

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta humanitních studií

Katedra sociální a kulturní ekologie



# **Srovnávací studie variant hodnocení hluku v urbánním prostředí**

Diplomová práce

**Bc. Michaela Pomališová**

Praha 2010

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Bedřich Moldan, CSc.

Konzultant práce: PaedDr. Tomáš Hák, PhD.

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila jsem jen uvedené prameny a literaturu. Tato práce dosud nebyla využita k získání žádného akademického titulu. Současně dávám svolení k tomu, aby byla zpřístupněna v příslušné knihovně a prostřednictvím elektronické databáze vysokoškolských kvalifikačních prací v repozitáři Univerzity Karlovy a používána ke studijním účelům v souladu s autorským právem.

V Praze dne 12. 11. 2010

Podpis

## **Poděkování**

Za odborné vedení, čas a trpělivost děkuji vedoucímu práce Prof. RNDr. Bedřichu Moldanovi, CSc. a konzultantovi práce PaedDr. Tomášovi Hákovvi, PhD.

Poděkování za ochotnou pomoc, cenné podněty, inspiraci a podporu patří všem jmenovaným a těm, které jsem jmenovat opomněla:

Ing. Ondřej Bodlák (Jičín); Prof. RNDr. Martin Braniš, CSc.; Mgr. Ján Griger; Mgr. Zdeňka Kovářiková; Ing. Jiří Krutina; Eva Krutinová; RNDr. Miloš Liberko; Mgr. Vojtěch Máca, Ph.D.; Mgr. Josef Novák, PhD.; Ing. Petr Pavelčík (Uherské Hradiště); Mgr. Jaroslav Pomališ; Eva Pomališová; Mgr. Lenka Pomališová; Ing. Hynek Rulíšek (Kopřivnice); PhDr. Ivan Rynda; RNDr. Viktor Třebický, Ph.D; Ing. Jiří Trezner (Vsetín); Ing. Jiří Vacek; MUDr. Zdeňka Vandasová.

Za podporu během celého studia a vždy ochotně věnovaný čas ke konzultacím děkuji vedoucímu katedry sociální a kulturní ekologie PhDr. Ivanu Ryndovi.

## ABSTRAKT

Hluk je v současnosti celospolečenským problémem, který obtěžuje především obyvatele zalidněných území. Snižuje jejich *kvalitu života* a ohrožuje zdraví. Citlivost na hluk je velmi individuální, přesto je různými způsoby možné hluk měřit a hodnotit jeho intenzitu i dopad na člověka. Hluk jakožto složka životního prostředí se na základě stížností obyvatel stává předmětem řešení také na úrovni obcí a měst. Do jejich řízení hluku nutně spadá i jeho sledování a přijímání následných opatření. Tato práce se zabývá srovnáváním objektivních i subjektivních metod hodnocení hluku v urbánním prostředí a jeho vlivu na kvalitu a zdraví obyvatel. K tomuto srovnání používá metodu *vícekriteriálního hodnocení variant* známou také jako *multikriteriální analýza*. Srovnává čtyři přístupy k hodnocení hlukové situace, dva objektivní zahrnující měření, jeden subjektivní využívající dotazníkové šetření a jeden smíšený. Vítěznou variantu představuje subjektivní hodnocení, které splnilo zadaná kritéria a váhy důležitosti ze 75 %. Všechny varianty zařazené do analýzy jsou využitelné pro hodnocení hluku ve venkovním prostředí na místní úrovni. Doporučení plynoucí z výsledků této práce je zavést do praxe obcí a měst České republiky vítěznou *kompromisní variantu*, tedy subjektivní metodu Státního zdravotního ústavu v Praze.

## Klíčová slova

Hluk, obtěžování hlukem, vícekriteriální hodnocení variant, kvalita života, indikátory udržitelného rozvoje, strategické hlukové mapování, hlukové mapování, subjektivní hodnocení hluku, měření hluku, městské prostředí.

## ABSTRACT

Noise currently represents a problem in society, which disturbs mainly inhabitants in populated areas. It decreases their *quality of life* and endangers their health. The sensitivity to noise is individual, yet it is possible to measure noise by various means and evaluate its intensity and impact on human beings. Noise as a part of the environment, is becoming on the basis of resident complaints a discussed matter on the town and city level. Their management of noise necessarily involves monitoring and taking subsequent precautions. This work deals with comparing objective and subjective methods in noise evaluation in urban environments and its impact on the quality of life and the health of the residents. It uses a method of the *multicriterial evaluation of variant* also known as the *multicriterial analysis*. It compares four approaches to evaluate noise; two objective involving measuring, one subjective using a survey method and one hybrid. The winning method represents the subjective evaluation, which has fulfilled given criteria and acquired a significance of 75 %. All variants included in the analysis are suitable for noise evaluation in outdoor environments on a local level. The outcome of this work is to recommend towns and cities in the Czech Republic to use the winning *compromising variant*, i.e. subjective method of The National Institute of Public Health in Prague.

## Keywords

Noise, noise annoyance, multicriterial analysis, quality of life, indicators of sustainable development, strategic noise mapping, noise mapping, subjective evaluation of noise, measuring of noise, urban environment.

# OBSAH

Předmluva .....	- 9 -
1. ÚVOD .....	- 10 -
Používané pojmy .....	- 13 -
2. HLUK V PROSTŘEDÍ .....	- 15 -
2.1 Zvuk v životním prostředí .....	- 15 -
2.1.1 Akustika a zvuk .....	- 15 -
2.1.2 Akustická ekologie .....	- 17 -
2.1.2.1 Skupina World Soundscape Project .....	- 18 -
2.1.2.2 Institut CRESSON .....	- 18 -
2.1.2.3 Závěry ze Světového fóra akustické ekologie v Mexiku 2009 .....	- 19 -
2.1.2.4 Kritika konzervativních přístupů .....	- 20 -
2.2 Hlukové znečištění .....	- 22 -
2.2.1 Zvuk se stává hlukem .....	- 22 -
2.2.2 Zdroje hluku .....	- 23 -
2.2.3 Člověk a hluk .....	- 24 -
2.2.3.1 Hluk a zdraví obyvatel v ČR a Evropě .....	- 25 -
2.2.3.2 Hluk v městském prostředí .....	- 27 -
2.3 Hodnocení a měření hluku .....	- 28 -
2.3.1 Subjektivní hodnocení hluku .....	- 28 -
2.3.2 Objektivní měření .....	- 30 -
2.3.2.1 Normy a předpisy .....	- 31 -
2.3.2.2 Měřicí přístroje .....	- 32 -
2.3.3 Indikátory hlukového znečištění v městském prostředí .....	- 33 -
2.3.4 Zkušenosti s hodnocením hluku ve městech ČR .....	- 34 -
2.3.4.1 Vsetín .....	- 34 -
2.3.4.2 Kopřivnice .....	- 35 -
2.3.5 Řízení hluku .....	- 35 -
	- 5 -

3. VÍCEKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT SLEDOVÁNÍ HLUKU V URBÁNNÍM PROSTŘEDÍ	- 37 -
3.1 Rozhodování ve veřejné správě	- 37 -
3.1.1 Metody na podporu rozhodování	- 37 -
3.1.2 Proces rozhodování	- 38 -
3.2 Vícekriteriální hodnocení variant	- 39 -
3.2.1 Stupnice a škály	- 42 -
3.2.2 Metody stanovení vah důležitosti	- 43 -
3.2.3 Stanovení pořadí variant	- 45 -
3.2 Varianty hodnocení hluku v urbánním prostředí	- 47 -
3.2.1 Varianta A a 0 – Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku	- 48 -
3.2.1.1 Souvislosti	- 48 -
3.2.1.2 Metodika měření a sběru dat	- 49 -
3.2.1.3 Ukazatele	- 52 -
3.2.1.4 Využitelnost	- 53 -
3.2.1.5 Technická kritéria	- 56 -
3.2.2 Varianta B – Metodika pro výpočet hluku silniční dopravy	- 57 -
3.2.2.1 Souvislosti	- 57 -
3.2.2.2 Metodika měření a sběru dat	- 58 -
3.2.2.3 Ukazatele	- 59 -
3.2.2.4 Využitelnost	- 59 -
<i>Zdroj: Zdravotní ústav v Pardubicích</i>	- 61 -
3.2.2.5 Technická kritéria	- 62 -
3.2.3 Varianta C – Indikátor ECI B.7 Zatížení prostředí hlukem	- 62 -
3.2.3.1 Souvislosti	- 62 -
3.2.3.2 Metodika měření a sběru dat	- 63 -
3.2.3.3 Ukazatele	- 65 -
3.2.3.4 Využitelnost	- 68 -
3.2.3.5 Technická kritéria	- 68 -
3.3 Stanovená kritéria a váhy pro srovnání variant	- 69 -
3.3.1 Skupina kritérií č. 1: DOPADY NA ZDRAVÍ	- 71 -

3.3.1.1 Poruchy sluchu .....	- 72 -
3.3.1.2 Kardiovaskulární choroby .....	- 72 -
3.3.1.3 Choroby nervového systému .....	- 73 -
3.3.1.4 Choroby epigastria .....	- 73 -
3.3.1.5 Snížení schopnosti soustředění .....	- 73 -
3.3.1.6 Snížení schopnosti komunikace.....	- 73 -
3.3.2 Skupina kritérií č. 2: ZDROJE HLUKU.....	- 74 -
3.3.2.1 Silniční doprava.....	- 76 -
3.3.2.2 Letecká doprava .....	- 77 -
3.3.2.3 Železniční doprava .....	- 78 -
3.3.2.4 Průmyslová výroba .....	- 80 -
3.3.2.5 Stavební činnost .....	- 81 -
3.3.2.6 Sirény záchranné služby .....	- 81 -
3.3.2.7 Restaurace a kulturní zařízení .....	- 81 -
3.3.2.8 Sousedský hluk .....	- 81 -
3.3.3 Skupina kritérií č. 3: INDIKÁTORY.....	- 82 -
3.3.3.1 Podíl zasažených obyvatel hlukem.....	- 83 -
3.3.3.2 Míra obtěžování hlukem .....	- 84 -
3.3.3.3 Rušení spánku hlukem .....	- 85 -
3.3.3.4 Strategická hluková mapa .....	- 87 -
3.3.4 Skupina kritérií č. 4: TECHNICKÁ KRITÉRIA .....	- 88 -
3.3.4.1 Finanční nákladnost .....	- 89 -
3.3.4.2 Technická náročnost .....	- 91 -
3.3.4.3 Časová nákladnost.....	- 92 -
3.4 Stanovení vah důležitosti .....	- 92 -
3.5 Vyhodnocení.....	- 95 -
3.6 Diskuze.....	- 98 -
4. ZÁVĚR .....	- 100 -
Seznam zkratk.....	- 102 -
Seznam boxů .....	- 103 -

Přílohy.....	- 105 -
Literatura.....	- 106 -
Další použitá literatura .....	- 110 -



## Předmluva

Co s hlukem? Před tím, než ho začneme uchopovat, manipulovat a řešit, bychom měli vědět, že ač se široce ve společnosti považuje za něco obtěžujícího a závadného (ať už pro člověka, živou či neživou přírodu a další „materiál“), neodmyslitelně patří do naší úrovně bytí. Tedy má své socio-kulturní kořeny, můžeme snad i říci, že určitý způsob vědomě vytvořeného hluku k nám promlouvá svým jazykem. Za zmínku stojí možná ne úplně minorita současné hudební scény nazývající svůj styl „industrial music“ nebo „noise music“, což ale konzervativnější část populace za již za hudbu nepovažuje. Přesto se někteří lidé vědomě těmto zvukům, lépe hlukům, vystavují nebo je sami vytvářejí. Zálibu v tomto avantgardním hudebním umění lidé nalézají snad právě proto, že jim pomáhá odhalovat své kořeny, možná až prehistorickou paměť nacházející se někde hluboko v jejich buňkách. S některými „hluky“ jsou lidé už tak sžití, že by jejich absenci považovali za narušení jejich už „přirozených“ podmínek života nebo „domovského“ prostředí. Například hluk železnice v kdejaké odlehle vesničce dává svojí pravidelností znát nejen čas jako úder kostelních zvonů, ale značí pro klid duše i to, že vše je na „svém místě“. Lidé, kteří žijí v přítomnosti takového hluku celý život, ho mohou vnímat jako zvuk poezie. Takových hluků může být v různých společnostech, společenstvích a kulturách celá řada.

Bylo by jistě zajímavé a obohacující zkoumat tu pozitivní stránku, který hluk vnáší do lidské společnosti. Bohužel ale většina hluku, kterému jsme vystavováni, má na člověka negativní účinek. Snižuje kvalitu života tím, že narušuje naši spokojenost, obtěžuje a ovlivňuje naši psychiku a zdraví.

Za těmito řádky se už nachází docela seriózní nevědecky „vědecká“ práce, ve které budete už jen těžko hledat nadsázku a vtip. Vědecká v uvozovkách proto, že humanitní věda se obecně za vědu nepovažuje. Věda o člověku se totiž velmi těžko dělá, když se téměř vždy pohybujete od subjektivního hodnocení jednoho k subjektivnímu hodnocení druhého, třetího atd. Zkuste převést spokojenost nebo zuřivost na číslo, případně mezi těmito dvěma veličinami vytvořit matematický zákon. To je teprve věda! Rozdíl mezi formálním a humanitním vědcem je pouze ten, že humanista se většinou za vědce nepovažuje a jeho práce se hůře ověřuje. Tímto bych nechtěla nikoho urazit, pouze se snažím osvětlit problematiku hodnocení hluku člověkem jako ne zrovna syrové exaktní téma.

# 1. ÚVOD

Ještě než se čtenáře pokusím provést po stopách problematiky hluku a jeho hodnocení v lidských sídlech, pokusím se ze širší perspektivy srozumitelně popsat, o co v práci „běží“. Důvodem výběru tématu týkajícího se hodnocení hluku ve městech České republiky byla má stávající profesní působnost v organizaci zabývající se sledování indikátorů udržitelného rozvoje na místní úrovni.<sup>1</sup> Díky úzké spolupráci s obcemi a městy ČR jsem měla možnost nahlédnout do povahy problémů, se kterými se na místní úrovni potýkají. Po zkušenostech z jednání s místními politiky i úředníky si dovoluji tvrdit, že se dají rozdělit do dvou základních skupin. První příliš nevnímá dopady své práce na kvalitu života obyvatel města, řeší pouze nutné administrativní úkony a každou práci a čas navíc považuje za nutné zlo, o dobrovolných činnostech jaksi navíc nemůže být řeč – často se jedná o lidi, kteří v daném městě nežijí. Druhá otevřenější a aktivnější část pracovníků veřejné správy naopak vítá zpestření v aktivitách, které se přímo dotýkají života v jejich městě a lidí zde žijících. Jako asi všude, míra kvality řízení závisí na konkrétních lidech, kteří rozhodují. Cílovou skupinou této práce je pak druhá ze jmenovaných.

Často zmiňovaným problémem v navštěvovaných městech byly stížnosti, resp. *podněty obyvatel na hluk*. Schválně mluvím o stížnostech, a ne o problému hlukového znečištění jako takovém. To totiž považují za problém sami obyvatelé. Veřejná správa řeší spíše jejich nespokojenost, případně nespokojenost místní hygienické stanice z důvodu naměření nepřijatelných hodnot hluku, ale nikoli hluk samotný. Řízení hluku má v kompetenci obcí takovou podobu, že obec přijímá opatření vedoucí ke snížení expozice<sup>2</sup> hluku na obyvatele žijících v zasažených oblastech. K tomu, aby takto mohla činit, potřebuje znát údaje o hlukovém znečištění; konkrétních lokalitách, kde se vyskytuje; a informace o počtu obyvatel (resp. bytů, domů) vyskytujících se na těchto místech. Hlukové mapování nebo jiné plošné šetření ke zjištění hlukové situace na úrovni obce neukládá zákon. Výjimku tvoří strategické hlukové mapování transponované do českých podmínek směrnicí 2002/49/ES<sup>3</sup> (dále jen evropská směrnice).

---

<sup>1</sup> Jedná se o občanské sdružení *Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, o. s.*, které se od roku 2002 zabývá zaváděním indikátorů udržitelného rozvoje do praxe českých a moravských obcí, měst a mikro-regionů. Důvodem k jejímu založení byl projekt Evropské komise tzv. *Společných evropských indikátorů (ECI)*. Více o iniciativě a jejích aktivitách lze zjistit z internetových stránek: [www.timur.cz](http://www.timur.cz).

<sup>2</sup> Kontakt fyzikálního, chemického a biologického faktoru (kontaminantu, cizorodé látky) s vnějšími hranicemi organismu, v našem případě člověka.

<sup>3</sup> *Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2002/49/ES ze dne 25. června 2002 o hodnocení a snižování hluku ve venkovním prostředí.*

Další rovinou, kterou se začínají aktivní obce zabývat, je hodnocení kvality života místních obyvatel.<sup>4</sup> Z tohoto důvodu je patrné, že výhodou pro obce by bylo zjistit, jaký má hluk v jejich sídle dopad na právě na kvalitu života lidí žijících v obci, se kterou úzce souvisí i hodnocení jejich zdravotního stavu. Hluk má již dobře popsany a prokázany vliv na zdravotní stav.

Formulovaným východiskem pro práci je ten, že na místní úrovni v České republice není dostupná ucelená metodika, která by hodnotila hluk venkovního prostředí standardizovanou formou, která by navíc byla použitelná i pro srovnání mezi městy navzájem. Už vůbec není v praxi zavedena metodika hodnocení hluku zohledňující změnu kvality života v souvislosti s obtěžujícím hlukem. Obce, města či regiony nemají většinou povědomí o množství hlukem zasažených obyvatel, tím méně o dopadech na jejich zdraví, potažmo externích nákladech hlukem vyvolaných. V posledních letech dochází k navýšení zájmu o tuto problematiku, a to hlavně z důvodu nárůstu stížností – přesněji podnětů obyvatel. Postupující zvyšování hlukové zátěže je velmi úzce svázáno s narůstající urbanizací<sup>5</sup>, která je dnes již globálně identifikovaným problémem<sup>6</sup>. V důsledku stále se zhoršující hlukové situace v urbánních celcích, se státy i města snaží přijímat strategické cíle vedoucí ke snížení hluku nebo jeho dopadu na obyvatele. Na základě těchto cílů realizují konkrétní protihluková opatření. V dnešní době jsou již široce využívána opatření, jako jsou hlukové bariéry, stěny, povrchy, materiály aj. ke zmírnění především dopadu hluku na obyvatele. Bohužel vzhledem k nedostatku hlukových ukazatelů, resp. metodik jejich vyhodnocení, není zřejmé, jak dalece jsou tato opatření na úrovni obce účinná. Zde je nutné zmínit, že přes vše dosud zmíněné je vždy prvotním zájmem snižování hluku u jeho zdroje, to ale nebývá v patřičných kompetencích obcí.

Výše uvedené již nastiňuje účel této práce, kterým je nalezení vhodných ukazatelů a metodik hodnocení hluku pro místní úroveň. Základním předpokladem (hypotézou) je, že *pro úroveň obcí a měst České republiky existuje minimálně jedna využitelná metodika hodnocení hluku venkovního prostředí, která je vhodná k řízení hluku v sídle ve vztahu ke kvalitě a zdraví místních obyvatel.* Výzkumnými otázkami pak mohou být tyto: *Jaký ukazatel je vhodný k hodnocení hluku a jeho vlivu na člověka? Je vhodnější pro město hodnotit hluk objektivními, nebo subjektivními metodami? Jaké musí ukazatel splňovat předpoklady, aby byl vhodný pro řízení hluku v obci? Jaká kritéria nám pomohou k nalezení vhodné metodiky? Jaké požadavky na možnost sledování hlukového ukazatele má obec?* atp.

---

<sup>4</sup> Více o hodnocení kvality života ve městech je uvedeno v literatuře (POMALIŠOVÁ, M. et al., 2010).

<sup>5</sup> Zvýšení urbanizace se projevuje stěhováním obyvatel z vesnic do měst. V České republice žije ve městech 74,6%, což znamená, že na vesnici žije pouze čtvrtina obyvatel. Více ČSÚ ([www.czso.cz](http://www.czso.cz)).

<sup>6</sup> Viz LIBERKO, M., 2005.

Postup řešení práce je následující. V úvodní rešerši se kromě teoretického základu problematiky zabývám zmapováním ukazatelů, které jsou již nějakým způsobem odzkoušené na místní úrovni v podmínkách ČR. Záměrně se nezabývám rešerší zahraničních metodik, ani časem neprověřených vědeckých výstupů zabývajících se hodnocením hluku v městském prostředí. V navazující praktické části se již zabývám srovnáním nalezených variant hodnocení hluku ve venkovním prostředí. K tomu je použita rozhodovací *metoda vícekritériálního hodnocení variant* (VHV), nazývaná také jako *multikritériální analýza*. Zájmem je dále mezi sebou srovnat objektivní (měření, výpočet) a subjektivní (dotazníkové šetření) metody hodnocení hluku. Metody, tj. varianty, vstupující do analýzy budu vybírat na základě jejich využitelnosti na místní úrovni obcí a měst. To znamená mimo jiné dle dostupnosti způsobu měření a hodnocení, srozumitelnosti indikátoru, možnosti srovnání výsledků mezi městy a snadné interpretovatelnosti výsledků politikům i veřejnosti. Širším cílem práce tedy není pouze zjištění využitelnosti metod hodnocení, ale také získání pořadí od nejlepší po nejhorší variantu dle nastavených kritérií. Předpokládá se, že výsledkem analýzy bude nalezení jedné optimální varianty hodnocení hluku venkovního prostředí vhodné pro další využití obcemi a městy České republiky. Přínosem práce je závěrem formulované doporučení nejlepší varianty k realizaci.

### **Struktura a způsob řešení diplomové práce**

Přestože vypracování praktické části práce předcházela rozsáhlá rešerše, věnuji teoretické části spíše menší prostor z důvodu omezeného rozsahu práce. Dotčená problematika je velmi široká, proto nelze podrobně se věnovat veškerému teoretickému základu, který byl použit pro napsání této práce. V teoretické části jsem se snažila vždy alespoň o stručné shrnutí důležitých oblastí vstupujících do výzkumné části práce. Teoretickou část rozdělují na tři oddíly: *zasazení předmětu zkoumání do vědního oboru – zvuk v životním prostředí; hluk v urbánním prostředí a jeho řízení; teorie a praxe měření a hodnocení hluku*. Řada teoretických zjištění a vědeckých východisek je referována v praktické části práce. Je tak učiněno z důvodu zahrnutí velmi širokého pole odborných oblastí zvoleného tématu. Pro snazší orientaci v textu proto uvádím patřičný teoretický základ u jednotlivých kritérií, která vstupují do srovnávací analýzy přístupů hodnocení hluku v urbánním prostředí.

Každá ze tří, resp. čtyř srovnávaných variant – přístupů je zevrubně popsána jak z pohledu metodiky vyhodnocení, tak zjištěných ukazatelů, technických kritérií a zařazení do obecných souvislostí. Pro vyhodnocení analýzy byla v pozdější fázi práce nadefinována kritéria rozhodování a jejich váhy pro každou ze srovnávaných variant. Mluvíme o stanovení celkem jednadvaceti srovnávacích kritérií, které byly rozděleny do skupin dle jejich zaměření. Pro skupiny kritérií jsou určeny váhy samostatně. U popisu kritérií i jejich skupin se věnuji

odůvodnění jejich zařazení do analýzy, obecnému kontextu problému – teoretickému základu, a v neposlední řadě odůvodnění stanovených vah důležitosti. Této části práce předchází vysvětlení způsobu provedení VHV a popis metody, která byla použita pro vyhodnocení výsledků v analýze. Konečným výstupem provedené analýzy v praktické části jsou výsledky a jejich interpretace nejen v rámci vzájemného srovnání, ale i z pohledu nastavených cílů práce. Těmi jsou především využitelnost varianty na místní úrovni a zahrnutí, popř. nezahrnutí do hodnocení dopady na kvalitu a zdraví obyvatel městského prostředí.

### **Teoretické zaměření práce**

Jelikož je okruh zájmu související s hlukem velmi široký, je třeba ještě před zahájením zkoumání definovat přesné teoretické zaměření práce. Záměrně je opomíjena problematika emisí hluku (hlukové znečištění na výstupu). Ta je řešena celým výčtem technických norem a právních předpisů navázaných na zdroje hluku (konkrétní výrobky). Ze stejného důvodu podrobně neřeším provádění fyzických měření. Z našeho hlediska je důležitá problematika imisí hluku (dopady hlukového znečištění), tedy množství hlukové zátěže, které jsme vystaveni. Imise jsou řešeny pouze ve venkovním prostoru, nikoli uvnitř staveb. Nezapomínám se hlukem v pracovním prostředí. Jen malou pozornost věnuji příčinám hluku a opatřeními na jeho snižování. Předmětem práce je hlavně hodnocení hluku venkovního prostředí. Venkovní prostředí odpovídá legislativně definovanému pojmu „chráněný venkovní prostor“ daný *nařízením č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*.

Na volbu variant, kritérií i vah v provedené analýze se dívám z pohledu českého města o přibližně dvaceti tisících obyvatelích. To je opodstatněné tím, že v České republice je nejvíce středně velkých měst (15 000 – 50 000), která mají problémy s hlukem, pohybuje právě kolem této hranice počtu obyvatel, jak je zřejmé z tabulky (box 1.1).

*Box 1.1: Orientační rozřazení měst a obcí ČR do zvolených kategorií podle počtu obyvatel.*

<b>Kategorie</b>	<b>Počet v ČR</b>	<b>Počty obyvatel</b>	<b>Od nejpočetnější obce sestupně</b>
Statutární města	3	> 250 tis.	Praha, Brno, Ostrava
Statutární města	3	< 250 tis.; 100 tis.>	Plzeň, Liberec, Olomouc
Statutární města	15	<100 tis., 50 tis.>	Ústí n.L., České Budějovice, Hradec Králové a další.
Města	26	<50 tis.; 25 tis.>	
Města	41	<25 tis.; 15 tis.>	
Města a další obce	359	<15 tis.; 3 tis.>	
Další obce	5802	< 3 tis.	
<b>Celkem</b>	<b>6249</b>		

*Zdroj: vlastní rozřazení dat ČSÚ (2009)*

## **Používané pojmy**

*Aglomerace*: Část území, ve které žije více než 100 000 obyvatel a která má takovou hustotu obyvatel, že je státem považována za městské území. (Směrnice, 2010)

*Ekvivalentní hladina akustického tlaku*: Časově proměnný hluk v dB(A), hladina akustického tlaku za časový interval.

*Hladina akustického tlaku* ( $L_{Aeq}$ ): Časově neproměnný hluk v dB(A).

*Hluk venkovního prostředí*: Nechtěný nebo škodlivý zvuk ve venkovním prostředí vytvořený lidskou činností, včetně hluku vyzařovaného dopravními prostředky, silniční dopravou, leteckou dopravou, a zvuk pocházející z průmyslových činností. Takto jej definuje evropská směrnice (Směrnice, 2002). Pro potřeby této práce budeme považovat za hluk venkovní prostředí i jiné zdroje: stavební činnost, sirény záchranné služby, restaurace a kulturní zařízení, venkovní sousedský hluk.

*Hluková mapa*: Plošné rozložení hladin akustického tlaku v daném prostředí.

*Hlukový indikátor*: Fyzikální stupnice pro popis hluku ve venkovním prostředí vztahovaná k jeho škodlivému účinku. (Směrnice, 2010)

*Hodnocení hluku*: Každá metoda použitá pro výpočet, predikci, odhad nebo měření hodnoty hlukového indikátoru nebo škodlivých účinků spojených s hlukem. (Směrnice, 2010)

*Kvalita života*: Nelze přesně definovat pro svou multidimenzionalitu a komplexnost. Neodmyslitelně jí však ovlivňuje zdraví, spokojenost s životem, prací a okolním prostředím, pocitem štěstí a pohody.

*L<sub>day</sub>*: Hlukový indikátor pro den.

*L<sub>den</sub>*: Hlukový indikátor pro den-večer-noc (celodenní průměr). Určuje celkovou míru obtěžování hlukem. (Směrnice, 2010)

*L<sub>evening</sub>*: Hlukový indikátor pro večer. Určuje míru obtěžování hlukem ve večerních hodinách. (Směrnice, 2010)

*L<sub>night</sub>*: Hlukový indikátor pro noc. Určuje míru rušení spánku. (Směrnice, 2010)

*Městské prostředí*: Pro potřeby této práce se jedná o prostředí středně velkých měst (vymezeno 15–50 tisíci obyvateli). Například Šimon definuje městské prostředí jako místo, kde se koncentruje produkční, vzdělávací, politické a administrativní funkce, socioekonomické aktivity. Jakýmsi protějškem je venkovské prostředí, které je primárně spojeno se zemědělskou aktivitou. (ŠIMON, M., 2006). Město se podle zákona o obcích liší od obce tím, že má městský úřad.

*Mezní hodnota*: Odpovídá limitu hluku, jehož hodnota je pro jednotlivé deskriptory hluku stanovena příslušnou vyhláškou nebo nařízením.

*Strategická hluková mapa*: Mapa určená pro globální posuzování zatížení hlukem z různých zdrojů v dané oblasti nebo pro souhrnné predikce pro takovou oblast. (Směrnice, 2010) Odpovídá metodice evropské směrnice. Je zpracovávána pro účely Evropského společenství.

*Škodlivé účinky*: Negativní účinky na lidské zdraví. (Směrnice, 2010)

*Urbánní prostředí*: Odpovídá městskému prostředí, kde průběžně narůstá počet obyvatel, s čímž jsou spojeny problémy, jako je třeba právě hlukové znečištění.

## 2. HLUK V PROSTŘEDÍ

### 2.1 Zvuk v životním prostředí

Ještě předtím, než se začneme zabývat hlukem jakožto významnou složkou životního prostředí, přestože často opomíjenou<sup>7</sup>, stručně se v popisu dotknu jeho domovského oboru, tj. akustiky. Ta nám pomůže objasnit fyzikální vlastnosti hluku, bez nichž bychom se v dalších kapitolách týkajících se jeho hodnocení neobešli. Abychom se vyhnuli předjímání, že hluk je a priori něčím škodlivým a nežádoucím, dovoluji si okrajově zmínit vědní obor akustické ekologie. Ta vidí zvuk v životním prostředí poněkud odlišným způsobem a na hluk venkovního prostředí se snaží dívat spíše jako na zvuk dotvářející prostředí člověka. Znalosti tohoto oboru nám také poskytují svým způsobem nový pohled na subjektivní hodnocení hluku. Výstupy dlouholetého zkoumání akustického ekologie a její cíle zmiňují prostřednictvím závěrů posledního celosvětového fóra tohoto oboru. Pro úplnost na závěr zmiňuji určitou kritiku konzervativních přístupů hodnocení hluku, která mi poskytla širší perspektivu o této problematice.

#### 2.1.1 Akustika a zvuk

Co je zvuk a jak vzniká? Zvukem nazýváme všechny změny tlaku ve vzduchu, vodě a jiném prostředí, rozpoznatelné lidským sluchem. Dynamické síly, ať už vnější nebo vnitřní, vyvolávají v prostředí kmitání, které je v plynném a kapalném prostředí vnímáno jako *zvuk* a v tuhých látkách jako *vibrace*. Počet změn tlaku za sekundu určuje *kmitočet zvuku* (frekvence), v běžné řeči známý jako výška zvuku. Jednotkou zvuku je 1 Hz (*Hertz*), přičemž zdravý lidský sluch vnímá zvuk v rozsahu 20 až 20 000 Hz.<sup>8</sup> Zvuk neboli *akustická vlna* se ve vzduchu pohybuje rychlostí cca 340 m/s, ve vodě podstatně rychleji, tj. 1500 m/s. Zvuk mimo slyšitelné pásmo s kmitočty pod 20 Hz nazýváme infrazvukem a s kmitočty nad 20 kHz ultrazvukem.<sup>9</sup>

Lidský sluch vnímá nejen výšku zvuku, ale také amplitudu (tj. velikost) změn tlaku, tedy *akustický tlak* (*dB*). Práh slyšení je subjektivní vnímání zvuku<sup>10</sup> na různých kmitočtech. K poškození sluchu dochází při cca 85 dB. Když se sluchový vjem mění v pocit bolesti, hovoříme

---

<sup>7</sup> Hluk, resp. zvuk, není podle zákona č.17/1992 Sb. složkou životního prostředí.

<sup>8</sup> Více v literatuře např. Brüel&Kjaer, 2005.

<sup>9</sup> Více v literatuře např. NOVÝ, R., 2000.

<sup>10</sup> Přes veškeré výzkumy je dosud mnoho podrobností o mechanismu slyšení stále nejasných, proto neexistuje žádný jednoduchý vztah mezi fyzikálními veličinami, jako je např. akustický tlak nebo akustická intenzita, a lidským vnímáním zvuku.

o tzv. prahu bolesti (cca 125 dB). Hranice vjemu sluchu je rozdílná pro čisté tóny (např. ladička) a kolísá podle tzv. křivek stejné hlasitosti. Platí, že citlivost sluchu při nižších polohách (tónech) je mnohem menší, než při středních. Ve změnách akustického tlaku lze pro lidský sluch definovat prahy poznatelnosti. Citlivé osoby jako např. hudebníci dovedou rozpoznat změnu o 1 dB, běžná schopnost zpozorovat změnu hlasitosti o 3 – 5 dB, dvojnásobný hlasitý signál lidé obecně posuzují u nárůstu akustického tlaku asi o 10 dB (SMETANA, C. et al, 1998: 53).

Zvuky pozorovatelné v našem zvukovém prostředí nejsou akustické signály o jednom kmitočtu, protože každý reálný zvuk se skládá z řady dílčích signálů. Z tohoto důvodu se pracuje s akustickými spektry, které jsou souborem hodnot sledovaných akustických veličin uváděných v závislosti na kmitočtu. Takovými sledovanými veličinami bývá akustický tlak  $p$  (Pa), akustická rychlost  $v$  (m/s), intenzita zvuku  $I$  (W/m<sup>2</sup>), akustický výkon  $W$  (W) respektive jejich hladiny. Rozlišujeme spektrum čárové, do kterého patří zvuky, resp. hluky, se kterými se běžně setkáváme, a které jsou v naprosté většině neharmonické signály (např. zvuk hudebních nástrojů) a spektrum spojitě, kam patří neperiodické děje (např. hluk karosérií dopravních prostředků, leteckých proudových motorů apod.).<sup>11</sup>

Zvuk se měří a udává v jednotkách akustického tlaku – „decibelech“ **dB**. Hladina 0 dB je vztažena k akustickému tlaku 20 μPa (= 2x10<sup>-5</sup> Pa), který je nazýván prahem slyšení. Tato hodnota je pro představu 50 000 krát menší než normální barometrický tlak vzduchu. Je nutné si uvědomit, že decibel dB je logaritmická jednotka a referenční bod je 20 μPa. To znamená, že zvýšení hladiny akustického tlaku o 20 dB představuje zvýšení akustického tlaku na desetinásobek. V případě hladiny 20 dB je akustický tlak 200 μPa, při hladině 40 dB je akustický tlak 2 000 μPa. Logaritmická stupnice se používá, protože lépe odpovídá sluchovému vjemu člověka, než stupnice lineární<sup>12</sup>. Proto také hodnoty není možné sčítat, odčítat nebo průměrovat. Když působí například dva zdroje současně a každý z nich má hladinu 50 dB, jejich „součet“ není 100 dB, nýbrž 53 dB. Oproti hladině akustického tlaku 50 dB, představuje 60 dB desetinásobek a 70 dB stonásobek akustického tlaku. Hladinu akustického tlaku značíme **L<sub>p</sub>**<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Více v literatuře NOVÝ, R., 2000.

<sup>12</sup> Pro znázornění může být dobrým příkladem ilustrace poklesu zvuku. Ve volném prostoru, kde nejsou žádné odrazy a překážky, klesá hladina zvuku s dvojnásobkem vzdálenosti o 6 dB. To znamená, že stroj produkující hluk, kdy má ve vzdálenosti 1 m hladinu 85 dB, bude mít ve vzdálenosti 4 m hladinu akustického tlaku 73 dB, ve vzdálenosti 8 m již 67 dB atp. (Brüel&Kjaer, 2005)

<sup>13</sup> Při použití decibelových stupnic je důležité stanovit referenční hodnotu akustického výkonu. Např. mezi referenčními hodnotami 1 W a 10<sup>-12</sup> W je v decibelových stupnicích konstantní rozdíl 120 dB. *Norma ČSN 01 1304 Veličiny, jednotky a značky v akustice* udává v souladu s mezinárodními úmluvami ISO jako referenční hodnotu akustického výkonu 10<sup>-12</sup> W. (NOVÝ, R., 2000: 71-72)



Pro potřeby měření se ve vztahu k citlivosti lidského ucha je nutné použití tzv. váhové (korekčního) filtru, kterých je několik. Nejrozšířenějším je váhový filtr A, který nejlépe zohledňuje lidský sluch při měření hluku v prostředí. Proto značíme hladinu akustického tlaku **dB(A)**. Nepravidelně se měnící hladinu hluku značíme jako **L<sub>Aeg</sub>** (ekvivalentní hladina akustického talku), a vypočítáváme ji energetickým průměrováním. Ekvivalentní hladina hluku se vztahuje vždy k určitému časovému intervalu. Pro pracovní prostředí se obvykle uvádí **L<sub>Aeq</sub>** osmihodinová, v mimopracovním prostředí pro denní dobu (**L<sub>D</sub>**), pro noční dobu (**L<sub>N</sub>**) nebo po celý den (**L<sub>DN</sub>**, **L<sub>24h</sub>**).

