy hlukové limity stanovené hygienickými předpisy.

Popis a postup řešení předpokládaných opatření

V závislosti na uvolňování finančních prostředků ze státního rozpočtu budou realizovány opatření ke snížení hluku. Opatření představují ve vhodných lokalitách obchvaty a přeložky komunikací. Tato opatření jsou z hlediska hluku, ale i z jiných hledisek jako např. dopravních a bezpečnostních nejvýhodnější.

Jako doplňkové opatření budou realizovány výstavby protihlukových clon, bariér a ve vybraných obcích IPHO (individuální protihlukové ochrany - výměny oken s vyšší neprůzvučností).

Původně uváděný počet obyvatel v tabulce, u kterých dojde k poklesu hluku po realizaci obchvatu nebo přeložky pod povolené hygienické limity je pouze odhadnut, jelikož není možno přesně určit jakým podílem dopravní zátěže a složením dopravy (nákladní/osobní) dojde ke snížení zprovozněním záměru (obchvatu, přeložky) a není známo rozložení zasažených obyvatel v blízkosti předmětných komunikací. Např. u větších měst se silnou vnitroměstskou dopravou obvykle dochází na přeložce (obchvatu) komunikacích I. třídy k poklesu pouze o 20 až 30 % u menších obcí s převažující tranzitní dopravou je na obchvat převedeno 90 až 95% původní dopravy.

8. Hodnocení ekonomické efektivnosti protihlukových opatření

Jednotlivé typy protihlukových opatření se od sebe ve svých charakteristikách významně liší a není proto možné uvažovat o jednotné metodě ekonomického hodnocení pro všechna opatření. Z povahy věci vyplývá, že hodnocení se bude vztahovat vždy k navrženým řešením lokálních problémů. Obtížně se proto bude hodnotit využití ekonomických nástrojů. Ty jsou svojí povahou celonárodní a nelze je využít pro řešení jednotlivé lokality. Jejich využití v zásadě předpokládá zákonodárnou iniciativu a zvažování makroekonomických, případně zahraničně-politických důsledků. Jistou výjimkou může být lokální zpoplatnění dopravní infrastruktury, např. vjezdu do centra města nebo použití mostu apod. Tyto ekonomické nástroje lze využít na lokální úrovni například i za účelem snížení hlukové zátěže v problémové lokalitě. Dalším ekonomickým nástrojem, kterým lze na lokální úrovni čelit nepříznivé hlukové situaci, jsou různé poplatky (hlukové, přistávací) spojené s provozování letecké dopravy.

Dále jsou tu opatření, které lze zahrnout do kategorie „dopravně-regulační". Do této kategorie patří jak opatření lokální povahy, tak opatření realizovatelné pouze na regionální či národní úrovni. Mezi lokální dopravně-regulační opatření na snížení hlukové zátěže patří typicky lokální omezení vjezdu individuální a/nebo nákladní dopravy, zavedení či zpřísnění rychlostních limitů, urbanistické řešení sídel a vedení infrastruktury, omezení nočních letů apod. Naopak regionální má budování integrovaných systémů veřejné dopravy, které mohou přispět ke snížení objemů individuální dopravy.

Poslední kategorií jsou protihluková opatření technická. Jde o opatření na zdrojích hluku, na příjemcích hluku a na cestě šíření hluku mezi nimi. Pro řešení lokálního problému s nadměrnou hlukovou zátěží nelze uvažovat s opatřeními u zdroje hluku (např. různé úpravy převodovek, motorů a pneumatik automobilů, lokomotiv či letadel, typ brzd u železničních vagónů apod.). Každé z těchto opatření přinese snížení hlukové zátěže na makroúrovni. Naopak opatření v prostoru mezi zdrojem hluku a příjemcem a u příjemce samotného jsou svým charakterem vhodná pro řešení problematických lokalit z hlediska hluku. Pravděpodobně nejúčinnější opatření je uzpůsobení nově tvořeného prostoru tak, aby byla předem minimalizována hluková zátěž z existujících a potenciálních zdrojů hluku. Pozornost tomuto aspektu protihlukové

ochrany musí věnovat urbanisté a projektanti. U těchto ex ante opatření často nelze rozlišit náklady na samotnou protihlukovou ochranu, neboť tato je integrální součástí celkového řešení (např. architektonické řešení budov, urbanistické řešení sídel a vedení dopravní infrastruktury apod.).

