

Zpráva o vytvoření Strategické hlukové mapy aglomerace Praha 2007



Zprávu sestavili: Ing. Josef Novák, CSc.
 Ing. Václav Volejník
 Ing. Karel Šnajdr

Obsah

1. Smluvní rámec.....	4
2. Legislativní rámec.....	4
3. Požadavky objednatele	6
4. Podklady poskytnuté objednatelem	7
4.1 Základní podklady	7
4.2 Dodatečně vyžádané podklady	8
5. Další podklady doplněné zhotovitelem v součinnosti s objednatelem	9
5.1 Potřeba dalších podkladů	9
5.2 Mapové podklady od Útvaru rozvoje hlavního města Prahy.....	9
5.3 Magistrát hlavního města Prahy	9
5.4 Ústav dopravního inženýrství hlavního města Prahy.....	9
5.5 Výzkumný ústav železniční	9
5.6 Technická správa komunikací hlavního města Prahy.....	9
6. Vybavení pracoviště	9
7. Modelování povrchu	10
7.1 Tvar povrchu	10
7.2 Pohltivost povrchu	11
8. Modelování budov	11
8.1 Osazení budov do terénu	11
8.2 Počet obyvatel.....	14
9. Modelování silnic	15
9.1 Dopravní zátěže a vedení silnic	15
Tabulka 2 Kvalifikované odhady intenzit dopravy pro vedlejší silnice	17
9.2 Povrch silnic	18
9.3 Rychlosti provozu.....	20
10. Modelování železničních tratí	20
11. Modelování tramvajových tratí.....	21
11.1 Podklady	21
11.2 Možné přístupy k modelování tramvajových tratí	21
11.3 Použitý způsob modelování emise hluku z tramvajových tratí	22
12. Modelování průmyslových zdrojů hluku	24
13. Způsob zahrnutí hluku z leteckého provozu	25
14. Modelování mostů	26

15. Modelování protihlukových clon a zdí.....	26
16. Modelování meteorologických podmínek.....	27
17. Výpočty hluku	28
18. Nejistoty výpočtu	28
18.1 Složky nejistoty.....	28
18.2 Nejistota vstupních „geometrických“ podkladů modelu	29
18.3 Nejistota vstupních podkladů a parametrů modelu	29
18.4 Nejistota vstupních podkladů emisí hluku	30
18.5 Nejistota výpočtového standardu	32
18.6 Nejistota způsobená použitými meteorologickými daty	32
18.7 Nejistota procesu uživatel/nástroj.....	32
18.8 Nejistota použitého nástroje	32
18.9 Nejistota vyplývající ze zrychlení výpočtu	32
18.10 Celkové standardní nejistoty příspěvků jednotlivých zdrojů hluku	32
Tabulka 5 Standardní nejistoty příspěvků zdrojů hluku	33
18.11 Příklady výpočtu nejistoty pro konkrétní místa.....	33
18.12 Odhad nejistot vztažených k počtu obyvatel.....	34
19. Tisky strategické hlukové mapy.....	35
20. Analýza počtu osob zasažených hlukem.....	35
20.1 Přístupy k hodnocení počtu zasažených osob	35
20.2 Hodnocení podle WG-AEN	36
20.3 Hodnocení podle německé metodiky VBEB.....	37
Tabulka 11 Počty osob zasažených hlukem podle metodiky VBEB.....	38
20.4 Analýza rozdílů mezi výsledky obou metodik	40
21. Analýza počtu budov zasažených hlukem.....	41
21.1 Nemocnice	41
21.2 Školy	42
22. Základní údaje o zadaném území aglomerace Praha	43
23. Závěry.....	43
23.1 Informační hodnota strategické hlukové mapy.....	43
23.2 Východisko akčních plánů.....	44
23.3 Námety pro příští kolo tvorby strategických hlukových map.....	44
Přílohy	46

Zpráva o vytvoření Strategické hlukové mapy aglomerace Praha 2007

1. Smluvní rámec

Strategická hluková mapa aglomerace Praha byla zpracována na základě Smlouvy o vytvoření strategické hlukové mapy, mezi Českou republikou – Ministerstvem zdravotnictví, Palackého náměstí 375/4, Praha 2, IČ 00024341 a Akustikou Praha s. r. o., Thákurova 7, Praha 6, IČ 60490608, registrační číslo 0337/07, podepsanou objednatelem dne 29. 3. 2007.

2. Legislativní rámec

Prvním zásadním dokumentem Evropské unie v oblasti ochrany proti hluku se stala „Zelená kniha o příští hlukové politice EU“ (*Green Paper on Future EU Noise Policy*), publikovaná 4. 11. 1996. Dokument zdůrazňuje nezbytnost komplexního přístupu k problematice, v němž mají své místo různé státní i místní zainteresované instituce, což umožňuje nalezení efektivního řešení.

Dokument zejména navrhuje:

- sdílení odpovědností;
- stanovení cílů;
- více koordinované akce;
- systém pro pokrok v monitoringu;
- vývoj metod hodnocení hluku.

Pro další postup byly stanoveny dvě základní linie protihlukové politiky s uvedeným obsahem:

(a) Všeobecná hluková politika:

- zavedení společných metod hodnocení expozice hlukem;
- zavedení společného indexu expozice hlukem;
- omezení pronikání hluku do budov pomocí zvukoizolačních fasád;
- výměna informací a zkušeností mezi členskými státy týkajících se osvěty a obecného povědomí o hluku;
- zlepšení koordinace výzkumných programů.

(b) Omezení emisí hluku zdrojů:

- snižování emisních limitů silničních vozidel;
- snižování hluku pneumatik, tiché povrchy vozovek;
- revize daňového systému s cílem zahrnutí emise hluku;
- zahrnutí emise hluku do systémů technických prohlídek vozidel;
- zavedení ekonomických pobídek při nákupu tichých vozidel;
- omezení používání hlučných vozidel ve městech, v noci a o víkendech;
- zavedení emisních limitů pro všechna železniční vozidla;
- další výzkum možností omezování hluku ze železniční dopravy;
- harmonizace metod predikce a hodnocení železničního hluku;
- stanovení přísnějších limitů pro hluk z leteckého provozu;
- používání tišších letadel;
- ochrana území kolem letišť;
- zavedení systému klasifikace letadel podle jejich emise hluku;
- zjednodušení legislativy týkající se limitů emise hluku (89/392/EEC);

- o zavedení závazného označení strojů jejich emisí hluku.

Všeobecná hluková politika, stanovená „Zelenou knihou“, byla v některých částech rozvinuta ve směrnici 2002/49/EC „Směrnice Evropského parlamentu a rady z 25. června 2002 o hodnocení a řízení hluku z životním prostředím (*Directive of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the Assessment and Management of Environmental Noise*).

Cílem směrnice (dále jen END) je na základě stanovených priorit definovat společný přístup k vyvarování se, prevenci nebo omezení škodlivých či obtěžujících účinků hluku ve venkovním prostředí. Členské státy jsou povinny:

- o určit expozice hluku ve venkovním prostředí prostřednictvím hlukového mapování s využitím metod hodnocení, společných pro všechny členské státy;
- o zpřístupnit informace o hluku ve venkovním prostředí a jeho účincích na populaci;
- o na základě výsledků hlukového mapování přijmout akční plány s cílem prevence a snižování hluku ve venkovním prostředí, je-li to nutné a pokud expozice mohou mít škodlivé účinky na lidské zdraví, a pokud je to vhodné, s cílem zachovat tiché prostředí.