## 2.1.2 Akustická ekologie

V dnešní době obecně ve společnosti převládá spíše negativní postoj k hluku. Málo lidí si uvědomuje, že zvuk, který je obklopuje a který tak často nazývají hlukem, dotváří jejich životní prostředí a má značný vliv na kvalitu jejich života. Zvuk nelze stavět do opozice, proti které bojujeme. Zvuk doprovází život od jeho samotného vzniku a je něčím, co nelze od člověka ani jiných forem života oddělit. Stejně jako se vyvíjí lidstvo, vyvíjí se i zvuk, který je svědkem lidských činností. Patří neoddělitelně k našemu sociálně kulturnímu vývoji. Ve světě dnes již dokonce existují knihovny archivující a zaznamenávající zvuky, které nás obklopují, pro další generace a zabraňují tak jejich úplnému vymizení. Příkladem takové knihovny je Národní fonotéka (*Fonoteca nacional*)<sup>14</sup> ve městě Coyoacán v Mexiku, která ve dnech 23.–27. března 2009 hostila zatím poslední Světové fórum akustické ekologie (*Foro mundial de ecología acústica*) s podnázvem Zvuková megalopole – Kulturní identita a zvuky v ohrožení zániku (*Megalópolis sonoras – Identidad cultural y sonidos en peligro de extinción*)<sup>15</sup>. V následujících kapitolách se pokusím stručně shrnout závěry ze světového fóra a přiblížit spíše pozitivní postoj ke zvuku v prostředí, jak se jím zabývá akustická ekologie (angl. *acoustic ecology*).

O zjednodušení vědecké oblasti akustické ekologie se pokusil Griger, když rozlišil pět základní rovin tohoto oboru (GRIGER, J., 2007: 14):

- *Environmentální rovina*: snaží se o minimalizaci hlukového znečištění a ochranu zvukového prostředí
- *Vědecká rovina*: řeší vztah lidí a ostatních druhů ke zvukovému prostředí, ve kterém žijí (hlavně WSP)

---

<sup>14</sup> Více na internetových stránkách: <http://www.fonotecanacional.gob.mx/index.html>.

<sup>15</sup> Závěry ze Světového fóra akustické ekologie jsou dostupné ve španělském jazyce na internetových stránkách Národní fonotéky v Mexiku: <http://www.fonotecanacional.gob.mx/index.html>.

- *Pedagogická rovina*: zahrnuje sluchová cvičení a výuku vedoucí k aktivnímu uvědomění si zvuku v životním prostředí (např. Schaferova metoda čištění ucha – angl. *ear clearing*)
- *Umělecká rovina*: umělecká díla obsahující zvuk, nahrávky a kompozice zvukového prostředí (angl. *soundscape composition*)<sup>16</sup>
- *Aplikační rovina*: akustický design (angl. *acoustic design*), akustické aspekty v architektuře a krajinném plánování.<sup>17</sup>

### 2.1.2.1 Skupina World Soundscape Project

Na samém počátku výkladu o akustické ekologii je třeba zmínit, že do rozpětí tohoto relativně mladého oboru spadá široká působnost mnoha dalších oborů. Pro účel této práce budu o akustické ekologii hovořit převážně v souvislosti se zvukem v urbánním prostředí. Akustická ekologie jakožto multidisciplinární obor má své kořeny na konci šedesátých let minulého století a je spjat s výzkumnou činností skupiny *World Soundscape Project* (dále zkráceně WSP). Skupinu zformoval na *Simon Fraser University* v kanadském Vancouveru výzkumník a hudební skladatel Raymond Murray Schafer. WSP se mezi prvními na světě vůbec začala aktivně zabývat novým pohledem na úlohu zvuku v životním prostředí a společnosti. Už pouhé spojení a zkoumání vzájemných vztahů těchto třech entit – zvuk, životní prostředí, společnost – napovídá, že skupina směřovala svůj výzkum spíše kvalitativně, a tedy pracovala se subjektivní percepcí člověka. Mluvíme o takzvaném ekologickém přístupu. Tento přístup ve světě nebyl ojedinělý a dá se říci, že dnes je již velmi rozšířený. Koncem dvacátého století představili podobný přístup také Barry Truax (akustická komunikace) a výzkumníci Augoyard a Amphoux z institutu CRESSON (strukturální nebo také městský přístup). O těchto výzkumných skupinách a jejich teoretických přístupech subjektivní percepce se zabývám dále.

Vraťme se nyní zpět k akustické ekologii, jak ji definuje Murray Schafer, „otec“ tohoto oboru. Akustická ekologie je „studium účinků akustického nebo zvukového prostředí na fyzické reakce či způsoby chování živých organismů, kteří v tomto prostředí žijí.“ (SCHAFER, R. M., 1977: s. 271).<sup>18</sup>

### 2.1.2.2 Institut CRESSON

---

<sup>16</sup> Více např. TRUAX, B., 2001.

<sup>17</sup> Známe především v severovýchodních zemích, více např. HELLSTRÖM, B., 2003.

<sup>18</sup> Přetištěno v roce 1994, stránkování je uvedeno pro nové vydání. Více v Seznamu literatury.

Kromě WSP existuje na světě mnoho další skupin, které se zabývají akustickou ekologií. Jednotlivé skupiny se většinou specializují na jednu z odborných rovin. Významnou skupinou je Institut CRESSON (*Centre for Research on Sonic Space nad the Urban Environment, Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain*), který sídlí ve francouzském městě Grenoble. Od roku 1997 úzce spolupracuje se Studijním centrem architektonické metodologie (*Architectural Methodology Study Centre – Cerma*) a s výzkumnou jednotkou 1563 připojenou k Francouzskému národnímu výzkumnému centru (*France's National Research Centre - CNRS*). Témata jejich výzkumů se týkají například účinků zvuku v urbánním prostředí, role vnímání zvuku v sociálních interakcích, zvuková identita evropských měst, metody vyjadřující kvalitu zvuku a světla.<sup>19</sup>

### **2.1.2.3 Závěry ze Světového fóra akustické ekologie v Mexiku 2009**

Za vhodné považuji zmínit závěry *Světového fóra akustické ekologie* konaného v Mexiku v roce 2009. Nedávají sice odpovědi na otázky vlivu hluku na člověka, ale významným způsobem přispívají k tvorbě zvukového prostředí, tedy i usměrňování hluku. Uvedené závěry výborně formulují výsledky dlouholetých výzkumů na poli akustické ekologie, což je významné z hlediska zasazení hluku do vědy.

Předmětem světového fóra, kterého se zúčastnili docenti, výzkumníci, akustičtí inženýři, lékaři, hudebníci, environmentalisté, biologové, architekti a umělci ze 14 zemí, bylo analyzovat témata jako je výzkum zvukového prostředí a klimatická změna; účinky technologií na naše zvukové prostředí; studie vztahu hluku a ticha v různých kulturách; vzdělávání a výchova v oblasti zvuku; rozvoj sluchové kapacity a porozumění zvukům v prostředí a jejich významu; ochrana přírodních zvukových prostředí v ohrožení vymizení; utváření zdravého a akusticky vyváženého zvukové prostředí.

Během Světového fóra akustické ekologie došlo k uznání těchto problémů<sup>20</sup>:

- Zvuk je v našem životě přítomen v mnoha různých podobách, proto akustická ekologie spojuje napříč oblasti jako je kultura, životní prostředí, vzdělání, zdraví, zvukové dědictví, umělecká tvorba, fyzika, hudba, inženýrství i ekonomie.

---

<sup>19</sup> Více v literatuře např. ACQUIER, F., 2004.

<sup>20</sup> Závěry ze Světového fóra akustické ekologie jsou dostupné ve španělském jazyce na internetových stránkách Národní fonotéky v Mexiku: <http://www.fonotecanacional.gob.mx/index.html>. Vlastní volný překlad.

- Jednou z předních hrozeb, které jsou vystaveny světové megalopole, je poškozování akustického životního prostředí související s vysokými hladinami hlukového znečištění pro jeho škodlivý vliv na zdraví.
- Přírodní prostředí, především pak živočišné ekosystémů jsou vážně ohroženi hlukem produkovaným lidskou činností.

A formulaci těchto závěrů:

- Je nutné formulovat veřejnou politiku pro podporu sociálního povědomí o důležitosti zvuku v našich životech.
- Je důležité vytvořit právní rámec, jehož účelem je pomocí zákonů a předpisů zvyšovat kvalitu života s ohledem na zvuk.
- Je třeba rozvíjet znalost a využití technologií, poněvadž jsou užitečným nástrojem k nahrávání, zachovávání a zotavení zvukové krajiny, což napomáhá porozumění vztahu mezi zvukem a rozvojem intelektuálních a emocionálních schopností člověka.
- Je nutné, aby architektonický design staveb a veřejných prostor bral v úvahu tvorbu funkčních akustických prostor.
- Je podstatné pokračovat ve vytváření didaktických materiálů, jako dosud Národní fonotéka v Mexiku, pro dokončení zvukových vzdělávacích programů; vedle toho podporovat poslechovou kulturu a začít se vzděláváním dětí a mládeže v oblasti zvukového prostředí (akustické ekologie).
- Je nutné studovat a kontrolovat zvuky, které poškozují zdraví; preventivní péče o sluch souvisí s námi všemi, jsme sami zodpovědní za naše individuální postoje, které mohou chránit nebo poškozovat náš sluch v budoucnu.
- Lidská činnost má dopad na zvukovou krajinu, je tudíž důležité zkoumat vztah mezi člověkem a zvuky pro nalezení vzájemné rovnováhy.
- Studium zvukové krajiny zakládá rovinu výzkumu, která by měla věnovat pozornost zvukům v ohrožení vymizení.
- Je třeba podporovat vytváření zvukové kolekce fauny a divoké krajiny, předně takové, které jsou v ohrožení zániku, takové zvuky, které spoluutvářejí část místní kulturní identity.

#### **2.1.2.4 Kritika konzervativních přístupů**

Oliver Balaj, jeden z výzkumníků institutu CRESSON, se zamýšlí nad záplavou grantů a utrácení veřejného sektoru na kvantitativní hlukové mapy potom, co v červnu roku 2002 vešla v platnost

evropská směrnice. Klade si otázky jako: „Jaký je smysl hlukových map?“; „Komu budou sloužit?“; „Kdo je bude konzultovat?“; „Budou sloužit jako základ pro zlepšování našeho zvukového prostředí?“; „Jaké využití a jakou povahu mají za cíl v obnově urbánního zvukového prostředí?“. (BALAÏ, O., 2004: 13)

Významem zvuku v krajinné architektuře (angl. *landscape architecture*) se zabývá ve své disertační práci kupříkladu Per Hedfors (HEDFORS, P., 2003). Říká přímo, že „důležitost zvuku, jako prostředku k vytvoření zdravých a přitažlivých prostředí, začíná být ústřední starostí v městském plánování. Ještě stále jsou decibelové hodnoty hladin zvuku prvořadým prostředkem používaným k určení sluchové zkušenosti. Namísto toho, tvrdí Hedfors, by měl být zvuk viděn jako zdroj a součást navrhování ve fyzickém plánování (HEDFORS, P., 2004: 9). Díky své mladé metodě zahrnul Hedfors zvukové prostředí jako novou oblast zájmu v územní architektuře, pro kterou vytvořil i počítačový nástroj (HEDFORS, P., 2003).

Na základě zjištěných skutečností rovněž Ján Griger ve své diplomové práci o akustické ekologii říká, že hlukový přístup je již překonán a k pochopení úlohy a funkce zvuku v životním prostředí je třeba aplikovat širší teorii nebo přístup, který by ji dokázal vymezit přesněji. „Je nutné si proto klást mnohem hlubší otázky: Jak zvuk v životním prostředí funguje? Jakými metodami lze zkoumat zvukové prostředí člověka? Jak na základě zjištěných skutečností zachovávat a zlepšovat jeho kvalitu?“ (GRIGER, 2007: 10)

## 2.2 Hlukové znečištění

V předchozí kapitole jsme popsali přístup akustické ekologie, který bychom mohli nazvat „tradicí zvukového prostředí“. V další části práce se už hlukem zabýváme spíš z konzervativního pohledu, který je někdy pro oddělení od akustické ekologie nazýván „hlukovou tradicí“. Jak správně říká Řiháček, tato tradice je „založena na konceptu hluku, nežádoucího zvuku s obtěžujícími, rušivými nebo škodlivými účinky. Jejím cílem je eliminovat hluk, respektive snížit jeho hladinu na přijatelnou úroveň. Prožitková reakce obyvatel je zde využívána jako důležitý ukazatel závažnosti hlukového znečištění. Tato obecná negativní emoční reakce na hluk je konceptualizována jako rozmrzelost (angl. *annoyance*).“ (ŘIHÁČEK, T., 2009: 14)

### 2.2.1 Zvuk se stává hlukem

Hluk jako takový není ve fyzice definován, jedná se totiž pouze o subjektivní pojmenování obtěžujícího zvuku. Z tohoto důvodu každý z autorů, který se hlukem zabývá, definuje hluk odlišně. Vyjmenujme několik základních definic dostupných v českých zdrojích, poslední z nich je formální definice formulovaná platnou normou české technické normy:

*„Hluk je každý zvuk, který člověka ruší, obtěžuje, nebo který působí škodlivě na jeho zdraví.“*  
(LIBERKO, 2005: 5)

*„Hlukem se obecně rozumí akustický signál, jehož působení člověka poškozuje, ruší, obtěžuje.“*  
(LIBERKO, 2004: 5)

*„Příliš časté nebo příliš silné či v nevhodnou dobu se vyskytující zvuky, tj. zvuky, které jsou nežádoucí, obtěžující nebo dokonce škodlivé, označujeme jako hluk.“* (HAVRÁNEK, 1990:9)

*„Hluk je jakýkoli zvuk, který vyvolává nepříjemný nebo rušivý vjem nebo má škodlivý účinek.“* (ČSN 01 1600 „Akustika“)

Jak vidíme z výše uvedeného, definice hluku se mezi sebou příliš neliší. Pro potřeby této práce můžeme vycházet z jakékoli z nich, neboť ze všech se dá vyvozovat, že hluk nějakým způsobem považován za nepříjemný, a tedy narušující kvalitu života.

Na tomto místě bych ráda zmínila, že předmětem mé práce není boj s hlukem, jakožto rozmanitostí zvuků v lidské společnosti a životě. Je namířena proti zbytečně produkovanému hluku, který přebývá a zastíňuje přirozené zvukové prostředí, které jinak může být zdrojem radosti a poznání. Zjednodušeně řečeno tedy omezit hluk, který nadměrně obtěžuje lidské bytí.

Podívejme se nyní, v jakých hladinách zvuku/hluku se v běžném životě pohybujeme (box 1.2).

Box 2.1 Decibellová škála zvuků v prostředí.

Zvuk	Hladina [dB]
Hranice slyšitelnosti	0
Les v bezvětrí, šepot, šelest listí	10
Tichá zahrada	20
Housle hrající pianissimo	30
Obývací pokoj (kroky, tichá hudba)	40
Hluk v kavárně, pata větrné elektrárny	50
Rozhovor, hluk v obchodě	60
Hlasitá řeč, hluk automobilu, rušná kancelář	70
Frekventovaná ulice	80
Rušná ulice, automobilový klakson, tovární hala	90
Fortissimo orchestru, siréna	100
Sbíječka, rockový koncert	110
Tryskový motor, hrom	120
Práh bolesti	130
Start tryskového letadla (vzdálenost 25 m)	140

*Zdroj: různé zdroje, vlastní zpracování*

## 2.2.2 Zdroje hluku

Pro klasifikaci zdrojů hluku v mimopracovním prostředí existuje několik možností podle míry podrobnosti. Chceme-li zachytit hlavní obecné zdroje venkovního hluku v urbánním prostředí, můžeme je rozdělit takto:

- 1) Hluk z mobilních zdrojů
  - a. Pozemní doprava:
    - Silniční doprava
    - Železniční doprava
    - Hromadná doprava (tramvaje, trolejbusy, autobusy)
  - b. Letecká doprava
  - c. Vodní doprava
- 2) Hluk stacionárních zdrojů<sup>21</sup>
  - a. Technické zdroje

<sup>21</sup> Klasifikace některých stacionárních zdrojů hluku vychází z Helmutha (HELMUTH, 1997: 114-115).

- Strojní zařízení (vzduchotechnické systémy – ventilátory, kompresory, výměníky chladících zařízení atd.)
- b. Náhodné zdroje
- Hluk z pracovního prostředí (stavební činnost, průmysl)
  - Hudební produkce (živá i reprodukováná)
  - Hlasové projevy lidí (živé i reprodukováné)
  - Hlasové projevy zvířat
  - Hluk z běžného užívání vnějšího prostředí (např. pohyby osob a zvířat, manipulace s předměty, nástroji a ručním nářadím)

### 2.2.3 Člověk a hluk

Lidské chování a duševní procesy jsou ovlivněny vzájemnou interakcí člověka a prostředí, ve kterém žije. Člověk však není pouze ovlivněn prostředím, ale jeho chování samo může hluboce ovlivnit prostředí. To vše platí v souvislosti s hlukem, jakožto neopomenutelnou složku životního prostředí. Kvalita životního prostředí má značný vliv na kvalitu života člověka i dalších biologických druhů.

Lidské reakce na zvuky prostředí mohou být velmi rozdílné povahy. Nový uvádí nutnost oddělení kategorií akustických signálů pro jejich užitečný, rušivý nebo škodlivý charakter. Jako nejlepší klasifikaci uvádí takovou, která bere zřetel na (NOVÝ, 2000):

- a) Objektivní fyziologické reakce
- b) Produktivitu vykonané práce
- c) Subjektivní slovní reakce na podněty.

Ovlivnění kvality života hlukem je nesporným faktem. V posledních zhruba třiceti letech byla oblast účinků hluku na člověka dobře prozkoumána i popsána. Mezi tradičně sledované účinky kromě těch přímo ovlivňujících zdraví patří snížení schopnosti komunikace, zhoršování výkonu v kognitivně náročných úkolech, vyvolávání negativních emocionálních reakcí a ovlivňování sociálního chování. (BERGLUND et al., 1999) Z psychologického hlediska je zachycený zvukový impuls podnětem, který dráždí určitá místa mozku, což může mít podle typu člověka různé důsledky. Na skutečnost o vlivu hluku jako zdroje obtěžování lidského života a v mnoha případech i na lidské zdraví upozorňuje také tzv. „Zelená kniha“ o budoucí politice v ochraně proti hluku Evropské komise z roku 1996. (The Green Paper, 1996) Počet obyvatel zemí Evropské unie, kteří jsou vystaveni „dlouhodobě nesnesitelné“ zátěži (nad 65 dB) se v roce 2000 odhadoval na 100 milionů (LIBERKO, 2004).



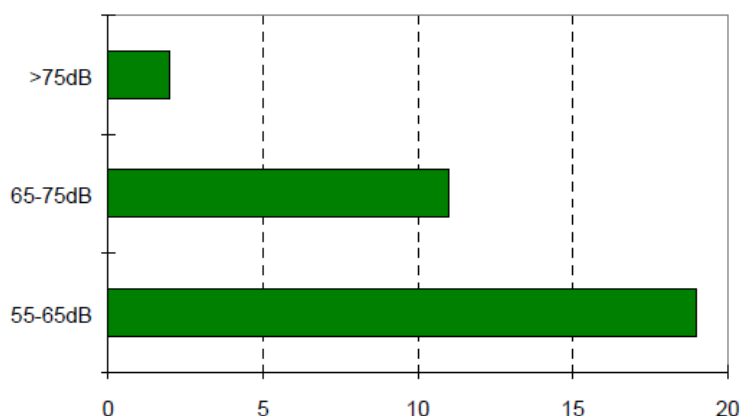
### 2.2.3.1 Hluk a zdraví obyvatel v ČR a Evropě

V této kapitole zmíníme alespoň částečně nekritičtější účinky hluku na lidské zdraví. Okrajově se budu věnovat také snahám o sledování a řešení této problematiky nadnárodními i národními institucemi. Nevěnuji se zde příliš podrobně konkrétním zdravotním problémům způsobovaným hlukem, jelikož se jimi zabývám detailněji v praktické části práce při popisu kritérií VHV.

Psychický i fyzický dopad hluku na lidské zdraví je dnes dobře prokázaným faktem. Hladiny hluku nad 40 dB  $L_{Aeq}$  ovlivňují duševní pohodu, přičemž většina lidí je mírně obtěžována už při 50 dB  $L_{Aeq}$  a vážně obtěžovaná při 55 dB  $L_{Aeq}$ . Hladiny nad 65 dB jsou prokazatelně škodlivé lidskému zdraví. (WHO, 200) Celá řada výzkumů ukázala, že dlouhodobá expozice vysokým zvukovým hladinám má negativní zdravotní dopady. Světová zdravotnická organizace (World Health Organization, dále „WHO“) řadí mezi tyto dopady ztrátu sluchu, obtěžování hlukem, poruchy spánku, poruchy kardiovaskulárního a vegetativního systému, ovlivnění výkonu, produktivity a sociálního chování. (Hluk, WHO, 2000).

Evropská environmentální agentura (European Environment Agency, dále „EEA“) informuje, že více než 30 % celkové evropské populace je vystavena nadlimitnímu hluku z dopravy (vyšší než 55  $L_{dn}$  dB), což činí přibližně 120 milionů lidí v EU. *Box 2.2* znázorňuje podíl obyvatel zemí EU zasažených nadlimitním hlukem. Agentura vyzývá ke snížení počtu obyvatel vystavených a obtěžovaných vysokými hladinami hluku dopravy.

*Box 2.2: Procento obyvatel z celkové populace EU zasažené nadlimitním hlukem*



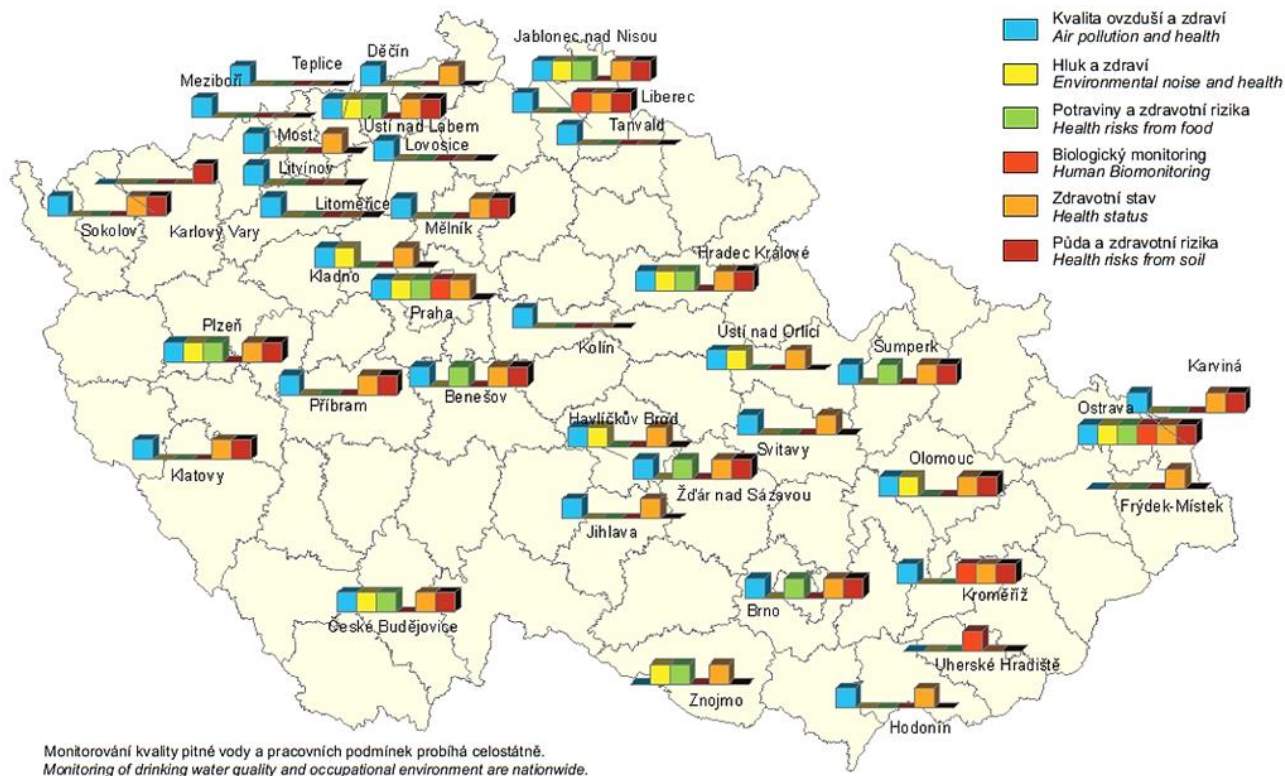
Zdroj: EEA, 1999

Dle *Zprávy o životním prostředí ČR 2006* je jedna z hlavních komplikací snižování zátěže životního prostředí silniční doprava, která má silně negativní dopad v oblastech emisí skleníkových plynů, látek znečišťujících ovzduší a hluk. Všechny tyto zátěže negativně ovlivňují tělesné a psychické zdraví člověka. Zpráva v části *Vyhodnocení realizace Státní politiky životního*

prostředí ČR 2004–2010 uvádí za nepříznivou situaci v plnění dílčích cílů mimo jiné oblast ochrany člověka před hlukem. (Zpráva, 2007) Hluk má přímý vztah k negativním dopadům na zdraví lidí a živočichů.

Vlivem hluku na zdraví obyvatel v České republice se systematicky věnuje Státní zdravotní ústav (dále „SZÚ“). Pomocí korelací dat zjištěných dotazníkovým šetřením a měřením hluku zjistil významný vztah mezi hlukem a výskytem civilizačních chorob, hypertenze a snížení imunitních schopností. Ze vztahu mezi hlučností a civilizačními chorobami plyne, že účinek hluku je trvalý. Tento vztah byl použit pro odhad relativního rizika poškození zdraví hlukem ve venkovním prostředí (téměř 90 % doprava). Pravděpodobnost rizika poškození zdraví hlukem při minimálním desetiletém pobytu v dané lokalitě pohybuje od 0,4–11,2 % pravděpodobnosti rizika postižení. Nejnižší procento odpovídá pásmu 40–42 dB  $L_{Aeq}$ , nejvyšší pásmu 70–72 dB  $L_{Aeq}$ . Dále byl zjištěn významný vztah mezi lidmi, kteří pociťují obtěžování hlukem ve venkovním prostoru a výskytem civilizačních chorob. (Systém monitorování, 2001: 51-52). Na mapě boxu 2.3 vidíme města České republiky zařazená do *Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva* od roku 1992. Ve vztahu k hluku jsou to pouze některá města.

Box 2.3: Účastníci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k ŽP



Zdroj: SZÚ (2010)

### 2.2.3.2 Hluk v městském prostředí

Městská centra jsou významně zasažena hlukem, ať už z dopravy nebo rušnými restauracemi či podniky a stavební činností. Tato situace často způsobuje opouštění budov a jejich vyliďňování v centrech měst. „Závažnost hlukové expozice v komunálním prostředí spočívá v tom, že hluk postihuje celou populaci a že není možné provádět opatření ke snížení expozice jednotlivých osob. Expozice v mimopracovním prostředí není časově omezena.“ (HELMUTH, 1998: 54-57) Nepříznivá hluková situace je také velmi často nepřímou příčinou zvýšení ekonomických nákladů společnosti. U populace zasažené hlukem, kde  $L_{Aeq}$  55–65 dB, je spotřeba léků na spaní nebo zklidnění přibližně o 10 % větší, než u populace neovlivněné hlukem. (WHO, 2000). *Box 2.3* ukazuje možné zdravotní důsledky vystavení se hluku v městském prostředí.

*Box 2.4: Směrnice limitních hodnot pro veřejný hluk společně s kritickými zdravotními důsledky.*

Specifické prostředí	Kritické zdravotní důsledky	$L_{Aeq}$ dB(A)	Základní čas (hod)	$L_{Amax}$ (dB)
Venkovní obytné části	Závažné obtěžování v průběhu dne a večera	55	16	x
	Mírné obtěžování v průběhu dne a večera	50	16	x
Uvnitř obydlí	Srozumitelnost řeči a mírné obtěžování v průběhu dne a večera	35	16	x
Uvnitř ložnice	Poruchy spánku v noci	30	8	45
Vně ložnice	Poruchy spánku, otevřená okna (vnější hodnoty)	45	8	60
Školní třídy a školky, uvnitř	Srozumitelnost řeči, poruchy při získávání informací, sdělování, komunikaci	35	během školní hodiny	x
Školky, ložnice uvnitř	Poruchy spánku	30	čas spánku	x
Škola, venkovní hřiště	Obtěžování (vnější zdroj)	55	během hry	x
Nemocnice, pokoje	Poruchy spánku ve dne, večer a v noci	30	8 nebo 16	40
Průmyslové, komerční, obchodní a dopravní oblasti, vně i uvnitř	Zhoršení sluchu	70	24	110
Slavnosti, festivaly a zábavní události	Poškození sluchu (návštěvníci více než 5krát ročně)	100	4	110
Veřejné projevy, vně i uvnitř	Poškození sluchu	85 (pod sluchátky)	1	110
Hudba přes sluchátka	Poškození sluchu	85	1	110
Impulsní zvuk z hraček, ohňostrojů a střelných zbraní	Poškození sluchu (dospělí)	x	x	140
	Poškození sluchu (děti)	x	x	120

Vnější prostředí v parcích a chráněných oblastech	Narušování ticha a klidu	Poměr rušivého hluku k základním přírodním zvukům by se měl udržovat nízký.
---	--------------------------	---

*Zdroj: WHO, 2000*

## 2.3 Hodnocení a měření hluku

Samostatnou kapitolou je hodnocení fenoménu rušení hlukem v komunálním venkovním prostředí. Výsledky měření, resp. hodnoty deskriptorů, popisují fyzikální podstatu akustického signálu, a ačkoli jsou základním podkladem pro hodnocení hluku, nevystihují charakter jeho rušení. Člověk vnímá hluk subjektivně, proto obtěžující a rušivé účinky hluku nejsou do určité míry závislé na jeho fyzikálních parametrech. Tuto skutečnost lze dobře ukázat na případu, kdy se člověk vystavuje kladně přijímaným zvukům, které mohou být v určité míře stejně škodlivé jako negativně vnímané zvuky, ač nejsou posuzovány jako obtěžující. Smetana se vyjadřuje k hodnocení a měření hluku následujícím způsobem. Vzhledem k variabilitě sluchového orgánu a jeho v zásadě nelineárních vlastností, kterými lze hluk popsat, jeho měření a především hodnocení je velmi složité. Normy a předpisy předkládají celou řadu metod a způsobů popsání hlučnosti, z nichž každý má své oprávněné využití za určitých podmínek. Používání desítek různorodých metodik si vynutilo i mnohost přesných technických termínů, které je nutné dodržovat. (SMETANA, 1998)

### 2.3.1 Subjektivní hodnocení hluku

Samotné vnímání hluku je silně subjektivní. Pocit obtěžování hlukem je nejčastější reakce na hlukovou zátěž. Ať už se jedná o negativní emoční stavy jako nespokojenost, rozmrzelost, špatná nálada, deprese nebo vyčerpání, jedná se o reakci odvíjející se od určitého stupně tolerance, resp. senzitivity, jedince k hluku. Při hodnocení těchto aspektů mluvíme o subjektivním hodnocení vnímání zvuku/hluku. Liberko uvádí, že v normální populaci se vyskytuje 10-20 % vysoce senzitivních osob, stejný podíl je osob velmi tolerantních, u zbylých 60-80 % populace závisí míra obtěžování na míře hlukové zátěže (LIBERKO, 2004: 5). Dle výzkumů z akustické ekologie, kupříkladu práce World Soundscape Project, vyplývá, že kromě zmiňovaných faktorů ovlivňuje vnímání zvuku i hluku i sociálně-kulturní a ekonomické prostředí. (SCHAFER, 1997) Významnou roli hraje vztah jedince k provozovateli i zdroji hluku. Z obecně platné zkušenosti se dá předpokládat, že největší toleranci bude mít jedinec k hluku, který sám vytváří nebo s vědomím, že bude hluk trvat jen krátkou dobu.

Helmuth<sup>22</sup> vysvětluje některé nezakotvené termíny v hodnocení hlukového klimatu související se subjektivním hodnocením hluku:

- *Rušení* (angl. *disturbance*) – účinek, při němž dochází k zásahu do nějaké činnosti jako spánku, řečové komunikace, duševní práce aj., kde převažuje kognitivní složka vnímání.
- *Rozmrzelost* (angl. *annoyance*) – působením hluku vzniká pocit nepohody, je negativně prožívaný exponovaným člověkem nebo skupinou. Přesněji se jedná o psychický stav, který vzniká při nuceném vnímání zvuků, k nimž chová člověk zamítavý postoj. Vzniká při nutnosti podřizování se okolnostem, kdy je narušováno soukromí jedince nebo mohou představovat překážku ve vykonávané činnosti či narušovat odpočinek. Převažuje zde emoční složka vnímání. Stupeň rozmrzelosti roste s tím, čím více hluk upoutává neúmyslnou pozornost, a závisí na denní a roční době, věku, době pobytu v lokalitě, přerušované nebo plynulejší vyzařování zdroje, celková kvalita prostředí a dalším.
- *Hlučnost* (angl. *noisiness*) – subjektivní hodnocení při pocitu nežádoucího a nepatřičného hluku v konkrétním prostředí
- *Obtěžování* (angl. *nuisance*) – pro nepřipustné ovlivňování životního prostředí, případně osobních nebo skupinových práv.

Stupeň reakce organismu na změnu ve zvukovém prostředí závisí na několika faktorech jako spektru, tónovosti, rychlosti a velikosti změny, dynamice, časové historii, informačním obsahu, očekávanosti atp. Na základě popsaných pojmů a faktorů lze shrnout, že subjektivní hodnocení hluku závisí v zásadě na fyzikálních vlastnostech akustického signálu a osobě příjemce.

Oproti objektivně měřitelným fyzikálním vlastnostem zvuků i jejich zdrojů, jsou sluchové vjemy v lidském vědomí ryze subjektivní a zjištěné pouze prostřednictvím samotných posluchačů. „Proces zpracování zvuku na sluchový vjem zahrnuje množství nelinearit, které činí vztahy mezi fyzikálními vlastnostmi zvuku a sluchovými vjemy obtížně naležitelnými.“ (OTČENÁŠEK, 2008: s. 136) Problematiku zvukových podnětů, sluchových vjemů a jejich vztahů řeší víceoborová vědní disciplína psychoakustika. Příčiny nelinearit sluchového procesu jsou dány fyziologií sluchu, vlivem antropometrických parametrů posluchače na jeho sluchové vjemy, délka trvání poslechu, únava a celkový psychický stav posluchače.

Subjektivní posuzování je psychologickou měřicí metodou založenou na posouzení (angl. *rating*) studovaného jevu nebo vlastnosti pokusnou osobou. Často se využívají při hodnocení

---

<sup>22</sup> HELMUTH T., Problematika poškozování a rušení hlukem v komunálním prostředí. In: SMETANA, C. et al. Hluk a Vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika. Praha 1998. ISBN 80-901936-2-5. s.54-57

komplexních a fyzikálně špatně uchopitelných jevů ve vztahu k člověku, jsou však složitější na interpretaci získaných dat. Otčenášek popisuje, že v počátku šetření je potřeba získat co nejvíce subjektivních posouzení podnětů na posuzovacích škálách. Následný postup statistického zpracování naměřených dat je dán jejich charakterem, resp. umístěním dat na posuzovací škále. Podle rozložení dat z intervalové škály se rozhodujeme o dalším postupu vyhodnocení dat. (OTČENÁŠEK, 2008: 65)

Základním deskriptorem v tzv. energetickém přístupu, což je nosný koncept pro hodnocení reakcí lidského organismu v komunální sféře, je v celé oblasti subjektivního posuzování ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$ . Přičemž fyzikální kritéria expozice by měly odpovídat lidské reakci na hluk z hlediska ztráty sluchu, poruch spánku, poškození zdraví, rušení dorozumění sluchem či obecným rušením a obtěžováním. Je jisté, že jediný deskriptor nemůže vyjádřit komplexitu působení hlukového signálu. Proto je v posledních letech snaha o zlepšení výpovědních schopností  $L_{Aeq}$ , a to především u takových zdrojů, které působí největší hlukovou zátěž obyvatel v komunálním prostředí. Za tyto se považují silniční a letecká doprava. Mezi nejdůležitější deskriptory pro hluk ze silniční dopravy patří Traffic Noise Index (TNI), Noise Pollution Level (NPL), Hladina  $L_{NP}$ , Index hlukové zátěže (G), Hladina rušení ( $L_R$ ), Index rušivosti ( $N_R$ ).

### 2.3.2 Objektívni měření

Na rozdíl od pracovního prostředí, není hluková expozice v mimopracovním prostředí zatím komplexně prozkoumána. Neexistuje spolehlivá statistika, která by vypovídala o tom, které skupiny obyvatelstva, jakým zdrojům a v jaké míře jsou v průběhu dne v mimopracovním prostředí vystavovány.

Existují různé způsoby, jak lze kvantitativně popsat hluk v daném prostředí. Srozumitelně tyto způsoby vysvětluje Kaňák: „Pokud je v daném prostředí hluk v celém prostoru víceméně konstantní, což je případ např. obytných místností, které přijímají akustické imise z venkovního prostředí, pak se provede měření hladiny akustického tlaku ve vhodném místě. V případě, kdy je v daném prostředí v různých místech různá hladina hluku (venkovní prostředí, dílna apod.), provede se měření ve vhodně zvoleném bodě (bodech). Podrobný popis hluku v prostředí, kde se hladina hluku místo od místa mění, je možný vytvořením hlukové mapy, která připomíná synoptickou mapu meteorologů, jenže u izobar (spojnic bodů se stejným tlakem) je místo hodnot barometrického tlaku uvedena hladina akustického tlaku.“ (KAŇÁK, J., 2008: 8)

Jak bylo uvedeno výše, měřící postupy u zjišťování hlučnosti jsou značně omezené právě z důvodu subjektivního vnímání člověkem. Za objektivní měření považujeme ta, kde se zjišťuje změna fyzikální veličiny, tzn. hladiny akustického tlaku. Tato změna se však neshoduje se subjektivně vnímanými změnami počítka. Je obvyklé, že při měření i vyhodnocování se zařazují různé typy přepočtů a převodů. Dosud nebylo nalezeno jednoznačně akceptovatelné objektivní měření subjektivního vjemu, proto by měly být níže uvedené typy měření nazývány spíše objektivizovanými měřeními, jak ostatně naznačuje i Smetana ve své práci o měření a hodnocení hluku a vibrací.