Z dikce směrnice 2002/49/ES však vyplývá, že při hodnocení protihlukových opatření jde zejména o řešení již existujících problémových lokalit, tedy ex post. Tato kategorie opatření zahrnuje nejrůznější úpravy na komunikaci a jejím okolí (tlumivé povrchy, odklonění dopravy do tunelů, budování protihlukových valů, atd.) a úpravy na příjemcích hluku, resp. na budovách (zvuková izolace oken a fasád, konstrukce dveří a další).

Z výše uvedeného analytického přehledu tedy lze vybrat taková opatření, která jsou vhodná pro řešení lokálních problémů s nadměrnou hlukovou zátěží z dopravy.

Pro potřeby výběru metod hodnocení veřejných projektů je vhodné rozlišovat:

- projekty nezávislé, vzájemně se vylučující,
- projekty nezávislé, vzájemně se nevylučující,
- projekty závislé.

V oblasti protihlukových opatření se zpravidla setkáváme s první kategorií projektů, tedy s projekty, které jsou na sobě nezávislé (tedy realizace projektu A není podmíněna realizací projektu B), a které se vzájemně nevylučují (jde například o více různých řešení protihlukové ochrany dané lokality).

Ekonomická analýza projektů slouží jako podklad pro rozhodování o jejich realizaci. Z jiného úhlu pohledu, ekonomická analýza může přispět k nalezení ekonomicky nejefektivnějšího řešení daného problému. Dalšími kritérii kromě ekonomické efektivnosti může být dosažení větší spravedlnosti (např. přerozdělování definované určitým způsobem), národní nezávislost, snížení environmentálních rizik apod. Ekonomickou analýzou obecně rozumíme porovnání společenských nákladů a přínosů realizace daného projektu či opatření. Při hodnocení projektů se můžeme setkat též s pojmem finanční analýza. Finanční analýza na rozdíl od ekonomické analýzy vychází z běžných účetních výsledků (nákladů, výnosů, apod.), z kterých vypočítává ukazatele dávající obraz o stavu podniku, investice apod. Při finanční analýze však nejsou zohledněny přínosy či náklady subjektů vně podniku či investice.

Pro potřeby ekonomické analýzy jsou použity pojmy: vstupy, výstupy, výsledky a účinky. Vstupy jsou všechny zdroje použité na produkci plánovaných výstupů, výsledků a účinků. Obvykle se měří prostřednictvím kvantitativních, finančních, případně naturálních ukazatelů. Výstupy jsou pak služby vytvořené prostřednictvím použití vstupů. Výsledky jsou kvalitativní ukazatel, který hodnotí, čeho se prostřednictvím vstupů dosáhlo (míra snížení hluku apod.) Účinky jsou nejkomplexnější ukazatel hodnocení, které se prostřednictvím vstupů vytvořilo.

Metod pro hodnocení veřejných projektů je celá řada. Základní rozlišující charakteristikou je, zda se jedná o hodnocení kvalitativní či kvantitativní. Standardní klasifikace kvantitativních metod dělí metody hodnocení veřejných projektů podle počtu hodnotících kritérií na jednokriteriální a vícekriteriální. Jednokriteriální metody předpokládají existenci jednoho hodnotícího kritéria, společného jmenovatele, na který lze všechna ostatní kritéria převést. Typicky je tímto společným jmenovatelem monetární ocenění. Při vícekriteriálním hodnocení se vychází z vícero kritérií, kterým se přiřazuje určitá váha a výsledné hodnocení všech těchto vážených kritérií (např. multikriteriální hodnocení).

Jednokriteriální metody

Analýza minimalizace nákladů (Cost Minimizing Analysis - CMA)

Metodu CMA lze doporučit pouze u hodnocení malých a téměř srovnatelných projektů nebo u nabídek veřejné zakázky malého rozsahu, které mají navíc stejnou dobu životnosti. Touto metodou není možné srovnávat projekty s rozdílnou dobou životnosti. Pro hodnocení metodou CMA se určí výše celkových nákladů a podle kritéria nejnižších nákladů se vybere projekt s nejnižší hodnotou *C*.