Směrnice definuje následující společné ukazatele hluku:

- o ukazatel pro celkové obtěžování hlukem L_{den} (*day-evening-night*) – v české legislativě je pro tento ukazatel používáno označení L_{dvn} ;
- o ukazatel pro obtěžování hlukem během dne L_{day} – v české legislativě je pro tento ukazatel používáno označení L_d ;
- o ukazatel pro obtěžování hlukem během večera $L_{evening}$ – v české legislativě je pro tento ukazatel používáno označení L_v ;
- o hlukový indikátor pro rušení spánku L_{night} – v české legislativě je pro tento ukazatel používáno označení L_n .

Stanovení mezních hodnot ukazatelů je v kompetenci členských států; při jejich překročení příslušné orgány zvažují nebo zavádějí opatření ke snížení hluku; mezní hodnoty se mohou lišit pro různé typy hluku (hluk ze silniční, železniční nebo letecké dopravy, průmyslové činnosti atd.), různá prostředí a různou citlivost obyvatel; mohou být také odlišné pro současné a pro nové situace.

Členskými státy se ukládá, aby zajistily nejpozději do 30. června 2007 zpracování strategických hlukových map, které zdokumentují situaci na jejich území v předcházejícím kalendářním roce pro všechny aglomerace s více než 250 000 obyvateli a pro všechny hlavní silnice, po kterých projede více než šest milionů vozidel za rok, hlavní železniční trati, po kterých projede více než 60 000 vlaků za rok, a pro hlavní civilní letiště určené členským státem, které má více než 50 000 vzletů nebo přistání za rok.

Do právního řádu České republiky byla tato směrnice zavedena novelou zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změnách některých souvisejících zákonů, která byla přijata jako součást zákona č. 222/2006 Sb., ze dne 25. dubna 2006, kterým se mění zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. Novelou zákona byly stanoveny orgány příslušné k provádění této směrnice

a upraveny jejich povinnosti. Zbývající část směrnice, to znamená zejména přílohy k této směrnici, byly transponovány do vyhlášky č. 523/2006 Sb., ze dne 21. listopadu 2006, kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů a jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě.

3. Požadavky objednatele

Ve smlouvě o dílo objednatel stanovil následující požadavky na zpracování a obsah strategické hlukové mapy:

- Zpracování díla bude provedeno v souladu s dokumentem „Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure- Final Draft, Version 2, 13.1.2006“ zpracovaný European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (dále jen WG-AEN).
- Výpočty strategických hlukových map budou provedeny dle následných doporučených metodik v doporučení Komise 2003/613/ES ze dne 6. srpna 2003 týkajícího se pokynů k revidovaným prozatímním metodám výpočtu průmyslového hluku, hluku z letecké, silniční a železniční dopravy a příslušných emisních údajů k nim, jakož i souvisejících emisních hodnot:
 - pro hluk ze silniční dopravy: francouzská národní metoda výpočtu „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)“ uvedená v „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6“ a ve francouzské normě „XPS 31-133“. V těchto pokynech je metoda označena jako „XPS 31-133“,
 - pro letecký hluk: ECAC.CEAC Doc. 29 „Report on Standard Method of Computing Noise Contours Around Civil Airports“, 1997. V těchto pokynech je metoda označena jako „ECAC Doc. 29“,
 - pro průmyslový hluk: ISO 9613-2: „Acoustics - Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation“. V těchto pokynech je metoda označena jako „ISO 9613“.
- Závěrečná zpráva (dílo) bude zpracována ve formátu kompatibilním s programy MS Word, MS Excel a grafické výstupy ve formátu kompatibilním s programem ESRI Shapefile (dále jen „kompatibilní SHP“). Předmět veřejné zakázky bude obsahovat kompatibilní SHP soubory pro jednotlivé hlukové indikátory a taktéž všechny kompatibilní SHP, které byly použity a tvořily v dotčeném území podklad pro výpočet.
- Předmět veřejné zakázky bude zpracován v souladu s přílohou č. 2 návrhu vyhlášky MZ, kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet a měření, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (vyhláška o hlukovém mapování), který tvoří přílohu zadávací dokumentace.
- Primární výstupy předmětu veřejné zakázky budou poskytnuty ve formátu kompatibilním s programy SHP a ASCII, jednotlivé výpočtové body budou obsahovat jejich souřadnice (JTSK) a příslušné hodnoty hlukových indikátorů.

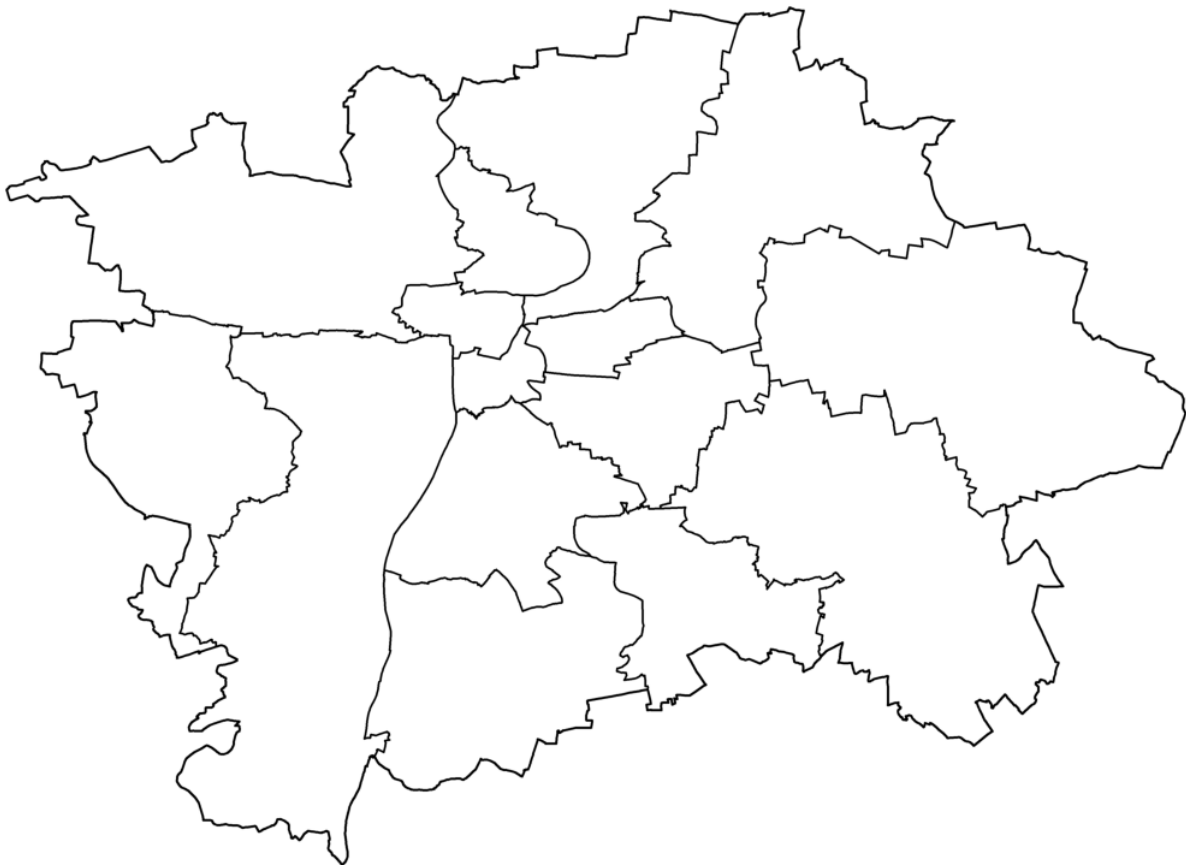
- Předmět veřejné zakázky bude obsahovat primární vstupní i výstupní soubory modelu ve formátu použitého software pro výpočet, popř. ve formátu BNA a ERT, pokud použitý software umožňuje jejich konverzi.
- Předmět veřejné zakázky bude obsahovat údaje o počtu ovlivněných obyvatel příslušnými intervaly hlukové zátěže, které budou poskytnuty v agregovaných tabulkách na úrovni území jednotlivých obcí a které se budou nacházet v dotčeném území (komunikace, letiště) nebo dle identifikátorů sčítačích obvodů (IDSO) v aglomeracích. Tabulky budou zpracovány ve formátu kompatibilním s programy MS Excel a DBF, které budou obsahovat identifikaci kódem NUTS dle čl. I odst. 1 zadávací dokumentace.
- Předmět veřejné zakázky bude předán v tištěné verzi v 10 pare v tištěné a elektronické podobě na paměťových nosičích.
- Objednateli budou zhotovitelem předána na paměťovém nosiči v elektronické podobě všechna data použitá pro zpracování předmětu veřejné zakázky.