Tyto rozpory mezi subjektivním vnímáním a měřenými fyzikálními hodnotami jsou v objektivizovaných měřeních řešeny tzv. váhovými filtry, které jsou využívány pro přiblížení vlastnostem lidského sluchu. S mezinárodní platností se používají tři váhové filtry, které odpovídají specifickým kmitočtovým průběhům, a jsou značeny A, B a C. Rozhodující a nejpoužívanější v současné době je filtr A, především při hodnocení hluku venkovního prostředí. Zde je třeba zmínit, že pokud bereme v úvahu zdravotní účinky hluku na celý lidský organismus, nikoli pouze na lidský sluch, jsou pro posouzení hlučnosti důležitá jiná než fyzikální kritéria. To dokazuje například Slawin<sup>23</sup>, který zjišťoval, jak škodlivá jsou pro lidský organismus různá kmitočtová pásma. Nebezpečné účinky se netýkaly pouze sluchu, ale i vlivu na psychické změny, kardiovaskulární systém, gastritidy, deprese apod. Například bylo zjištěno, že pod kmitočtem 160 Hz je zdravotní škodlivost menší, než by připouštěl váhový filtr A, z čehož vyplývá, že je škodlivost nadhodnocována. Naproti tomu nad oblastí 6400 Hz je škodlivost vyšší, tedy při použití váhového filtru A je škodlivost podhodnocená. Váhový filtr A těmito Slawinovými závěry nabývá nového rozměru, přesto v dnešních standardizovaných přístupech nejsou brány příliš v úvahu.

### **2.3.2.1 Normy a předpisy**

Do českých podmínek byla přenesena celá řada mezinárodních norem, které jsou dnes považované za všeobecně standardizované. Jako základní přehled uvádím obecné dokumenty týkající se měření a hodnocení hluku objektivními metodami. Určitou nadstavbou jsou zde neuváděné normy týkající se konkrétních fází měření nebo konkrétních zdrojů hluku, samostatnou kapitolu by také tvořily normy měření vibrací a hodnocení jejich účinků na člověka. Pro zkoumanou oblast této práce není třeba je zmiňovat. Celkem by se jednalo o přibližně dalších sto norem a předpisů.

---

<sup>23</sup> SMETANA, C. et al. Hluk a Vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika. Praha 1998. ISBN 80-901936-2-5. s. 59

Vybrané normy a obecné dokumenty určené k měření a hodnocení hluku:

*ČSN 01 1601 Akustika. Kmitočty pro měření*

*ČSN IEC 50 (801) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 801: Akustika a elektroakustika (01 1600)*

*ČSN ISO 31-7 Veličiny a jednotky. Část 7: Akustika (01 1300)*

*ČSN ISO 1683 Akustika. Vybrané referenční veličiny pro akustické hladiny (01 1626)*

*MŽP ČR Novela metodiky pro výpočet hluku ze silniční dopravy. (Novela, 2005)*

### **2.3.2.2 Měřicí přístroje**

Pro úplnost této kapitoly je třeba alespoň ve zkratce zmínit něco k přístrojové technice využívané pro objektivní měření. Základními přístroji k měření hluku a vibrací jsou snímače, které jsou vyvinuty pro větší přesnost a spolehlivost výsledků. V dnešní době jsou namísto původních ručičkových měřidel využívány spíše digitální přístroje s možnostmi sledovat celou řadu hodnot a stanovovat nutné korekce dle norem pro různé typy prostředí apod. Snímači jsou pro akustický tlak zvuku mikrofony, pro vibrace se pak používají akcelerometry. Jelikož citlivost snímačů narušují změny vnějších podmínek (teplota, tlak apod.), je třeba přístroje dobře kalibrovat. Používají se např. písky či různé typy membrán a reproduktorů, které zjednodušeně řečeno pomáhají eliminovat vlivy prostředí nebo vysokou hladinu hluku v pozadí.

Je třeba zopakovat, že přes dlouhodobou snahu laboratoří neexistuje věrná a přesná souvislost mezi subjektivním vjemem jedince a hodnotami zjištěnými běžnými zvukovými přístroji. Různé metodiky vyhodnocování naměřených hodnot zvukoměry se sice přibližují subjektivním vjemům, ale různorodost zvukových signálů i psychických vlivů snad ani nedává možnost jednoznačného postupu. „Neměříme totiž hluk ve své komplexnosti, ale měříme jednotlivé složkové signály zvuku a jejich výsledný, technicky komplikovaný projev.“ (SMETANA et al., 1998: 74) Hodnocení hluku proto vyžaduje další zařízení, nepostačí nám tedy pouze dobrý snímač se zesilovačem. Pro různé hodnotící metody je třeba do tzv. zvukoměrného řetězce zařadit filtry, analyzátory, usměrňovače, záznamová zařízení a další přístroje, které na trh majoritně dodává dánská firma Brüel & Kjaer. Smetana dále o výstupech měření, kterými jsou buď veličiny nebo statistické vyjádření číselné či grafické – obecně jako deskriptory, nebo vykreslení hlukového pole mapou izofón, tj. čar spojujících stejnou hodnotu sledované veličiny v ploše a někdy i soustavu izofón v prostoru. (SMETANA et al., 1998: 75)



### 2.3.3 Indikátory hlukového znečištění v městském prostředí

Indikátory hlukového zatížení městského prostředí jsou zkonstruovány buď jako objektivní ukazatele zatížení prostředí nebo jako subjektivní měřítka. Příkladem indikátoru, který objektivně hodnotí hlukové zatížení městského prostředí je podíl populace zatížené určitou hladinou hluku, tak jak definuje jeden z deseti evropských indikátorů ze sady ECI (European Common Indicators). K tomuto je nutné zpracovat hlukovou mapu daného města či obce. Dalšími ukazateli hlukového znečištění jsou například průměrné denní a noční ekvivalentní hladiny hluku. Ty se stanovují v určitý úsek dne během různého období, za které se hodnota průměruje. Takto lze porovnávat různé lokality mezi sebou a míru zatížení s limitní hodnotou stanovenou legislativou<sup>24</sup>. Legislativně zavedeným kritériem pro hodnocení hlučnosti v životním prostředí je ekvivalentní hladina hluku  $L_{Aeq}$ . Je to energetický průměr okamžitých hladin akustického tlaku A za definovanou časovou jednotku, jíž je 1 hodina. Vyjadřuje se v decibelech (dB). Právní úprava posuzování stavu akustické situace ve venkovním prostředí byla v roce 2006 daná zákonem č. 258/2000 Sb., o veřejném zdraví a s ním souvisejícím nařízením vlády č. 88/2004 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Na následujících řádcích se pokusím srozumitelně rozdělit ukazatele, které jsou již nějakým způsobem zahrnuty do praxe měst a obcí:

- Objektivní způsoby měření

a) mezi **systematicky** hodnocené ukazatele venkovního hluku patří strategické *hlukové mapy* dle evropské směrnice (prozatím pouze 3 města) a bodová *měření* monitoringu zdravotního stavu obyvatel Státního zdravotního ústavu (pouze 12 měst jednou za dva roky) – měří příslušné zdravotní ústavy;

b) mezi **nesystematicky** hodnocené ukazatele patří ojedinělá bodová měření hygienickými stanicemi na základě podnětů obyvatel nebo iniciativy místní správy, ojedinělé hlukové mapy z iniciativy místní správy (souvislost s dopravní situací) či samostatná výzkumná měření z různých účelů.

- Subjektivní způsob měření

a) za **systematické** hodnocení lze považovat monitoring zdravotního stavu obyvatelstva Státního zdravotního ústavu (pouze 12 měst), kde je dopad hluku na kvalitu života a zdraví obyvatel zjišťován dotazníkovým šetřením jednou za 2 až 4 roky;

---

<sup>24</sup> Nařízení vlády č.502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 88/2004 Sb.

b) **nesystematicky** se ojediněle vyhodnocují samostatná výzkumná šetření, kde výsledky nejsou přístupné široké veřejnosti.

### **2.3.4 Zkušenosti s hodnocením hluku ve městech ČR**

V České republice v současné době neexistuje žádné město, které by opravdu systematicky hodnotilo hluk venkovního prostředí. Přibližně desítku středně velkých měst si nechala vyhotovit komplexní hlukovou studii na základě kritické situace s hlukem. Zahrnují však pouze dobu zhruba od roku 2000. Předtím se vyhodnocoval hluk pomocí bodových měření a map, a o údajích většinou neexistuje elektronická evidence. Většinou je ve správě odborů územního plánování. V jiných městech byly vyhodnoceny studie hluku díky testování v rámci vědeckých projektů nebo testování metodik. Ty zde nezmiňuji. Existuje velmi málo měst, která investovala do komplexní hlukové či dopravní studie. Města mají většinou prostředky pouze na dílčí hlukové studie, které se týkají konkrétních problematických míst ve městě – ulic, průmyslových oblastí, železničních tratí apod. Příkladem může být Prostějov, Hranice na Moravě, Olomouc (zdroj: DHV CR, spol. s.r.o.) Chotěboř (zdroj: webové stránky města [www.chotebor.cz](http://www.chotebor.cz)), Prostějov (zdroj: webové stránky města [www.prostejov.eu](http://www.prostejov.eu)) a mnoho dalších. Tyto studie a mapy bývají městy zpracovávány pro potřeby dokumentací a oznámení EIA a územní řízení nebo na základě stížností obyvatel města.

Jistou novinkou od roku 2002 je vyhotovování komplexních hlukových studií na základě metodik zveřejněných v souladu s evropskou směrnicí. Povinnost vyhotovování strategických hlukových map v souladu se směrnicí mají zatím (do roku 2012) pouze aglomerace nad 250 tis. obyvatel. Od roku budou povinná vyhotovovat mapy také města nad 100 tis. obyvatel. Nedotkne se tedy středně velkých měst. Přesto existují mezi městy světlé výjimky, které si vyhotovili komplexní hlukovou studii města i dopad hluku na obyvatele týkající se míry obtěžování hlukem a rušení spánku hlukem.

#### **2.3.4.1 Vsetín**

Jedním z takových měst je Vsetín, který v letech 2004–2006 díky finančním prostředkům z evropské dotace byl schopen pokrýt nákladnou dopravní, rozptylovou i hlukovou studii. Projekt obsahoval celkem deset dílčích studií mimo jiné na dopravní zátěž města Vsetín, imisní situaci, cyklotrasy, využívání alternativních paliv a hluk. Samotnou hlukovou studii město nezveřejnilo.

### 2.3.4.2 Kopřivnice

Dalším názorným příkladem je Kopřivnice, kde vzniklo v letech 2008–2009 komplexní hodnocení vlivu dopravy na životní prostředí, které obsahuje i vyhodnocení hlukové situace způsobené dopravou. Hlukovou studii zpracovalo Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., které pro měření využilo sčítání provozu z dopravní studie, měření celkem 35 měřících bodů. Pro zpracování studie byly použity následující předpisy a metodiky: a) ČSN ISO 1996-1 akustika, Popis měření hluku v prostředí, část 1: Základní veličiny a postupy; b) Kozák J., Liberko M., Novela metodiky pro výpočet hluku ze silniční dopravy (MŽP, 1996); c) Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, ze dne 11. 12. 2001 vydaný pod č. j. HEM-300-11.12.01-34065. Na základě dat o intenzitách dopravního provozu z výsledků dopravních průzkumů a kalibračních měření bylo provedeno modelování hlukové situace města Kopřivnice. Pro vytvoření hlukové mapy v Geografickém informačním systému (GIS) bylo zapotřebí využití prostorových dat a údaje o počtu obyvatel, které jsou zvláště důležité pro zjištění podílu obyvatel žijících pod určitou hlukovou zátěží. Mapy jsou vytvořeny jako pásmová mapa znázorňující přímo zatíženou zástavbu v pětidecibelové škále. Výpočty hlukové zátěže ve venkovním prostoru jsou modelovány ve 3D a zpracovány pro jednotnou výšku + 0,3 m nad terénem.

Na závěr byl proveden synergický součet zdrojů hluku ze silniční dopravy, železniční dopravy a průmyslových zdrojů. Celkový počet zasažených obyvatel pro den i noc je 14 268, což je přibližně 65 % z celkového počtu obyvatel Kopřivnice zasažených hlukem<sup>25</sup>. Město se pro vypracování hlukové studie rozhodlo z důvodu identifikace nárůstu silniční dopravy až o 20 % u bodových měření oproti hlukové studii vypracované v roce 1992 a samozřejmě kvůli rostoucím podněty obyvatel na hluk.

### 2.3.5 Řízení hluku

Ze závěrů mezinárodních organizací, např. WHO, či strategií a zpráv Evropského společenství je patrné, že rozsah monitoringu hlukové zátěže v životním prostředí neodpovídá závažnosti dopadu této zátěže na zdraví a kvalitu života obyvatel. Sledování hlukové zátěže obyvatel je v České republice na všech úrovních nesystematické, bez časové návaznosti a bez možnosti porovnání v důsledku využití rozdílných metodik. Jedinou výjimku tvoří strategické hlukové mapování, které zatím plně využívají pouze tři česká města (Praha, Brno, Ostrava) a dále je zaměřeno na nejvýznamnější liniové dopravní stavby v ČR. Podle *Zprávy o stavu životního*

---

<sup>25</sup> Celkový počet obyvatel v Kopřivnici je 22 044 (zdroj: Český statistický úřad – Městská a obecní statistika, stav k 31. 12. 2009).

*prostředí ČR 2006* (MŽP, Praha 2007) je hluk ze silniční dopravy jedním ze tří hlavních negativně se vyvíjejících faktorů zátěže životního prostředí. Zpráva v části *Vyhodnocení realizace Státní politiky životního prostředí ČR 2004-2010* uvádí za nepříznivou situaci v plnění dílčích cílů mimo jiné oblast ochrany člověka před hlukem.

„Závažnost hlukové expozice v komunálním prostředí spočívá v tom, že hluk postihuje celou populaci a že není možné provádět opatření ke snížení expozice jednotlivých osob. Expozice v mimopracovním prostředí není časově omezena.“ (HELMUTH, 1998:57) „Pouze systematické monitorování, realizované jako otevřený rozvíjející se systém, vedený snahou po odůvodnitelných minimalizacích všech expozic (podle základního principu, že expozice je nutné udržovat tak nízké, jak je to rozumně možné), může zabezpečit srovnatelné úrovně expozic cizorodým látkám a srovnatelné parametry zdravotního stavu se zeměmi Evropské unie a v budoucnu zajistit podmínky udržitelného rozvoje naší společnosti.“ (Systém monitorování, 2001).

# 3. VÍCEKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ VARIANT SLEDOVÁNÍ HLUKU V URBÁNNÍM PROSTŘEDÍ

## 3.1 Rozhodování ve veřejné správě

Rozhodování je proces, kterým směřujeme k výběru mezi alternativami. Rozhodovacím procesem dospíváme k rozhodnutí neboli volbě určitého postoje, chování či akce. V případě veřejné správy se nejčastěji jedná o volbu mezi několika možnostmi – variantami, jak v konkrétních případech postupovat. V optimálním případě se rozhodneme pro takovou variantu nebo více variant, která nebo které nejlépe splňují naše požadavky – kritéria v dané situaci. Obtížným krokem v rozhodovacím procesu je objasnění, co lze považovat za optimální. Dopady rozhodnutí se týkají většinou více skupin majících rozdílné stupnice hodnot, a pro každou z nich je zpravidla výhodnější jiná z variant. Tak vzniká střet zájmů, který je ale řešitelný volbou vhodné metody rozhodování. Fiala et al. také uvádí, že: „Většina rozhodnutí se závažnými celospolečenskými dopady, jako je např. určení místa pro ukládání radioaktivních odpadů, ..., apod., je potenciálním zdrojem konfliktů a je proto nutné věnovat mimořádnou péči metodice, která je použita v příslušném rozhodovacím procesu“ (FIALA et al., 1997: 7).

### 3.1.1 Metody na podporu rozhodování

Fiala et al. (FIALA et al., 1997: 4-50) rozděluje metody na podporu rozhodování do několika základních skupin: a) rozhodovací procesy, ve kterých uplatňujeme vícekritériální rozhodovací analýzu; b) prognostické metody, do kterých patří například metoda prognostických předpovědí a odhadů DELPHI, extrapoláční metoda založená na předpovídání hodnoty určité veličiny s využitím matematické funkce, metoda Ishikawových diagramů, kdy teorie kauzality vychází z přímého vztahu mezi příčinou a účinkem (důsledkem), tzv. kauzální teorie; c) analytické metody zastoupené hodnotovou analýzou, analýzou chování tzv. metoda BLACK BOX, která analyzuje chování systému, u kterého není známá vnitřní struktura a využívá znalosti výstupů a vstupů, analytickou metodu ABC (Paretova analýza), která potvrzuje skutečnost, že 20 % příčin působí 80 % problémů; d) metody pro hodnocení rizika zahrnující např. metodu dekompozice rizik FDA (Failure Decomposition Analysis) a metodu analýzy rizik HAZAN (HAZard ANALysis), kdy podstatou je hledání příčiny selhání projektu; e) ostatní metody, mezi které patří např. teorie obnovy, metody lineárního programování, metody modelování a simulace, kdy pro danou situaci sestavujeme matematický model, jeho validaci, dále experimentování s modelem nebo skupina metod teorie her.

### 3.1.2 Proces rozhodování

Pro potřeby srovnání variant hodnocení hluku v urbánním prostředí byla zvolena kategorie přístupů, které se používají v rozhodovacích procesech. Proces rozhodování je o volbě realizace jedné z více variant. Samotná teorie rozhodování nám říká, že k realizaci dané varianty dospějeme až po absolvování celého průběhu rozhodování. Existuje několik klasifikací jednotlivých fází rozhodování, pro potřeby veřejné správy je můžeme shrnout do těchto základních kroků:

- i)** identifikace problému a jeho analýza
- ii)** stanovení cílů
- iii)** tvorba variant řešení
- iv)** stanovení kritérií hodnocení variant
- v)** vyhodnocení a výběr varianty určené k realizaci
- vi)** implementace řešení a následná kontrola.

Pro účel této práce se v první fázi rozhodovacího procesu (**i**) jedná o problém hodnocení hluku ve venkovním městském prostředí. Podstatou tohoto kroku je shromáždění co nejvíce relevantních informací týkajících se problému (viz teoretická část práce, kapitola 2). Z prošetření situace v prostředí obcí a měst České republiky (komunikace s vedením měst a odborníky) vyplývá, že municipality nemají dostatek finančních prostředků ke zjištění hlukové situace ve svém sídle, ačkoli ročně obdrží od obyvatel značné množství připomínek týkajících se obtěžování hlukem. Je zřejmé, že předcházet, řídit a řešit hlukovou situaci je možné pouze s dostatkem zjištěných hlukových dat a ukazatelů. Přesto na úrovni obcí a měst ČR neexistuje jednotná standardizovaná metodika hodnocení hluku. Pro účely této práce byly vybrány tři metody používané v České republice.<sup>26</sup> Metody hodnocení hluku byly vybrány na základě relevance využití v možnostech českých municipalit. Do srovnání nebyly záměrně zařazeny některé metody a indikátory hodnocení hluku jako počet podnětů obyvatel na hluk nebo rozloha tichých oblastí, neboť tyto ukazatele nepodávají vedení měst jasnou informaci, v jaké míře má hluk skutečný dopad na místní obyvatele. Problémem je tedy rozhodnutí v odpověď na otázku: „Jakou variantu hodnocení hluku ve venkovním městském prostředí zvolit?“

Cílem (**ii**) se rozumí stav, kterého má být během rozhodování dosaženo. Je jím nalezení takové varianty, metody nebo metod, která bude nejvíce odpovídat požadavkům a potřebám obcí.

---

<sup>26</sup> Viz kapitola 3.2 Varianty hodnocení hluku v urbánním prostředí.

Hlavní prioritou je ve většině případů finanční otázka a to, co se danou metodou zjistí. Mezi priority patří také minimální časová a technická náročnost. Žádná z municipalit není nakloněna ukazatelům, jejichž vyhodnocení si nárokuje velký objem financí, větší počet pracovníků či velkou časovou alokaci. Jelikož se v našem případě jedná o komplexní problém, je možné, že výsledkem bude dosažení komplementárních cílů, tzn. metod, které se vzájemně doplňují a podporují.

Samotné metody hodnocení hluku jsou variantami řešení (iii). Odpovídají třem metodám, které jsou pro tento účel využívány v České republice. Zahrnují jak objektivní, tak subjektivní způsoby hodnocení. V tomto případě by bylo ideální sestavit co nejširší soubor variant řešení, nejlépe všech dostupných funkčních metod k hodnocení hluku v městském prostředí. Bohužel množství a multidisciplinárta těchto metod je taková, že není v možnostech této práce je všechny zahrnout.

„Kritéria hodnocení jsou charakteristiky variant zvolené rozhodovatelem sloužící k určení, v jaké míře jednotlivé varianty naplňují dosažení stanoveného cíle. Tvorba souboru kritérií je složitý proces vyžadující tvůrčí přístup a široké znalosti v dané oblasti. Proto jsou k tvorbě souboru kritérií hodnocení často přizváni odborníci v oboru.“ (KOUBOVÁ, 2010: 16) Tak se dělo i v našem případě, kdy zvolená kritéria byla konzultována s odborníky a zástupci veřejné správy. Stanovení kritérií (iv) z velké části odpovídá možnostem třech vybraných metod hodnocení hlukové situace a jejich vlivu na obyvatele v sídle. Nejedná se tedy pouze o kritéria týkající se sběru nebo zpracování dat, ale také míry zjištění dopadu na populaci v místě šetření. Zjišťovány jsou mimo jiné možnosti jednotlivých přístupů k zohlednění zdraví a kvality života obyvatel.

Na základě předchozích kroků je ze souboru variant vybrána jedna, která odpovídá stanovenému cíli dle podrobného vyhodnocení (v). Použitou metodou k porovnání variant řešení je v tomto případě vícekritériální hodnocení variant. K vyhodnocení stanovených kritériálních vah byl použit software MyChoice 1.0.4.2 (poslední aktualizace 06/2010).<sup>27</sup>

Poslední krokem je realizace (vi) vybrané varianty. Její implementace a následná kontrola městského hluku je již na samotných obcích, a není předmětem této práce.

## 3.2 Vícekritériální hodnocení variant

Hluková situace velmi úzce souvisí s problematikou udržitelného rozvoje. Řešení nadměrného hluku v městském prostředí je komplexním dlouhodobým environmentálním projektem.

---

<sup>27</sup> Software je dostupný na internetových stránkách: <http://www.dobesoft.cz>.

Zahrnuje celou řadu specifík, která souvisejí s různými oblastmi ovlivňujícími udržitelný rozvoj na místní úrovni. Dotýká se nejen životního prostředí, ale i sociální a ekonomické oblasti. Pro složitost problematiky řízení a hodnocení hluku v urbánním prostředí není jednoduché najít metodu, která by problém pomohla řešit. Hodnocení hlukové situace naráží na řadu problémů, které v jiných oblastech veřejného sektoru nejsou tak zřejmé. Dá se říci, že s tím souvisí i fakt, že pro státy EU, ani pro Českou republiku, neexistuje jednotná metodika hodnocení hluku v lidských sídlech, přestože se mluví jednotně o tzv. hlukovém mapování. To lze ale provádět různými přístupy.

Pro veřejný sektor a jeho projekty klasifikoval Bénard metody, které dělí na dvě základní skupiny, jednokriteriální a vícekriteriální metody hodnocení (BÉNARD, 1991). Jedná se o pravděpodobně nejznámější a nejpoužívanější klasifikaci, a pro hodnocení environmentálních projektů se v současné době používají obě skupiny.

Jednokriteriální metody se využívají v případě, že je k dispozici jedno dominantní kritérium, na které je možné ostatní kritéria převést. Ve veřejné sféře se nejčastěji využívají jako kritérium náklady nebo ukazatele vázané na náklady. „Většina jednokriteriálních metod je tak založena na předpokladu, že je možné kvantifikovat náklady hodnocené nabídky, a to v peněžních jednotkách. V praxi patří mezi nejčastěji používané jednokriteriální metody pro hodnocení environmentálních veřejných projektů analýza minimalizace nákladů<sup>28</sup>, analýza efektivnosti nákladů<sup>29</sup> a analýza nákladů a přínosů<sup>30</sup>. Tyto metody patří mezi tzv. nákladově-výstupové metody.“ (SOUKOPOVÁ, 2007: 154–162)

Jmenované zdánlivě jednoduché metody mají ale své slabiny pro hodnocení environmentálních projektů. Některé z nich nezohledňují hledisko času (metoda „MCA“), což například v případě dlouhodobějších dopadů na životní prostředí může mít negativní následky. Další a ne poslední mezerou u ostatních metod je obtížnost převedení na peněžní jednotky, což platí v případě mimotržních statků.

V běžném životě, natož pak v reálných situacích vyskytujících se při environmentálním řízení, se zpravidla rozhodujeme na základě více kritérií. Hovoříme o vícekriteriálním rozhodování, do

---

<sup>28</sup> Angl. Cost Minimizing Analysis – CMA. Nejčastějším hodnotícím kritériem jsou nejnižší investiční nebo provozní náklady u zadaných projektů.

<sup>29</sup> Angl. Cost-effectiveness Analysis – CEA. Není používána k ocenění přínosů (užitků) projektů v peněžních jednotkách, výstupy se měří prostřednictvím vhodných naturálních nebo fyzických jednotek.

<sup>30</sup> Angl. Cost-benefit Analysis – CBA. Zahrnuje identifikaci dopadů realizace projektu (kladných i záporných) – ekonomických a fyzických, peněžní ohodnocení významných přínosů, diskontování toku nákladů a přínosů, a nakonec hodnocení pomocí kritérií hodnocení, kterými jsou čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento a doba návratnosti.



kterého podle charakteru rozhodovacích variant řadíme **metodu vícekriteriálního hodnocení variant**, kdy je množina přípustných variant zadána formou konečného seznamu, a **vícekriteriální programování**, při kterém je množina přípustných variant vymezena podmínkami, které rozhodovací varianty musí splňovat, aby byly přijatelné. Rozhodování v případě veřejných projektů souvisejících s životním prostředím se vždy děje na podkladě uzavřeného seznamu variant, proto používáme vícekriteriální hodnocení variant.

Vícekriteriální hodnocení variant (dále „VHV“), jinak také multikriteriální analýza (Multicriteria Analysis – MCA), je metodou zabývající se hodnocením možných alternativ, variant, podle několika hledisek – kritérií, kdy platí, že jedna z variant hodnocená podle jednoho kritéria zpravidla nebývá nejlépe hodnocená podle jiného kritéria. VHV řeší tento rozpor mezi vzájemně protikladnými kritérii.

Jak již bylo řečeno výše, základním kamenem v procesu rozhodování, resp. vícekriteriálním rozhodování, je utřídění co nejvíce informací o variantách. Máme na mysli alternativy způsobu hodnocení hluku v městském venkovním prostředí. Rozhodovatel, uvažujeme obec nebo město v České republice, hodnotí svoji volbu v kritériích: kvantitativních neboli číselných, zpravidla vyjadřovaných v přirozených stupnicích; a kvalitativních, kdy zavádíme vhodnou stupnici (např. klasifikační nebo stupnici velmi vysoký-vysoký-průměrný-nízký-velmi nízký za současného stanovení podmínek pro maximální a minimální hodnoty<sup>31</sup>).

Vícekriteriální hodnotou je v poslední době posuzována řada environmentálních projektů a problematik, jako jsou obnovitelné zdroje energie (BERANOVSKÝ J., 2002), vliv dopravních staveb na životní prostředí (VRABCOVÁ Z., 2008), hodnocení variant energetických auditů (BERANOVSKÝ J., 2003), vliv investic na životní prostředí (ŘÍHA J., 1995) a další.

Základní osnovou VHV jsou následující kroky, kdy každý z nich je znázorněn formulací úlohy, jak je popsal Fiala (FIALA et al., 1997).

1. Vytvoření seznamu alternativ.

Nechť je dána množina variant  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

2. Sestavení hodnotícího schématu z vybraných kritérií.

Nechť je dána množina hodnotících kritérií  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$

3. Přiřazení váhy ke každému kritériu podle stupně významu.

---

<sup>31</sup> Více např. SKULINOVÁ, D. (2005)

Nechť je každá varianta  $a_i, i = 1, 2, \dots, n$  podle těchto kritérií popsána vektorem kritériálních hodnot  $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik})$ .

4. Dosažení výsledku, kterým je bodovací tabulkové schéma, ve kterém jsou subjekty seřazeny podle dosažené hodnoty, tzv. účelové funkce.

Matematický model úlohy VHV je vyjádřen ve tvaru matice:  $Y = (y_{ij})$

$D = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\}$  je množina  $m$  vybraných variant, kde  $1 < i_1 < \dots < i_m, 1 < ij < n, j = 1, \dots, m$ .

Soukopová dodává, že hodnocení variant podle jednotlivých kritérií může být v různých jednotkách a různých měřících. Důležitá je následná transformace vstupních informací na srovnatelné jednotky, které umožní agregaci podle všech kritérií, což umožňují stupnice a škály. (SOUKOPOVÁ, 2007: 154-162)

Skulinová formuluje VHV vztahem (SKULINOVÁ, 2005: 1-2):

$$f_1(a_j), f_2(a_j), f_3(a_j), \dots, f_n(a_j) \rightarrow \max_{a_j \in A}$$

$A$  – rozhodovací prostor,  
 $F$  – kritériální prostor,  
 $a_j$  – rozhodovací varianta,  
 $f$  – kritériální hodnota.

### 3.2.1 Stupnice a škály

Hodnocení variant podle jednotlivých kritérií může být v různých jednotkách a různých měřících. „Proměnná“, pojem široce uplatňovaný v matematice, logice či programování, umožňuje reprezentovat objekty, v našem případě kritéria, což zprostředkovává jednodušší manipulaci s nimi. Pro potřeby statistické analýzy se u proměnných určuje její typ. Určením typů vztahu mezi hodnotami klasifikujeme proměnné na nominální, ordinální, intervalové a poměrové. Tomu odpovídají i stupnice a škály. Mezi nejznámější, které postačí při kvantifikaci kritérií a vah v této práci, patří:

- Nominální (binární) stupnice, kvalitativní proměnné

Zakládá se na operaci shody či neshody, kterou můžeme logicky vymežit na 0=neshoda; 1=shoda. O hodnotách, kterými mohou být texty nebo číselné kódy, můžeme říci, zda jsou stejné nebo různé. Hodnocené varianty jsou z hlediska hodnoceného kritéria indiferentní. Při užití tohoto typu stupnice není měřena preference jednotlivých kritérií ani jejich váhy.

- Ordinální stupnice, kvalitativní proměnné

Jedná se o klasifikační stupnici, která hodnotí kritéria pomocí známkování (např. 1-5; 1=nejlepší, 5=nejhorší), bodování (0-10; 0=nejhorší, 10=nejlepší) nebo v rámci stanovené škály (např. 1-10, kde 1=nejhorší hodnota, 10=nejlepší hodnota). Ordinální stupnice se tak od binární liší tím, že uspořádává kritéria podle důležitosti. Používá se například při určování úrovně spokojenosti, znečištění, vzdělání aj.

- Kardinální číselná stupnice, kvantitativní proměnné

Využívá intervalových (rozdílových) a poměrových (podílových) proměnných. Intervalová proměnná je taková, u které můžeme stanovit, o kolik je větší či menší než druhá. Hodnotami jsou čísla. Nutné je vyjádření pomocí čísel v kladných hodnotách (např. koncentrace, hmotnost). Stupnice a škály se využívají nejčastěji v rámci expertního posuzování při hodnocení environmentálních veřejných projektů, v tomto případě je nejvyužívanější ordinální bodovací stupnice. Výhodou těchto stupnic je jejich srozumitelnost a jednoduchost. Nevýhodou škál může ale být jejich nerozlišování důležitosti jednotlivých kritérií. K tomu je třeba znát kriteriální váhy.

### 3.2.2 Metody stanovení vah důležitosti

Některá kritéria mohou být významnější než jiná, stejně tak jako některé skupiny kritérií mohou být důležitější než ostatní. Při vícekriteriálním rozhodování je nutné určit vhodnou metodu, pomocí které budeme stanovovat váhy jednotlivých kritérií. Výběrem vhodné metody je zajištěno správné ohodnocení kritérií, a tím i přesnější kompromisní řešení neboli výběr varianty. Ke zvýšení přesnosti výsledku lze použít i více metod současně.

K metodě VHV provedené v této práci za účelem srovnání přístupů měření hluku ve venkovním prostředí a jejich kritérií byla zvolena **metoda postupného rozvrhu dat** společně s **bodovací metodou**, které jsou popsány níže. Dobře v hodnocené situaci postihují jak preferenci pořadí kritérií, tak jejich důležitost. Při jejich použití byla aplikována kardinální stupnice bodování od 0 do 100, kdy 0=nejnižší váha a 100=nejvyšší váha, a to jak pro jednotlivá kritéria, tak pro celé skupiny kritérií.

Pro úplnost uvádím stručně informace k jiným často používaným metodám ke stanovení vah kritérií. Zvolenou metodu postupného rozvrhu dat a doplňující bodovací metodu zařazuji do popisu na prvních místech.

#### **Metoda postupného rozvrhu vah**

Používá se v případech, kdy je soubor kritérií nesourodý a velký, a určování pořadí důležitosti je obtížné. Umožňuje rozřazení velkého počtu kritérií do skupin podle příbuznosti jejich věcné

náplně. Hodnotí se zde tedy nejen jednotlivá kritéria, ale celé skupiny kritérií pomocí normovaných vah.

Postup zjištění vah je následující. Stanovíme normované váhy jednotlivým skupinám kritérií a každému z kritérií v příslušné skupině. V našem případě tak činíme pomocí bodovací metody, lze ale použít jinou ze jmenovaných metod. Vynásobením vah skupin a vah jednotlivých kritérií v rámci každé skupiny zjistíme výsledné normované váhy kritérií.

Určování vah je velmi subjektivní, proto se doporučuje zapojit více hodnotitelů a získané hodnoty průměrovat. Tímto způsobem se postupovalo i při stanovování vah pro kritéria i skupiny kritérií různých přístupů k hodnocení hluku ve venkovním prostředí. Stanovení vah bylo konzultováno se zástupci veřejné správy a odborníky na indikátory udržitelného rozvoje.

### ***Bodovací metoda***

Je subjektivní, spíše jednodušší metodou. Lze ji použít samostatně nebo společně s dalšími metodami. Používá se tím způsobem, že každému kritériu přiřadíme daný počet bodů ze zvolené škály. Body mohou být slovně interpretované pro snadné a rychlé stanovení vah, jednoduše např. málo důležité (1)-středně důležité (2)-velmi důležité (3). Její výhodou je, že neurčuje pouze pořadí kritérií, ale také jejich důležitost. Doporučuje se zkušeným rozhodovatelům nebo při zapojení odborných kritiků – expertů. Metoda je využitelná u nesouměřitelných kritérií způsobem, kdy hodnotitel přiřadí jednotlivému kritériu určitý počet bodů ze zvolené stupnice. Maximální, resp. minimální, počet bodů přiřazený nejlepší/nejhorší hodnotě kritéria však musí být pro všechna kritéria stejný. V našem případě jde o stupnici 0=nejhorší až 100=nejlepší. Přitom se nevylučuje případ, kdy při dílčím hodnocení žádné z kritérií nedosáhne tento extrémní počet bodů.

### ***Metoda pořadí***

Lze považovat za modifikaci bodovací metody. Kritéria se řadí dle preference pořadí. Pokud kritéria mají stejnou váhu, označí se obě kritéria stejným pořadím. Nevýhodou je, že metoda pořadí nepostihuje eventuální rozdílnost v intenzitě důležitosti jednotlivých kritérií.

### ***Metoda poměrných čísel***

Tuto metodu lze velmi dobře využít, jsou-li velké rozdíly v důležitosti kritérií. Kritéria hodnotíme takovým způsobem, že vybereme nejméně důležité kritérium a porovnáváme jednotlivá kritéria s tímto nejméně významným kritériem a vymežíme, kolikrát je dané kritérium významnější než nejméně významné.

### ***Metoda odchylkové stupnice***

V této metodě klasifikujeme jednotlivá kritéria koeficienty v intervalu  $<1$ , počet kritérií>. Nejméně důležité kritérium se označí koeficientem 1. Nejvýznamnější kritérium pak indexem rovném počtu kritérií.

### ***Metoda párového srovnávání***

Známa jako metoda porovnání ve Fullerově trojúhelníku. Váha důležitosti se určuje pomocí srovnávání preferenčních vztahů dvojic kritérií. Metoda je vhodná pro větší počet kritérií a snižuje subjektivní chyby rozhodovatele.

### ***Saatyho metoda***

Do jisté míry metoda párového srovnávání. Opět se zjišťují preferenční vztahy mezi dvojicemi kritérií. Rozhodovatel zde navíc kvantifikuje intenzitu preference mezi kritérii. Metoda je náročná, vyžaduje správné uspořádání dvojic kritérií v matici.