Hodnota celkových nákladů C:

$$C = C_0 + \sum_{t=1}^{n} C_t \ ,$$

kde C_0 je pořizovací cena,

C_t je náklad v období t,

n je konečný časový horizont, kdy projekt završí svou životnost.

Analýza nákladů a přínosů (Cost Benefit Analysis - CBA)

Metoda CBA spočívá v porovnání celkových nákladů projektu s celkovými přínosy, případně se zohledněním rozložení nákladů a přínosů u jednotlivých aktérů projektu. Základním specifikem analýzy nákladů a přínosů je to, že jsou veškeré náklady a přínosy oceňovány v peněžních jednotkách.

CBA pro hodnocení a výběr projektů používá několik standardních ukazatelů:

- čistou současnou hodnotu projektu (Net Present Value, NPV),
- hodnotu vnitřního výnosového procenta (Internal Rate of Return, IRR),
- poměru přínosů a nákladů (Benefit to Cost Ration, B/C)

Při hodnocení projektů metodou CBA se nejdříve určí výše nákladů a přínosů v peněžních jednotkách (s využitím nejrůznějších metod oceňování). Druhým krokem je výběr kritéria rozhodování (NPV, B/C, IRR). Výsledky hodnocení alternativních variant projektu se posoudí vybraným kritériem a vybere se projekt s nejlepším hodnocením.

Čistá současná hodnota (NPV)

Tento ukazatel se získá tak, že se od diskontované hodnoty očekávaných výnosů investice odečte diskontovaná hodnota jejích očekávaných nákladů. Matematicky je toto kritérium dáno vztahem:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

kde B_t je přínos v období t,
C_t je náklad v období t,
r je diskontní sazba,
n je konečný časový horizont, kdy projekt završí svou ekonomickou životnost.

Projekt je společnosti přínosem, jestliže současná hodnota toků přínosů vyváží současnou hodnotu toků nákladů a NPV je tedy větší než nula.

Poměr přínosů a nákladů (Benefits to Costs Ration, B/C)

$$B/C = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{C_t}(1+r)^t$$

kde:

B_t je přínos v období t,

C_t je náklad v období t,
r je diskontní sazba,
n je konečný časový horizont, kdy projekt završí svou ekonomickou životnost.

Podle tohoto kritéria lze projekt považovat za přijatelný, pokud je splněné kritérium, že ukazatel B/C je větší nebo roven jedné. Je-li ukazatel B/C menší než jedna, náklady převyšují přínosy a projekt není doporučen k realizaci. Čím je hodnota B/C vyšší, tím lepší je projekt. Při vzájemném porovnávání projektů by měly být zvoleny ty projekty, které mají nejvyšší efekt z jednotky nákladů.

Analýza efektivnosti nákladů (Cost-effectivenesss analy sis - CEA)

Používá se, pokud je ocenění přínosů (užitků) projektů v peněžních jednotkách komplikované. Při tomto typu analýzy se efektivnost projektu nevyjadřuje prostřednictvím peněžních jednotek, ale výstupy se měří prostřednictvím vhodných naturálních nebo fyzických jednotek (např. počet opravených strojů, počet ošetřených lidí, indikátor biodiversita, počet let života apod.)

Kritériem výběru u CEA je podíl C/E (nejnižší náklady C na jednotku výstupu E), výběr ukazatele výstupu je spojený s celou řadou problémů. Nejvýraznější z nich jsou případy, kdy existuje více druhů užitků nebo není možné jednotlivé užitky navzájem porovnat. Pro efektivní použití metody CEA musí být splněny následující předpoklady:

1. existuje jen jeden cíl projektu, který představuje jasnou dimenzi ve vztahu kritéria v hodnocení výsledků projektu,
2. v případě, že projekt má více cílů, všechny posuzované varianty dosahují tyto cíle ve stejné míře.

U CEA existuje několik způsobů hodnocení a stanovení pořadí alternativ, a to:

- stanovení nákladů na jednotku výstupu,
- formou sestupné efektivnosti pro stejné náklady,
- vzrůstající náklady pro stejnou efektivnost.