4. Podklady poskytnuté objednatelem

4.1 Základní podklady

Podle předávacího protokolu z 2. 4. 2007 byly objednatelem předány následující podklady:

- jednotný mapový podklad z databáze ZABAGED Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (součástí tohoto podkladu bylo i vymezení hranic aglomerace, zřejmé z následujícího obr. 1);



Obr. 1 Hranice aglomerace Praha, stanovená objednatelem v zadání

- informace o zdrojích hluku ze silniční a železniční dopravy a z integrovaných zařízení (průmyslových zdrojů) v aglomeraci Praha;
- údaje o intenzitách automobilové dopravy na sledované komunikační síti zahrnující 1080 sledovaných úseků v celkové délce 788 km a údaje o intenzitách tramvajové dopravy v aglomeraci Praha:
 - Intenzity automobilové dopravy na sledované síti 6 - 22 hod. + 3 druhy tramvají - Příloha č. 1,
 - Intenzity automobilové dopravy na sledované síti 22 - 6 hod. + 3 druhy tramvají - Příloha č. 2,
 - Odhadnutý přepočtový koeficient z 6 - 22 hod. na 18 - 22 hod. (+ příklad použití), Příloha č. 3
 - Mapa sledované komunikační sítě v měřítku 1:23 000 + 6 změnových listů, Příloha č. 4
 - Disketa s přílohami 1, 2 a 3 v elektronické podobě, Příloha č. 5
 - Tabulka kódů úseků, Příloha č. 6.
- Údaje o průjezdech vlaků, přehled železničních svršků a mostních objektů v aglomeraci Praha - Příloha č. 7
- Údaje ke čtyřem zařízením, pro která byla vydána integrovaná povolení (dále jen „IP“) - 2 ks CD - Příloha č. 8:
 - Výtopna Krč,
 - Zařízení na výrobu cementového slínku v rotačních pecích o výrobní kapacitě větší než 500 tun denně,
 - Lakovna kabin nákladních automobilů DAEWOO AVIA, a.s., + Protokol o měření hluku emitovaného při provozu lakovací linky v závodě,
 - Spalovna tuhého komunálního odpadu Malešice.

4.2 Dodatečně vyžádané podklady

Podle předávacího protokolu z 24. 4. 2007 byly na žádost zhotovitele poskytnuty následující podklady:

- roční přehled o výkonech letiště Praha – Letňany za rok 2005;
- fotokopie Hlukové studie Vojenského letiště Praha – Kbely, zpracované v říjnu 2006 firmou Empla (viz přílohu 2);
- fotokopie Protokolu o zkoušce č. F 150/2007 zpracovaného firmou Empla.

Podle předávacího protokolu z 31. 5. 2007 byly na žádost zhotovitele poskytnuty další podklady z Ředitelství silnic a dálnic ČR:

- informační vrstvy ve formátu SHP (uzly, úseky, pasport, sčítání dopravy 2005, výškové vedení komunikací, dálniční popis, dálniční vybavenost, dálniční konstrukční vrstvy vozovek, číselník CDD05 – vymezené tahy).

Na základě souhlasu Letiště Praha s. p., oznámeného objednatelům dne 9. 5. 2007, poskytla firma Techson – Ing. Jiří Šulc podrobné údaje o leteckém provozu na letišti Praha – Ruzyně a (viz přílohu 1).

5. Další podklady doplněné zhotovitelem v součinnosti s objednatelem

5.1 Potřeba dalších podkladů

Revizí všech poskytnutých podkladů bylo zjištěno, že v některých případech jsou jiné dostupné poklady přesnější, podrobnější, novější nebo minimalizující ruční vkládání zadání do výpočetních souborů. Konkrétní důvody k potřebě podkladů doplňujících zadání objednatele je dále uvedeno v kapitolách popisujících tvorbu modelů. V součinnosti s objednatelem byly s použitím článku 6.3 smlouvy (ve většině případů za úplatu) získány dále uvedené další podklady.

5.2 Mapové podklady od Útvaru rozvoje hlavního města Prahy

- Vrstevnice po 1 m pro území Prahy, formát dxf;
- 3D model zástavby a zeleně obsahující budovy, formát shapefile;
- tramvajové koleje v Praze, formát dxf;
- osy tramvajových kolejí v Praze, formát shapefile;
- stav protihlukových clon v Praze v roce 2000, formát shapefile.

5.3 Magistrát hlavního města Prahy

- Územní plán Hlavního města Prahy ve formátu shapefile;
- průmyslové plochy ve formátu dgn (disertační práce Mgr. A. Lucie Doleželové, viz přílohu 3).

5.4 Ústav dopravního inženýrství hlavního města Prahy

- Vedení úseků silnic ve formátu shapefile, obsahující i dopravní zátěže pro rok 2006, rychlosti provozu a počty jízdnic pruhů.

5.5 Výzkumný ústav železniční

- Rozdělení vlaků do předepsaných kategorií podle metodiky RMR2 s přihlédnutím k vozidlovému parku ČD, a.s. a dalších přepravních, rychlost vlaků podle kategorií, traťové rychlosti, mosty, úseky brzdění a stavební parametry trati.

5.6 Technická správa komunikací hlavního města Prahy

- Aktuální stav protihlukových clon;
- kategorizace ulic, pro které nejsou k dispozici dopravní zátěže;
- povrchy vozovek;
- rychlostní limity pro silnice a tramvajové trati;
- umístění dopravních značek omezujících rychlost.