## **3.2.3 Stanovení pořadí variant**

Vícekritériální metody nabízí možnost většího přiblížení realitě právě díky správnému stanovení rozhodovacích kritérií, a tím i větší naději na nalezení správné varianty k realizaci. Určitou komplikací přináší zahrnutí všech informací a vyhodnocení správného kompromisního rozhodnutí – vítězné varianty. Výběrem správné metody vyhodnocení zajistíme, že nejlepší rozhodnutí bude odrážet vliv všech kritérií rozhodování. Mezi nejpoužívanější vícekritériální metody patří například ty jmenované níže, které lze rozdělit podle toho, jaký typ informace vyžadují.<sup>32</sup>

- Metody vyžadující znalost aspirační úrovně kritériálních hodnot

Vyžaduje nastavení aspirační úrovně kritérií a kardinální ohodnocení variant podle jednotlivých kritérií, tj. za jakých podmínek je varianta ještě akceptovatelná. Patří sem např. konjunktivní metoda, která připouští varianty splňující všechny aspirační úrovně; disjunktivní metoda, která připouští varianty splňující alespoň jeden požadavek; anebo metoda PRIAM, která je založena na postupném prohledávání množiny variant pro nalezení jediného nedominovaného řešení.

- Metody vyžadující ordinální informaci o variantách podle každého kritéria

---

<sup>32</sup> Více např. FIALA, P., JABLONSKÝ, J., MAŇAS, M. (1997)

Sem patří například metoda váženého pořadí, lexikografická metoda (seřazení kritérií podle důležitosti od nejdůležitějšího po nejméně důležité), permutační metoda a metoda ORESTE.

- Metody vyžadující kardinální informace o variantách podle každého kritéria
- maximalizující užitek: metoda váženého součtu, metoda bazické varianty, metoda AHP, metoda bodovací (viz níže).
- minimalizující vzdálenost od ideální varianty, resp. maximalizující vzdálenost od porovnávací (bazální) varianty: TOPSIS
- preferující relace, rozdělení na efektivní a neefektivní varianty: ELECTRE, PROMETHEE
- založené na mezní míře substituce: metoda postupné substituce

*Metoda váženého pořadí*, která byla využita pro VHV v této práci, se používá při zahrnutí kardinálních informací a použití matice vah kritérií. Umožňuje celkové hodnocení pro každou z variant, a proto ji lze použít nejen při hledání nejlepší varianty, ale také pro stanovení pořadí jejich využitelnosti. Použití *metody váženého pořadí* je výhodné v tom, že určuje hodnotu *ideální varianty* a *bazální varianty*, což značně zjednodušuje interpretaci dat. Po jejich lineární transformaci se *bazální hodnota* rovná nule a *ideální hodnota* jedné.

Co se týče zvolených metod pro stanovení vah i porovnání kritérií, také Soukopová zmiňuje, že u vícekritériálních metod hodnocení by pro hodnocení environmentálních veřejných projektů doporučila buď bodovací metodu, nebo metodu váženého součtu, a to hlavně proto, že jsou obě jednoduché a přitom zohledňují preference hodnotitele a důležitost kritérií pro hodnocení (SOUKOPOVÁ, 2007: 154-162).

Samotné stanovení pořadí variant nám pomáhá určit *kompromisní variantu*, tedy tu, která nejvíce vyhovuje zadaným parametrům v hodnocení, a můžeme ji doporučit k řešení. Preferenční pořadí variant je citlivé na změny vah kritérií a použité metody, proto je žádoucí použít pro ověření více metod a sestavit tzv. analýzu citlivosti preferenčního pořadí variant. Pro srovnání variant v rámci této práce bylo použito více metod, nicméně jejich výsledky nezměnily pořadí hodnocených variant, ani se zásadně nelišily mezi sebou. Tento fakt poukazuje na dobře zvolené váhy kritérií. Z důvodu omezeného rozsahu práce nejsou publikovány výsledky jiných metod použitých v rámci vícekritériálního hodnocení variant.

## 3.2 Varianty hodnocení hluku v urbánním prostředí

V následující kapitole budou představeny tři přístupy k hodnocení hluku v urbánním prostředí, které odpovídají variantám pro srovnání metodou VHV popsanou výše. O každém z přístupů je uvedeno co nejvíce informací, které jsou relevantní pro jejich vzájemné srovnání. Popis zahrnuje běžně uváděné informace na indikátorovém metodickém listu, pakliže jsou dostupné. Struktura popisu každého přístupu je následující:

- i. zasazení metody do širšího kontextu (historie, využití) – *souvislosti*
- ii. ukazatel, jeho definice a cíle – *ukazatel*
- iii. metodika měření (zjišťování a vyhodnocování dat) – *metodika*
- iv. využitelnost na místní úrovni, výhody a nevýhody – *využitelnost*
- v. *technická kritéria* – finanční a časová nákladnost, obtížnost aj.

Všechny tři níže popsané přístupy jsou v současné době ve větší či menší míře využívány v ČR. Zatím pouze jeden z nich, indikátor **ECI B.7 Zatížení prostředí hlukem**, se používá pro komplexní vyhodnocení hluku na místní úrovni.<sup>33</sup> K jeho zjištění je ale zapotřebí dalších metodik hodnocení a měření hluku, které vycházejí např. z evropské směrnice o hlukovém mapování<sup>34</sup> nebo i dílčích metod jako je např. **hodnocení hluku ze silniční dopravy Ministerstva životního prostředí**, druhá z popsaných metod. Třetím popsaným přístupem je **metoda Státního zdravotního ústavu**, která jako jediná kromě objektivních měření zapojuje subjektivní hodnocení hluku obyvateli daného sídla. Je však využívána pouze pro vyhodnocení zdravotních účinků hluku na obyvatele na národní úrovni, zatím nebyla přenesena do praxe obcí a měst.

Existuje samozřejmě celá řada dalších metod, vycházejících především ze zahraničních výzkumných prací, kterými lze hodnotit hluk v urbánním prostředí. Žádné z nich ale nebyly v praxi dostatečně ověřené, tedy u nich nelze zjistit míru využitelnosti na místní úrovni. Lze také zmínit snadnější ukazatele, u kterých ale není možné hovořit o objektivních či subjektivních metodách jako je „počet podnětů obyvatel“ (stížnosti na hluk) nebo rozloha tichých oblastí<sup>35</sup>. Míra jejich splnění poptávky obcí a měst po zjištění hlukové situace je však natolik zanedbatelná, že nebyly záměrně zařazeny do srovnání. Tímto způsobem přirozeně došlo k rozdělení na

---

<sup>33</sup> Praxe např. měst Vsetín a Kopřivnice, více v kapitole Zkušenosti s hodnocením hluku ve městech ČR.

<sup>34</sup> Více Směrnice, 2002.

<sup>35</sup> Tichou oblastí v aglomeraci se rozumí oblast, která není vystavena hluku většímu, než je mezní hodnota hlukového ukazatele nebo než je nejvyšší přípustná hodnota hygienického limitu hluku stanoveného podle § 34. Tichou oblastí ve volné krajině se rozumí oblast, která není rušena hlukem z dopravy, průmyslu nebo rekreačních aktivit (více zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví).

varianty dobré – přípustné, a nevhodné k realizaci – nepřípustné pro zařazení do vícekritériálního hodnocení variant.

Mezi porovnávané varianty nebyly úmyslně zařazeny takové, které hodnotí hluk nepřímo a zabývají se spíše vyčíslváním ekonomických ztrát způsobených hlukem neboli oceňováním dopadů hluku na blahobyt. Existuje řada studií, které využívají pro ocenění dopadů hluku scénář ochoty platit (WTP) za snížení hladiny hluku, popř. ochotu akceptovat (WTA) kompenzaci za zvýšení hladiny hluku (např. NELLTHORP et al., 2007). Tento druh studií je využíván především na národní úrovni, nelze si představit, že by se stal široce využívaným na lokální úrovni, přesněji na úrovni měst. Pro technickou, finanční i časovou náročnost nebyla tato skupina přístupů hodnocení hluku zahrnuta do srovnávání pro účely veřejné správy.

K rozhodování, v našem případě srovnání, máme tedy konečný seznam tří variant, které v současné době nejvíce splňují požadavky obcí a měst. Na tomto místě je dobré zopakovat, že v České republice na místní úrovni neexistuje standardizovaná metoda hodnocení hluku pro venkovní prostředí, jejíž výstupy by navíc umožňovaly srovnání mezi městy navzájem. Města tuto problematiku řeší víceméně nahodile na základě narůstajícího počtu negativních podnětů ze strany místních obyvatel.

### **3.2.1 Varianta A a 0 – Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku**

*Varianta s označením „SZU“*

*Dotazníkové šetření varianty SZU je označováno za Variantu 0 – SZU-DS*

#### **3.2.1.1 Souvislosti**

Níže popsaná metoda je využívána Státním zdravotním ústavem v Praze (dále „SZÚ“) v rámci *Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí*.<sup>36</sup> V tomto systému jsou dlouhodobě, od roku 1994, sledovány také zdravotní důsledky účinků hluku. Výsledky monitoringu tzv. Subsystému III – *„Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku“* jsou pravidelně zveřejňovány v odborné zprávě<sup>37</sup>. Monitoring SZÚ slouží především pro potřeby zjištění vztahů mezi hlukem a účinky hluku na kvalitu života a zdraví obyvatel. Spojuje fyzikální (objektivní) měření, a to v podobě monitorování hlučnosti 24 hodinovým měřením na měřících

---

<sup>36</sup> Více také v teoretické části, kapitola Hluk a zdraví.

<sup>37</sup> Např. *Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí*. 2008. Odborná zpráva 2007. Státní zdravotní ústav. Praha. Podrobně v kapitole Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku, Subsystém III, s. 15-29. Odborné zprávy jsou ke stažení na webových stránkách [www.szuz.cz](http://www.szuz.cz).



místech a sledování jejího vývoje, se subjektivním měřením periodicky se opakujícím dotazníkovým šetřením<sup>38</sup>. Cílem dotazníkového šetření je doplnění měření o údaje, které charakterizují obyvatelstvo sledovaných lokalit z hlediska jeho zdravotního stavu a postojů k hluku<sup>39</sup>. Metodika hodnocení vznikla v rámci programu CINDI (Contrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention Programme), založeném v roce 1983 Světovou zdravotnickou organizací (WHO) s cílem především snížit rizikové faktory některých onemocnění spjatých s nevhodným způsobem života a nevhodnými životními podmínkami.

### 3.2.1.2 Metodika měření a sběru dat

Metoda provádí hodnocení vždy na dvou lokalitách v jednom městě. K **měření** jsou vybrány dvě lokality s rozdílnou intenzitou hluku, v každé z nich potom jedno měřící místo. Tato měření jsou prováděna lokálními Zdravotními ústavy a probíhají podle jednotné metodiky.<sup>40</sup> Manuál měření je vypracován v souladu s *Metodickým návodem pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí*<sup>41</sup> a intenzita dopravy je zjišťována v souladu s *Novelou metodiky výpočtu hluku silniční dopravy 2004*<sup>42</sup>.

24hodinové měření se provádí dvakrát v každém z měřících míst. První měření v období duben až červen, druhé měření v období září až říjen. Měření se provádí v běžný pracovní den, který nenavazuje na den pracovního volna nebo státní svátek, tj. v úterý, středu a čtvrtek – pokud se jedná o pracovní den. Meteorologické podmínky se řídí metodickým návodem (uvedeným v příslušných metodikách, viz výše). Díky těmto opatřením lze dosáhnout nejlepší reprezentativnosti z hlediska časové proměnlivosti hluku.

---

<sup>38</sup> Monitorování hluku probíhalo od roku 1994 do roku 2006 každoročně v 19 městech ČR. Od roku 2007 je subsystém III realizován ve 12 městech, celkem ve 24 lokalitách. Monitorování probíhá v pětiletém cyklu, během kterého je realizováno měření hluku čtyřikrát ve dvou letech (s odstupem dva až tři roky) a dotazníkové šetření po provedení všech měření.

<sup>39</sup> Poslední dotazníkové šetření s názvem „Hluk a zdraví“ proběhlo v roce 2007, předchozí šetření se konala v letech 1995, 1997 a 2002.

<sup>40</sup> Státní zdravotní ústav. 2001. Manuál měření hluku pro Státní zdravotní ústav – Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí. Dostupné na internetu: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Manual\\_hluk\\_2010.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Manual_hluk_2010.pdf)

<sup>41</sup> Ministerstvo zdravotnictví. 2001. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí (Č.j. HEM-300-11.12.01-34065). Praha. Dostupné na internetu: [http://www.nrl.cz/metodika/postup\\_prostredi.php](http://www.nrl.cz/metodika/postup_prostredi.php)

<sup>42</sup> Více v kapitole 3.2.2 Metodika pro výpočet hluku silniční dopravy; dále LIBERKO, M. et al., *Novela metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy*, In *Planeta č.2/2005*, Hluk v životním prostředí, Praha, 2005, s. 4-29.

Součástí měření je sčítání četnosti a intenzity dopravy, které se provádí po celou dobu všech měření. V patnácti minutových intervalech jsou zaznamenávána následující data: ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{LAeq,T}$  [dB], pravděpodobnostní hladiny  $L_{AN}$  [dB] (N=1, 10, 50, 90, 99), hladiny  $L_{Amin}$  a  $L_{Amax}$  [dB] a sčítání dopravy ve skupinách motocykly, osobní automobily, nákladní automobily, nákladní soupravy, autobusy, vozidla dráhy (tramvaje, vlaky) a ostatní dopravní prostředky. V hodinových intervalech jsou rovněž sledovány klimatické podmínky: teplota, vlhkost, rychlost větru, tlak, srážky a oblačnost.

Zpracování naměřených dat má svůj specifický postup. Data jsou transformována na hodinová a jsou vypočteny hlukové ukazatele dané požadavky *Směrnice 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí* a vyhláškou – metodickým návodem k hlukovému mapování, jak bylo řečeno výše. V případě, že jsou v daných místech dostupné hlukové studie, jsou využita jejich data.

Zpráva SZÚ udává, že výsledky 24hodinových měření jsou zpracovány jednak pro každé měřící místo zvlášť, jednak souhrnně. Pro každé měřící místo je zpracován 24hodinový časový průběh ekvivalentní hladiny akustického tlaku v závislosti na dopravní zátěži. Přestože hlavním zdrojem hluku ve většině lokalit je silniční doprava, bylo zjištěno, že počet vozidel neodpovídá naměřené hladině ekvivalentního tlaku, neboť velký vliv má též vzdálenost budov od komunikace a jejich uspořádání (souvislá nebo nesouvislá řada) a u tichých lokalit též hluk doléhající z okolních komunikací (Státní zdravotní ústav, 2010).

Sběr dat v rámci **dotazníkového šetření** (*Varianta 0 – SZU-DS*) pro zjišťování zdravotních důsledků rušivých účinků hluku je prováděn dotazníkem „Hluk a zdraví“<sup>43</sup>. Šetření se pro použití SZÚ uskutečňuje ve dvou dotazníkových/měřících lokalitách s různou úrovní hlučnosti. Počet osob zařazených do šetření SZÚ je stanoven na přibližně 10 000 osob (zaokrouhleno na celé domy), v každé lokalitě je osloveno 450 – 600 osob, tzn. přibližně jeden tisíc obyvatel v každém městě. Oslovování jsou obyvatelé domů v lokalitě ve věkovém rozpětí 30-75 let. Dotazníkové šetření zajišťují pracovníci místních zdravotních ústavů na základě jednotné metodiky poskytnuté SZÚ. Dotazníky jsou distribuovány do poštovních schránek, respondenti vyplňují dotazník samostatně, anonymně. Tazatelé vyzvedávají a kontrolují dotazník při osobní návštěvě. V posledních šetřeních SZÚ byla response okolo 50 % (návratnost necelých 5 000 dotazníků). Příčiny nižší response jsou zpravidla nezastižení v místě bydliště nebo odmítnutí účastnit se šetření. Do vyhodnocení jsou zařazeni všichni respondenti bez ohledu na orientaci

---

<sup>43</sup> Státní zdravotní ústav poskytl pro účel této diplomové práce celý dotazník, který je připojen v *Příloze 1* na základě formální žádosti uvedené v *Příloze 2*. Dotazník je majetkem SZÚ, není určen k dalšímu šíření ani použití.

oken svých bytů vzhledem ke zdroji hluku. V případě obtěžování rušení spánku hlukem jsou vyloučeny osoby, které v lokalitě bydlí méně než jeden rok, nebo pobývají mimo své bydliště více než 6 měsíců v roce, jak uvádí zpráva (Státní zdravotní ústav, 2008). Podrobný průběh oslovování a informování respondentů je řešen v interním manuálu pro tazatele na provedení dotazníkového šetření, který zde není uváděn.

Pro potřeby hodnocení vlivu hluku na zdraví se lokality rozdělují do tří skupin: hlučné, středně hlučné a tiché. Rozřazení lokalit do jmenovaných skupin se děje podle naměřené hlučnosti v měřících místech lokalit z předešlého měření následujícím způsobem:

- a) hlučná lokalita: den+večer+noc ( $L_{DVN}$ ) překračuje mezní hodnotu 70 dB
- b) tichá lokalita: den ( $L_D$ ) je nižší než 55 dB
- c) středně hlučná lokalita: ostatní.

Uvedené hodnoty sloužící pro rozřazení lokalit do skupin odpovídají hygienickým limitům hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru 50 dB s korekcí + 5 dB pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích.

V dotazníkovém šetření je brán ohled na demografické a socioekonomické ukazatele, které mají prokázanou souvislost se zdravotním stavem i s dopady hluku na jednotlivce – na míru obtěžování a rušení spánku hlukem. Havránek například popisuje vyšší míru obtěžování hlukem u vzdělanějších a duševně pracujících lidí a nápadnější rušení spánku u žen a starších osob (HAVRÁNEK, 1990).

Soubor respondentů je hodnocen z hlediska pohlaví, věku, vzdělání a ekonomické aktivity. Jako nejčastěji se vyskytující účinek hluku na člověka je považováno **obtěžování hlukem**, proto je z šetření vyhodnocováno veškeré obtěžování hlukem během dne bez ohledu na zdroj hluku.<sup>44</sup> Respondenti v dotazníku vyjadřují míru obtěžování hluku na šestibodové škále s krajními hodnotami „vůbec ne“, a „silně“. Poslední tři stupně škály přitom poukazují na přítomnost obtěžování hlukem. Dále rozlišují příčinu obtěžování podle zdroje hluku. Na stejné škále subjektivně hodnotí respondenti **citlivost na hluk** a **rušení spánku hlukem**. U posledního se za přítomnost rušení považují tři stupně ze škály. Stejně jako v případě obtěžování hlukem se nerozlišuje zdroj hluku rušící spánek.

V dotazníkovém šetření lze nalézt další otázky týkající se zdraví, které mohou mít souvislost s hlukem. Jedná se třeba o zjištění výskytu bolestí hlavy a subjektivního pocitu zhoršeného

---

<sup>44</sup> Z tohoto důvodu není srovnatelné s ukazatelem zmiňovaným v zahraniční literatuře jako „percentage of persons annoyed“, které je specifické pro silniční, železniční a leteckou dopravu. Viz např. v literatuře European Commission, 2002.

sluchu. Ke statistickému zpracování dat se používá tzv. logistický regresní model<sup>45</sup>. Metoda umožňuje kontrolovat současně několik faktorů, které mohou mít na výskyt výše uvedených obtíží vliv (např. věk, pohlaví, vzdělání, ekonomická aktivita, Body Mass Index<sup>46</sup>). Výsledky této metody ukazují poměr šancí na to, že budou určité skupiny respondentů trpět bolestí hlavy nebo pocitem zhoršení sluchu.

### 3.2.1.3 Ukazatele

Z výstupů fyzikálních měření jsou zjištěny tyto **objektivní hlukové ukazatele**:

1. den  $L_D$  (v časovém období od 6:00 do 18:00 hodin)
2. večer  $L_V$  (18:00 - 22:00)
3. noc  $L_N$  (22:00 - 6:00)
4. den+večer+noc  $L_{DVN}$ , který popisuje hluk v životním prostředí z hlediska tzv. celodenního i nočního obtěžování hlukem. Ve vzorci pro  $L_{DVN}$  je zohledněna větší závažnost hluku ve večerních a nočních hodinách způsobem, kdy je k naměřeným hodnotám přičteno 5 a 10 dB.

**Dotazníkovým šetřením** (Varianta 0 - SZU-DS) jsou kromě socio-ekonomických a demografických ukazatelů, otázek na zdravotní stav a životní styl zjištěny následující **subjektivní hlukové ukazatele**. Respondenti odpovídají na uvedené otázky na škále o šesti bodech, přičemž 1 = „silně“ a 6 = „vůbec ne“<sup>47</sup>.

1. Obtěžování hlukem

Hlavní otázka: *Cítíte se doma obtěžování hlukem během dne?* (škála 6 bodů)

Doplňující otázky: *Jakým způsobem Vás doma hluk ruší během dne?*; *Jak silně Vás doma obtěžují níže uvedené zdroje hluku během dne?* (výběr jedné z nabízených možností); *Jak často jste doma obtěžování níže uvedenými zdroji hluku během dne?* (míra obtěžování u všech možností).

2. Rušení spánku hlukem

Hlavní otázka: *Je Váš spánek rušen hlukem?* (škála 6 bodů)

---

<sup>45</sup> Logistická regrese je statistická metoda zabývající se problematikou odhadu pravděpodobnosti určitého jevu na základě daných známých skutečností, které mohou jeho výskyt ovlivnit. Jinak řečeno umožňuje identifikovat závislost jedné kategorizované veličiny na ostatních včetně odhadu pravděpodobnosti.

<sup>46</sup> BMI (z anglického Body Mass Index) neboli Index tělesné hmotnosti se používá jako měřítko obezity, které umožňuje statistické porovnávání lidí s různou výškou. Index se počítá vydělením hmotnosti člověka druhou mocninou jeho výšky.

<sup>47</sup> Státní zdravotní ústav poskytl pro účel této diplomové práce celý dotazník, který je připojen v Příloze 1 na základě formální žádosti uvedené v Příloze 2. Dotazník a jeho otázky jsou majetkem SZÚ, nejsou určeny k dalšímu šíření ani použití.

Doplňující otázky: *Jak silně je rušen Váš spánek níže uvedenými zdroji hluku?; Jak často je Váš spánek rušen níže uvedenými zdroji hluku?* (míra rušení u všech možností); další otázky týkající se problémů se spánkem.

### 3. Citlivost na hluk

Hlavní otázka: *Do jaké míry jste, podle Vašeho názoru, citliví na hluk?* (škála 6 bodů)

#### 3.2.1.4 Využitelnost

Státní zdravotní ústav využívá popsanou metodiku s průběžnou aktualizací od roku 1992. Jedná se o pravidelné fyzikální měření úrovně hluku a periodické dotazníkové šetření, které bylo zavedeno do praxe v 19 městech<sup>48</sup>. V každém městě ve 2 základních lokalitách – jedna odpovídá hlučné a druhá tiché části města. Hodnocen je vývoj hlučnosti lokalit a vztah mezi sledovanou mírou hlučnosti a výskytem vybraných ukazatelů vlivu hluku na zdraví (obtěžování hlukem, poruchy usínání a spánku, tzv. civilizační onemocnění). Pomocí speciálního počítačového programu je na základě měření v základních a přidružených lokalitách získáván odhad relativního rizika poškození zdraví hlukem.

Vzhledem k měření a braní v úvahu proměnlivosti hluku z hlediska času a prostorového rozložení, je **nevýhodou** metody nepřesnost při průměrování dvou ročních měření (jaro, podzim). Samotná zpráva SZÚ uvádí, že „velikost nejistoty závisí na ročním průběhu hluku a je v jednotlivých lokalitách různá. Monitorované lokality nelze považovat za homogenní z hlediska prostorového rozložení hluku. Expozice hluku u respondentů uvnitř jednotlivých lokalit může být stanovena prostřednictvím srovnávacích měření nebo akustické studie. Pomocí srovnávacích měření se podařilo upřesnit expozici hluku jen u části respondentů, akustická studie vede k upřesnění expozice hluku u většiny respondentů.“ (Státní zdravotní ústav, 2010: 10). Další nevýhodou je zjišťování pouze silniční dopravy jako zdroje hluku u srovnávacích měření, tento nedostatek ale nahrazují podrobné otázky v dotazníku určené k definování hluku.

**Výhodou** je naopak možnost využití již existujících akustických studií – hlukových map – zpracovaných obcemi. Na vybraných lokalitách by podle intenzity hluku bylo možné měření doplnit pouze o dotazníkové šetření a zjistit tak dopad hluku na zdraví a kvalitu života obyvatel. Pakliže není hluková studie dostupná a je třeba provést srovnávací měření, je nutné zmínit, že se jedná o vzorek dvou lokalit (hlučné a tiché), který nemusí být reprezentativní pro celou plochu obce. Počet lokalit lze samozřejmě navýšit a rozmístit po celé ploše obce, aby byly výsledky přesnější. Přesto se nejedná o plošné využití metody jako např. u hlukového mapování.

---

<sup>48</sup> Od roku 2009 sníženo na 12 měst.

Následující boxy jsou uváděné pro ukázkou podoby výsledků metody Státního zdravotního ústavu. Ukazují seznam lokalit a měřících míst v posledním sběru dat (2009) a vybrané výsledky pro hluk a sčítání dopravy<sup>49</sup>.

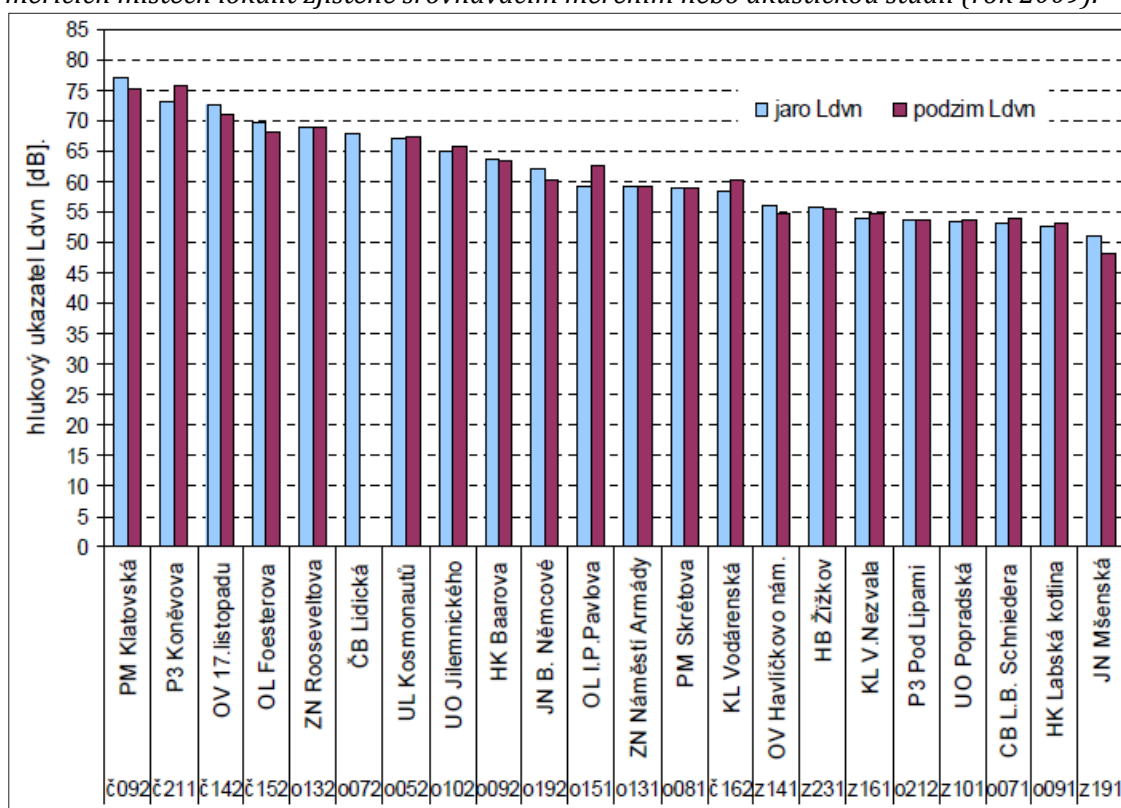
Box 3.1: Ukázka výstupů metody SZÚ. Seznam lokalit a měřících míst pro rok 2009.

lokalita	kód lokality	město	adresa měřícího místa
CB L.B. Schneidera	o071	České Budějovice	L.B. Schneidera 32
CB Lidická	o072	České Budějovice	Lidická 68
HB Pražská	č232	Havlíčkův Brod	Pražská 3498
HB Žižkov	z231	Havlíčkův Brod	Žižkov II. 1294
HK Labská kotlina	o091	Hradec Králové	Labská kotlina 48 / 1003
HK Baarova	o092	Hradec Králové	Baarova 1375
JN B. Němcové	o192	Jablonec nad Nisou	Boženy Němcové 10 / 3569
JN Mšenská	z191	Jablonec nad Nisou	Mšenská 64 / 3988
KL Vodárenská	č162	Kladno	Vodárenská 2366
KL V.Nezvala	z161	Kladno	Vítězslava Nezvala 758
OL Foesterova	č152	Olomouc	Foesterova 30 / 1051
OL I.P.Pavlova	o151	Olomouc	I.P.Pavlova 34 / 999
OV 17. listopadu	č142	Ostrava	17. listopadu 26 / 638
OV Havlíčkovo nám.	z141	Ostrava	Havlíčkovovo náměstí 14 / 739
PM Klatovská	č092	Plzeň	Klatovská 22 / 416
PM Skrétova	o081	Plzeň	Skrétova 15 / 1188
P3 Koněvova	č211	Praha 3	Koněvova 158 / 1086
P3 Pod Lipami	o212	Praha 3	Pod Lipami 44 / 2570
UL Kosmonautů	o052	Ústí nad Labem	Kosmonautů 3 / 487
UL Zvonková	z051	Ústí nad Labem	Zvonková 8 / 2782
UO Jilemnického	o102	Ústí nad Orlicí	Jilemnického 297
UO Popradská	z101	Ústí nad Orlicí	Popradská 1443
ZN Náměstí armády	o131	Znojmo	Náměstí armády 8 / 1213
ZN Rooseveltova	o132	Znojmo	Rooseveltova 11 / 988

Zdroj: SZÚ, 2010

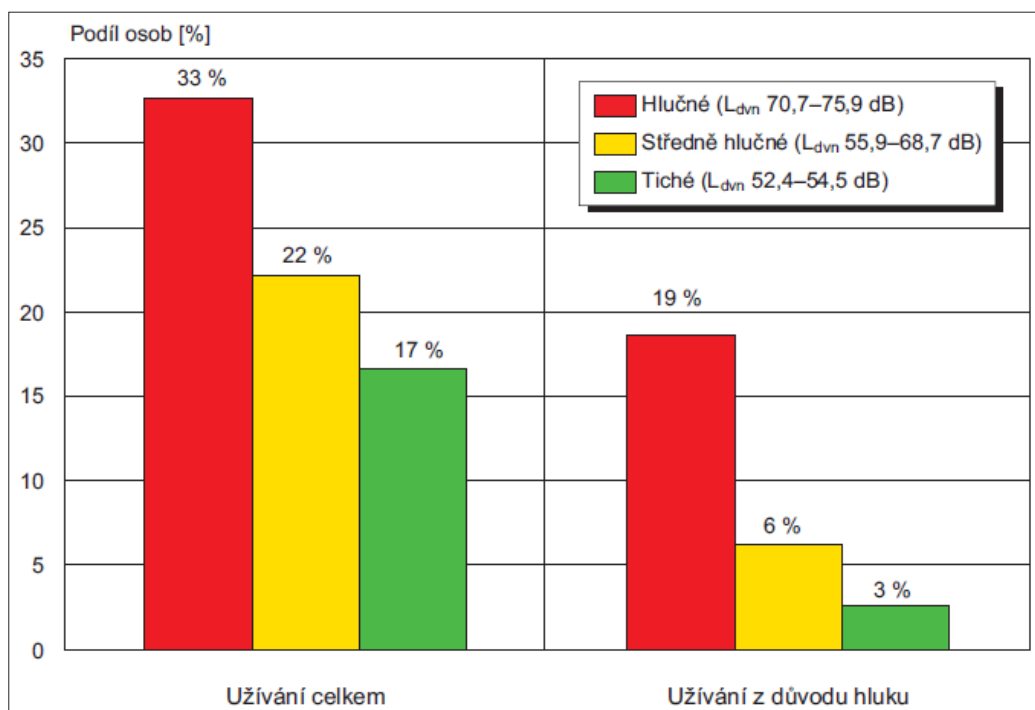
<sup>49</sup> Více v literatuře Systém monitorování, 2010.

Box 3.2: Ukázka výstupů metody SZÚ. Hodnoty hlukového ukazatele pro den-večer-noc  $L_{dvn}$  v měřících místech lokalit zjištěné srovnávacím měřením nebo akustickou studií (rok 2009).



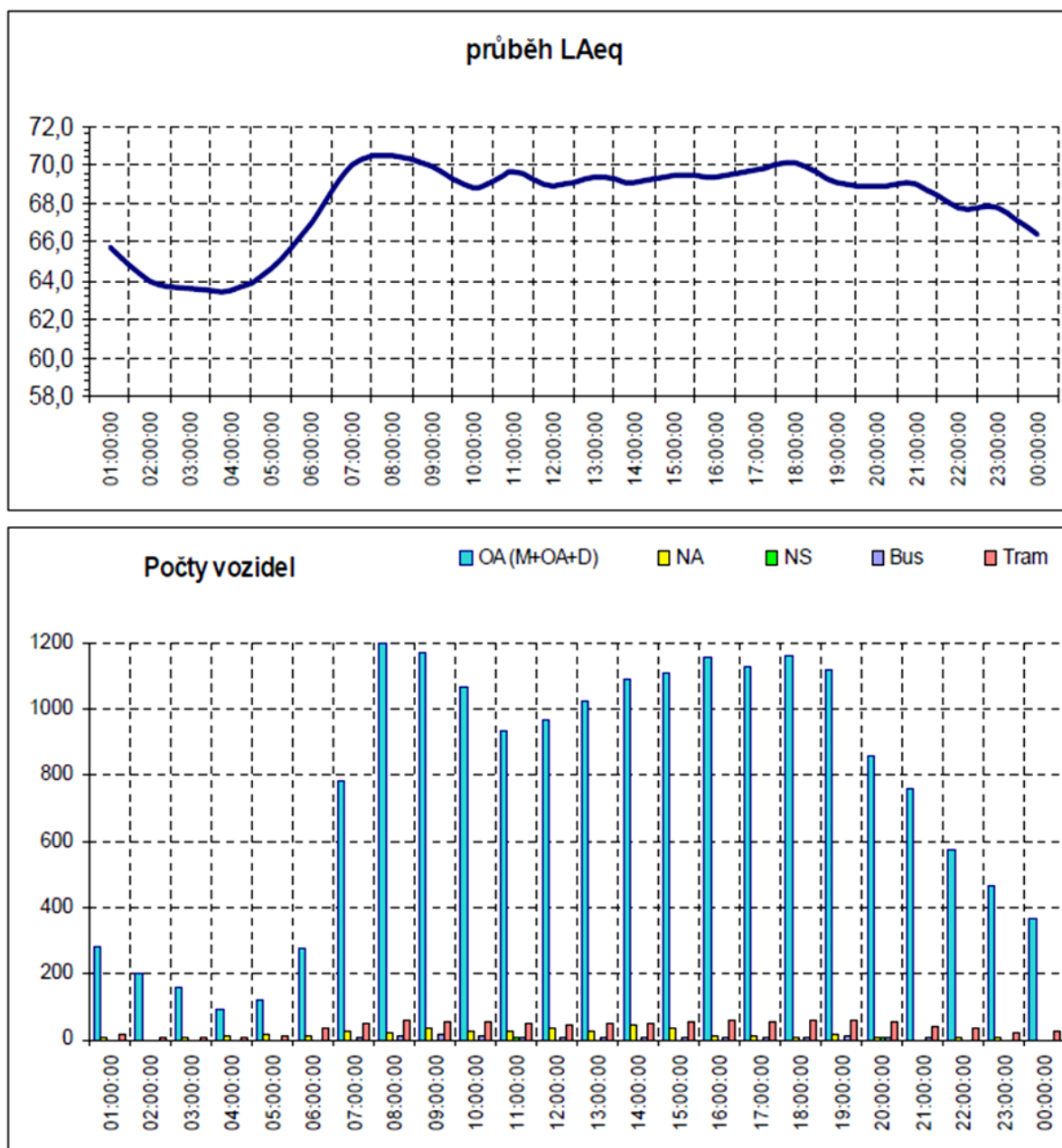
Zdroj: SZÚ, 2010

Box 3.3: Ukázka výstupů metody SZÚ a SZÚ-DS: Výsledky dotazníkového šetření „Hluk a zdraví“ na zjištění užívání léků na spaní ve skupinách lokalit.



Zdroj: SZÚ, 2008

Box 3.4: Ukázka výstupů metody SZÚ. Průběh ekvivalentní hladiny akustického tlaku A v závislosti na dopravě – počtu vozidel (lokality č. 211: Praha 3, ul. Koněvova, jarní měření, rok 2009).



OA: osobní automobily včetně motocyklů a dodávek do 3,5t

NA: nákladní automobily

NS: nákladní soupravy

O: ostatní motorová vozidla

BUS: autobusy

TRAM: tramvaje

Zdroj: SZÚ, 2010

### 3.2.1.5 Technická kritéria

Box 3.5: Technická kritéria pro variantu SZU.



Finanční náročnost	Pouze dotazníkové šetření ( <i>Varianta 0 – SZU-DS</i> ) by při vzorku přibližně tisíc obyvatel nemělo překročit cenu 100 000 korun.  Sloučení dotazníkového šetření a měření lze provést za cenu do 400 tisíc.
Technická náročnost	Provedení hlukového měření a zpracování dat vyžaduje najmutí minimálně odborného pracovníka. Vlastními silami lze samostatně provést dotazníkové šetření ( <i>Varianta 0 – SZU-DS</i> ).
Časová náročnost	Zpracování lze provést do šesti měsíců. Provedení pouze dotazníkového šetření ( <i>Varianta 0 – SZU-DS</i> ) je možné do 3 měsíců.