Při použití smlouvy CEA je třeba dodržet zásadu stejnorodosti hodnocených výstupů.

Analýza nákladů a užitku (angl. Cost-utility analysis - CUA)

Metoda CUA je variantou analýzy nákladů a přínosů (CBA), která vznikla v souvislosti s ekonomickou analýzou zdraví a používá se typicky pro hodnocení veřejných projektů a programů z oblasti zdravotnictví.

CUA pro ekonomickou analýzu zdraví je založena na sledování porovnávání přírůstků vstupů - inkrementálních nákladů projektu a výstupů projektu. Přínosy se měří v jednotkách tzv. životnosti, upravené o kvalitu života. Rovněž se používá měření prostřednictvím i jiné nepeněžní míry, kdy je identifikován užitek pro pacienta. Inkrementální náklady programu se porovnávají s inkrementálními náklady zlepšení zdraví, přičemž toto zlepšení se měří prostřednictvím tzv. „kvalitativně vážených let života - QALY".

Základní problém, který při hodnocení metodou CUA vzniká, řeší kvantifikací dvěma základními formami:

- exaktním měřením parametrů nabídky jako je např. hladina hluku
- expertním vyjádřením pomocí bodového hodnocení, kdy hodnotící komise (experti) hodnotí nabídky na základě kvalitativní charakteristiky nabídek, kdy tyto charakteristiky jsou kvantifikovány pomocí nominálních, ordinálních, či kardiálních stupnic a škál. Tento způsob však u první formy kvantifikace užitku pak CUA mění na CEA a u druhé formy kvantifikace užitku již spadá do metod vícekriteriálního hodnocení, kdy pro bodové ohodnocení je vhodné zavést více kritérií na základě kterých je možné užitek kvantifikovat.

Index KNI

Švýcarští autoři Roger Danthine a Jakob Oerdi (nedatováno) vyvinuli pro potřeby hodnocení koridoru Huckepack v kantonu Aargau metodu hodnocení protihlukových opatření pomocí indikátoru „Kosten-Nutzen-Index" („Index využití nákladů"). Index vychází z konceptu optimálního znečištění, jak jej zná environmentální ekonomie. Výpočet indexu KNI j e teoreticky jednoduchý:

$$KNI = \frac{I_a}{\Delta dB(A) \cdot P},$$

Δ dB(A) je změna hlukové zátěže po implementaci protihlukového opatření,
P je velikost zasažené populace.

Roční náklady (Ia) zahrnují anualizované investiční náklady a provozní náklady daného opatření/zařízení. Z publikované metodiky není zcela zřejmý způsob anualizace investičních nákladů. Autoři vycházejí z hodnoty odpisů a úroků a odhadují, že parametr Ia lze odhadnout s přesností ± 20%.

Snížení hlukové zátěže (Δ dB(A)) je dáno jako vážený průměr změn u jednotlivých receptorů v dB. Vážení se provádí z toho důvodu, že stejné snížení v různých hlukových pásmech má jiný dopad na percepci hluku zasaženými obyvateli. Pro posouzení významu snížení hlukové zátěže v jednotlivých pásmech se využívá funkcí expozice - odpověď, které udávají vztah intenzity hluku a podílu populace, která je hlukem obtěžována (viz např. obr. 4 vytvořený dle Miedma and Oudshoorn, 2001; LA - light annoyed, A - annoyed, HA - highly annoyed). Danthine a Oerdi (nedatováno) používají podobnou funkci pro hluk z železniční dopravy (Eidgenössische Kommission, 1982).

Počet zasažených obyvatel (P) autoři indexu KNI odhadují z hustoty zalidnění daného prostoru.

Interpretace KNI je jednoduchá: čím je KNI nižší, tím je opatření výhodnější. KNI v zásadě udává roční náklady na „obyvatelo-decibel". KNI se snižuje se snižování investičních nákladů, zvyšováním redukce hluku a

počtu obyvatel. Tabulka 6 uvádí tři příklady reálných situací uplatnění KNI. Při bližší analýze tabulky vyplyne, že není zřejmý způsob převodu investičních a provozních nákladů na roční náklady. Z tabulky též vyplývá vliv proměnných na konečnou hodnotu KNI.