6. Vybavení pracoviště

Pracoviště Akustiky Praha je pro tvorbu strategických hlukových map patřičně vybaveno po stránce personální, hardwaru i softwaru.

Základním nástrojem výpočtu strategických hlukových map byly 2 licence software LimA (LimA C verze 5.1 a LimA B verze 5.1). Tímto nástrojem jsou zpracovávány mnohé strategické hlukové mapy v celé Evropě, protože plně vyhovuje požá-

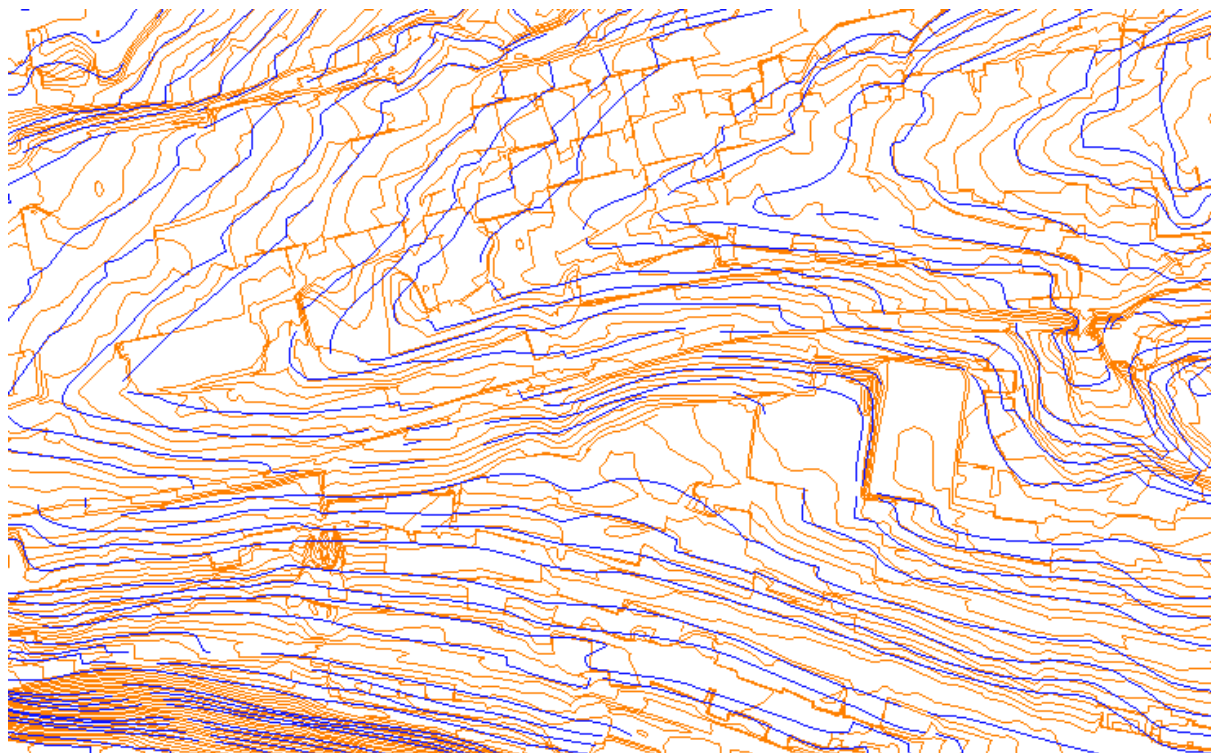
navkům směrnice 2002/49/EC a je znám koncepcí založenou na co nejvěrnějším modelování fyzikální reality šíření zvuku ve venkovním prostředí.

Potřebné speciální práce v GIS proběhly v prostředí Kristýna GIS – systém.

7. Modelování povrchu

7.1 Tvar povrchu

Součástí podkladů předaných objednatelem byly vrstevnice odstupňované po 2 m z mapového systému ZABAGED. Je však známo, že pro Prahu existuje kvalitnější mapový podklad, spravovaný Útvarem rozvoje hlavního města Prahy, kterým jsou vrstevnice po 1 m ve formátu dxf. Kvalita obou podkladů byla porovnána, ukázalo se, že zvláště v okolí silnic a železnic jsou vrstevnice ZABAGED dosti nepřesným modelováním tvaru terénu. Pro účely výpočtu hlukové mapy je to nedostatek závažný, protože tvar terénu v okolí zdrojů je z hlediska šíření hluku významný. Naopak bylo ověřeno, že násypy, zářezy a valy v okolí silnic a železnic jsou průběhem vrstevnic po 1 m respektovány. Na obr. 2 je příklad porovnání obou mapových podkladů, ilustrující nepřesnost podkladu ZABAGED a naopak tvarování povrchu v okolí komunikace vrstevnicemi po 1 m.



Obr. 2 Příklad porovnání průběhu vrstevnic ZABAGED (modré) a ÚRM (oranžové)

Nevýhodou použití podrobnějších vrstevnic je ovšem významné zvětšení výpočetních souborů a tím i výpočetního času. Vrstevnicemi po 1 m byl proto modelován terén pouze do vzdálenosti 50 m od silnic a železnic, dále byly použity vrstevnice po 2 m, což je podle výsledků ověřovacích výpočtů bez významného vlivu na přesnost predikce.

7.2 Pohltivost povrchu

Pro modelování zvukové pohltivosti povrchů terénu bylo převzato rozdělení podle územního plánu. Druhy povrchů a přiřazené činitele zvukové pohltivosti jsou uvedeny v tabulce 1. Rozdělení a lokalizace povrchů je převzato z územního plánu.

Tabulka 1 Činitele zvukové pohltivosti povrchu

Povrch	Činitel zvukové pohltivosti
Vodní plochy a toky	0
Suché poldry	0,8
Lesní porosty	1,0
Parky, historické zahrady a hřbitovy	0,9
Zeleň městská a krajinná	0,7
Louky, pastviny	0,7
Izolační zeleň	0,4
Sady, zahrady, vinice	0,8
Zahradnictví	
Zahrádky s zahrádkové osady	
Orná půda, plochy pro pěstování zeleniny	
Výchozí hodnota pohltivosti povrchu	0,4
Pohltivost v okolí zdrojů hluku	0,1

8. Modelování budov

8.1 Osazení budov do terénu

Půdorysy budov byly objednatelem zadány pomocí podkladu ZABAGED, který neobsahuje jednotlivé budovy, ale celé bloky budov bez vnitrobloků. Podklad neobsahuje žádný údaj umožňující stanovit výšku budov. Příklad půdorysu budov ze ZAGABED je na obr. 3.