*Zdroj: vlastní šetření*

### 3.2.2 Varianta B – Metodika pro výpočet hluku silniční dopravy

#### *Varianta s označením „MŽP“*

##### 3.2.2.1 Souvislosti

Metoda je šířena prostřednictvím Ministerstva životního prostředí (dále „MŽP“) a zaměřuje se na výpočet hluku z automobilové dopravy. Popis metodiky vychází z Novely metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy (dále „Novela metodiky 2004“).<sup>50</sup> Mezi srovnávané metody byla zařazena proto, že silniční doprava je považována za hlavní zdroj hluku v urbánním prostředí. Tudiž je tato metoda schopna pokrýt svými výsledky významnou část hlukové zátěže v dané obci.

Metodika vychází z původní metodiky pro výpočet silniční dopravy vydané v roce 1991. V její aktualizované podobě došlo ke zpřesnění postupů části výpočtů hluku silniční dopravy týkajících se emisí (z důvodu obměny vozidlového parku, rychlosti dopravního proudu, distribuce dopravy v denní a noční době, aktualizace krytu povrchu vozovky aj.) a imisí (týká se meteorologických podmínek, vlivu odrazivých struktur, vloženého útlumu hluku protihlukovou clonou aj.).

<sup>50</sup> Metodika je dostupná v literatuře: LIBERKO, M. et al., Novela metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy, In *Planeta č.2/2005*, Hluk v životním prostředí, Praha, 2005, s. 4-29.

Pro stanovení hladin hluku ze silniční dopravy lze využít dva přístupy – fyzikální objektivní měření a sčítání dopravy, na základě kterého je možné vypočítat hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku. Novela metodiky 2004 využívá druhý ze jmenovaných přístupů.

### 3.2.2.2 Metodika měření a sběru dat

Liberko o hluku silniční dopravy zmiňuje, že závisí na intenzitě, skladbě, rychlosti a plynulosti dopravy, na druhu a stavu vozovky, jejím sklonu, okolní zástavbě a terénu, stínění, odrazech zvuku a meteorologických podmínkách (LIBERKO, 2005: 5). Ze zmíněných důvodů je nutné zajistit podrobný mapový podklad o urbanisticko-morfologické situaci v území, ve kterém má být zjištěna hluková situace. Dalším nutným podkladem jsou údaje o intenzitě dopravy, skladbě dopravního proudu u automobilové dopravy, totéž o provozu linkových autobusů a MHD, pokud jsou relevantní. Ideální je mít k dispozici údaje pro současný i výhledový stav. Tyto údaje lze získat z těchto zdrojů: dopravně-inženýrská dokumentace jednotlivých sídelních útvarů; celostátní sčítání dopravy; speciální dopravní průzkumy. Ať už se vychází z jakéhokoli zdroje, pro výpočet hluku podle Novely metodiky 2004 jsou nutné minimálně tyto vstupní údaje:

- a) intenzita osobních vozidel za 24 hodiny –  $I_{024}$
- b) intenzita nákladních vozidel (bez nákladních souprav) za 24 hodiny –  $I_{NA24}$
- c) intenzita nákladních souprav za 24 hodiny –  $I_{NS24}$

Pro přesnější výsledky je však uvedené intenzity lepší rozdělit na denní (6:00 – 22:00) a noční období (22:00 – 6:00). Z celostátního sčítání dopravy lze hodnoty pro uvedené údaje zjistit součtem dílčích intenzit dopravy<sup>51</sup>.

Pro účel využití metodiky je třeba silnice a komunikace zařadit do jedné ze jmenovaných kategorií a tříd, kterou lze zjistit na příslušném silničním správním úřadě:

- Dálnice
- Silnice I. třídy se statutem mezinárodní silnice („E“)<sup>52</sup>
- Silnice I. třídy bez statutu mezinárodní silnice
- Silnice II. třídy
- Silnice III. třídy
- Místní komunikace (bez rozlišení třídy).

---

<sup>51</sup> Podrobnosti k výpočtům viz Novela metodiky 2004, strana 8.

<sup>52</sup> Viz Evropská dohoda o hlavních silnicích s mezinárodním provozem – AGR, Ženeva, 1975.

Výpočet se poté řídí přesným postupem a koeficienty dané metodikou pro jednotlivé kategorie komunikací, druhy vozidel a různé intenzity dopravy. Pokud nejsou pro posuzovanou komunikaci známy skutečné rychlosti provozu, využívá metodika tzv. výpočtovou rychlost „v“, která se odvozuje pomocí daných tabulek z nejvyšší povolené rychlosti jízdy na komunikaci.

V algoritmu výpočtu jsou dále brány v úvahu údaje o vlastnostech vozovky (např. sklon a povrch) a okolního prostředí (terén, zeleň, meteorologická situace, zástavba, šířka komunikace aj.) a korekce pro určité typy nebo části komunikací.

Algoritmus se vztahuje k výpočtu hodnot  $L_{Aeq}$  (**ekvivalentní hladina akustického tlaku A**) v zadaných bodech (tzv. imisních místech). Energetickým součtem ekvivalentních hladin akustického tlaku posuzovaných bodů na celém úseku komunikace zjistíme konečnou hodnotu  $L_{Aeq}$  v dB působící na posuzovaný bod z provozu na sledované komunikaci.

Z konečných hodnot lze získat tzv. *izofony*, tedy čáry spojující místa o stejných hodnotách hladin akustického tlaku.

### 3.2.2.3 Ukazatele

Použitím Novely metodiky 2004 získáme výsledek v podobě ukazatele:

$L_{Aeq}$  – **ekvivalentní hladina akustického tlaku A**, definovaná jako hladina střední hodnoty akustického tlaku ve sledovaném časovém úseku. Lze jí vyčíslit jako hladinu časového integrálu intenzity zvuku děleného délkou časového intervalu (LIBERKO, 2005: 5).

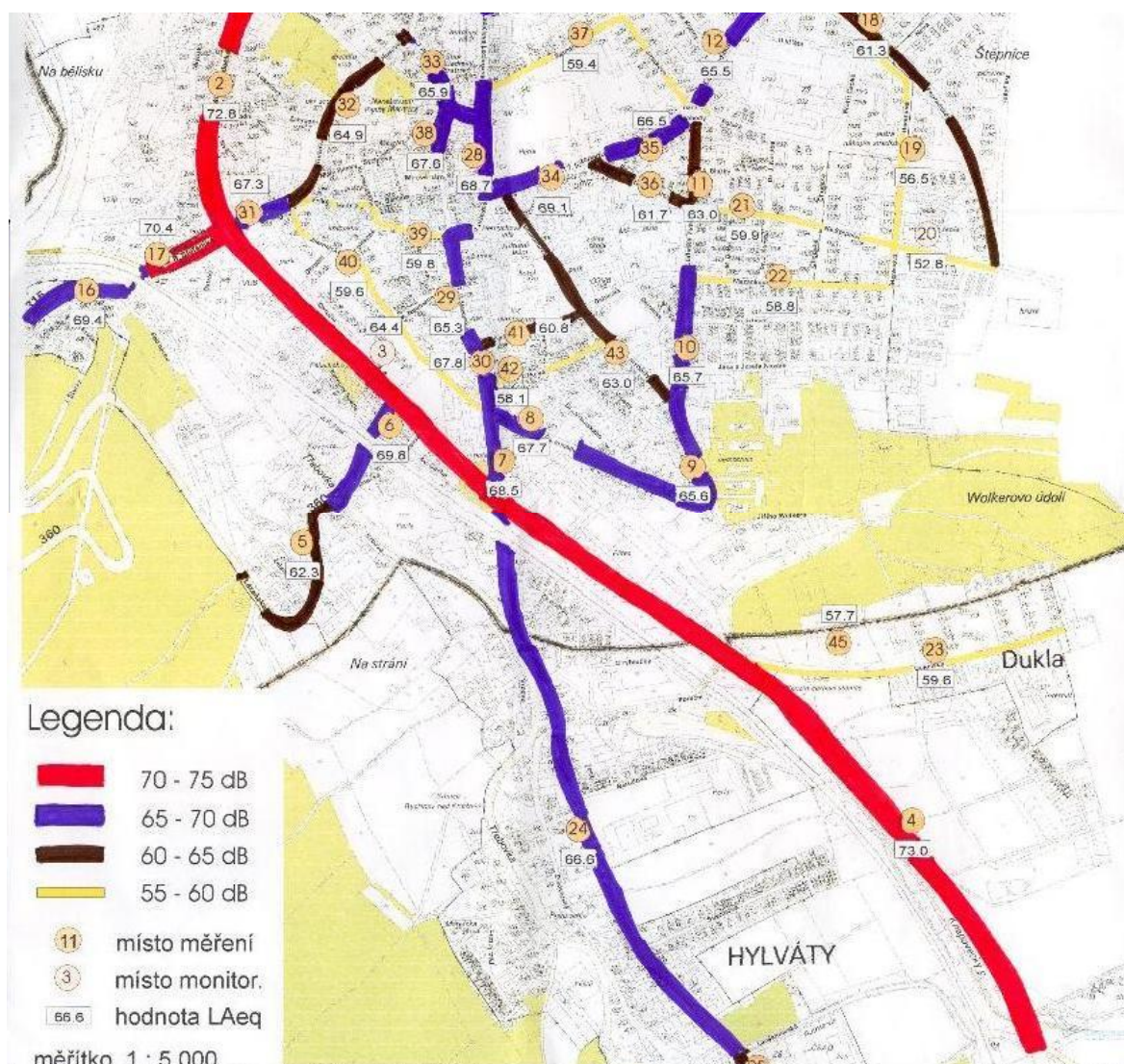
Hodnota sama o sobě neodpovídá podobě srozumitelného indikátoru, který by interpretoval hlukové zatížení obce nebo její části. V případě dostupnosti dat, nebo minimálně jejich odhadu, je možné ne příliš složitě zjistit indikátor **podíl zasažených obyvatel**. Metoda nepopisuje způsob jeho stanovení, přesto záměrně ve VHV uvádím, že varianta splňuje kritérium tohoto indikátoru, právě z důvodu jeho snadného následného zjištění.

### 3.2.2.4 Využitelnost

Novela metodiky 2004 je zkonstruována pro více účelů, nikoli pouze pro zjišťování hlukové situace v obci. Metodiku lze použít například i pro výpočet stavu akustické situace pro dokumentaci k územnímu řízení, stavebnímu povolení nebo analýzu rizik hluku aj. Její pomocí lze zjistit podíl jednotlivých zdrojů hluku na překročení/nepřekročení nejvýše přípustných hodnot hluku v území, zjištění počtu objektů/podlaží/bytů/oken zasažených hlukem silniční dopravy a další. Algoritmus se vztahuje k výpočtu hodnot  $L_{Aeq}$  v zadaných bodech (tzv. imisních místech), nejedná se tedy ke škodě obcí o plošné šetření. Další **nevýhodou** je zařazení do šetření

pouze jednoho zdroje hluku – silniční dopravy. **Výhodou** může být naopak snadná dostupnost dat v případě, že jsou již celostátně nebo místně dostupná data z dopravy. Tím se snižuje také finanční, časová a technická náročnost, která se jinak zvyšuje vždy při nutnosti přizvání expertních zpracovatelů.

Box 3.6 a 3.7: Ukázka výstupů z metodiky MZP. Hluková mapa města Ústí nad Orlicí (1997) pro silniční a železniční dopravu. Mapa znázorňuje ekvivalentní hladiny akustického tlaku jednotlivých komunikací. Dále tabulka výsledků na měřících místech,  $L_{Aeq}$  a sčítání dopravy.

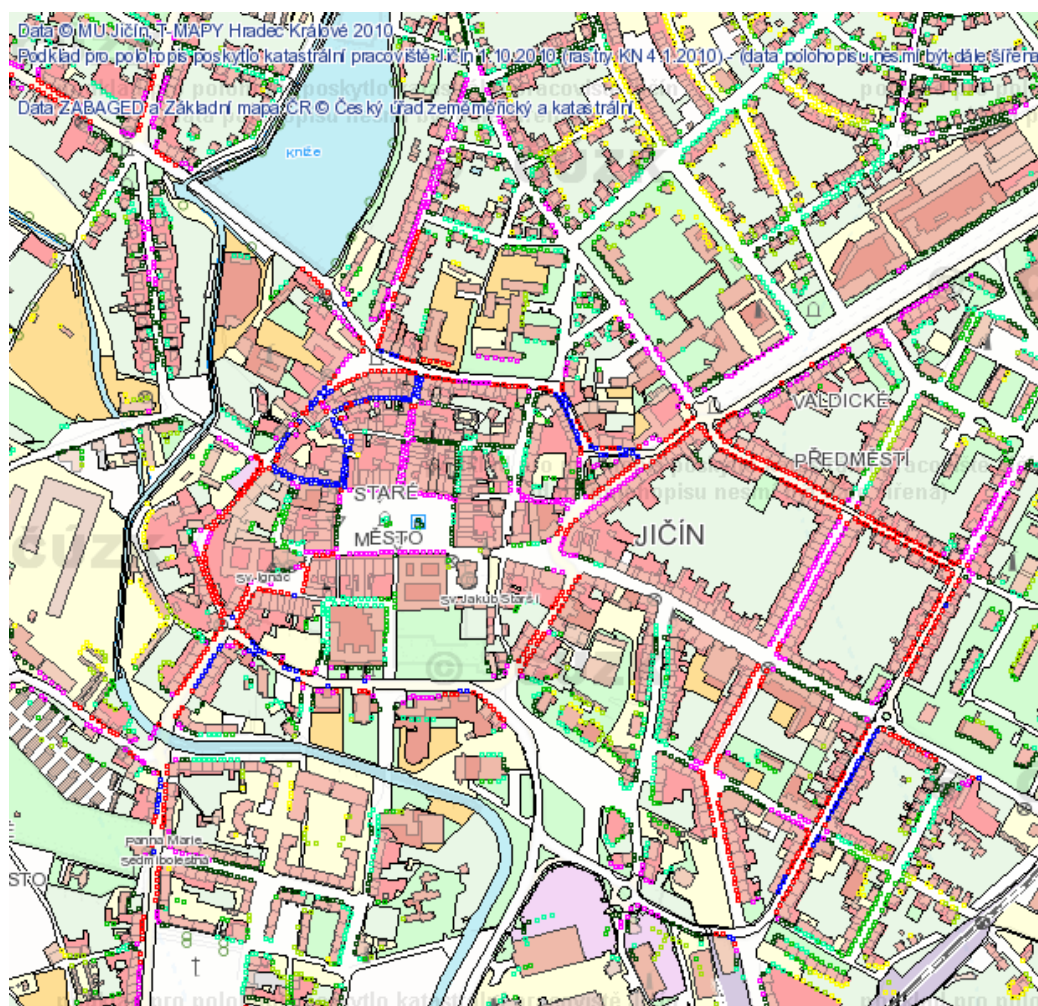


MM	Název komunikace	Bližší určení místa měření	$L_{Aeq}$	Doprava celkem	TD
			[dB]	počet	[%]
20	Na Štěpnici	mateřská školka, monitorovací místo 1	52,8	29	1,2
19	Heranova	čp. 1246	56,5	37	1,8
45	Dukla	pod internátem (projektovaná výstavba)	57,7	145	5,5
42	Na Žižkově	čp. 555	58,1	22	1,7
44	Kerhartice	u hřbitova (projektovaná výstavba)	58,4	-	-

22	Mazánkova	čp. 682	58,8	57	3,5
37	Špindlerova	čp. 940	59,4	55	1,4
40	Jilemnického	čp. 162	59,6	102	2,3
23	Dukla	čp. 305	59,6	58	6,3

Zdroj: Zdravotní ústav v Pardubicích

Box 3.8 a 3.9: Ukázka výstupů z metodiky MZP. Hluková mapa pro silniční dopravu města Jičín (2002). Mapa znázorňuje ekvivalentní hladiny akustického tlaku v konkrétních bodech. Ze sčítání dopravy byly zjištěny emisní hodnoty  $L_{Aeq}$  z automobilového provozu na zadané síti komunikací a vypočteny imisní hodnoty  $L_{Aeq}$  u první řady dotčené zástavby.





Fáze testování byla zahájena na 3. *Evropské konferenci o udržitelných městech* v Hannoveru v roce 2000 a trvala tři roky. Do iniciativy se dobrovolně zapojilo více než 160 místních úřadů v celé Evropě. Výsledky a zjištění těchto měst byly využity k prověření navržených metodik i pro účely srovnání mezi jednotlivými městy.

*Společné evropské indikátory* jsou od konce pilotního testování v rukách místních samospráv. Zájem nejen českých a moravských měst ukázal na srozumitelnost a dobrou využitelnost indikátorů iniciativy na místní úrovni. Je pochopitelné, že dostupnost dat a způsob výpočtu se bude mírně lišit v různých zemích, proto byla nutná úprava metodiky i do českých podmínek. V České republice se úpravy metodiky i metodické podpory obcím a městům ujalo občanské sdružení *Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj* (dále „TIMUR“), které se od roku 2003 zabývá zaváděním indikátorů udržitelného rozvoje na místní úrovni. Do sledování indikátorů ECI se zapojilo dosud přibližně 25 obcí, měst a mikroregionů České republiky.

Indikátory ECI v sobě odráží různý počet z šesti definovaných hledisek udržitelnosti, jakými jsou:

- i. Rovnost a společenské začlenění (dostupnost přiměřených a cenově přijatelných základních služeb pro všechny, např. vzdělání, zaměstnání, energie, zdraví, bydlení, školení, doprava);
- ii. místní správa/pravomoci/demokracie (účast všech skupin místní komunity na místních plánovacích a rozhodovacích procesech);
- iii. lokální/globální vztahy (uspokojovat místní potřeby místně, od výroby po spotřebu a odpad; uspokojovat ty potřeby, které nelze uspokojit lokálně, udržitelnějším způsobem);
- iv. místní hospodářství (sladit místní dovednosti a potřeby s dostupností zaměstnání a dalšími zařízeními tak, aby co nejméně ohrožovaly přírodní zdroje a životní prostředí);
- v. ochrana životního prostředí (přijmout přístup vytváření ekosystémů; minimalizovat využívání přírodních zdrojů a půdy, tvorbu odpadů a znečišťujících emisí, chránit biologickou rozmanitost);
- vi. kulturní dědictví/kvalita vybudovaného životního prostředí (ochrana, zachování a rehabilitace historických, kulturních a architektonických hodnot, včetně budov, památek, událostí; rozšiřovat a chránit přitažlivost a funkčnost prostor a budov.<sup>53</sup>

### 3.2.3.2 Metodika měření a sběru dat

---

<sup>53</sup> Více na internetových stránkách Týmové iniciativy pro místní udržitelný rozvoj, o. s.: <http://timur.cz/indikatory/indikatory-eci-historie-16.html>

Jedním z deseti ukazatelů sady ECI je i indikátor *B.8 Zatížení prostředí hlukem*<sup>54</sup>, který představuje tři základní ukazatele.

**a) Podíl populace vystavený dlouhodobě vysoké hladině hluku z vnějšího prostředí.**

Řeší, do jaké míry jsou obyvatelé ve svých domovech, veřejných parcích a dalších relativně tichých místech vystaveni okolnímu hluku ze silniční, železniční a letecké dopravy, a hluku z průmyslových zdrojů. Sám o sobě je tento ukazatel titulkovým (vedoucím) indikátorem, který svým výsledkem reprezentuje indikátor pro srovnání s dalšími městy.

Jednotka měření: Procento populace vystavené působení hluku, rozdělené na různá pásma hodnot  $L_{24hod}$  a  $L_{noc}$ .

Podíl populace vystavené dlouhodobě vysoké hladině hluku se určí pomocí hodnocení hladin hluku a analýzou těchto údajů za pomoci populačních map. Hlukové hladiny jsou zjišťovány pomocí hlukových indikátorů  $L_{24hod}$  a  $L_{noc}$  výpočtem nebo měřením, případně oběma způsoby.<sup>55</sup>

Forma vyhodnocení a prezentace:

- Odhadovaný počet lidí (ve stovkách), kteří jsou ve svých domovech vystaveni následujícím pásmům hodnot  $L_{24hod}$  v dB: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74,  $\geq 75$ , odděleně pro hluk ze silniční, železniční a letecké dopravy a hluk z průmyslových zdrojů.
- Odhadovaný počet lidí (ve stovkách), kteří jsou ve svých domovech vystaveni následujícím pásmům hodnot  $L_{noc}$  v dB: 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69,  $> 70$ , odděleně pro hluk ze silniční, železniční a letecké dopravy a hluk z průmyslových zdrojů.

Výsledná čísla musí být zaokrouhlena na nejbližší stovku.

**b) Hlukové hladiny ve vybraných oblastech obce.**

Rozděluje obec podle předem definovaných hladin hluku. Pokud nemá město k dispozici údaje o počtu obyvatel v jednotlivých oblastech obce (viz ukazatel a), používá se tento dílčí indikátor jako titulkový. Jednotkou měření je procento odpovídajících různým pásmům hodnot indikátorů

---

<sup>54</sup> Více na internetových stránkách Týmové iniciativy pro místní udržitelný rozvoj, o. s.: <http://timur.cz/25-dokumenty-ke-stazeni/27-metodicke-listy-eci/metodicky-list-k-indikatoru-b8/download-2.html>

<sup>55</sup> Metodický vodítkem pro hodnocení hladin hluku může být obecný rámec pro hodnocení stanovený evropskou směrnicí 2002/49/EC o hodnocení a snižování hluku z vnějšího prostředí. Detailní informace o metodách hodnocení jsou obsaženy v přílohách směrnice: Příloha I (Indikátory hluku), Příloha II (Metody hodnocení), Příloha IV (Minimální požadavky na hlukové mapy).



$L_{24hod}$  a  $L_{noc}$ .

Hladiny hluku ve vybraných oblastech správní jednotky (obce) se určují pomocí měření uskutečněných na reprezentativních místech po celém území obce, která umožní sběr dat odpovídajících indikátorům  $L_{24hod}$  a  $L_{noc}$ . Počet měření může určit místní úřad, ale je nutné ho uvést v hodnotící zprávě.

Formou vyhodnocení je zjištění podílu (procenta) měření odpovídající každému z daných pásem hodnot  $L_{24hod}$  a  $L_{noc}$ . Je třeba dále uvést celkový počet provedených měření.

### **c) Existence a stupeň uplatňování akčního protihlukového plánu.**

Sleduje, zda má místní úřad zpracovaný protihlukový akční plán/program a zda jej realizuje. Zjišťuje existenci (ano/ne) a stupeň realizace protihlukového akčního plánu/programu (v %) nejlépe jednou za dva roky.

Informace o existenci a stupni realizace protihlukového akčního plánu je k dispozici na místním úřadě.

Informace o stupni realizace protihlukového akčního plánu<sup>56</sup> se vykazuje číselným údajem odpovídajícím procentuálnímu vyjádření realizace jednotlivých opatření nebo akcí určených akčním programem vneseným do tabulky se dvěma sloupci: Opatření/akce; Úroveň realizace (%).

### **3.2.3.3 Ukazatele**

a) Podíl populace vystavený dlouhodobě vysoké hladině hluku z vnějšího prostředí.

i) Hlukový indikátor  $L_{24hod}$  (den-večer-noc) je ukazatel celkové zátěže způsobené hlukem. Ukazuje odhad počtu lidí (ve stovkách), kteří jsou ve svých domovech vystavováni následujícím pásmům hodnot  $L_{24hod}$  v dB(A): 55-59, 60-64, 65-69, 70-74,  $\geq 75$ , odděleně pro hluk ze silniční, železniční a letecké dopravy a hluk z průmyslových zdrojů. Den představuje 12 hodin, večer 4 hodiny a noc 8 hodin.

ii) Noční hlukový indikátor  $L_{noc}$  je ukazatelem rušení spánku hlukem. Ukazuje odhad počtu lidí (ve stovkách), kteří jsou ve svých domovech vystaveni následujícím pásmům hodnot  $L_{noc}$  v dB: 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69,  $> 70$ , odděleně pro hluk ze silniční,

---

<sup>56</sup> Dle Evropské směrnice 2000/49/ES musí akční plán zahrnovat následující prvky: veškerá již realizovaná protihluková opatření a připravované projekty; opatření plánovaná na dalších pět let včetně opatření zaměřených na ochranu tichých oblastí; předpokládané prostředky k hodnocení realizace a výsledků akčního plánu.

železniční a letecké dopravy a hluk z průmyslových zdrojů.

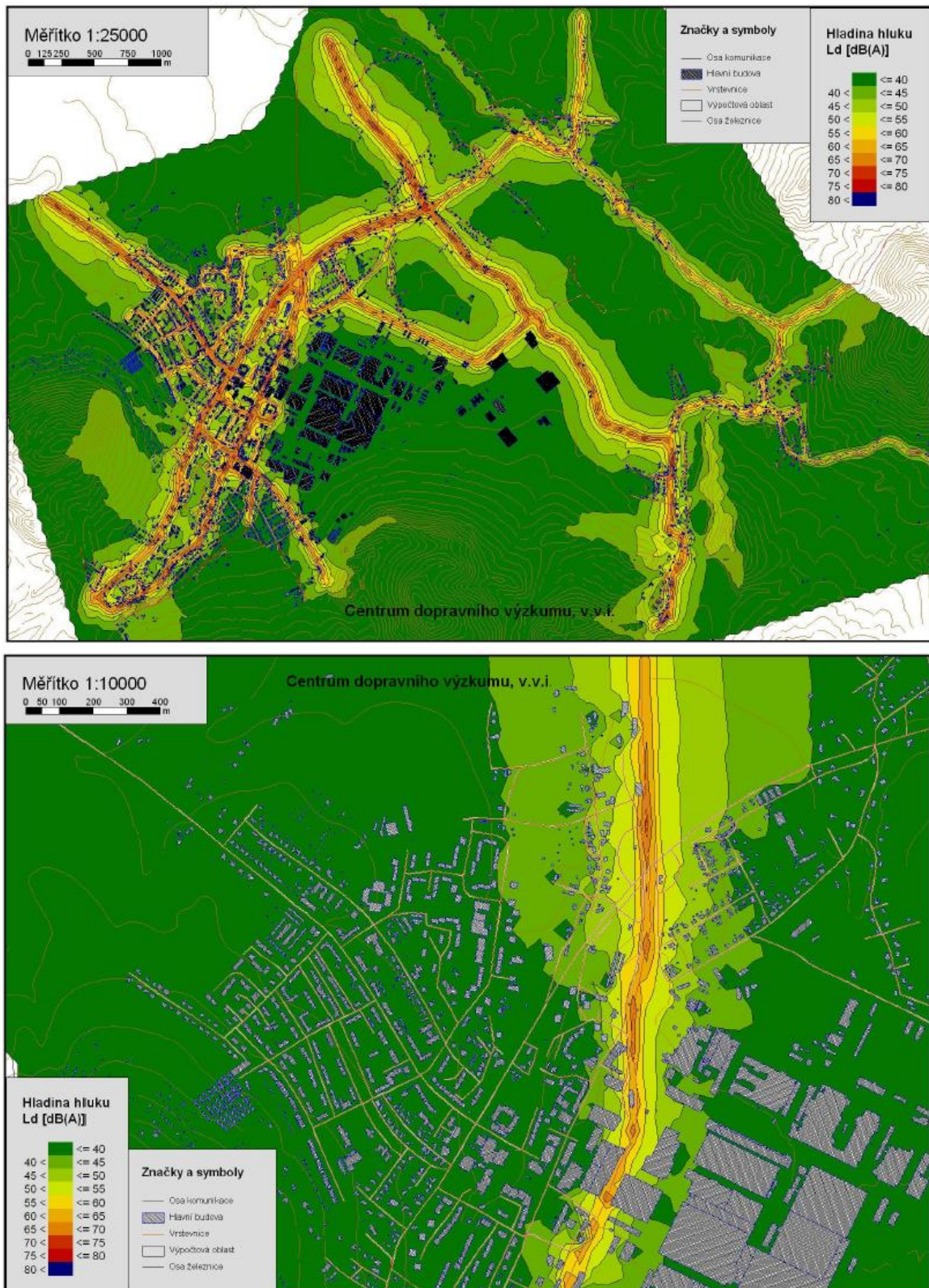
b) Hlukové hladiny ve vybraných oblastech obce.

Rozděluje obec podle definovaných hladin hluku. Možným výstupem je souhrnné plošné vyhodnocení hlukové situace v obci pomocí hlukové mapy.

c) Existence a stupeň uplatňování akčního protihlukového plánu.

Tento ukazatel, který se týká spíše tvorby opatření a nikoli hodnocení hluku v obci, nebyl zařazen do srovnání pomocí VHV v této práci. Je zmiňován pro úplnost popisu metodiky a ukazatelů tohoto indikátoru.

Box 3.11 a 3.12: Ukázka výstupů dle metodiky ECI. Příklad hlukové studie Kopřivnice (2009) – hluková mapa ze silniční dopravy a železniční dopravy se zohledněním obytných budov a zasažených obyvatel.



Zdroj: MěÚ Kopřivnice (Komplexní hluková studie, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i)

### 3.2.3.4 Využitelnost

Indikátor, resp. hlukové mapování, pomocí kterého se interpretují další ukazatele jako například podíl zasažených obyvatel hlukem, je v podstatě ideální metodou pro stanovení míry hlukové zátěže v obci. Nicméně její velkou **nevýhodou** je, že se nezabývá dopady této zátěže na kvalitu života místních obyvatel. Je zřejmé, že i v méně hlučných oblastech může být vliv na zdraví obyvatel nadměrný, a naopak značně hlučné oblasti neovlivňují zdraví ve vysoké míře např. díky již přijatým protihlukovým opatřením. Další nevýhodou je vysoká náročnost jak finanční, tak časová.

Metoda doporučuje sledování tohoto indikátoru, resp. provádění hlukového mapování, v pětileté frekvenci. Soudě dle praxe v ČR zatím existuje pouze několik málo měst, která by podle aktuálně doporučovaných metodik evropskou směrnicí vyhodnotila akustickou situaci v obci. V poslední době dobrovolně tuto situaci vyhodnotila mj. města jako Vsetín a Kopřivnice, nedá se zde však zatím hovořit o periodicitě prováděných šetření na hluk. Svojí **výhodou** má indikátor v tom, že bere v potaz nejen zjištění míry hlukové zátěže, ale zároveň má v patrnosti i vypracování, popř. nevypracování, plánů protihlukových opatření – tzv. akčních plánů.

### 3.2.3.5 Technická kritéria

*Box 3.13: Technická kritéria pro variantu ECI.*

Finanční náročnost	Hluková studie dle metodik evropské směrnice pro obec o přibližně dvacetitísících obyvatelích se v současných cenách pohybuje v rozmezí zhruba 400 000 – 1 mil. Kč. Cena závisí na specifikách daného města.
Technická náročnost	Ke zpracování hlukové mapy je zapotřebí expertního zpracovatele, který disponuje potřebným softwarem.
Časová náročnost	Zpracování nejvýše do jednoho roku.

*Zdroj: vlastní šetření*

### 3.3 Stanovená kritéria a váhy pro srovnání variant

V následující části práce se budeme věnovat podrobnějšímu popisu nastavených kritérií a jejich vah pro srovnání výše popsaných přístupů sledování hlukové zátěže v urbánním prostředí pomocí vícekritériálního hodnocení variant. Tabulka níže je souhrnným přehledem všech zahrnutých kritérií rozdělených do čtyř skupin (Box 3.14). V pravé části tabulky je znázorněna míra, s jakou varianty splňují dané kritérium. Vysvětlivky níže objasňují povahu kritéria.

Zkr.	Typ stupnice kritéria	Zkr.	Typ hodnoty kritéria
Y/N	Nominální: pravda (1) / nepravda (0)	Min	Minimalizační (nákladové)
W	Ordinální: Hodnotící stupnice (1 – 3)	Max	Maximalizační (výnosové)

Box 3.14: Celkový přehled kritérií, jejich typu a hodnoty u srovnávaných variant.

KRITÉRIA				VARIANTY			
Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Typ kritéria Max./min.	V0 (DS)	V1 (SZU)	V2 (MZP)	V3 (ECI)
1. Dopady na zdraví	1	poruchy sluchu	Y/N Max	1	1	0	0
	2	kardiovaskulární choroby	Y/N Max	1	1	0	0
	3	choroby nervového systému	Y/N Max	1	1	0	0
	4	choroby epigastria	Y/N Max	1	1	0	0
	5	snížení schopnosti soustředění	Y/N Max	1	1	0	0
	6	snížení schopnosti komunikace	Y/N Max	1	1	0	0
2. Zdroje hluku	7	silniční doprava	Y/N Max	1	1	1	1
	8	letecká doprava	Y/N Max	1	1	0	1
	9	železniční doprava	Y/N Max	1	1	0	1
	10	průmyslová výroba	Y/N Max	1	1	0	1
	11	stavební činnost	Y/N Max	1	1	0	0
	12	sirény záchranné služby	Y/N Max	1	1	0	0
	13	restaurace a kulturní zařízení	Y/N Max	1	1	0	0
	14	sousedský hluk	Y/N Max	1	1	0	0
3. Indikátory	15	podíl zasažených obyvatel	Y/N Max	1	1	1	1
	16	míra obtěžování hlukem	Y/N Max	1	1	0	1
	17	rušení spánku hlukem	Y/N Max	1	1	0	1
	18	strategická hluková mapa	Y/N Max	0	0	0	1
4. Technická kritéria	19	finanční náročnost	W* Min	1	2	2	3
	20	technická náročnost	W** Min	1	2	2	3
	21	časová nákladnost	W*** Min	1	2	2	3

\* Cena v CZK: 1 - do 100 tisíc; 2 - 100 až 400 tisíc; 3 - nad 400 tisíc

\*\* Vypracování: 1 - samostatně; 2 - přizvaným odborníkem; 3 - externí firmou

\*\*\* Zpracování do: 1 - čtvrt roku; 2 - do půl roku; 3 - jednoho roku

Zdroj: vlastní šetření

V předchozí tabulce jsme definovali, jakým způsobem každá z variant splňuje daná kritéria pro hodnocení. Následuje krok, kdy jednotlivým kritériím i skupinám kritérií přiřadíme váhy, tzn. jejich pořadí a důležitost v hodnocení. Volba té které váhy je odůvodněna a vysvětlena vždy pro skupinu kritérií i samostatně pro každé kritérium ještě před jejich popisem. Tento stručný popis objasňující kontext v hlukové problematice je proveden u všech jedenadvaceti kritérií, jejichž zařazení pro srovnání variant má své opodstatnění. Častým případem je, že kritéria byla zvolena na základě jejich výskytu v hodnocení hluku minimálně jedné z variant, což daný přístup nijak nezvýhodňuje oproti jiným variantám právě díky zvoleným vahám.

V širším kontextu pohledu rozhodovatele v obci, jak vyplynulo z diskuzí se zástupci veřejné správy a místních politiků, je postup pro volbu metody hodnocení hluku ve venkovním prostředí ve většině případů přibližně následující:

1. Obec (v našem případě obecní/městský úřad nebo magistrát) detekuje **podněty obyvatel** na hluk venkovního prostředí a povahu hluku v předmětech stížností – časová proměnlivost, zdroj hluku, možnosti měření a hodnocení aj.

2. Provede **rozhodnutí** nutnosti měření, resp. hodnocení, potažmo vypracování hlukové studie celé obce, a jako **cíl** si stanoví zjištění hlukové zátěže obyvatel a dopady na kvalitu jejich života. Na základě jmenovaného je obec schopná přijmout patřičná **opatření**, která povedou k vyřešení nebo zlepšení hlukové situace v obci.

3. Identifikuje **množství prostředků**, které mohou být vymezeny na tuto aktivitu. Kromě finančních zdrojů (interních, externích) se jedná také o prostředek času a kapacity. V hodnocení VHV mluvíme o skupině *Technických kritérií*, která jsou pro obec nejdůležitější, proto má skupina váhu 100 bodů ze sta.

4. Na základě předchozího bodu **obec formuluje poptávku** dle daných prostředků nejlépe odpovídající služby. Zjednodušeně řečeno je ideální za co nejméně peněz získat co největší kus. Víme tedy, že všechna kritéria ve skupině Technická kritéria budou minimalizační, tzn. čím méně vynaložených prostředků na metodu – variantu, tím lépe.

5. V poptávce se dále rozhodovatel zajímá o **zjištěné ukazatele** a možnosti jejich využití. Jako druhé v pořadí důležitosti řadíme skupiny kritérií *Indikátory* a *Zdroje hluku*, které jsou samostatně důležitým ukazatelem hlukové situace. Jejich pořadí je snižuje o čtvrtinu, vycházíme-li ze čtyř kritériálních skupin. Váha obou skupin bude **75 bodů** ze sta.

6. Kromě zjištěných ukazatelů, které nám následně pomohou stanovit protihluková opatření, nás zajímá **šíře dopadů** hluku v prostředí obce. Kromě skupiny *Dopady na zdraví*,

kteřá je zahrnuta v této studii, mohou takovými dopady být dále např. snížení ceny pozemků, bytů aj. (poslední jmenované nejsou zohledněny v této práci z důvodu zaměření spíše na kvalitu života obyvatel). Jako třetí ze čtyř rozhodovacích kroků v pořadí důležitosti získává skupina *Dopady na zdraví* z celkové stovky 50 bodů.

Než se začneme věnovat popisu skupin kritérií, je třeba si znovu uvědomit, jakým způsobem varianty kritéria naplňují dle uvedené tabulky v boxu 3.14. V prvních třech skupinách kritérií varianty pouze splňují (1) nebo nesplňují (0) dané kritérium tím, že ho zahrnují (1) nebo nezahrnují (0) ve své metodice. Jedná se o maximalizační neboli výnosový typ kritéria. Poslední skupina – *Technická kritéria* – se odlišuje tím, že má pro každé kritérium specifickou hodnotící škálu.

### **3.3.1 Skupina kritérií č. 1: DOPADY NA ZDRAVÍ**

Hluk patří k významným faktorům ovlivňující zdraví a psychickou pohodu člověka. Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definované jako funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení nebo poškození jeho funkcí. Havránek dělí účinky nepříznivého hluku na specifické, tj. mimosluškové, s účinkem na různé funkce organismu, a akutní, tj. stres doprovázený mimo jiné zvýšením krevního tlaku a/nebo hladiny adrenalinu a tepu, a také vlivem na psychiku (deprese, únava, rozmrzelost, ztráta pozornosti a výkonnosti apod.). Mluvíme tedy o civilizačních chorobách jako ztráta sluchu, vznik hypertenze, snížení schopnosti imunity organismu, nespavost a další (HAVRÁNEK, J., 1990).