Autoři doporučují realizovat pouze taková protihluková opatření, která mají KNI nižší než 80. Pro hodnoty KNI < 80 autoři dále vytvořili hodnotící stupnici:

velmi dobrý KNI < 20
dobrý až akceptovatelný KNI 20 - 60
špatný KNI > 60

Příklady použití indexu KNI

	Investiční náklady (CHF)	**Roční náklady (CHF)**	**Redukce hluku (dB)**	**Počet zasažených obyvatel**	**KNI**
Příklad	603 000	41 300	9	18	255
Příklad	1 131 000	90 600	16	109	52
Příklad	958 000	72 000	13	405	14

Index KNI je příkladem využití metody nákladové efektivity (CEA - Cost Effectivity Analysis). Cílem je srovnat náklady na jednotku výstupu (v případě KNI je jednotkou výstupu „obyvatelo-decibel"). Opatření s nižšími náklady na jednotku výstupu jsou proto preferována před opatřeními s vyššími náklady na jednotku výstupu. Proto též platí, že čím je KNI nižší, tím je projekt akceptovatelnější. Stanovení hranice KNI < 80 pro celkovou akceptabilitu navrhovaného opatření je arbitrární a pro české podmínky by pravděpodobně bylo nutné tuto hranici modifikovat. Index KNI je vhodný pro srovnávání variant takových protihlukových opatření, u kterých jsou známy investiční a provozní náklady, doba životnosti, počet zasažených obyvatel a vážený průměr snížení hlukové zátěže u všech receptorů.

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti protihlukových opatření pro řešení lokálních problémů s nadměrnou hlukovou zátěží je možné využít některou z jednokriteriálních metod hodnocení veřejných projektů. Příklad využití metody analýzy nákladů a přínosů pro hodnocení protihlukové bariéry je uveden v jiné části této zprávy. Je třeba však pamatovat i na vícekriteriální

metody, které mohou být s úspěchem využity při hodnocení komplexnějších opatření. Doplňkovou, nicméně významnou roli, mohou hrát participativní metody rozhodování. Jedná se o metody, které explicitně počítají s účastí veřejnosti na rozhodování o alokaci veřejných prostředků na různé účely. Při tvorbě metodiky hodnocení protihlukových opatření by tyto metody zapojování veřejnosti do rozhodování neměly být opomenuty. Při testování metodiky na případové studii by bylo vhodné začlenit též některou z participativních metod a na základě získaných zkušeností zhodnotit možnosti jejího širšího využití.

9. Zpracování tiskových výstupů

Textová část zprávy – Akční plán

V textové části AP je uveden popis území, legislativní rámec, shrnutí výsledků ze strategických hlukových map, odhady počtů osob obtěžovaných hlukem a rušených ze spánku, stávající a navrhovaná protihluková opatření a jejich hodnocení. V průvodní zprávě AP jsou uvedeny postupy zpracování, poskytnutá data, možnosti snižování hluku, metody hodnocení, doporučení a závěr.

Tabulková část

V tabulkové části jsou uvedeny počty obyvatel v jednotlivých hlukových pásmech.

Dále jsou v tabulkové části uvedeny vypočtené množství osob obtěžovaných hlukem a počty obyvatel rušených ze spánku.

Grafická část

V grafické příloze jsou pro orientaci zobrazeny celkové situace Strategických hlukových map vybraných úseků komunikací I. tříd ve správě ŘSD pro ukazatel L_{dvn} a dále vybrané úseky, kde budou realizována protihluková opatření.

10. Závěr

Z výsledků výpočtů a následného hodnocení vyplývá, že relevantní vliv na akustickou situaci území mají v současné době převážně dominantní komunikace procházející daným územím. Po realizaci protihlukových opatření, které jsou součástí AP, lze očekávat konvergenci k cílům dlouhodobého konzistentního progresu, který je v rámci AP, resp. celého strategického hlukového mapování očekáván.