Obr. 3 Půdorysy budov z podkladu ZABAGED

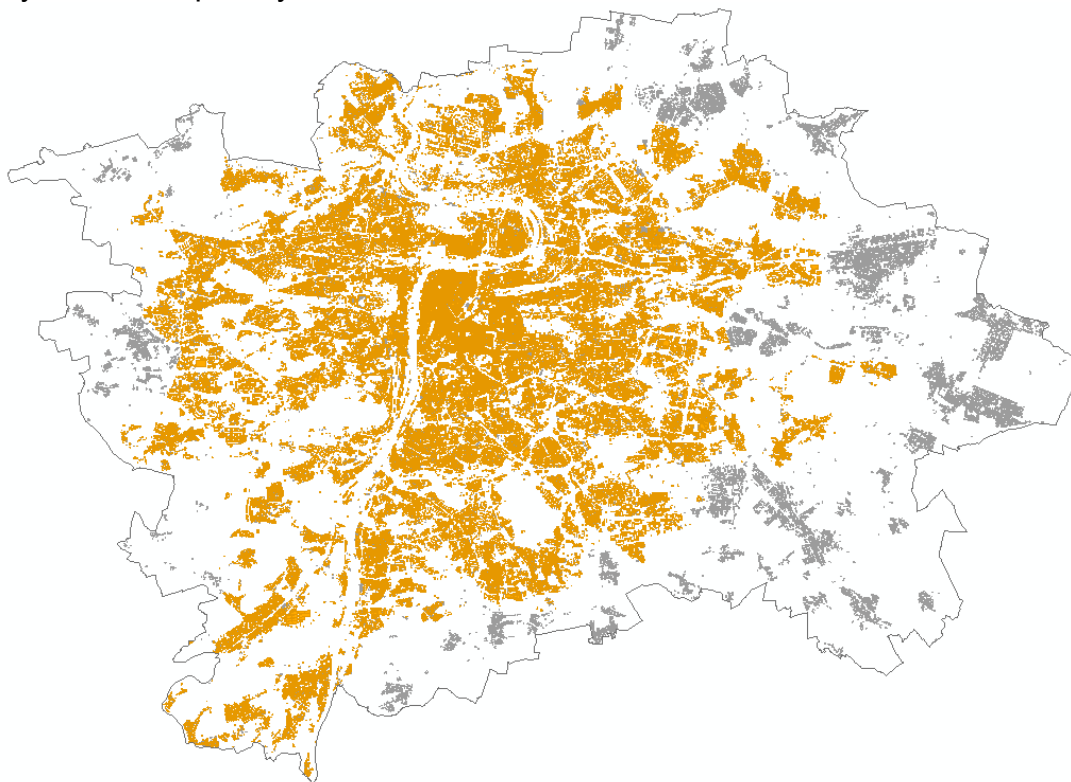
Zadání většího bloku budov do svažitého terénu jako celku je ovšem ze zřejmých důvodů problémů s výškami nevhodné. Od Ústavu rozvoje hlavního města Prahy byly proto získány budovy z 3D modelu zástavby a zeleně ve formátu shapefile, který je navíc aktuálnější. Výška každé budovy byla pro účely výpočtu stanovena podle výšky její nejvyšší římsy. Pro zmenšení výpočetních souborů nebyly do výpočetních souborů zahrnuty budovy o půdorysu menším než 8 m².

Příklad půdorysu budov z 3D modelu zástavby a zeleně od ÚRM (místně odpovídající předchozímu příkladu ze ZABAGED) je na obr. 4.



Obr. 4 Půdorysy budov ze 3D modelu zástavby a zeleně v shapefile

Uvedený mapový podklad je k dispozici pro většinu plochy města, až na některé okrajové části, pro které byl použit ZABAGED (rozdělení je zřejmé z obr. 5). Výšky byly v těchto částech odhadnuty pomocí průzkumů na místě, počtů podlaží z dat Českého statistického úřadu a ortofotomap. ZABAGED standardně neobsahuje budovy o menším půdorysu než 50 m².



Obr. 5 Budovy zadané ze zdrojů 3D shapefile (žlutá) a ZABAGED (šedá)



Obr. 6 Příklad 3D náhledu modelu dokumentující modelování výšek budov

8.2 Počet obyvatel

Českým statistickým úřadem byly zadány počty obyvatel v každém domě a počty nadzemních podlaží ve formě informace přidružené k adresnímu bodu ve formátu shapefile. Pro rozsah území, pro které je k dispozici 3D model zástavby a zeleně, bylo tedy přiřazení počtu obyvatel rutinní.

Pro okrajové části Prahy, pro které bylo nutno využít mapu ZABAGED (viz obr. 5), byly v rámci bloků budov sečteny počty obyvatel udávané pro jednotlivé domy.

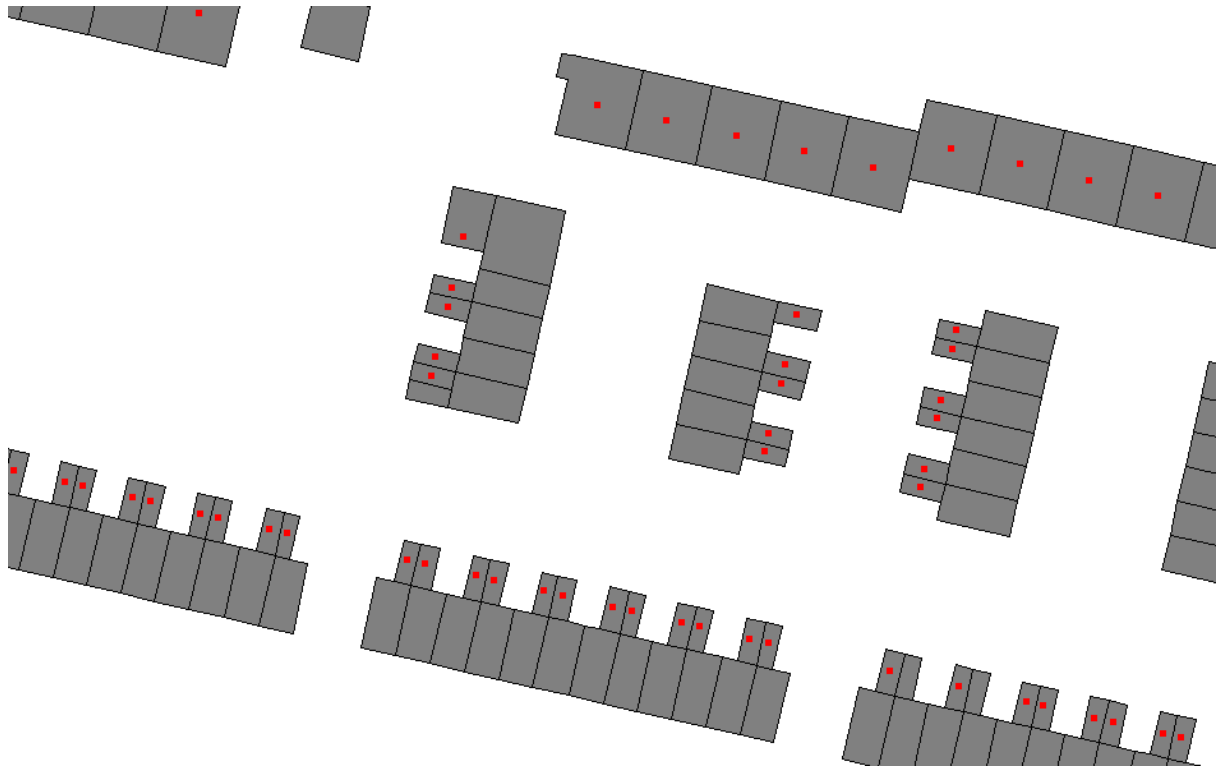
Práce byla komplikována faktem, že adresní body dat ze ČSÚ často ležely mimo půdorysy budov v mapových podkladech, nebo. Tento nedostatek bylo nutno řešit pracným ručním posouváním adresních bodů (viz obr. 7).