Obtěžování a rušení spánku, které jsou pokládány za zdroje stresu a spouštěče civilizačních onemocnění, jsou jako samostatné ukazatele z pohledu hodnocení hluku zahrnuty ve třetí skupině kritérií *Indikátory*. Některá z kritérií zařazených do této skupiny, jako jsou kardiovaskulární choroby, choroby nervového systému a choroby epigastria, patří právě mezi civilizační onemocnění. Pro jejich až druhotný projev jakožto následek obtěžování či rušení spánku hlukem, jsou zahrnuty odděleně právě ve skupině *Dopady na zdraví*. Naproti tomu prvotním projevem vystavování se hluku je poškození orgánu sluchu, které je známo a dobře prozkoumáno pro pracovní prostředí.

Zjišťování výše uvedených dopadů není snadné a lze je zjistit zpravidla pouze korelací dat reálného zasažení hlukem a sledování projevů těchto dopadů u stejných lidí. Jediný přístup, který zjišťuje míru vlivu hluku na zdraví obyvatel, je metoda Státního zdravotního ústavu, v této práci popsána jako *Varianta A – SZU*, která ke sledování dopadů na zdraví používá dotazník. Jelikož není dostatečně popsána problematika, která by se zabývala podílem, jakým způsobuje

hluk tato onemocnění, bylo stanoveno pro daná kritéria stejné pořadí důležitosti – stejné váhy. Ty odpovídají pro všechna kritéria váze určené pro celou skupinu, a to 50 bodů.

*Box 3.15: Kritéria a jejich váhy ve skupině 1. Dopady na zdraví.*

Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Váha kritéria	Váha skupiny
1. Dopady na zdraví	1	poruchy sluchu	50	50
	2	kardiovaskulární choroby	50	50
	3	choroby nervového systému	50	50
	4	choroby epigastria	50	50
	5	snížení schopnosti soustředění	50	50
	6	snížení schopnosti komunikace	50	50

*Zdroj: vlastní šetření*

### 3.3.1.1 Poruchy sluchu

Poškození sluchu je zřejmě nejznámější riziko při vystavování se nadměrnému hluku. Jedná se o téma aktuální i pro řadu pracovníků průmyslového a strojínského odvětví v souvislosti s ochranou zdraví při práci. Úroveň akustického tlaku poškozující sluch je zhruba 80 dB(A) nezávisle na zdroji, vyšší hladiny mohou vést až nevratnému poškození vnitřního ucha. „Pro poškození sluchu je pravděpodobně rozhodující hladina intenzity hluku a délka hlukové expozice.“ (HAVRÁNEK, J., 1990: 129) Havránek dále dělí poruchy sluchu dle místa poškození ve sluchovém ústrojí – na převodní, které se projeví při převodu zvuku v uchu, a percepční neboli poruchou ve sluchové dráze a mozkové kůře.

### 3.3.1.2 Kardiovaskulární choroby

Účinky na kardiovaskulární systém jsou spojovány s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině akustického tlaku vyšší než 65-70 dB(A). Zejména pak spolupůsobí při vývoji ischemické choroby srdeční a hypertenze (Zpráva o životním prostředí, 2007: 106). Jedná se o vážné choroby, které významně narušují zdraví člověka. Souvislostí mezi hlukem a chorobami kardiovaskulárního systému se zabývá řada studií. Pro letecký a silniční hluk mapuje situaci např. studie HYENA (The Hypertension and Exposure to Noise Near Airports)<sup>57</sup>, která ve svých závěrech zmiňuje, že existuje mimořádný risk vysokého krevního tlaku při dlouhodobém vystavování hluku, převážně pak nočnímu leteckému hluku a dennímu průměrnému silničnímu hluku (JARUP et. al., 2008). Silniční dopravou a jejím významným vlivem na kardiovaskulární systém se zabývá např. Babisch, který vyhodnocuje jako zásadní hladiny hluku mezi 60 a 80 dB pro  $L_{Aeq}$ , 6:00 – 22:00 hodin (BABISCH et. Al., 2005). Z evropských studií plyne, že pokud jsme

<sup>57</sup> Více na internetových stránkách: <http://www.hyena.eu.com/default.htm>.



vystavování LAeq 65 dB ve dne a 55 dB v noci, vrůstá riziko infarktu a dalších srdečně cévních poruch o přibližně 20 %. Z výše uvedeného je zřejmé, že tento dopad na zdraví obyvatel není zanedbatelný a má smysl mapovat jeho výskyt v souvztažnosti s hlukem v urbánním prostředí. Pokud bychom mysleli ekonomicky, je v této oblasti hluk obzvláště nákladný, vzhledem k výdajům na léčení kardiovaskulárních chorob. Totéž platí i u následujících zdravotních kritérií, samozřejmě je třeba také brát v úvahu individuální odolnost proti hluku.

### **3.3.1.3 Choroby nervového systému**

Dalším významným dopadem na zdraví a pohodu člověka jsou choroby nervového systému. Některé zdroje hluku, významně silniční a letecká doprava, mají prokázaný vliv na psychické zdraví lidí. Způsobování psychologických problémů jako úzkost a strach popsal např. Hardoy (HARDOY et al., 2005). Hluk sám o sobě nemusí být příčinou duševních nemocí, a může se velkou měrou podílet na rozvoji latentních onemocnění.

### **3.3.1.4 Choroby epigastria**

Vysoké hodnoty hluku a jejich dlouhodobé působení mají za následek vznik chronického stresu, který vyvolává změny v hormonálním systému. Může proto souviset s celkovou nemocností obyvatel v důsledku oslabení imunitního systému a souvisejících chorob jako nemoci orgánů nadbřišku – oblasti nervové pleteně solaru plexu. Kvůli zvyšování hladiny adrenalinu se také objevují problémy s metabolismem. Je nutné uvést, že souvislost hluku a chorob epigastria není v literatuře dosud podrobně popsána, pravděpodobně pro nejasné příčiny vzniku těchto onemocnění. Mezi kritérii skupiny *Dopady na zdraví* je tato kategorie chorob zařazena kvůli její přítomnosti u sledování *Variantou A – SZU* při hodnocení dopadů hluku na zdraví obyvatel.

### **3.3.1.5 Snížení schopnosti soustředění**

Nepříznivé ovlivnění výkonnosti hlukem poznal jistě téměř každý z vlastní zkušenosti. Člověk je obzvláště citlivý na hluk při tvůrčí duševní práci, při nutnosti soustředění, učení a pamatování. Dobře popsané jsou vlivy na koncentraci a kognitivní funkce u silničního hluku (např. EEMM, K., 2005). Dá se říci, že sledování hluku v souvislosti se snížením schopnosti soustředění je důležité zvláště pro vzdělávání dětí a dospívajících. Takové sledování má velký význam zvláště v oblastech kolem školských zařízení, resp. vzdělávacích institucí a knihoven.

### **3.3.1.6 Snížení schopnosti komunikace**

Liberko uvádí, že zhoršení řečové komunikace u zvýšených hladin hluku má prokázané nepříznivé důsledky zvláště v chování a vztazích. Může vést k překrývání a maskování

důležitých signálů jako poplašná zařízení, sirény, domovní zvonek, alarm a jiných (LIBERKO, M., 2004: 7). Stanfeld popisuje průkazný významný vliv hluku na schopnosti porozumění a rozpoznávání (STANFELD et al., 2005). Popsané kritérium je jistě vhodné zařadit při subjektivním mapování hlukové situace. Za obzvlášť nežádoucí považujeme zasažení hlukem v městském venkovním prostředí jako např. veřejná prostranství, parky a další místa, na kterých se lidé scházejí lidé ke vzájemné komunikaci. Patří sem také další území či instituce, které mají účel sociální koheze.

### 3.3.2 Skupina kritérií č. 2: ZDROJE HLUKU

Další skupinou, která má svůj význam při hodnocení variant, jsou zdroje hluku. Nejvýznamnější část tvoří hluk z mobilních zdrojů, a tedy dopravy – silniční, železniční a letecké. Mezi kritéria jsou dále zahrnuty stacionární zdroje hluku v urbánní prostředí jako průmyslová výroba, stavební činnost, sirény záchranné služby, restaurační zařízení a sousedský hluk. Zjištění hlukové zátěže pramenící z každého ze jmenovaných zdrojů hluku se dá považovat za samostatný ukazatel. Z tohoto důvodu byla pro celou skupinu zvolena stejná váha jako u skupiny *Indikátory*, a došlo ke zjednodušenému sloučení obou skupin na váhu 75 %. Obě skupiny jsou tak v celkovém pořadí skupin považovány za druhé nejdůležitější při sledování hlukové situace obcí. Pořadí skupin bylo určeno pomocí čtyř příček důležitosti, z čehož vyplývá, že na stoprocentní škále se každá příčka snižuje o 25 %, což odpovídá kardinální stupnici. Nejdůležitější skupina je ohodnocena sto procenty – body (*Technická náročnost*), nejméně důležitá se pak kvůli sloučení předchozích dvou stupňů dostává na 50% důležitost (*Dopady na zdraví*), resp. třetí pořadí.

Box 3.16: Kritéria a jejich váhy ve skupině 2. Zdroje hluku.

Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Váha kritéria	Váha skupiny
2. Zdroje hluku	7	silniční doprava	74	75 %
	8	letecká doprava	7	
	9	železniční doprava	4	
	10	průmyslová výroba	3	
	11	stavební činnost	3	
	12	sirény záchranné služby	3	
	13	restaurace a kulturní zařízení	3	
	14	sousedský hluk	3	

Zdroj: vlastní šetření

Váhy přiřazené jednotlivým kritériím ve skupině *Zdroje hluku* jsou odůvodněny pomocí již zjištěného rozložení zdrojů hluku v prostředí ve vztahu k exponovaným osobám. Je uváděno, že hluk ve venkovním prostředí je způsobován dopravou z 85 % (Statistická ročenka, 2007: 369). Doprava je esenciální složkou života. Zprostředkovává nám přístup ke vzdělání, zaměstnání,

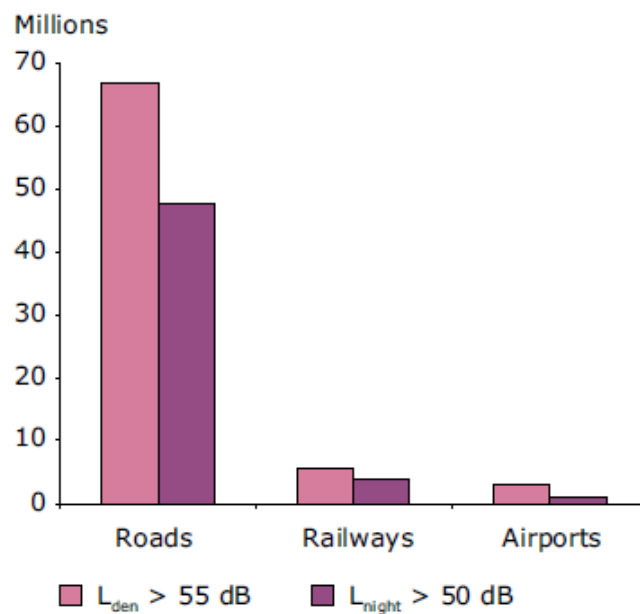
statkům a službám, zábavě atp., přesto s sebou nese řadu negativních efektů na životní prostředí, kvalitu života a zdraví. Jedním z nich je vystavování obyvatel nadměrnému hluku (nad 55 dB). Pro zdroje dopravy uvádí Evropská agentura životního prostředí následující rozložení ve vztahu k zasaženým obyvatelům (EEA, 2009: 23):

*Silniční doprava* – cca 67 mil. obyvatel – 55 %

*Letecká doprava* – cca 3,2 mil. obyvatel – 3 %

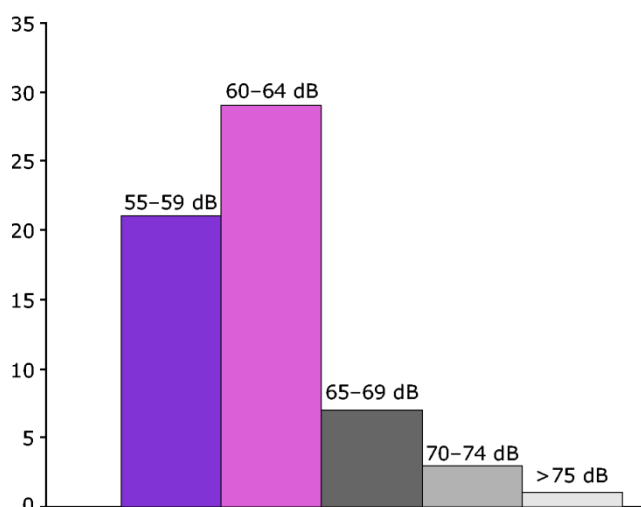
*Železniční doprava* – cca 5,6 mil. obyvatel – 5 %

*Box 3.17: Počet lidí zasažených nadměrným denním i nočním hlukem z dopravy v aglomeracích nad 250 000 obyvatel.*



*Zdroj: EEA, 2009*

Box 3.18: Podíl obyvatel států EU zasažených hlukem z dopravy podle hlukových tříd.



Zdroj: EEA, 2009

V duchu tohoto rozprostření zdrojů dopravního hluku z celkových 85 %, byly přepočtem stanoveny váhy jednotlivým „dopravním“ kritériím ve skupině *Zdroje hluku*. Ostatní „nedopravní“ kritéria byla ohodnocena vahou vycházející ze zbylých 15 %, která vyplývají pro ostatní zdroje hluku. Mezi těmito kritérii zdrojů hluku ze stacionárních zdrojů nebylo vytvořeno pořadí důležitosti, proto má každé z nich 3% váhu v celém spektru zdrojů. Je tak učiněno především z důvodu nedostatku dat o těchto zdrojích a zároveň pro jejich různorodost v prostředí obce. Proto jsou také zřejmě zahrnuty pouze v subjektivním hodnocení hluku *Variantou A – SZU*.

Zkusme se nyní alespoň ve stručnosti věnovat jednotlivým kritériím a jejich zařazení do kontextu hlukové problematiky.

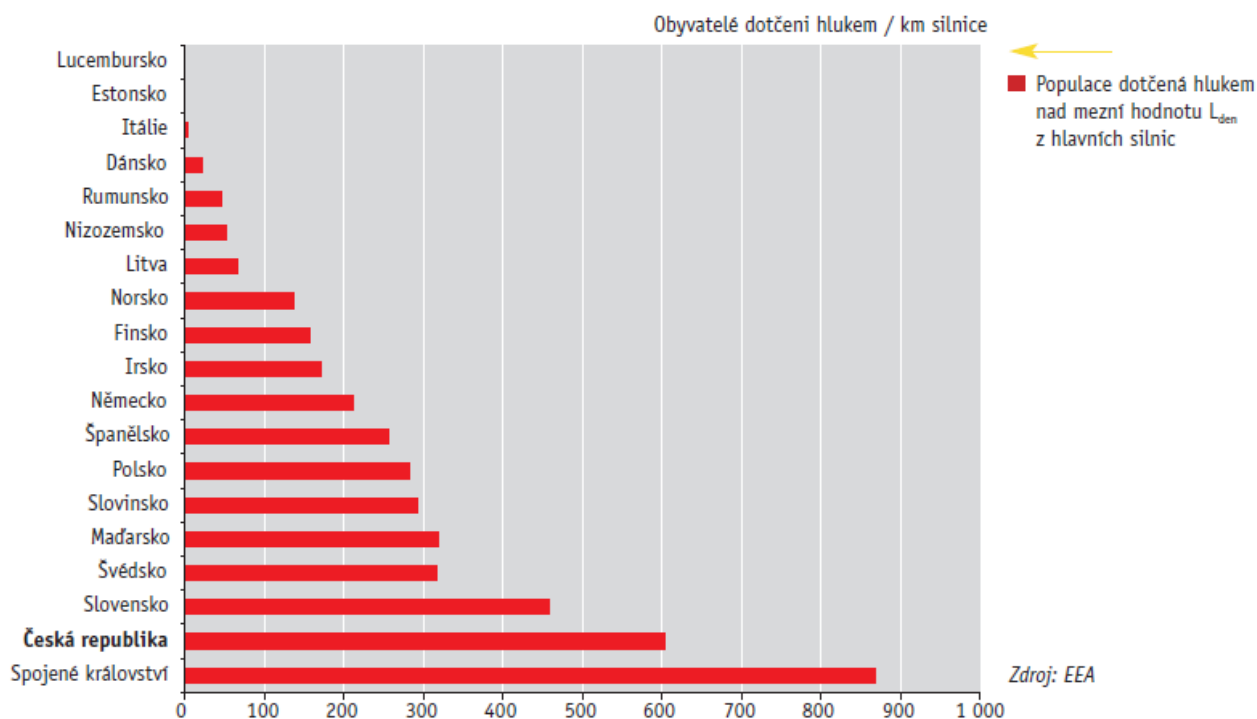
### 3.3.2.1 Silniční doprava

Největší podíl na dopravním účtu má v Evropě jednoznačně silniční doprava. Ta má významný efekt na územní rozvoj a představuje hlavní zdroj emisí znečišťujících látek a skleníkových plynů, také má velký vliv na spotřebování energetických zásob. Mimo jmenované je důležitým nežádoucím efektem hlukové znečištění, které je ale často přehlíženo v důsledku silnější argumentace týkající se kvality ovzduší. Rozlišujeme tři hlavní příčiny silničního hluku. Jsou jimi hluk síly vozidla (chladicí zařízení, motor, řízení vozidla a výfuk), hluk tření silničních pneumatik a hluk větru. Přes všechny negativní dopady, osobní i nákladní doprava stále roste: o 1,2 %, resp. 5,7 % meziročně (Zpráva o životním prostředí, 2010: 70). Pro silnice s intenzitou dopravy vyšší než 6 milionů vozidel za rok, bylo v roce 2007 dokončeno zpracování prvního kola strategických

hlukových map podle evropské směrnice. Podle poslední studie vycházející ze strategického hlukového mapování je v Evropě (konkrétně EU27) vystavena nadměrnému hluku (více než 55 dB) ze silniční dopravy nadpoloviční část populace, jak již bylo zmíněno výše. V dalším období mapování (do 30. 6. 2012) budou zařazeny také silnice, na kterých projede více než 3 miliony vozidel ročně. Situaci v České republice ve srovnání s ostatními členskými státy EU znázorňuje box 3.19.

Metodou, která se výhradně zabývá hlukem silniční dopravy, je *Varianta B – MZP*. Ta využívá ke zjištění hladin akustického tlaku výpočet ze sčítání množství a intenzity dopravy.

*Box 3.19: Populace dotčená hlukem nad mezní hodnotu  $L_{den}$  z hlavních silnic v EU, 2007 (předběžné výsledky).*



Zdroj: MŽP, 2010

### 3.3.2.2 Letecká doprava

Hluk pocházející z leteckého provozu je významný tím, že postihuje rozsáhlá území a často překračuje stanovené nejvýše přípustné hodnoty. V České republice jsou tři velká civilní letiště s více než 100 000 přepravených cestujících ročně, z toho pražské letiště Ruzyně přepravuje více než 6 milionů cestujících za rok, dále 5 velkých vojenských letišť s pravidelným leteckým provozem, tři s omezeným provozem (ŠULC J., 2002: 38). Z poslední studie založené na strategickém hlukovém mapování vyplývá, že hlukem z letecké dopravy je v Evropě zasaženo

cca 3,2 mil. obyvatel – 3 % (EEA, 2009: 23). Hluk z letecké dopravy se obvykle popisuje pomocí hlukových map, resp. hlukových zón vymezujících *izofony*<sup>58</sup>. Legislativou je hlukové mapování pro letecký hluk vyžadováno v případech nových letišť a velkých změn na stávajících letištích. Jedná se o hodnocení vlivu na obyvatelstvo a životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb.<sup>59</sup>; zřízení ochranného hlukového pásma letiště podle zákona č. 258/2000 Sb.<sup>60</sup> pro potřeby územně plánovací dokumentace; zpracování územně technického podkladu pro potřeby územního plánování (zákon č. 50/1976 Sb.)<sup>61</sup>; a nakonec kontrola působení leteckého provozu na stav životního prostředí (zákon č. 17/1992 Sb.)<sup>62</sup>. Pravidelný monitoring hluku z letecké dopravy (dále zpřístupnění informací o hluku a přijetí akčních plánů), resp. strategické hlukové mapování, vyžaduje evropská směrnice pro „hlavní letiště“<sup>63</sup> (v ČR pouze Letiště Praha Ruzyně). Pro tento účel byl směrnicí stanoven společný hlukový indikátor a společné metody výpočtu a měření hluku v okolí letišť.

Z výše uvedeného je zřejmé, že obce nemají ze zákona žádnou povinnost monitorovat vliv hlukového znečištění z letecké dopravy. Přesto se k veřejné správě díky požadavkům v legislativě dostávají údaje o dopadu provozu letišť na území obce. Ty však nezahrnují údaje o vlivu na zdraví místních obyvatel. Pokud se v blízkosti obce nachází zdroj leteckého hluku (letiště nebo leteckých cest), zvláště pokud existují stížnosti na hluk, měla by obec zajistit sledování jeho vnímání obyvateli. Dobrým nástrojem zjišťování tohoto vlivu je reprezentativní dotazníkové šetření na území obce.

Z popsaných metod zařazuje percepce hluku z letecké dopravy pouze *Varianta A – SZU* právě v dotazníkovém šetření u všech subjektivních ukazatelů. Ostatní varianty hodnocení hluku letecký hluk nezahrnují, zřejmě pro specifický postup při jeho zjišťování i hodnocení na základě zvláštních metodik.

### 3.3.2.3 Železniční doprava

---

<sup>58</sup> *Izofony* jsou čáry spojující místa na zemi se stejnou hodnotou hladin akustického tlaku.

<sup>59</sup> Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů.

<sup>60</sup> Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů.

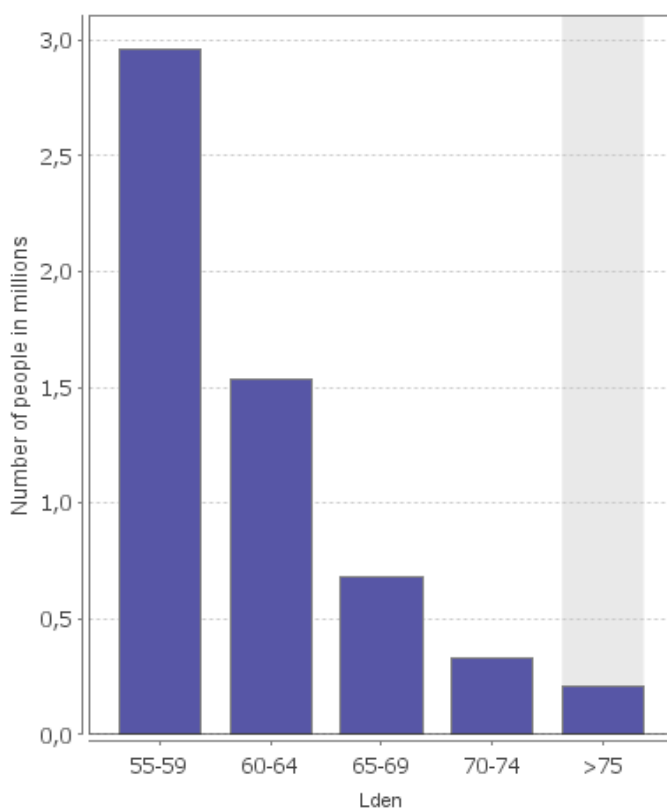
<sup>61</sup> Zákon č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších novel, doplňků a úprav.

<sup>62</sup> Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.

<sup>63</sup> „Hlavním letištěm“ se rozumí civilní letiště určené členskými státy, které má více než 50 000 vzletů nebo přistání za rok, jak definuje Směrnice 2002/49/ES.

Relativně významným mobilním zdrojem hluku je i železniční doprava, ta v Evropě hlukem postihuje cca 5,6 mil. obyvatel – 5 % (EEA, 2009:23) žijících především v blízkosti železničních tratí. Podrobnější rozložení zasažených obyvatel do hlukových hladin znázorňuje Box 3.19. Hlukem železniční dopravy jsou tyto lidé obtěžováni a je rušen jejich spánek, což může vést k rozvoji civilizačních chorob. Za nejvýznamnější se považuje nákladní doprava. Příčinami hluku kolejové dopravy je zejména pohyb kola po kolejnici, hnací soustrojí vlaku a aerodynamický hluk převažující u vyšší rychlosti (TRÁVNÍČEK, 2010).

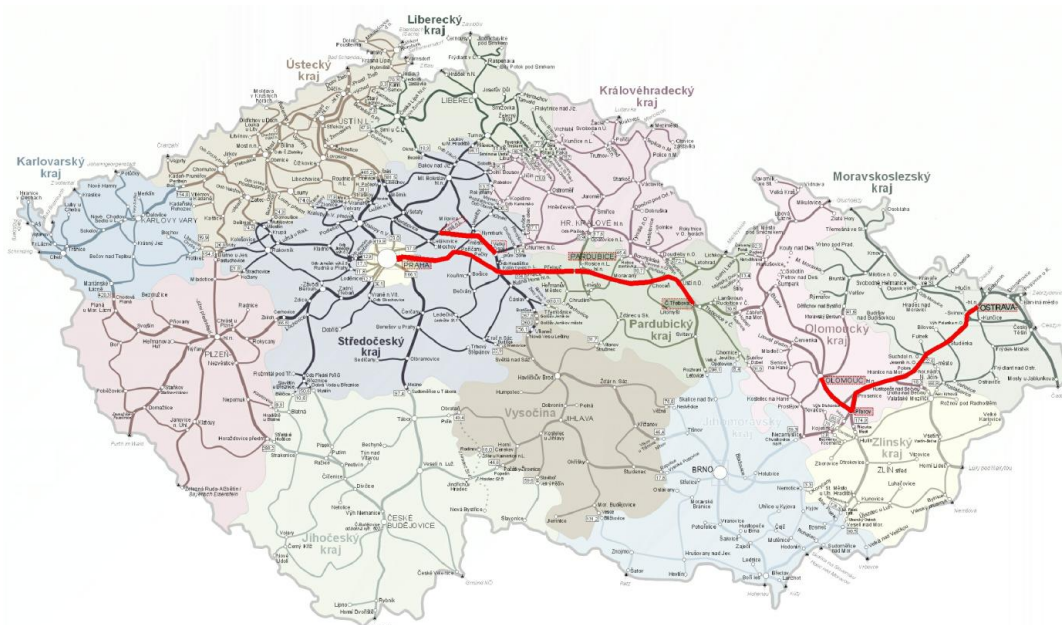
*Box 3.19: Počet exponovaných obyvatel nadlimitním hlukem ze železniční dopravy mimo aglomerace.*



*Zdroj: EEA, 2009*

Pro železniční dopravu je třeba vyvinout metody, které by umožnily hodnotit rušení spánku železničním hlukem, a nová technická řešení, jako například výměna železných vlakových brzd nákladových vlaků, k dosažení redukce vnímaného hluku (WHO, 2009). O to se snaží jedna ze srovnávaných metod, *Varianta A – SZU*. Objektivním přístupem je pak hlukové mapování, které popisuje *Varianta C – ECI*, související také se strategickým hlukovým mapováním, v prvním kole pro železniční dopravu s intenzitou vyšší než 60 000 vlaků za rok, v druhém pro tratě s více než 30 000 vlaky ročně.

Box 3.20: Hlavní železniční tratě ČR pro první vlnu strategického hlukového mapování.



Zdroj: Ministerstvo dopravy

### 3.3.2.4 Průmyslová výroba

Průmysl je obecně považován za zdroj prachu a znečištění životního prostředí. Významně však ovlivňuje i hlukovou situaci v místě průmyslového zařízení, které se často vyskytuje ve větších městech. Problém nastává v lokalitách, kde se setkávají průmyslové objekty a bytová zástavba. Zpravidla platí, že čím blíže jsme u zdroje takového zařízení, tím silnějšímu hluku jsme vystavováni. Nejvíce jsou ohroženi pracovníci průmyslového areálu, kteří jsou ale zpravidla chráněni protihlukovými pomůckami. Obyvatelé, kteří ač se nacházejí dál od zdroje, mohou být vystavováni jak plynulému, tak nárazovému hluku z průmyslové výroby. Už výrobci strojních zařízení a dalšího vybavení mají povinnost snižovat úroveň hluku. V souladu se směrnicí 98/37/ES<sup>64</sup> má být strojní zařízení „projektováno a vyráběno tak, aby byla rizika vyplývající z hluku šířeného vzduchem snížena na nejnižší úroveň“. Vliv tohoto zdroje hluku je řešen v souladu s nařízením 148/2006 o ochraně veřejného zdraví, které definuje a stanovuje limity hluku pro chráněné venkovní prostředí.

Průmyslový hluk zahrnuje v subjektivním hodnocení *Varianta A – SZU*, v objektivním potom *Varianta C – ECI* jakožto dlouhodobý stacionární zdroj hluku.

<sup>64</sup> Směrnice 98/37/ES ze dne 22. června 1998 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se strojních zařízení.



### **3.3.2.5 Stavební činnost**

Hluk stavební činnosti má podobnou povahu jako hluk průmyslový, jeho nejsilnější míru zakusíme nejbližše u zdroje jeho vzniku. Objektívni měření hluku ze stavebních činností se zde popsané varianty nevěnují. Hluk z tohoto zdroje bývá krátkodobý a silně proměnlivý a je těžké ho zachytit při snaze o plošné vyhodnocení akustické situace v obci. V legislativě je řešen limity pro venkovní prostředí nařízením (Nařízení, 2006). Stavební hluk zahrnuje v subjektivním hodnocení *Varianty A – SZU* percepci stavebního hluku ve vztahu k obtěžování a spánku.

### **3.3.2.6 Sirény záchranné služby**

V prostředí ČR se hluk ze sirén záchranné služby neřeší jako zásadní problém. Přesto například u našich sousedů za hranicemi, konkrétně v Berlíně, je možnost používání sirén značně omezena právě pro vlastnost vyvolávat obtěžující rozpoložení a stresové reakce, které mohou vést k dalšímu poškození zdraví jako je např. hypertenze. Hluk sirén je téměř nemožné v plošném měření běžného dne zachytit. Jeho vnímání lze však zahrnout od subjektivního hodnocení, v našem případě u *Varianty A – SZU*.

### **3.3.2.7 Restaurace a kulturní zařízení**

Hluk spojený s trávením volného času zahrnuje restaurace a kulturní zařízení jako zdroje obtěžujícího hluku. Jedná se o nejčastější podněty obyvatel na hluk na místní úrovni obcí a měst. Často je tento problém ošetřen nerušením „nočního klidu“. Pro hodnocení a měření hluku restaurací a kulturních zařízení je zcela nevhodné plošné měření na úrovni obce. Vhodným nástrojem, pokud chceme zjistit míru obyvatel obtěžovaných tímto zdrojem hluku, je dotazníkové šetření mezi obyvateli. *Varianta A – SZU* toto kritérium splňuje.

### **3.3.2.8 Sousedský hluk**

Zmíněné u předchozího kritéria můžeme víceméně opakovat také pro sousedský hluk. Za ten můžeme považovat obtěžující zvuky, které vznikají činností osob ze sousedství. Patří sem dílčí zdroje jako televize, rádio, různá zařízení pro byt i zahradu aj.. Problém sousedského hluku začíná při vymezení vlastnických práv, přesto na ochranu před sousedským hlukem neexistují žádné normy. Stejně jako u hluku spojeného s trávením volného času, i zde zjišťujeme množství obyvatel zasažených hlukem pomocí dotazníku. Splňuje pouze metoda *Varianta A – SZU*.

### 3.3.3 Skupina kritérií č. 3: INDIKÁTORY

V kapitolách popisujících srovnávané varianty je již pojem „indikátory“ několikrát zmíněn. V této části práce se nyní nachází prostor pro bližší vysvětlení problematiky tvorby a sledování indikátorů. Pokud máme kategorizovat, potom bychom indikátory zahrnuté v této skupině, které jsou zároveň kritérii provedené vícekritériální analýzy variant, zařadili mezi indikátory udržitelného rozvoje. Dalo by se tvrdit, že se jedná o indikátory životního prostředí, přesto silně přesahují i do dalších pilířů udržitelného rozvoje – sociálního, ekonomického, potažmo institucionálního. Což je pochopitelné již z výčtu a popisu všech zahrnutých kritérií, která se týkají zdraví, komunikace, municipální politiky apod.

**Indikátory udržitelného rozvoje** (dále „IUR“) se od těch standardních liší především tím, že pravidelný monitoring IUR nám ukazuje, zda se ubíráme správným směrem v nastaveném cíli, a tím je právě udržitelný rozvoj. Nechme stranou oficiální i neoficiální definice, postačí, když se budeme držet moudrého pragmatismu. Chovat se ekonomicky, tzn. šetrně, prakticky, a přispívat svým konáním ke všeobecnému užitku a prospěchu, třeba jen tím, že po své existenci nenecháváme negativní stopy poškozující prostředí. A to nejen to životní, ale třeba i duševní, své i ostatních lidí.

IUR jsou určitými měřítky, která poskytují informace v agregované podobě. Zpravidla jedna kvantitativní hodnota reprezentuje řadu dílčích dat nebo algoritmů. Zde je třeba zmínit, že bez kvalitní interpretace výstupů indikátorů znamená výsledná hodnota minimum informací. Teprve zařazení do společenského rámce s patřičným vysvětlením nám může dát a pravidelně dávat zprávy o změně, stavu i směru. Tím indikátory získávají přidanou hodnotu a usnadňují komunikaci a **srozumitelnost** širší veřejnosti, než pouze datová statistika. Jejich výhodou je i **srovnatelnost** ve chvíli, kdy se postupuje podle jednotné (standardizované) metodiky výpočtu. Moldan ze zkušeností z veřejné politiky vyvozuje další dvě významné roviny IUR. První z nich je, že je třeba splnit určitou **užitečnost** indikátoru, **významnost** a srozumitelnost pro rozhodující činitele na jakékoli úrovni. Druhá se týká **návaznosti**, resp. přímého vztahu, na přijatá nebo plánovaná **opatření a cíle** politiky. Indikátory místní úrovně musí mít vztah k politice národní úrovně, a ta musí být navázána na celostátní politiku. A v tomto ohledu musí být indikátory jednoduše **interpretovatelné** (MOLDAN, B., 1996).

Indikátory v naší skupině kritérií nepatří mezi vysoce agregované indikátory či indexy. Jsou zpravidla zjednodušenou hodnotou výsledků měření vztažených na obyvatele. Poslední, hluková mapa, se pak za indikátor nedá považovat zcela, neboť teprve z ní můžeme získávat další hodnoty indikátorů jako např. plochu území, resp. počet budov, města spadající do hladin

hluku vyšších než x dB apod. Přesto patří mezi výstupy popsaných variant – indikátorů, proto je zde zařazena.

Jak již bylo vysvětleno výše, z pohledu obce důležitost toho, co „zjistím“, je až na druhém místě v pořadí za *Technickými kritérii*. Váha skupiny je 75 bodů. Stanovení vah jednotlivým kritériím nebylo jednoduché. Přesto jejich vážení má logický postup dle zkušenosti a jednání z municipální úrovně. *Rušení spánku hlukem*, ač je zjišťováno jako výstup metody, patří svojí povahou spíše mezi kritéria *Dopady na zdraví*, proto je tomuto ukazateli přiřazena stejná váha jako zdravotním kritériím, přestože má celkově větší váhu díky zařazení do skupiny ukazatelů. *Míra obtěžování hlukem* a její přesné zjištění je zhruba o stejný stupeň důležitosti pro obce nižší, než je zjištění *podílu zasažených obyvatel hlukem* a *strategické hlukové mapování* méně důležité oproti *finančnímu kritériu*, přesněji o 20 bodů. Určitou nepřesnost stanovení vah kritérií potom vyrovnávají váhy celých skupin.