Shrnutí přípravy dat a doporučení

Poskytnutá data v rámci předaných SHM se ukázala jako ne zcela dostatečná pro další využití. Zpracovatelé pocítili absenci dat, resp. mapových vrstev zejména s obytnými budovami, počty obyvatel a dále pak umístěním školských a zdravotních zařízení.

Avšak s využitím územních plánů a dalších veřejně dostupných podkladů, se zpracovatelům podařil tento nedostatek alespoň částečně překonat a doplnit počty obyvatel pro další výpočty.

Při dalším zpracování AP, resp. při jejich aktualizaci, doporučujeme zadavateli poskytnout zpracovatelům AP veškerá dostupná data, která měli k dispozici zpracovatelé strategických hlukových map.

Další, zcela podstatnou a z dlouhodobého hlediska přínosnou skutečností, by bylo zavedení centrálního GIS zpracování plánů a dalších opatření, které se týkají plánování protihlukových opatření. Je tím myšleno alespoň schematické zakreslování navrhovaných protihlukových opatření, ale i přeložek komunikací, obchvatů apod. do GIS prostředí, resp. vrstev. Zpracovatel AP vytvořil jednoduchou vrstvu s vybranými úseky komunikací I. tříd, na kterých byly zpracovávány SHM, aby bylo jednoduchým porovnáním zřejmé, zda jsou navrhovaná opatření vztažena k těmto „horkým místům“, nebo zda jsou z hlediska SHM zcela irelevantní.

K jednotné koordinaci zpracování hlukových opatření by jistě prospěla i lepší informovanost správních orgánů uvnitř jednotlivých krajů.

Shrnutí výpočtů a doporučení

I přes absenci zcela relevantních dat se zpracovatelům AP alespoň částečně podařilo, odborným kvalifikovaným odhadem doplnit chybějící počty obyvatel do dalších výpočtů, které byly důležité pro odhady počtů osob obtěžovaných hlukem a rušených ze spánku.

Výpočty byly prováděny v aplikaci Microsoft Excel, za použití standardních výpočetních operací a využíváním funkcí makro.

Pro další zpracování, resp. pro aktualizaci Strategických hlukových map a Akčních plánů doporučujeme dodržovat následující doporučení:

- Dokončit zcela jasnou metodiku zpracování SHM a AP, nelze v průběhu zpracování AP řešit zcela podstatné otázky ohledně zpracování
- Zadávat zpracování SHM a AP pouze kvalifikovaným osobám z oblasti akustiky, techniky, dopravy a územního plánování
- Stanovit jednotnou výpočetní metodiku, která přinese jasné a objektivní výsledky, zcela pro podmínky ČR
- Poskytovat veškerá vstupní data; je nepřípustné a proti smyslu celého záměru, aby všechna data měl k dispozici pouze zpracovatel SHM, ale nikoliv zpracovatel AP
- Pro zpracování celého procesu strategického hlukového mapování poskytnout více času (ne pouze cca 2 měsíce)
- Přenést zpracování Strategických hlukových map a navazujících AP z MZd. (kam z logiky věci a zkušeností z EU nepřísluší) na MD nebo na MŽP.

11. Seznamy a odkazy

Použitá literatura

- Autorizační návod AN 15/04 verze 2 k hodnocení zdravotních rizik hluku v mimopracovním prostředí, SZÚ, 05/2004
- Hluk a jeho zdravotní účinky. http://www.szu.cz/chzp/hluk/zakladni-info/zdravotni-ucinky-hluku.html
- Ing. Jan Fišer: Diplomová práce: Posouzení obce Průhonice z hlediska životního prostředí, Fsv ČVUT 2004
- Liberko, M: Hluková politika v Evropské unii a v České republice. http://www.mvcr.cz/casopisy/2003/0005/tema_2.html
- Vyhl. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě
- Strategická hluková mapa hlavních silnic 2007, Zdravotní ústav v Pardubicích 2007
- Metodika zpracování akčních plánů pro okolí hlavních silnic, hlavních železničních tratí a hlavních letišť, Centrum dopravního výzkumu, 2006
- Územní plány dotčených měst

Internetové odkazy

- www.cdv.cz
- www.nrl.cz
- www.mzcr.cz
- www.cenia.cz
- www.cuzk.cz
- www.szu.cz

12. Přílohy