V některých případech adresní body ležely v oddělených neobytných přístavcích mimo hlavní budovu, což je z hlediska pozdějších výpočtů počtů zasažených osob nepřijatelné, bylo tedy opět nutno body posunout (viz obr. 8).

Českým statistickým úřadem byly zadány i počty obyvatel v základních stavebních útvarech (ZSÚ). Tyto údaje byly využity ke kontrole, zda byly výše zmíněné posuvy bodů správné (byly s nimi porovnány součty počtů obyvatel v příslušných domech).



Obr. 7 Příklad nesouhlasu půdorysů domů a poloh adresních bodů ČSÚ

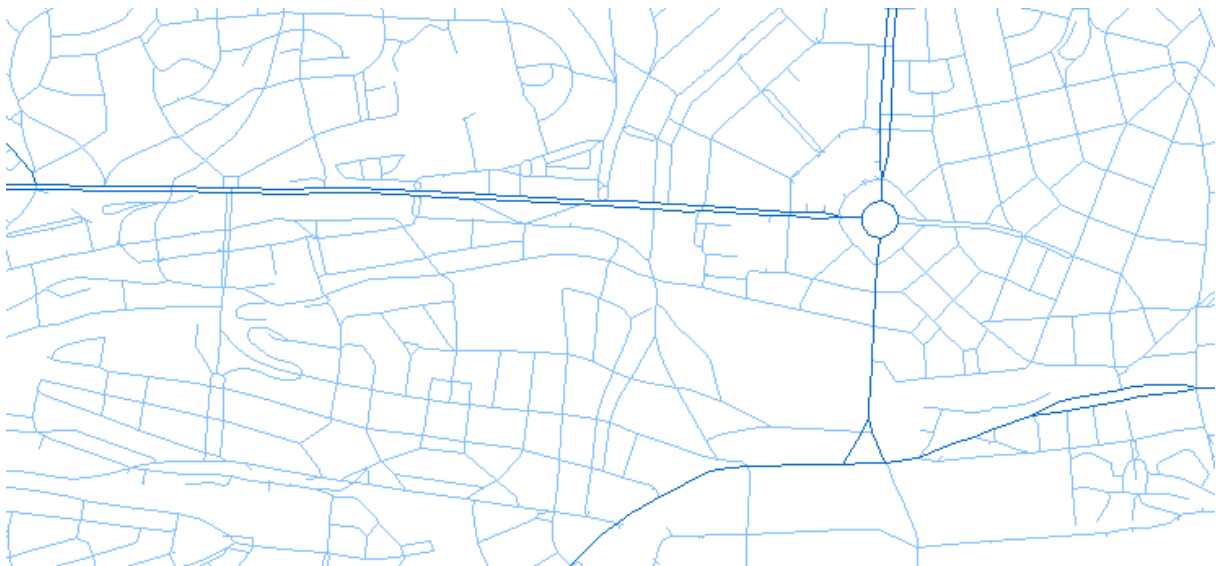


Obr. 8 Příklady umístění adresních bodů v neobytných přístavcích

9. Modelování silnic

9.1 Dopravní zátěže a vedení silnic

Zadání obsahovalo podklad ZAGABED, obsahující osy komunikací (příklad viz obr. 9), dále byla zadána tabulka zpracovaná ÚDI obsahující dopravní zátěže, nikoliv však rychlosti provozu. Dělení úseků komunikací na mapě neodpovídaly úsekům se zadanými intenzitami dopravy, což neumožňuje automatizovanou tvorbu modelu.



Obr. 9 Příklad zadání silniční sítě ze ZAGABED (vrstvy ulice, silnice/dálnice)

Pro zadání vedení silničních komunikací byl proto použit dokonalejší podklad ve formátu shapefile, objednaný do Ústavu dopravního inženýrství hlavního města Prahy. Mimo vedení komunikací obsahoval i údaje o rozdělení intenzity dopravy mezi

den, večer a noc (hodnoty pro den od 6 do 22 hodin a pro noc od 22 do 6 hodin byly přímo číselně zadány, doprava pro večer od 18 do 22 hodin byla stanovena koeficienty pro osobní a nákladní auta), dále počet jízdních pruhů a rychlost provozu. Tento podklad umožnil automatické převedení dopravních údajů do výpočetních modelů.



Obr. 10 Příklad zadání silniční sítě z podkladu ÚDI (barevně jsou odlišeny komunikace sledované silniční sítě ze zadanými dopravními zátěžemi)

Na obrázku 11 jsou barevně odlišeny zadaná sledovaná síť hlavních komunikací, a síť vedlejších silničních komunikací.



Obr. 11 Modelovaná silniční síť

Údaje o intenzitách dopravy vycházející ze sčítání dopravy a modelu komunikační sítě poskytuje Ústav dopravního inženýrství pouze pro sledovanou silniční síť, obsahující nejvýznamnější komunikace. Vedení i dopravní zátěže těchto komunikací byly do výpočetních souborů zadány podle výše zmíněného podkladu ÚDI.

Pro účely strategických hlukových map však podle požadavků WG-AEN musí být počítán hluk ze všech komunikací, tedy i těch, pro něž nejsou k dispozici podrobné údaje o jejich dopravních zátěžích. Pro vedlejší silnice byly dopravní intenzity zadány podle systému zřejmého z tabulky 2, odpovídajícího doporučení WG-AEN a místní znalosti. Pro vedení chybějících silnic byl použit mapový poklad ve formátu shapefile, poskytnutý TSK Praha, obsahující komunikace následujících kategorií: dálnice, silnice třídy 1, 2 a 3, městské komunikace třídy 1, 2, 3 a 4 a účelové komunikace. Nebyly zahrnuty městské komunikace třídy 4 a účelové komunikace, protože z místností znalosti bylo zřejmé, že se jedná o komunikace z hlediska hluku bezvýznamné (například některé parkové cesty).

Tabulka 2 Kvalifikované odhady intenzit dopravy pro vedlejší silnice

Vedlejší silnice vychází z křižovatky s komunikací sledované silniční sítě s dopravní intenzitou více než 20 000 vozidel za 24 hodin	Intenzita dopravy za 24hod Procenta nákladní dopravy pro den/večer/noc		
	Vzdálenost od komunikace sledované silniční sítě		Slepá silnice
	< 500 m	> 500 m	
Rozdíl zadaných intenzit dopravy komunikací příslušného uzlu je různý od nuly	Doprava za 24 hodin: rozdíl je větší než 1000 Procenta nákladní dopravy pro den/večer/noc: 10/6/3	Doprava za 24 hodin: 500 10/6/3 %	Doprava za 24 hodin: 200 2/1/0 %
Rozdíl zadaných intenzit dopravy komunikací příslušného uzlu je roven nule	Doprava za 24 hodin: 900 Procenta nákladní dopravy pro den/večer/noc: 10/6/3	Doprava za 24 hodin: 500	Doprava za 24 hodin: 200 Procenta nákladní dopravy pro den/večer/noc: 2/1/0

Vedlejší silnice vychází z křižovatky s komunikací sledované silniční sítě s dopravní intenzitou méně než 20 000 vozidel za 24 hodin	Intenzita dopravy za 24hod Procenta nákladní dopravy pro den/večer/noc		
	Vzdálenost od komunikace sledované silniční sítě		Slepá silnice
	< 500 m	> 500 m	
Rozdíl zadaných intenzit dopravy komunikací příslušného uzlu je různý od nuly	Vypočtená hodnota > 700 5/2/1 %	500	200 2/1/0 %
Rozdíl zadaných intenzit dopravy komunikací příslušného uzlu je roven nule	600 5/2/1 %	500	200 2/1/0 %

9.2 Povrch silnic

Objednatel stanovil, že povrchy komunikací budou modelovány podle nástroje 5.2 „Good Practice Guide“, v případě nedostatku informací v zadání dle nástroje 5.3.