*Box 3.21: Kritéria a jejich váhy ve skupině 3. Indikátory.*

Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Váha kritéria	Váha skupiny
3. Indikátory	15	podíl zasažených obyvatel hlukem	80	75
	16	míra obtěžování hlukem	60	
	17	rušení spánku hlukem	50	
	18	strategická hluková mapa	80	

*Zdroj: vlastní šetření*

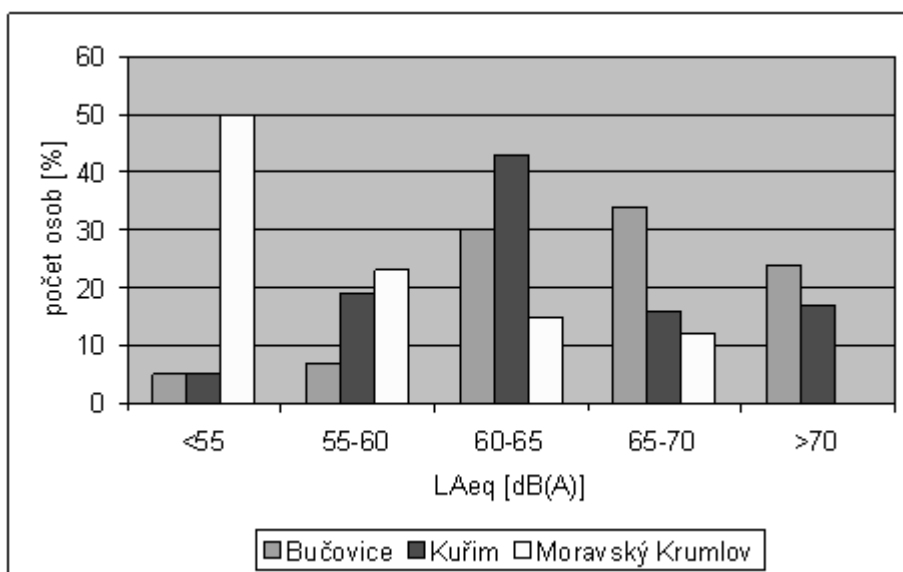
### 3.3.3.1 Podíl zasažených obyvatel hlukem

Indikátor *podíl zasažených obyvatel* je v současnosti nejrozšířenějším hlukovým indikátorem. Často se také interpretuje jako procento obyvatel, ať už státu nebo města, které je zasaženo nadlimitním hlukem ve venkovním prostředí. Jedná se o standardizovaný indikátor, který patří mezi Společné evropské indikátory Evropské komise (*Varianta C – ECI*)<sup>65</sup>. Ta uplatňuje metodiku objektivního fyzikálního měření nebo výpočtu hluku z dopravy, resp. hlukového mapování, jakožto hlavního činitele hluku v urbánním prostředí. Pro tato měření se využívají získaná data o počtech obyvatel v daném území. Data jsou dostupná několika možnostmi, jsou jimi terénní průzkumy území, volební seznamy, databáze evidence obyvatel nebo nejméně přesné průměrné počty obyvatel připadající na byt/dům dle statistických ročenek. Každá z možností je svým způsobem nepřesná, jelikož nikdy nepostihne přesný rozdíl mezi formálním stavem a reálnou skutečností. Ukazatel je tedy možné pomoci dat o obyvatelích zjistit i *Variantou B – MZP*, ačkoli není jejím přímým výstupem. V případě této varianty můžeme hovořit o výstupu ve formě

<sup>65</sup> Blíže vysvětleno v kapitole popisující *Variantu C – ECI*.

klasické hlukové mapy pro silniční dopravu. Podíl zasažených obyvatel hlukem je však možné zjišťovat i pomocí subjektivního šetření, např. dotazníkem využívaným ve *Variante A – SZU*. Vhodné je i grafické znázornění ukazatele vypočtených hodnot ekvivalentních hladin akustického tlaku. Příkladem je Box XY vyhodnocený podle metodiky *Varianty C – ECI* za použití hlukové mapy v Geografickém informačním systému.

*Box 3.22: Počet osob v obcích Bučovice, Kuřim a Moravský Krumlov zasažených hlukem ze silniční dopravy – denní doba (okolí hlavních komunikací).*



*Zdroj: CDV Brno, 2006*

### 3.3.3.2 Míra obtěžování hlukem

Obtěžování hlukem (z angl. annoyance) je nejobecnější reakcí osob vystavených hluku. Ještě než přistoupíme k hodnocení ukazatele jako kritéria hrajícího svou roli v analýze, podívejme se, jak obtěžování hlukem souvisí s citlivostí na hluk a jaké jsou prahové hodnoty pro míru obtěžování hlukem.

Každý jedinec má určitý stupeň tolerance k rušivému účinku hluku. Populace v České republice se dá považovat za průměrně citlivou, za silně citlivé na hluk se považuje přibližně 20 % populace (z toho více ženy), což vyplývá z výsledků sociologického výzkumu Institutu pro studium zdraví a životního stylu (SZÚ, 2008: 26-29). Havránek například popisuje vyšší míru obtěžování hlukem u vzdělanějších a duševně pracujících lidí a nápadnější rušení spánku u žen a starších osob (HAVRÁNEK, 1990). Z hlediska populace byly dle doporučení WHO stanoveny prahové hodnoty pro vážné obtěžování  $L_{Aeq, den} = 55$  dB a pro mírné obtěžování  $L_{Aeq, den} = 50$  dB. Tyto hodnoty znamenají, že vážně obtěžováno je během dne jen málo lidí při  $L_{Aeq}$  pod 55 dB, resp. mírně obtěžováno je jen málo lidí při  $L_{Aeq}$  pod 50 dB (WHO, 1999).

Výsledky pro Českou republiku uváděné ve zprávě SZÚ, že „nejčastější příčinou obtěžování je osobní automobilová doprava, která denně obtěžuje 59 % všech respondentů. V hlučných a středně hlučných lokalitách následuje nákladní a motocyklová doprava, zatímco v tichých lokalitách je druhou a třetí nejčastější příčinou hluk z technického zařízení v domě a sousedský hluk.“ (Státní zdravotní ústav, 2008: 45).

Mohlo by se zdát, že ukazatel míry obtěžování hlukem nepřináší municipalitě žádnou novou informaci. Na municipální úrovni už z existujících podnětů na hluk víme, že obyvatelé jsou obtěžováni. Přesto sledování i tohoto ukazatele nám může rozkrýt, kolik lidí, kde a jak jsou obtěžováni. Stejně jako u indikátoru *podíl zasazených obyvatel* se lokalizuje místo anebo plocha nadměrného hluku pomocí měřících bodů, mírou obtěžování hlukem lze hluk lokalizovat díky měřícím místům, kde se uskutečnilo dotazníkové šetření.

Jediná srovnávaná metoda zabývající se šetřením ke zjištění míry obtěžování hlukem z pohledu obyvatel je *Varianta A – SZU*. Ta v dotazníku používá šestibodovou škálu od „vůbec ne“ (1) až „silně“ (6). Za přítomnost obtěžování hlukem jsou považovány stupně 4, 5 a 6.

*Varianta C – ECI* hodnotí *míru obtěžování hlukem* v souladu s nastavením evropské směrnice, která pro tento kvalitativní indikátor definuje ukazatel  $L_{den}$  jako dostatečný ukazatel pro posouzení míry obtěžování hlukem. Mezní hodnoty ukazatele se ale odvíjejí od jejich nastavení v jednotlivých státech EU. Jsem přesvědčena, že toto pojení hodnocení obtěžování hlukem je nedostatečné. Pro potřeby strategického hlukového mapování může být dostačující, nikoli však pro potřeby obce.

### 3.3.3.3 Rušení spánku hlukem

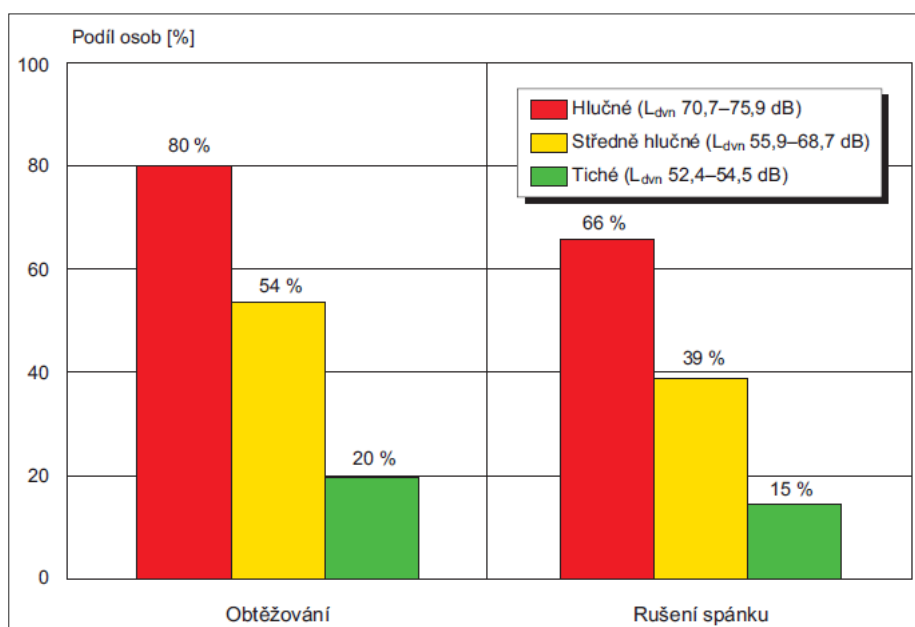
V kontextu rozřazení některých kritérií do skupin došlo na určitou míru nejistoty při zařazování ukazatele *rušení spánku hlukem*, které odpovídá spíše poruchám spánku. Bylo by tedy stejně logické zařadit ho mezi kritéria skupiny *Dopady na zdraví*. Jelikož v našem případě hodnocení variant, konkrétně *Varianty A – SZU*, zastupuje *rušení spánku hlukem* jeden ze subjektivních ukazatelů, je nadmíru oprávněné přiřadit ho k výčtu kritérií v této skupině.

*Varianta C – ECI* hodnotí *rušení spánku hlukem* v souladu s nastavením evropské směrnice, která pro tento kvalitativní indikátor definuje ukazatel  $L_{night}$  jako dostatečný ukazatel pro posouzení míry rušení spánku. Mezní hodnoty ukazatele se ale odvíjejí od jejich nastavení v jednotlivých státech EU. Stejně jako u předchozího indikátoru, *míra obtěžování hlukem*, nejsem zcela přesvědčena o jeho dostatečnosti ve využití na místní úrovni. V analýze VHV *Varianta C – ECI* splňuje dané kritérium.

Podívejme se blíže na parametry tohoto kritéria v souvislosti s dopady na zdraví a kvalitu života. Rušení spánku je významným následkem působení hluku na člověka s fyziologickými i psychologickými důsledky. Zhoršená kvalita spánku se projevuje následující den zhoršenou náladou, snížením výkonnosti, bolestmi hlavy a únavností (KUBINA et. al., 2006). Rušení spánku také může vést ke zvýšenému užívání léků na spaní s ohledem na jejich nežádoucí účinky. V neposlední řadě může zvyšovat riziko hypertenze.

Výsledky pro Českou republiku zveřejňuje zpráva SZÚ. Zmiňuje, že „rušení spánku hlukem bylo zjištěno u 37 % respondentů celého sledovaného souboru (pozn.: 19 měst, 38 lokalit). V nejhluchnějších lokalitách bylo rušeno 66 % osob (Box 3.23). Probouzení se v průběhu spánku bylo častějším mechanismem narušení spánku než porucha usínání. Při sledování příčin rušení spánku byla zjištěna stejná situace jako u obtěžování. Nejčastější příčinou každodenního rušení spánku je osobní automobilová doprava (59 % všech respondentů), následuje nákladní a motocyklová doprava; výjimkou jsou tiché lokality, kde následuje hluk z technického zařízení v domě a sousedský hluk. Důsledkem rušení spánku hlukem je i užívání léků. V celém souboru užívá léky na spaní 23 % všech respondentů, hluk je udáván jako příčina užívání u téměř třetiny z nich. V nejhluchnějších lokalitách je hluk důvodem pro užívání těchto léků u více než poloviny jejich konzumentů, zatímco v tichých lokalitách má užívání převážně jiné příčiny než hluk.“ (SZÚ, 2008: 46).

Box 3.23: Ukazatele **Podíl osob obtěžovaných hlukem a rušení spánku hlukem** sledované dotazníkovým šetřením „Hluk a zdraví“ ve skupinách lokalit.



Zdroj: SZÚ, 2008

### 3.3.3.4 Strategická hluková mapa

Pojem „strategická hluková mapa“ je relativně mladý. Úředně byl zaveden evropskou *směrnicí 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí* v červnu roku 2002. Jejím cílem je mimo jiné poskytnout podklad pro dokončení souboru opatření Evropského společenství týkajících se emisí z hluku velkých zdrojů, mezi které patří silniční a železniční vozidla a infrastruktury, letadla, zařízení používaná ve venkovním prostředí a průmyslová zařízení. Velké zdroje hluku, jak je vyjmenovává směrnice, jsou zahrnuty ve skupině kritérií Zdroje hluku. Dalším cílem je používání společných standardizovaných indikátorů, metod hodnocení a kritérií pro jednotné hlukové mapování ve venkovním prostředí. Směrnice určuje dva společné indikátory:

- **L<sub>den</sub>** pro posouzení míry obtěžování hlukem
- **L<sub>night</sub>** pro posouzení míry rušení spánku

Je třeba zmínit, že strategické hlukové mapování slouží pro plošné zhodnocení hlukové situace ve státech EU, ale není zcela vhodným nástrojem pro obce při řešení konkrétních hlukových problémů nebo potřeby přijmout protihluková opatření. Do výpočtu nezahrnuje tzv. odraz hluku od fasády, tudíž nelze přesně lokalizovat postižené domy, budovy a obyvatele. To naopak zohledňuje např. *Varianta B – MZP*, která s těmito údaji počítá. Od strategického mapování se ale liší v popisných deskriptorech, které rozlišuje na denní a noční dobu, dle klasického rozdělení 6:00-22:00 pro den a 22:00-6:00 pro noc. Evropská směrnice definuje jinak ukazatel pro den, který je průměrem celodenního hluku (den 12 hodin, večer 4 hodiny, noc 8 hodin).

Na tomto místě je třeba vysvětlit rozdíl mezi *hlukovým mapováním* a *strategickým hlukovým mapováním*, a způsob jejich rozlišení pro účel této práce. V prvním případě se jedná o „prezentaci údajů o stávající nebo předpokládané hlukové situaci s použitím hlukového indikátoru, který ukazuje překročení jakékoli příslušné platné mezní hodnoty, počet postižených osob v uvažované oblasti nebo počet obydlí vystavených definovaným hodnotám hlukového indikátoru v uvažované oblasti.“ (Směrnice, 2002) V této práci má na hlukové mapování v tomto pojetí logickou návaznost zjišťování ukazatele *podíl zasažených obyvatel hlukem*. Jedná se vlastně o jakýkoli typ měření, kde zjistíme ekvivalentní hladiny akustického tlaku, jejich porovnání s nejvýše přípustnými hladinami hluku a vyhodnocení množství zasažených – obtěžovaných obyvatel.

Naproti tomu „strategickou hlukovou mapou se rozumí mapa určená pro globální posuzování zatížení hlukem z různých zdrojů v dané oblasti nebo pro souhrnné predikce pro takovou oblast.“ (Směrnice, 2002) Tuto podobu mapy, která zahrnuje víc zdrojů hluku a jejich

rozprostření na území obce nebo v krajině, splňuje pouze přístup *Varianty C – ECI*. Lze konstatovat, že tento přístup je v jistém smyslu zjednodušenou podobou strategického hlukového mapování. Zjednodušený o ukazatele jako je odhadovaný počet obydlí, škol a nemocnic ve vymezené oblasti, které jsou vystaveny vlastním mezním hodnotám. Také se v této variantě zpravidla nevyskytují všechny zdroje hluku, obvykle je úplně vypuštěn hluk letecké dopravy, jehož sledování má specifickou doporučenou metodiku.

Pro zveřejnění veřejnosti lze strategické hlukové mapy prezentovat graficky, ale i číselnými údaji v tabulkách, o jednom z těchto dílčích ukazatelů – hledisek:

- stávající, předchozí nebo předpokládaná hluková situace vyjádřená pomocí hlukového indikátoru;
- překročení mezní hodnoty;
- odhadovaný počet obydlí, škol a nemocnic ve vymezené oblasti, které jsou vystaveny specifickým hodnotám hlukového indikátoru;
- odhadovaný počet osob vystavených hluku v oblasti zasažené hlukem.

### **3.3.4 Skupina kritérií č. 4: TECHNICKÁ KRITÉRIA**

Krátce zopakujme, co bylo řečeno o skupině *technických kritérií* doposud. Ve chvíli, kdy se municipalita rozhoduje, jaký přístup pro hodnocení hluku ve venkovní prostředí své obce zvolí, začne řešit *finanční nákladnost* projektu sledování hluku. Dle konzultací se zástupci veřejné správy a některými místními politiky hrají *technická* a *časová nákladnost* maximálně poloviční důležitost oproti financím. V tomto duchu byly také stanovené váhy jednotlivým kritériím. Finanční jako první v důležitosti s nejvyšším počtem *bodů = 100*. Další dvě s poloviční důležitostí a počtem *50 bodů*. Váha pro celou skupinu je nejvyšší možná, *100 bodů*, jak již bylo vysvětleno výše u municipálních preferencí při rozhodovacím procesu.

V dalších podkapitolách bude sledováno naplnění jednotlivých variant pro každé z kritérií. Tato skupina je specifická tím, že už se nejedná pouze o splnění či nesplnění kritéria jako u předchozích skupin kritérií. Naopak, každé z kritérií má vlastní hodnotící škálu, o které je třeba podat podrobnější vysvětlení.

Důležité je připomenout, že velikost obce, pro kterou jsou stanovená *technická kritéria*, se nachází na v rozmezí **15 – 20 tisíc obyvatel**. V této kategorii se v České republice nachází 42 obcí (ČSÚ, 2009). Všechna technická kritéria jsou oproti předchozím minimalizační. Znamená to nacházet se na hodnotící škále co nejbližší nule, pakliže je varianta v tomto kritériu výhodná k realizaci.



Box 3.24: Kritéria a jejich váhy ve skupině 4. Technická kritéria.

Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Váha kritéria	Váha skupiny
4. Technická kritéria	19	finanční nákladnost	100	100
	20	technická náročnost	50	100
	21	časová nákladnost	50	100

Zdroj: vlastní šetření

Box 3.25: Shrnutí bodování na škále pro skupinu Technická kritéria.

4. Technická kritéria	19	finanční náročnost	W*	Min	1	2	2	3
	20	technická náročnost	W**	Min	1	2	2	3
	21	časová nákladnost	W***	Min	1	2	2	3

\* Cena v CZK: 1 - do 100 tisíc; 2 - 100 až 400 tisíc; 3 - nad 400 tisíc

\*\* Vypracování: 1 - samostatně; 2 - přizvaným odborníkem; 3 - externí firmou

\*\*\* Zpracování do: 1 - čtvrt roku; 2 - do půl roku; 3 - jednoho roku

Zdroj: vlastní šetření

### 3.3.4.1 Finanční nákladnost

Zahrnutí tohoto kritéria v analýze nebylo nijak sporné, neboť po konzultaci se všemi účastníky, kteří v nějaké míře zastupují názor místního úřadu, se ukázalo jako opravdová priorita. Je bohužel nesporným faktem, že činnosti nad rámec běžných povinností jsou určovány hlavně dostupným rozpočtem. Jakožto nejdůležitější kritérium v nejdůležitější skupině získává ojedinele 100 bodů. Jedná se o minimalizační kritérium, tedy, čím menší částka za provedenou variantu obec platí, tím lépe. Nemůžeme ale usuzovat, že čím nižší cena, tím lepší varianta z hlediska kvality získaných údajů a jejího provedení.

Pro kritérium *Finanční nákladnost* byla stanovena hodnotící škála o 3 bodech. Přičemž platí, že čím nižší bod na škále, tím výhodnější varianta.

- 1 – zpracování varianty do 100 000 CZK
- 2 – zpracování varianty mezi 100 000 a 400 000 CZK
- 3 – zpracování varianty nad 400 000 CZK

Stanovená škála se může zdát velmi zjednodušená, přesto bližší ceny jednotlivých variant opravdu není možné stanovit. Pro tvorbu cen se totiž nejedná pouze o kritérium počtu obyvatel nebo velikosti obce. Každá obec je specifická svým terénem, hustotou zalidnění, hustotou infrastruktury apod., což mění cenu případ od případu. Pro každé město je nutné vytvořit individuální nabídku. Navržené ceny jsou proto orientační, ačkoli vycházejí ze skutečných nákladů již provedených měření.

U dále jmenovaných podávám vysvětlení stanovení částek a tedy pozici na škále.

#### *Varianta A – SZU*

Stanovení ceny není jednoznačné, jelikož nebylo možné zjistit ani náklady Státního zdravotního ústavu na část provedené metody, konkrétně *dotazníkové šetření*. To provádějí pracovníci místních zdravotních ústavů v rámci jejich běžné pracovní náplně. Z vynaloženého času a běžných obchodních cen lze ale vyvodit, že pro zpracování obcí o přibližně 20 tis. obyvatelích na vzorku 800 dotazníků, se dostaneme na jeden dotazník k nákladu 100 CZK (čas tazatele, vytištění dotazníku, elektronizace dat), pakliže snížíme náklady na minimum. Tazateli mohou být i proškolení studenti středních škol. Celková částka na takový reprezentativní vzorek obyvatel by včetně zpracování dat neměla přesáhnout 100 000 CZK. Odpovídá bod 1 na škále.

Pro účel *měření* hlukových hladin na reprezentativních lokalitách byli využiti experti SZÚ. Celkový náklad na hlukovou mapu měřících míst a naměřených hodnot byl 200 000 CZK. Odpovídá druhému bodu na škále.

Při sečtení cen pro vyhodnocení varianty v plné šíři se dostáváme na částku minimálně 300 tisíc. Hodnocení kritéria pro *Variantu A – SZU* je tedy bod 2.

#### *Varianta B – MZP*

Finanční nákladnost této varianty by měla zhruba odpovídat položce měření v předchozí variantě. Skutečné náklady na tuto metodu ve vlastním šetření dodalo pouze město Jičín. Jejich hluková mapa z roku 2002 stála podle metodiky MŽP<sup>66</sup> necelých 200 tisíc. Kopřivnice pro tuto metodu a její použití v roce 1997 uvádí cenu přibližně 100 000. Pokud vezmeme v potaz změnu cen v posledních osmi letech, můžeme předpokládat, že cena nepřesáhne 400 000. Tedy cena odpovídající bodu 2 na škále. Je nutné zmínit, že pro vypracování hlukové studie je někdy zapotřebí zjistit nedostupné údaje o dopravě. Zpracování samostatného generelu dopravy se může pohybovat až ve stovkách tisíc. Tento fakt není brát v úvahu při hodnocení ani stanovování vah.

#### *Varianta C – ECI*

Poslední hodnocená varianta může být kvůli zjišťování *podílu zasažených obyvatel* mírně až výrazně složitější, a tím i dražší. Pokud hodnocenou variantu vztáhneme na cenu strategického hlukového mapování, jakožto jednoho zastřešujícího „ukazatele“ ve variantě, cena se ve většině případů pohybuje nad půl milionem korun. Do vlastního šetření poskytlo vstupní data město

---

<sup>66</sup> Jedná se o metodiku Ministerstva životního prostředí, která předchází Novelizaci metodiky z roku 2005.

Kopřivnice, které tuto mapu nechalo zpracovat v roce 2008-2009. Cena přesáhla 400 tis. asi o 20 tis., jelikož byla zjednodušena o výpočet evropského deskriptoru  $L_{DVN}$ , který zařazuje i sledování hluku ve večerních hodinách, nejen den a noc. Lze předpokládat, že očekávaná částka za provedení komplexního hlukového mapování v souladu s evropskou směrnicí by ještě narostla. Tím se řadí varianta do kategorie bodu 3 – cena nad 400 000 CZK.

### **3.3.4.2 Technická náročnost**

Do technických kritérií jednoznačně patří i technická náročnost. Obec se často táže, zda je možné sledování indikátorů provádět samostatně nebo je nutné přizvat odborníky či najmout expertní firmu. Pro toto kritérium byla opět zvolena škála 1-3 body. Za nejvýhodnější se považuje nejnižší poloha na stupnici.

Stupně odpovídají:

- 1 – možnost vypracování samostatně úřadem využitím vlastní kapacity (lidské i technické).
- 2 – nutnost přizvání alespoň minimálně jednoho odborníka, který by zpracoval údaje jako externista.
- 3 – nutnost zadání externímu zpracovateli, týmu expertů disponujícím potřebnými softwary a technickým vybavením.

#### *Varianta A – SZU*

Pro potřeby dotazníkového šetření lze využít pouze vlastních sil v rámci obce, bod 1. Pro měření a vyhodnocení dat měřících bodů je nutné přizvat minimálně jednoho odborníka, bod 2. Celkový výsledek kritéria se nachází uprostřed na škále – bod 2.

#### *Varianta B – MZP*

Jelikož tato varianta vychází ze stejných postupů jako *Varianta A – SZU*. Stanovení hlukových hladin na měřících bodech z měření nebo výpočtu dopravy. Je možné pro tuto práci najmout externistu, který data zpracuje. Tím není myšleno, že je pro municipalitu výhodnější. Někdy se může stát, že najmutí externí firmy je levnější, než nasmlouvat jednoho odborníka a nakoupit potřebný software. Odpovídá bodu 2 na škále.

#### *Varianta C – ECI*

Pro výpočet i měření u tohoto přístupu vyžaduje sofistikovaný software a odborné schopnosti jeho ovládání. Není myslitelná ani samostatná práce, ani přizvání odborníka pro účel vyhodnocení. Odpovídá zadání externí firmě – bodu 3.

### 3.3.4.3 Časová nákladnost

Poslední z jednadvaceti kritérií, které hrají roli při zpracování hlukové studie, je čas. Může se stát, že vypracování takové studie je součástí donorovaného projektu, nebo je součástí jeho přípravy a plánování. Z tohoto důvodu je třeba znát, kolik času je nutné na vypracování varianty. Pro hodnocení kritéria byla opět zvolena třibodová stupnice s minimalizační, tedy nákladovou, povahou (odpovídá rčení „čas jsou peníze“). Stanovení *časové nákladnosti* pro každou z variant vychází z vlastního šetření u zpracovatelů jednotlivých přístupů a z praxe měst ČR.

- 1 – zpracování do 3 měsíců od zadání

Splňuje *Varianta A – SZU* pro dotazníkové šetření.

- 2 – zpracování do 6 měsíců od zadání

Splňuje *Varianta A – SZU* pro měření a pro kompletní vyhodnocení. Dále *Varianta B – MZP*.

- 3 – zpracování do jednoho roku od zadání

Splňuje *Varianta C – ECI* pro komplexní hlukovou studii.

## 3.4 Stanovení vah důležitosti

Stanovení vah je jednoznačně subjektivního charakteru, ať už je stanovujeme ve spolupráci s expertní skupinou nebo dle vlastního šetření ze zkušeností běžné praxe a dostupných dat, jako v případě této práce. Kromě stanovení vah hodnotitelem, závisí správnost provedené analýzy na metodě určující váhy důležitosti. V této práci byla použita *metoda postupného rozvrhu dat*. Byla zvolena jako často využívaná při větším souboru kritérií, která se seskupují ve skupinách kritérií. Váhy se pomocí této metody určí ve dvou krocích:

**1. krok:** Stanovení normovaných vah skupinám kritérií a každému kritériu zvlášť. Váhy kritérií byly stanoveny a popsány v předchozí kapitole, k jejich vyčíslení byla použita bodovací metoda (Box 3.26).

*Box 3.26: Stanovené váhy kritérií a jejich skupin (0 - nejméně důležité, 100 - nejvíce důležité).*

Skupina kritérií	Č.	Název kritéria	Váha kritéria	Váha skupiny
1. Dopady na zdraví	1	poruchy sluchu	50	50
	2	kardiovaskulární choroby	50	

	3	choroby nervového systému	50	
	4	choroby epigastria	50	
	5	snížení schopnosti soustředění	50	
	6	snížená schopnosti komunikace	50	
<b>2. Zdroje hluku</b>	7	silniční doprava	74	75
	8	letecká doprava	7	
	9	železniční doprava	4	
	10	průmyslová výroba	3	
	11	stavební činnost	3	
	12	sirény záchranné služby	3	
	13	restaurace a kulturní zařízení	3	
	14	sousedský hluk	3	
<b>3. Indikátory</b>	15	podíl zasažených obyvatel hlukem	80	75
	16	míra obtěžování hlukem	60	
	17	rušení spánku hlukem	50	
	18	strategická hluková mapa	80	
<b>4. Technická kritéria</b>	19	finanční nákladnost	100	100
	20	technická náročnost	50	
	21	časová nákladnost	50	

Zdroj: vlastní šetření

**2. krok:** Vypočtení postupným násobením vah skupin a vah kritérií v rámci každé skupiny, kdy výsledkem je normovaná váha kritérií. Znázorněno v kritériální matici v boxu 3.27.

Box 3.27.: Výpočet vah kritérií a skupin vah – kritériální matice.

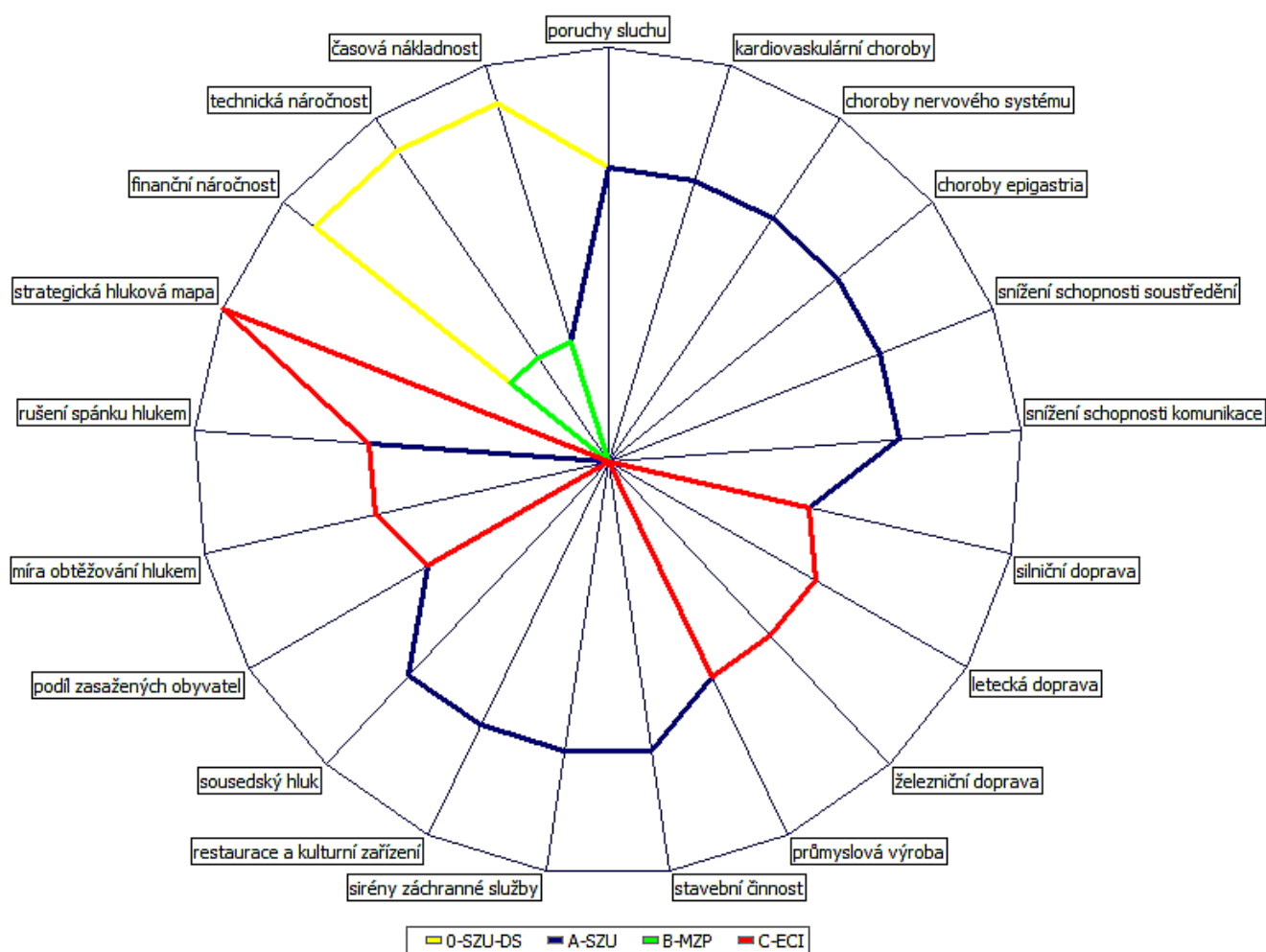
č.	kritérium	v_s	v_k	v_i
1	poruchy sluchu	0,1666667	0,1666667	0,0277778
2	kardiovaskulární choroby	0,1666667	0,1666667	0,0277778
3	choroby nervového systému	0,1666667	0,1666667	0,0277778
4	choroby epigastria	0,1666667	0,1666667	0,0277778
5	snížení schopnosti soustředění	0,1666667	0,1666667	0,0277778
6	snížená schopnosti komunikace	0,1666667	0,1666667	0,0277778
7	silniční doprava	0,2500000	0,7400000	0,1950000
8	letecká doprava	0,2500000	0,0700000	0,0175000
9	železniční doprava	0,2500000	0,0400000	0,0100000
10	průmyslová výroba	0,2500000	0,0300000	0,0075000
11	stavební činnost	0,2500000	0,0300000	0,0075000
12	sirény záchranné služby	0,2500000	0,0300000	0,0075000
13	restaurace a kulturní zařízení	0,2500000	0,0300000	0,0075000
14	sousedský hluk	0,2500000	0,0300000	0,0075000
15	podíl zasažených obyvatel	0,2500000	0,2962963	0,0740741
16	míra obtěžování hlukem	0,2500000	0,2222222	0,0555556
17	rušení spánku hlukem	0,2500000	0,1651652	0,0462963
18	strategická hluková mapa	0,2500000	0,2962963	0,0740741
19	finanční náročnost	0,3333333	0,5000000	0,1666667
20	technická náročnost	0,3333333	0,2500000	0,0833333
21	časová nákladnost	0,3333333	0,2500000	0,0833333

Zdroj: vlastní šetření

„Stále se však nabízí otázka, máme relevantní hodnocení a vybereme na základě něj nejefektivnější projekt, ale jak zaručíme, že jsme zvolili správná kritéria? A pokud byla kritéria zvolena vhodně, byly správně nastaveny váhy hodnocení?“ (SOUKOPOVÁ, 2007: 161).

Výhodným prostředkem, jak vysvětlit principy vícekritériálního hodnocení, je grafické znázornění na soustavě hvězdicových souřadnic. Jednoduše řečeno se jedná o soustavu os, na které jsou znázorněny hodnoty kritérií pro každou z rozhodovacích variant. Všechny osy začínají ve středu kružnice v bodě *S* a končí na obvodu kružnice. V našem případě se jedná o polygonální zobrazení, body jsou spojeny v ucelený obrazec ve tvaru polygonu (Box 3.27). Obrazem *bazální varianty* (nejméně přípustné varianty) je střed *S*. Můžeme říci, že *kompromisní varianta* je ta, která má maximální vzdálenost od bazální varianty, ale to už předbýváme zjištěné výsledky.

Box 3.28 Dominance variant podle vah kritérií.



Zdroj: vlastní šetření

## 3.5 Vyhodnocení

Obecným cílem vícekritériálního hodnocení variant je stanovení pořadí výhodnosti jednotlivých variant na základě navolených kritérií. Varianta, která se umístí v analýze nejlépe, představuje tzv. *kompromisní variantu*. Takovou, která je dle našich požadavků optimální ve vztahu k ostatním variantám. Nejedná se však o absolutně optimální, resp. *ideální variantu*. Té se může pouze více či méně blížit. Je třeba brát v úvahu, že při použití různých metod VHV můžeme dojít k různým kompromisním variantám. Pro vyhodnocení kritérií variant v této práci byla použita *metoda váženého pořadí*, jejíž volba se jevila jako nejlepší v souvislosti s použitou metodou při stanovení vah důležitosti a navázáním na cíle analýzy. Těmi bylo jednak **nalezení vítězné varianty** – přístupu hodnocení hluku v urbánním prostředí, a zároveň **určení pořadí** od nejlepší varianty po nejhorší a **vzájemnou vzdálenost variant** mezi sebou. Při testování správnosti analýzy byly vyzkoušeny i jiné metody VHV (*metoda nejlepších hodnot* a *metoda průměrných hodnot*), ale jejich odchylky byly vždy do 5 %, kompromisní varianty a ani pořadí variant se nezměnilo.

*Metoda váženého pořadí* se používá při zahrnutí kardinálních informací a použití matice vah kritérií. Umožňuje celkové hodnocení pro každou z variant, a proto ji lze použít nejen při hledání nejlepší varianty, ale také pro stanovení pořadí jejich využitelnosti. V posledním slově se už skrývá podstata celé metody a jí je použití modifikované *funkce užitku*. Interpretace této funkce zní: dosáhne-li varianta podle kritéria určité hodnoty, přináší uživateli užitek. *Celkový užitek* je pak vyjádřen váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku. Variantu s nejvyššími hodnotami považujeme za *kompromisní*. Použití *metody váženého pořadí* je výhodné v tom, že určuje hodnotu *ideální varianty* a *bazální varianty*, což značně zjednodušuje interpretaci dat. Po jejich lineární transformaci se *bazální hodnota* rovná nule a *ideální hodnota* jedné. Pro lepší názornost jsou níže popsány výsledky převedeny na škálu procentních bodů. Ta odpovídá intervalu, na jehož extrémech se nachází bazální a ideální varianta, a někde mezi nimi ona vítězná *kompromisní varianta*. V našem případě není ideální varianta absolutně ideální, ale relativně ideální ve vztahu k datům vstupujícím do VHV.

Z vyhodnocení analýzy vyplývá, že nejlepšího celkového užitku dosáhla *Varianta 0 – SZU-DS*. Samotná metodika tohoto přístupu, je pouze částí *Varianty A – SZU*. Tou částí, která se zabývá **subjektivním hodnocením** hluku v prostředí města. Velmi překvapivě ve srovnání přístupů metoda předčila všechny ostatní **objektivní metody**. Dokonce jaksí sebe samu schované v kompletní metodě Státního zdravotního ústavu, která se umístila jako druhá v pořadí. Na třetí místo se dostala evropská metodika ECI – *Varianta C*, která zahrnuje **hlukové mapování**. Nejhůře ve srovnání dopadl přístup **výpočtu hluku ze silniční dopravy** *Varianty B – MZP*, která

se z pohledu VHV nejvíce jako užitečná metoda hodnocení hluku v urbánním prostředí dle nastavených kritérií. Mezerou, kvůli které zaostává za ostatními přístupy je ta, že postrádá ve svém měření i hodnocení aspekt zohledňující dopad na místní obyvatele. Naproti tomu subjektivní hodnocení vítězné varianty zahrnuje téměř všechny popisované jevy dopadu na zdraví, a tím i kvalitu života lidí.

Podívejme se nyní na celkový přehled hodnot výsledků v boxu 3.29:

Box 3.29: Výsledky pro srovnávané varianty ve vícekritériální analýze.