Zadání objednatele neobsahovalo žádné údaje o površích vozovek. Protože jsou tyto údaje pro emisi hluku z komunikací velmi důležité, byly objednány dodatečné podklady od Technické správy komunikací hlavního města Prahy, která má k dispozici velmi detailní dělení povrchů. Získán byl podklad ve formátu shapefile s podrobnými popisy povrchů (viz tabulku 3).

Tabulka 3 Přehled povrchů silnic dle dělení TSK

Označení	Popis	Označení	Popis
34	mikroasfalt	112	vápenná malta
35	mikrorekt	113	cemento-vápenná malta
66	slurry seal	114	AKMJ
67	gridfivre	115	AKMS
25	rumac	116	AKMH
33	ULM	117	AKMVJ
1	litý asfalt	118	AKM
2	asfaltový beton	119	OKS
10	LA jemný	121	PDC
11	LA střední	125	vibrovaný cement
12	LA protismykový	128	CB s výztuží
105	LA hrubý	129	žb deska
3	koberec asfaltový	132	ACB
7	živice	133	ACBJ
20	AB jemný	134	ACBS
21	AB střední	135	ACBH
22	AB hrubý	136	elastomastic (stěrka)
23	AB protismykový	137	plastbeton
24	drťový asfaltový mastix	26	AB modifikovaný
30	KA zavřený	111	štěrkoдрť
31	KA otevřený	44	dlažba dubová
36	restaplast	47	dlaždice keramické
58	makadam	48	dlaždice betonové
60	štěrk	49	dlaždice konglomerát
61	obalovaný štěrkopísek	50	dlažba zámková
62	štěrkopísek	51	desky žulové
64	makadam penetrační	52	mozaik vápenný vzorkovaný
70	panel BKV	53	mozaik vápenný nevzorkovaný
71	panel betonový	55	mozaik konglomerovaný
80	cementový beton	130	Dlaždice Teraco
81	cementobetonová deska	4	dlažba
82	válcovaný beton	40	drobná dlažba žulová
83	cementová stabilizace	41	drobná dlažba umělá
90	mastix	42	velká dlažba žulová
106	CRETEPRINT	43	velká dlažba křemenná
108	OK	45	dlažba divoká
109	ABVH	56	dlažba strusková
110	KSC	57	dlažba čedičová

Uvedené povrchy byly podle jejich vlastností ve spolupráci s TSK sdruženy do kategorií s koeficienty podle WG-AEN. Přehled přiřazení koeficientů výše uvedeným povrchům je uveden v tabulce 4.

Tabulka 4 Přiřazení koeficientů pohltivosti povrchu vozovek jejich typům

Popis	Označení	Koeficient
Nerovné dláždění	4, 40, 41, 41, 42, 43, 45, 56, 57	4, 8
Rovné dláždění	52, 51, 53, 55, 44, 47, 48, 49, 50, 130	3, 1
Cement. beton, zdrsňený kartáčem příčně	80, 71, 70, 81, 82, 83, 106, 110, 112, 113, 125, 128, 137, 129	1, 1
Cement. beton, zdrsňený kartáčem podélně	80, 71, 70, 81, 82, 83, 106, 110, 112, 113, 125, 128, 137, 129	
Exponované kamenivo	62, 61, 64, 58, 60, 111	
Úprava koberce vozovky 0/11	26, 36, 90, 121, 136	
Asfalt válcovaný za horka	2, 3, 7, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 36, 108, 109, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 12, 132-5	
Litý asfalt	1, 10, 11, 12, 105	0
Asfaltobeton 0/16	2, 20, 21, 22, 23, 24, 114, 115, 116, 117, 118, 24	
Asfaltobeton 0/11	2, 20, 21, 22, 23, 24, 114, 115, 116, 117, 118, 24	
Drenážní asfalt starší než 5 let	25, 33	
Kamenitý mastixový asfalt 0/11	25, 33	
Drenážní asfalt 0/16, stáří 3-5 let	25, 33	-2, 7
Drenážní asfalt 0/11, stáří 3-5 let	25, 33	
Drenážní asfalt 0/8, stáří 3-5 let	25, 33	
Drenážní asfalt 0/16, stáří menší než 3 roky	25, 33	
Drenážní asfalt 0/11, stáří menší než 3 roky	25, 33	
Drenážní asfalt 0/8, stáří menší než 3 roky	25, 33	
Drenážní asfalt dvouvrstvý starší než 5 let	25, 33	-3, 5
Drenážní asfalt dvouvrstvý, stáří 3-5 let	25, 33	
Drenážní asfalt dvouvrstvý, st. menší než 3 roky	25, 33	
Porézní tenké vrstvy 0/8	34, 35, 66, 67	
Porézní tenké vrstvy 0/6	34, 35, 66, 67	

9.3 Rychlosti provozu

Rychlosti provozu u komunikací sledované silniční sítě ÚDI jsou zadány podle údajů TSK pro den a večer, pro noc o 10 % vyšší. Rychlost nákladních vozidel je vždy omezena na 80 km/h. U vedlejších komunikací byly rychlosti stanoveny následovně:

- o pro komunikace s 24-hodinovou intenzitou dopravy menší než 200 vozidel: 35/35/45 (den/večer/noc);
- o pro komunikace s 24-hodinovou intenzitou dopravy v rozmezí 201 – 900 vozidel: 40/40/50 (den/večer/noc);
- o pro komunikace s 24-hodinovou intenzitou dopravy větší než 900 vozidel: 45/45/55 (den/večer/noc).

10. Modelování železničních tratí

Model železničních tratí byl zpracován podle nizozemské metodiky RMR2. Polohy os projížděných částí železničních tratí byly získány z mapových podkladů systému ZABAGED. Polohy os byly zpřesněny s ohledem na zářezy a násypy modelované vrstevnicemi po 1 m a s ohledem na přejezdy a železniční mosty.

Podklady poskytnuté objednatelem neumožňovaly dostatečně věrné modelování provozu železničních tratí. Dostupné údaje o intenzitách železniční dopravy, kategoriích vlakových souprav, vlakových a traťových rychlostech a stavebních parametrech tratí byly proto na objednávku Akustiky Praha zpracovány podle potřeb metodiky RMR2 Výzkumným ústavem železničním, a. s. Veškerá data ze všech relevantních dokumentů a údajů získaných od jednotlivých Správ dopravní cesty (grafikon, podélné profily tratě, paspart tratí atd.) byla shromážděna a ručně zapracována do modelů železničních tratí. Množství a rozdílné formáty vstupních dat neumožnily strojní zpracování; ruční zadání bylo časově a personálně velmi náročné.