Kód varianty	Název varianty	Hodnota VHV	Vzdálenost od bazální varianty	Podíl
0-SZU-DS	<b>Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku</b> (dotazníkové šetření)	3,0005556	75%	36,15%
A-SZU	<b>Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku</b> (dotazníkové šetření + měření)	2,3338889	58%	28,12%
B-MZP	<b>Metodika pro výpočet hluku silniční dopravy</b> (výpočet z dopravy a měření)	1,3333333	33%	16,06%
C-ECI	<b>Indikátor ECI B.7 Zatížení prostředí hlukem</b> (hlukové mapování)	1,6327778	41%	19,67%

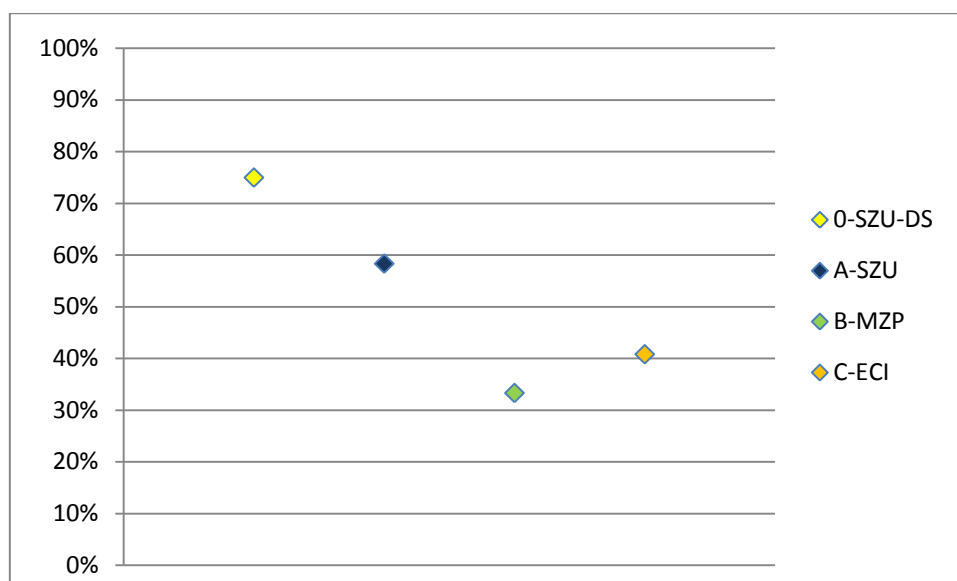
Zdroj: vlastní šetření

Z analýzy výsledků lze vysledovat, že všechny varianty zařazené do VHV naplňují stanovená kritéria a váhy minimálně z 33 %, což je v případě samostatného hodnocení relativně dobrý výsledek. Všechny přístupy můžeme považovat za alespoň částečně vhodné k realizaci. Nevhodnými by byly takové, které nesplňují kritéria ani z 20 %. Dvě ze zařazených variant splňují stanovená kritéria nadprůměrně, *kompromisní varianta* až ze třech čtvrtin (75 %).

Graf boxu 3.30 ukazuje vzdálenost hodnocených variant od ideální, resp. bazální varianty. Je také názorným rozložením vzdáleností mezi jednotlivými variantami navzájem. Z grafu lze dobře vysledovat, že vítězná varianta (0-SZU-DS) má zhruba dvakrát lepší výsledek (o 34 procentních bodů) oproti nejhůře vyhodnocené variantě (B – MZP). Varianta C – ECI, která se umístila na třetím místě, je od této varianty poslední v pořadí jen málo vzdálená, rozdíl je 8 procentních bodů. Tj. ECI naplňuje kritéria hodnocení přibližně o čtvrtinu lépe než přístup Ministerstva životního prostředí. Spojení subjektivního a objektivního hodnocení ve Variantě A – SZU se logicky umístilo na prostřední hranici mezi Variantou 0 – SZU-DS a Variantou B – MZP, splňuje kritéria a váhy z 58 %. V určité míře se totiž u SZÚ jedná o sloučení obou variant. Zmíněný fakt můžeme považovat za jistý způsob ověření správnosti provedené analýzy.



Box 3.30: Rozprostření hodnocených variant na škále procentních bodů (0-nejhorší; 100-nejlepší).



Zdroj: vlastní šetření

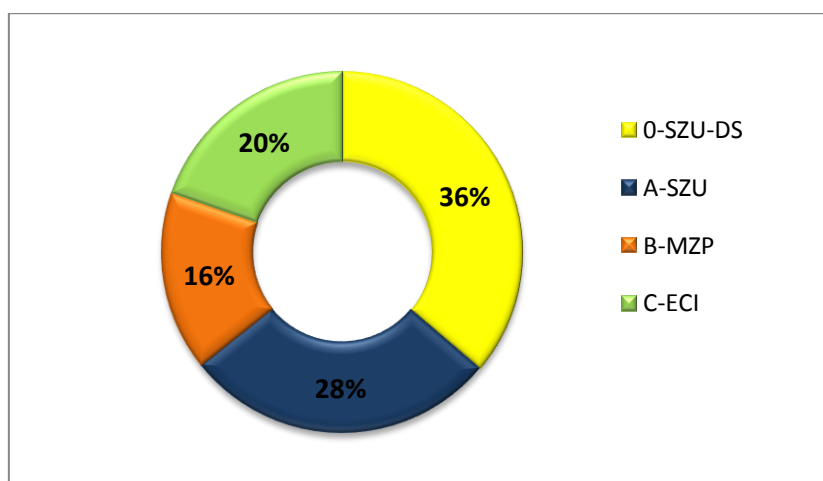
Pro úplnost výsledků uvádím tabulku (box DF) výpočtů normovaných vah pro kritéria a skupiny kritérií srovnávaných variant. V dalším grafu (box 3.31) vidíme rozložení preferencí v rozhodování neboli podílné vyhodnocení variant.

Box 3.31: Vyhodnocení analýzy vícekritériálního hodnocení variant.

č.	Typ	Nejhorší $x_i$	Nejlepší $x_i$	Průměr $x_i$	Váha $v_i$	0-SZU-DS $s_{ij}$	A-SZU $s_{ij}$	B-MZP $s_{ij}$	C-ECI $s_{ij}$	0-SZU-DS $U_{ij}$	A-SZU $U_{ij}$	B-MZP $U_{ij}$	C-ECI $U_{ij}$
1	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
2	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
3	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
4	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
5	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
6	V	0	1	0,5	0,02778	4	4	1	1	0,11111	0,11111	0,02778	0,02778
7	V	1	1	1,0	0,18500	1	1	1	1	0,18500	0,18500	0,18500	0,18500
8	V	0	1	0,8	0,01750	4	4	1	4	0,07000	0,07000	0,01750	0,07000
9	V	0	1	0,8	0,01000	4	4	1	4	0,04000	0,04000	0,01000	0,04000
10	V	0	1	0,8	0,00750	4	4	1	4	0,03000	0,03000	0,00750	0,03000
11	V	0	1	0,5	0,00750	4	4	1	1	0,03000	0,03000	0,00750	0,00750
12	V	0	1	0,5	0,00750	4	4	1	1	0,03000	0,03000	0,00750	0,00750
13	V	0	1	0,5	0,00750	4	4	1	1	0,03000	0,03000	0,00750	0,00750
14	V	0	1	0,5	0,00750	4	4	1	1	0,03000	0,03000	0,00750	0,00750
15	V	1	1	1,0	0,07407	1	1	1	1	0,07407	0,07407	0,07407	0,07407
16	V	0	1	0,8	0,05556	4	4	1	4	0,22222	0,22222	0,05556	0,22222
17	V	0	1	0,8	0,04630	4	4	1	4	0,18519	0,18519	0,04630	0,18519
18	V	0	1	0,3	0,07407	1	1	1	4	0,07407	0,07407	0,07407	0,29630
19	N	3	0	1,8	0,16667	4	2	2	1	0,66667	0,33333	0,33333	0,16667
20	N	3	0	1,8	4,00000	4	2	2	1	0,33333	0,16667	0,16667	0,08333
21	N	3	0	1,8	4,00000	4	2	2	1	0,33333	0,16667	0,16667	0,08333
										<b>3,00056</b>	<b>2,33333</b>	<b>1,33333</b>	<b>1,63278</b>

Zdroj: vlastní šetření

Box 3.32: Statistika rozhodování pro vyhodnocené varianty.



Zdroj: vlastní šetření

## 3.6 Diskuze

Nyní si můžeme pokládat otázky, proč ta která varianta dopadla v hodnocení hůře či lépe. Skutečnost, že se na posledním místě umístila **metodika Ministerstva životního prostředí**, není příliš překvapující proto, že přístup zahrnuje do hodnocení pouze jeden zdroj hluku (silniční), a není tedy komplexním pohledem na hlukovou situaci v obci. Autorem metodiky je ing. Liberko, který je považován za jednoho z předních odborníků na měření a hodnocení hluku venkovního prostředí v České republice. Jeho metodika je široce používaná a poskytuje snadný nástroj ke zjištění hluku, resp. *ekvivalentních hladin akustického tlaku*, v blízkosti silničních komunikací pomocí **výpočtu ze sčítání dopravy** a nevyžaduje nutně další fyzická měření. Jistě by ale dal Liberko sám za pravdu, že ačkoli je metodika široce uplatňovaná pro definování lokalit postižených nadlimitním hlukem silniční dopravy (největšího zdroje hlukového znečištění), nesleduje vliv tohoto hluku na místní obyvatele, přestože je schopna odhadnout počet osob z přilehlých domů a bytů zasažených tímto hlukem. Ve VHV hrála roli jistě i vyšší cena metody.

Otázka je, čím se oproti předchozí zvyšuje využitelnost *Varianty C*, která je přístupem vycházejícím z **evropské směrnice hlukového mapování**. Jejím cílem je opravdu spíše zmapovat hlukovou situaci nejen v urbánním prostředí jaksi plošně. Není ale přímým způsobem schopna lokalizovat skupiny obyvatel postižených nadlimitním hlukem. Přidanou hodnotou oproti Liberkově metodě je zahrnutí více zdrojů do hodnocení hluku. Dále je díky *specifickým deskriptorům*, které jsou navázány na studie Evropské komise a Světové zdravotnické organizace, schopná definovat podíl obyvatel obtěžovaných hlukem a rušených ve spánku. Jak už bylo řečeno, nelze na základě jejího použití zcela jasně definovat nutná opatření. Její využitelnost pravděpodobně snižuje vyšší finanční nákladnost na pořízení hlukové mapy.

Pokud bychom hodnotili srovnávané přístupy jako celky, vítěznou variantou by byla metodika **Státního zdravotního ústavu**. Ta splňuje nastavená kritéria a váhy v hodnocení z necelých šedesáti procent. Čím je tento přístup lepší oproti předchozím variantám, které dopady v analýze hůře? Zajímavé a neobvyklé je už samotné **propojení metod subjektivního hodnocení a objektivního měření, a to** napojení výsledků měření z přesných lokalit na subjektivní vyjádření obyvatel o míře jejich zasažení hlukem a snížení kvality života v řadě rovin, především zdravotní a duševní. To dává metodě významný kredit oproti jiným přístupům. Cena realizace metody navíc nepřekračuje dosažitelnou hranici v prostředí obcí a měst České republiky.

Variantou doporučenou k realizaci nebo výběru, mluvíme o *optimální variantě*, by byla část metodiky **Státního zdravotního ústavu**. Jedná se o subjektivní hodnocení pomocí **dotazníkového šetření** s názvem „*Hluk a zdraví*“ (uveden v Příloze 1). Otázkou je, zda bylo vhodné vůbec do analýzy zařadit pouze část jedné ze srovnávaných metod. Bylo již předem jisté, že bude preferovanější oproti plné metodě například cenou, která je pochopitelně menší, než při užití celé metody. Přesto jsem se rozhodla metodu do hodnocení variant zařadit, aby byla zřejmá významnost, jakou má část metody ve vztahu k její úplné podobě. A zároveň porovnat odděleně subjektivní metody od objektivních. Využitelnost dat dotazníku je opravdu velmi široká, což značně ovlivnilo i pořadí ve VHV. Mezinárodní vědecká skupina napojená na Světovou zdravotnickou organizaci, díky které vznikl tento dotazník pro vybrané evropské státy, má na tomto jistě svůj podíl. Přesto nemůžu nezmínit, že metoda byla vyvinuta především pro potřeby hodnocení vlivu hluku na zdravotní stav obyvatelstva. Nebyla určená, ani není používána pro komplexní hodnocení hlukové situace v obcích a městech. Přesto se v této podobě dá dotazník považovat za bezproblémově využitelný na místní úrovni, a to nejen ve dvou lokalitách, jak činí SZÚ. Nutná by byla zajisté modifikace metodiky šetření související s výběrem monitorovaných míst a vzorku obyvatel. Otázkou zůstává, zda by Státní zdravotní ústav umožnil zpřístupnění svého know-how k dalšímu šíření za účelem hodnocení hluku v urbánním prostředí obcí a měst České republiky.

## 4. ZÁVĚR

Závěrem můžeme říci, že zjištění výsledků pomocí analýzy vícekritériálního hodnocení variant nám pomohlo ke splnění cílů a ověření předpokladů formulovaných před začátkem zpracování této práce. Cílem bylo zmapovat možnosti hodnocení hluku v urbánním prostředí ve vztahu k jeho obyvatelům na místní úrovni. Pomocí srovnání nalezených metod poté ověřit předpoklad, že *pro úroveň obcí a měst České republiky existuje minimálně jedna využitelná metodika hodnocení hluku venkovního prostředí, která je vhodná k řízení hluku v sídle ve vztahu ke kvalitě a zdraví místních obyvatel*. Tento předpoklad se ověřil. Pro místní úroveň dle úvodní rešerše existují tři standardizované metodiky nějakým způsobem již zavedené do praxe českých měst. Kolik z nich však opravdu zohledňuje kvalitu a zdraví místních obyvatel? Po podrobné analýze nalezených metod vyplynulo, že tuto problematiku zohledňují v menší či větší míře dvě ze tří metodik. Provedené srovnání navíc umožnilo porovnání metodik hodnocení hluku mezi sebou a zviditelnění těch, které ve svém přístupu zohledňují i dopad hluku na kvalitu a zdraví lidí.

Celkem byly do vícekritériální analýzy variant zařazeny čtyři přístupy. Prvním z nich je metodika Státního zdravotního ústavu propojující objektivní a subjektivní hodnocení hluku, druhá z nich je oddělená část předchozí metodiky – pouze její subjektivní hodnocení, třetím přístupem je novelizovaná metodika Ministerstva životního prostředí vypočítávající hlukovou situaci v obci z dat silniční dopravy, a nakonec metoda iniciativy Společných evropských indikátorů hodnotící podíl zasažených obyvatel hlukem prostřednictvím hlukových map.

Výsledky provedeného srovnání poukazují na jasnou preferenci subjektivního hodnocení hluku, jakožto metody, která je schopná jednak široce zahrnout dopady vlivu hluku na kvalitu a zdraví obyvatel a zároveň na území sledovaného sídla nalézt konkrétní zasažené skupiny pro účel přijetí navazujících potřebných opatření. Poslední jmenované je naopak nedostatkem evropské metodiky. Ta, přestože zohledňuje počet zasažených obyvatel, míru obtěžování hlukem a narušování spánku těchto lidí, nejeví se jako vhodný doplněk pro řízení hluku na místní úrovni. Důvodem je neprovázanost zjištěných výsledků hlukových hladin na konkrétní skupiny obyvatel, tedy je obtížné na základě zjištění přijmout vhodná opatření.

Pokud bychom hodnotili metody jako celky, jako optimální variantu v rozhodování o použití metody vhodné pro místní úroveň, zvolili bychom metodu Státního zdravotního ústavu, který provádí jednak dotazníkové šetření a zároveň korelaci zjištěných dat s výstupy fyzických měření. Tato metoda je však v současné praxi využívána pouze pro zjišťování účinků hluku na zdravotní stav obyvatelstva v ČR. Aktuálně se tímto způsobem monitoruje 12 měst o různé velikosti.

Metodika dotazníkového šetření není ani veřejně přístupná, byla získána na zvláštní žádost<sup>67</sup> pro účel této práce a je majetkem SZÚ. Na základě zjištění se přesto jeví jako velmi vhodná pro využití municipalitami. V tomto smyslu bych si dovolila formulovat doporučení k dalšímu šíření této metodiky do prostředí veřejné správy. Zvláště proto, že může řadě obcí pomoci řešit tíživou hlukovou situaci za minimální finanční náklady. Přesněji, relativně minimální ve vztahu k ostatním používaným přístupům srovnávaných v této práci.

Nabízí se také možné doporučení monitorovat tímto způsobem hluk venkovního prostředí plošně, ať už přímo na národní úrovni státní správou, nebo na regionální úrovni krajskými úřady. To by jistě přineslo další významný rozměr do národní statistiky, bohužel ale také vyšší náklady na pravidelný monitoring. Vzhledem k praxi sledování indikátorů udržitelného rozvoje na místní úrovni, je blíže skutečnosti taková situace, že se sama obec dle svých potřeb rozhodne pro zavedení těchto indikátorů jako dobrovolného nástroje. Ukazatele vycházející z metodiky SZÚ se dají jednoznačně za indikátory udržitelného rozvoje považovat, zvláště jsou-li navázány na cíle a stanovená opatření místními politiky. O vítězné variantě provedeného srovnání uvažují jako o možném optimálním dobrovolném nástroji veřejné správy, který je schopen vyhodnotit hlukovou situaci obce nebo pouze problémových míst a zároveň zjistit dopad na kvalitu a zdraví místních obyvatel. Zjištěné výsledky mohou obci sloužit jako výborný podklad pro jednání s nespokojenými občany, hygienickými stanicemi a v neposlední řadě v jedné z nejdůležitějších oblastí pro udržitelný rozvoj sídel, a tím je územní plánování.

---

<sup>67</sup> Viz Příloha 03 této práce.

## Seznam zkratek

ČSN	České technické normy
ČSÚ	Český statistický úřad
ECI	Společné evropské indikátory (z angl. European Common Indicators)
EEA	Evropská agentura životního prostředí (z angl. European Environmental Agency)
EIA	Hodnocení vlivů na životní prostředí (z angl. Environmental Impact Assessment)
EU	Evropská unie
GIS	Geografický informační systém
IUR	Indikátory udržitelného rozvoje
MCA	Multikriteriální analýza (z angl. Multicriterial Analysis)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí České republiky
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TIMUR	Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj
VHV	Vícekriteriální hodnocení variant
WHO	Světová zdravotnická organizace
WSP	World Soundscape Project
WTA	Ochota přijmout kompenzaci (z angl. Willness to Accept)
WTP	Ochota platit (z angl. Wilness to Pay)

# Seznam boxů

*Seznam tabulek, obrázků, grafů, schémat aj.*

Box 1.1: Orientační rozřazení měst a obcí ČR do zvolených kategorií podle počtu obyvatel.

Box 2.1 Decibelová škála zvuků v prostředí.

Box 2.2: Procento obyvatel z celkové populace EU zasažené nadlimitním hlukem

Box 2.3: Účastníci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k ŽP.

Box 2.4: Směrnice limitních hodnot pro veřejný hluk společně s kritickými zdravotními důsledky.

Box 2.5 Zákonné limity hladin hluku

Box 3.1: Ukázka výstupů metody SZÚ. Seznam lokalit a měřících míst pro rok 2009.

Box 3.2: Ukázka výstupů metody SZÚ. Hodnoty hlukového ukazatele pro den-večer-noc  $L_{D\text{VN}}$  v měřících místech lokalit zjištěné srovnávacím měřením nebo akustickou studií (rok 2009).

Box 3.3: Ukázka výstupů metody SZÚ a SZÚ-DS: Výsledky dotazníkového šetření „Hluk a zdraví“ na zjištění užívání léků na spaní ve skupinách lokalit.

Box 3.4: Ukázka výstupů metody SZÚ. Průběh ekvivalentní hladiny akustického tlaku A v závislosti na dopravě – počtu vozidel (lokalita č. 211: Praha 3, ul. Koněvova, jarní měření, rok 2009).

Box 3.5: Technická kritéria pro variantu SZU.

Box 3.6 a 3.7: Ukázka výstupů z metodiky MZP. Hluková mapa města Ústí nad Orlicí (1997) pro silniční a železniční dopravu. Mapa znázorňuje ekvivalentní hladiny akustického tlaku jednotlivých komunikací. Dále tabulka výsledků na měřících místech,  $L_{Aeq}$  a sčítání dopravy.

Box 3.8 a 3.9: Ukázka výstupů z metodiky MZP. Hluková mapa pro silniční dopravu města Jičín (2002). Mapa znázorňuje ekvivalentní hladiny akustického tlaku v konkrétních bodech. Ze sčítání dopravy byly zjištěny emisní hodnoty  $L_{Aeq}$  z automobilového provozu na zadané síti komunikací a vypočteny imisní hodnoty  $L_{Aeq}$  u první řady dotčené zástavby.

Box 3.10: Technická kritéria pro variantu MZP.

Box 3.11 a 3.12: Ukázka výstupů dle metodiky ECI. Příklad hlukové studie Kopřivnice (2009) – hluková mapa ze silniční dopravy a železniční dopravy se zohledněním obytných budov a zasažených obyvatel.

Box 3.13: Technická kritéria pro variantu ECI.

Box 3.14: Celkový přehled kritérií, jejich typu a hodnoty u srovnávaných variant.

Box 3.15: Kritéria a jejich váhy ve skupině 1. Dopady na zdraví.

Box 3.16: Kritéria a jejich váhy ve skupině 2. Zdroje hluku.

Box 3.17: Počet lidí zasažených nadměrným denním i nočním hlukem z dopravy v aglomeracích nad 250 000 obyvatel.

Box 3.18: Podíl obyvatel států EU zasažených hlukem z dopravy podle hlukových tříd.

Box 3.19: Počet exponovaných obyvatel nadlimitním hlukem ze železniční dopravy mimo aglomerace.

Box 3.20: Hlavní železniční tratě ČR pro první vlnu strategického hlukového mapování.

Box 3.21: Kritéria a jejich váhy ve skupině 3. Indikátory.

Box 3.22: Počet osob v obcích Bučovice, Kuřim a Moravský Krumlov zasažených hlukem ze silniční dopravy – denní doba (okolí hlavních komunikací).

Box 3.23: Ukazatele Podíl osob obtěžovaných hlukem a rušení spánku hlukem sledované dotazníkovým šetřením „Hluk a zdraví“ ve skupinách lokalit.

Box 3.24: Kritéria a jejich váhy ve skupině 4. Technická kritéria

Box 3.25: Shrnutí bodování na škále pro skupinu Technická kritéria.

Box 3.26: Stanovené váhy kritérií a jejich skupin (0 - nejméně důležité, 100 - nejvíce důležité).

Box 3.27.: Výpočet vah kritérií a skupin vah – kritériální matice.

Box 3.28 Dominance variant podle vah kritérií.

Box 3.29: Výsledky pro srovnávané varianty ve vícekritériální analýze.

Box 3.30: Rozprostření hodnocených variant na škále procentních bodů (0-nejhorší; 100-nejlepší).

Box 3.31: Vyhodnocení analýzy vícekritériálního hodnocení variant.

Box 3.32: Statistika rozhodování pro vyhodnocené varianty.



## **Přílohy**

Příloha 1: Dotazník Státního zdravotního ústavu „*Hluk a zdraví*“

Příloha 2: Žádost o poskytnutí údajů na Státní zdravotní ústav

Příloha 3: Projekt diplomové práce z 15. 9. 2008

## Literatura<sup>68</sup>

- ACQUIER, F. (2004). „CRESSON (Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain)“. *Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology* 5 (1): 12. Dostupné také z <[http://interact.uoregon.edu/medialit/wfae/journal/scape\\_8.pdf](http://interact.uoregon.edu/medialit/wfae/journal/scape_8.pdf)>.
- BABISCH, W.; BEULE, B. et. al. (2005). „Traffic noise and risk of myocardial infarction“. *Epidemiology* 16 (1): 33–40.
- BALÁĚ, O. (2004). „Discrete mapping of urban soundscapes“. *Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology* 5 (1): 13. Dostupné také z <[http://interact.uoregon.edu/medialit/wfae/journal/scape\\_8.pdf](http://interact.uoregon.edu/medialit/wfae/journal/scape_8.pdf)>.
- BÉNARD, J. (1991). *Veřejná ekonomika III*. Praha: Ekonomický ústav ČSAV.
- BERANOVSKÝ, J. (2002). *Využití metod vícekriteriálního rozhodování pro systémové plánování obnovitelných energetických zdrojů*. Disertační práce. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- BERANOVSKÝ, J. et al. (2003). *Vícekriteriální hodnocení variant energetických auditů*, Praha: EkoWatt o.s., Středisko pro obnovitelné zdroje a úspory energie.
- BERGLUND, B., LINDVALL, T., SCHWELA D. (1999). *Guidelines for Community Noise*. London: WHO.
- BERNARD, M.; DOUCHA, P. (2008). *Právní ochrana před hlukem*. Praha: Linde Praha.
- BERNARD, M.; DOUCHA, P.; PLACHÝ, R. (2008). *Analýza hlukových výjimek. Rozhodovací praxe Krajských hygienických stanic v řízeních dle § 31 odst. 1 zák. č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví* [online]. Ekologický právní servis [cit. 13. září 2010]. Dostupné z: <[http://hluk.eps.cz/files/Analyza-hlukovych-vyjimek\\_EPS.pdf](http://hluk.eps.cz/files/Analyza-hlukovych-vyjimek_EPS.pdf)>.
- ČERNÝ P., DOUCHA P. „Aktuální otázky ochrany před hlukem z dopravy“. *Právní rozhledy* 2007 (17): 628–632. Dostupné také z: <[http://isap.vlada.cz/Lexdata/lex\\_lit.nsf/b13200aa4a173d7ac12566db0035a091/035a97a5c3674af9c12573630032b85b?OpenDocument](http://isap.vlada.cz/Lexdata/lex_lit.nsf/b13200aa4a173d7ac12566db0035a091/035a97a5c3674af9c12573630032b85b?OpenDocument)>.
- EEA (2009). *Transport at a crossroads* [online]. TERM 2008: indicators cracking transport and environment in the European Union. EEA Report 2009 (3) [cit. 5. května 2010]. Dostupné z: <<http://www.eea.europa.eu/publications/transport-at-a-crossroads>>.
- EEMM van Kempen (2005). *Selection and evaluation of exposure-effect relationships for health impact assessment in the field of noise and health*, RIVM report 630400001/2005. Bilthoven: RIVM.
- European Communities (2002). *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. ISBN 92-894-3894-0

---

<sup>68</sup> Funkčnost internetových odkazů byla ověřena naposledy dne 12. 12. 2010.

- Evropský týden 2005 – Nebezpečný hluk* (2005). Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce.
- FIALA, P., JABLONSKÝ, J., MAŇAS, M. (1997). *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická.
- GRIGER, J. (2007). *Akustická ekologie – případová studie zvukového prostředí lokality Loretánského náměstí v Praze*. Nepublikovaná diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta Humanitních studií, Katedra sociální a kulturní ekologie.
- HARDOY M. C.; CARTA, M. et al. (2005). „Exposure to aircraft noise and risk of psychiatric disorders: the Elmas survey – aircraft noise and psychiatric disorders“. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology* 40 (1): 24–26.
- HEDFORS, P. (2003). *Site Soundscapes: Landscape Architecture in the Light of Sound*. Doctoral dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences.
- HEDFORS, P. (2004). *Site Soundscapes: Landscape Architecture in the Light of Sound*. In: *Soundscape: The Journal of Acoustic Ecology*. Jaro/Léto 2004. roč. 5. č. 1.
- HELLSTRÖM, B. 2003. *Noise Design: Architectural Modelling and the Aesthetics of Urban Acoustic Space*. Doktorská disertace. Stockholm: Royal Institute of Technology. ISBN: 91-88316-38-6.
- HELMUTH, T. (1998). „Hluk v mimopracovním prostředí“. In: Smetana, C. et al. *Hluk a Vibrace, měření a hodnocení*. Praha: Sdělovací technika, 114-115.
- Hluk a zdraví* (2000). Souhrn: redakčně zpracoval Kamil Provazník. Světová zdravotnická organizace. Státní zdravotní ústav Praha. 2000. ISBN 80-7071-185-X
- CHOLAVA, R.; MARKOVÁ, P. et al. (2006). *Stanovení hlukové zátěže* [online]. Brno: Centrum dopravního výzkumu Brno [cit. 5. října 2010]. Dostupné z: <<http://www.czrso.cz/index.php?id=429>>.
- JARUP, L.; BABISCH, W.; HOUTHUIJS, D. et al. (2008). „Hypertension and Exposure to Noise near Airports — the HYENA study“, *Environmental Health Perspective* 2008 (116): 329–333. Dostupné také z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2265027/>>.
- KAŇÁK J. (2008) *Akustika v praxi*. Regionální centrum celoživotního vzdělávání, VŠB-TU Ostrava. ISBN 978-80-248-1769-9
- KOUBOVÁ, K. (2010). *Metody na podporu rozhodování manažera v konfliktních rozhodovacích situacích*. Nepublikovaná diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice.
- LIBERKO, M. et al. (2005). „Novela metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy“, *Planeta* 2005 (2): 4–29.
- LIBERKO, M. (2004). *Hluk v prostředí. Problematika a řešení*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.
- MOLDAN, B. (1996). *Indikátory trvale udržitelného rozvoje*. Praha: Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí.
- NELLTHORP, J., BRISTOW, A.L., DAY, B. (2007). „Introducing willingness-to-pay for noise changes into transport appraisal: an application of benefit transfer“. *Transportation Reviews* 27 (3): 327–353.
- NOVÝ, R. (2000). *Hluk a chvění*, Praha: České vysoké učení technické.

OTČENÁŠEK, Z. (2008). *O subjektivním hodnocení zvuku*. Praha: Akademie múzických umění v Praze.

POMALIŠOVÁ, M. (2010). *Hodnocení kvality života ve městech se zapojením veřejnosti. Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj*, Praha. ISBN 978-80-904490-6-0.

ŘÍHA, J. (1995). *Hodnocení vlivu investic na životní prostředí. Vícekriteriální analýza a EIA*. Praha: Academia.

ŘIHÁČEK, T. (2009). *Zvukové prostředí města a jeho vliv na prožívání*. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav.

SCHAFER, R. M. (1977). *The Tuning of the World*. New York. Knopf. Přetištěno jako *The Soundscape: Our Sonic Environment and The Tuning of the World*. Rochester, Vermont: Destiny Books. 1994. ISBN: 0-89281-455-1.

SKULINOVÁ, D. (2005). *Vícekriteriální rozhodování při stanovení využitelnosti budov na územích se zvýšenou průmyslovou činností* [online]. Ostrava: VŠB-tu Ostrava, Fakulta stavební [cit. 3. září 2010]. Dostupné z: <[http://www.cideas.cz/free/okno/technicke\\_listy/1uvt/1232.pdf](http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/1uvt/1232.pdf)>.

SMETANA, C. et al. (1998). *Hluk a Vibrace, měření a hodnocení*. Praha: Sdělovací technika.

SOUKOPOVÁ, J. (2007). „Jednokriteriální a vícekriteriální metody při hodnocení environmentálních projektů“. In: Sborník z mezinárodní vědecké konference *Účetnictví a reporting udržitelného rozvoje na mikroekonomické a makroekonomické úrovni*. Brno: Masarykova Univerzita, 154–162. Dostupné také z: <[http://www.enviweb.cz/download/ea/20070528\\_sbornik\\_cz.pdf](http://www.enviweb.cz/download/ea/20070528_sbornik_cz.pdf)>.

STANSFELD, S.A.; BERGLUND, B. et al. (RANCH study team) (2005). „Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study“. *Lancet* 365 (9475): 1942–1949.

*Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2007* (2007). Praha: Ministerstvo životního prostředí.

Státní zdravotní ústav (2001). *Manuál měření hluku pro Státní zdravotní ústav – Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí* [online]. Praha:

Státní zdravotní ústav [cit. 10. srpna 2010]. Dostupné z: <[http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Manual\\_hluk\\_2010.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/hluk/Manual_hluk_2010.pdf)>.

Státní zdravotní ústav (2008). *Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku, Subsystem III, Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí*. Odborná zpráva 2007. Praha: Státní zdravotní ústav.

Státní zdravotní ústav (2008). *Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku, Subsystem III, Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí*. Odborná zpráva 2007. Praha: Státní zdravotní ústav.

Státní zdravotní ústav (2010). *Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku, Subsystem III, Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí*, Odborná zpráva 2009. Praha: Státní zdravotní ústav.

*Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí* (2001). Souhrnná zpráva za rok 2000. Praha: Státní zdravotní ústav.

*Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí* (2010). Souhrnná zpráva za rok 2009. Praha: Státní zdravotní ústav.

ŠIMON, M. (2006). *Teoretické přístupy ke studiu urbanizace*. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje. Praha.

ŠULC, J. (2002). „Hluk z leteckého provozu a problémy při jeho posuzování“. *Planeta* 2005 (2): 38-43.

*The Green Paper on Future Noise Policy* (1996). COM (96) 540. Evropská komise. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/environment/noise/greenpap.htm>.

TRÁVNÍČEK B. (2010). „Možnosti řešení hlukové zátěže z pozice provozovatele dráhy v kontextu stávající právní úpravy“. Prezentace z konference *Železniční dopravní cesta 2010* [online]. Pardubice 23. 3. 2010 [cit. 10. srpna 2010]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/soubory/konference-a-seminare/zdc-2010/06pr.pdf>.

TRUAX, B. 2001. *Acoustic Communication*. 2. Vydání. Westport, Connecticut: Ablex Publishing. ISBN: 1-55750-537-6.

VRABCOVÁ, Z. (2008). *Dálnice a společnost: Možnosti použití MCA k hodnocení společenských dopadů dopravní infrastruktury. Případová studie R35 v úseku Turnov – Úlibice*. Nepublikovaná diplomová práce, Praha: Univerzita Karlova, Fakulta humanitních studií.

WHO (2009). *Economic valuation of transport-related health effects: Review of methods and development of practical approaches with a special focus on children*. THE PEP. Transport, Health and Environment Pan-European Programme. Copenhagen, Denmark: World Health Organization.

ZÍSKAL, J. (2001). *Metody optimálního rozhodování pro veřejnou správu*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

*Zpráva o životním prostředí ČR 2006* (2007). Praha: Ministerstvo životního prostředí.

## **Legislativní zdroje**

ČSN 01 1600 „Akustika“

Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí (Č.j. HEM-300 11.12.01-34065) (2001). Praha: Ministerstvo zdravotnictví. Dostupné z: [http://www.nrl.cz/metodika/postup\\_prostredi.php](http://www.nrl.cz/metodika/postup_prostredi.php).

Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Sbírka zákonů 148/2006.

Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2002/49/ES ze dne 25. června 2002 o hodnocení a snižování hluku ve venkovním prostředí.

Směrnice 98/37/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 22. června 1998 o sblížování právních předpisů členských států týkajících se strojních zařízení.

Vyhláška, 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 (vyhláška o hlukovém mapování). Sbírka zákonů 523/2006 (2006).

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí.

Zákon č.258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

KUBINA, J.; HAVEL, B., 2006. Autorizační návod k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku. Státní zdravotní ústav. Praha. Dostupné z:

[http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/AN15\\_04\\_hluk.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/AN15_04_hluk.pdf)

### **Elektronické zdroje**

Český statistický úřad: <http://www.czso.cz>

EKOLA group, s r.o. Článek *Hluk problém moderní společnosti*. Uveřejněno dne 16. 4. 2003: [http://www.enviweb.cz/?secpart=hluk\\_archiv\\_ecafd\\_cz](http://www.enviweb.cz/?secpart=hluk_archiv_ecafd_cz).

Ekologický právní servis: <http://www.eps.cz/>

Fonoteca nacional (Národní fonotéka v Mexiku): <http://www.fonotecanacional.gob.mx/index.html>

<http://noise.eionet.europa.eu/>: Noise Observation and Information Service for Europe maintained by the European Environment Agency

Ministerstvo dopravy k akčním plánům: [http://www.mdcrcz.cz/Strategie/Akcni\\_plany/akcni\\_plany.htm](http://www.mdcrcz.cz/Strategie/Akcni_plany/akcni_plany.htm)

Software k provedení vícekriteriální analýzy: <http://www.dobesoft.cz>

Týmová iniciativa pro místní udržitelný rozvoj, o. s.: <http://www.timur.cz>

VANDASOVÁ, Z., 2009. Prezentace *Obtěžování hlukem* – výsledky šetření z monitoringu zdravotního stavu populace ve vztahu k životnímu prostředí. Státní zdravotní ústav. Praha. Dostupné z:

[http://www.avcr.cz/miranda2/export/sitesavcr/data.avcr.cz/o\\_avcr/struktura/poradni\\_organ\\_y/files/zivotni\\_prostredi/vandasova-obtezovani\\_hlukem\\_09.ppt](http://www.avcr.cz/miranda2/export/sitesavcr/data.avcr.cz/o_avcr/struktura/poradni_organ_y/files/zivotni_prostredi/vandasova-obtezovani_hlukem_09.ppt)

### **Další použitá literatura**

Technický slovník naučný T-Ž; A-Č; G-J (2005). Praha: Encyklopedický dům.

KOTULÁN, J. (1991). *Zdraví a životní prostředí*, Praha: AVICENUM/Zdravotnické nakladatelství.

MANYCH, J. (1988). *Ekologie pro lékaře*. Praha: AVICENUM/Zdravotnické nakladatelství.

HRŮZOVÁ, H. (2007). *Manažerské rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu.

FOTR, J.; DĚDINA, J.; HRŮZOVÁ, H. (2003). *Manažerské rozhodování*. Praha: Ekopress.

ADAMEC, V. a kol. (2006). *Výzkum zátěže životního prostředí z dopravy*. Výroční zpráva projektu VaV. CE 801 210 109 za rok 2005. Brno: Centrum dopravního výzkumu.