Podklad o intenzitách železniční dopravy obsahoval členění vlaků do denní, večerní a noční doby, přidělení do kategorií železničních vozidel podle metodiky RMR2 s přihlédnutím k vozidlovému parku ČD a. s. a dalších přepravců na sledovaných tratích. Podklad dále obsahoval maximální rychlost vlaků podle kategorií, údaj zda daný úsek trati (dáno číselně kilometrovníky) vlaková souprava projíždí nebo zda v něm brzdí (s ohledem na stanovení koeficientu pro brzdový hluk $C_{\text{brake.i.c}}$).

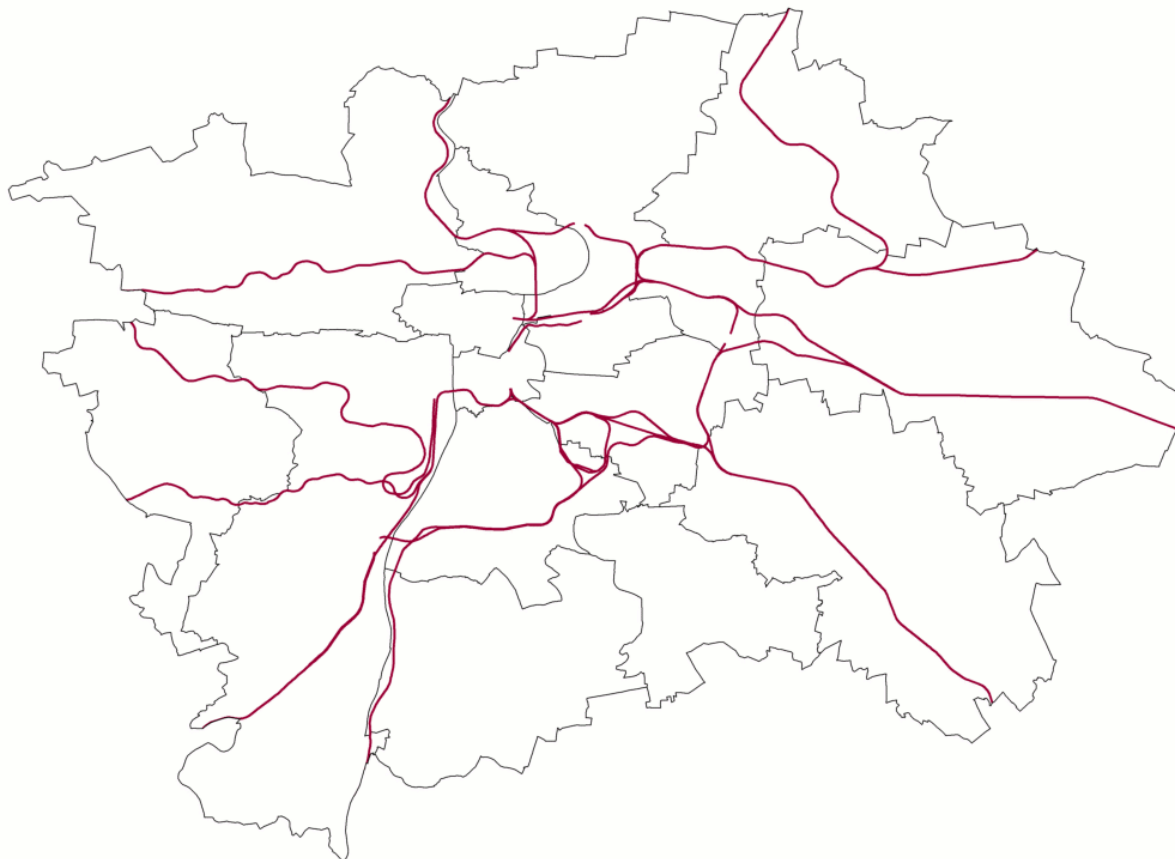
Podklad o stavebních parametrech tratí obsahoval traťovou rychlost v daném úseku, údaj o typu železniční trati (s ohledem na stanovení korekce na typ trati $C_{\text{bb,i}}$) a údaj o počtu výhybek na 100 m (pro stanovení koeficientu f_m).

Soulad podkladů o intenzitách dopravy a stavebních parametrech tratí s digitálními podklady o poloze osy železniční trati byl kontrolován a případně upraven pomocí polohy mostů a přejezdů obsažené v samostatném podkladu (poloha mostů a přejezdů byla dána číselně kilometrovníky). Vjezd vlakových souprav do ústí tunelů byl v souladu s doporučením WG-AEN modelován pomocí odrazivé plochy situované v ústí tunelu.

Hluk emitovaný provozem nádraží (tj. činností mimo příjezdů, odjezdů a průjezdů vlakových souprav), seřadišť, odstavných kolejí atd. není v modelu železničních tratí zahrnut. Modelován není ani případný nárůst emise hluku vzniklý špatným technickým stavem konkrétního úseku železniční trati (vyšší drsnost kolejnic, vlnkovitost, výtluky, atd.). Podklady objednatele potřebné údaje neobsahovaly, ani je nebylo

možno získat jiným způsobem. Vzhledem ke konfiguraci ostatních zdrojů hluku na území aglomerace je však zřejmé, že toto zjednodušení nebylo z hlediska celkové imise hluku významné.

Rozsah modelované železniční sítě na zadaném území aglomerace je na obrázku 12.



Obr. 12 Modelované železniční trati

11. Modelování tramvajových tratí

11.1 Podklady

Data o intenzitě tramvajové dopravy byla získána z podkladů ÚDI, v nichž je pro jednotlivé úseky mezi sčítacími body členěna do denní, večerní a noční doby. Intenzity dopravy byly k dispozici pro jednovozové a dvouvozové tramvajové soupravy (do dvouvozových tramvajových souprav byly započítány i tramvajové vozy řady KT8 a T14).

Vedení středů tramvajových tratí (vyjma tratí nacházejících se v areálech vozoven, které nebyly modelovány) byla získána z digitálních mapových podkladů Útvaru rozvoje hlavního města Prahy. Data o povolené maximální rychlosti tramvajových souprav (pro denní a noční dobu) a druhu tramvajového svršku jednotlivých úseků tramvajových tratí byla získána pro celou tramvajovou síť vlastním průzkumem (s přesností na 10 m délky tramvajové trati).

11.2 Možné přístupy k modelování tramvajových tratí

WG-AEN doporučuje mapovat tramvajové trati jako „normální vlaky“ (v místech, kde jezdí po samostatných tratích). U vozidel tramvajů jezdících po ulicích

v rámci pouliční dopravy (s kolejemi často zapuštěnými do povrchu vozovky) WG-AEN připouští mapování tramvají společně s pouliční dopravou.

V ČR dosud býval často užíván postup stanovení emise hluku tramvajových souprav popsany např. v dokumentu: „Metodické pokyny - Výpočet hladin hluku z dopravy“ (M. Liberko, 1991, ISBN 80-85124-07-6). Emise hluku je zde vyjádřena jako ekvivalentní hladina akustického tlaku A ve vzdálenosti 7,5 m od osy kolejí pro čtyři typy tramvajových souprav, tři rychlosti souprav (30 km/h, 60 km/h a 80 km/h) a tři typy svršku tramvajové trati, tj. klasický A (otevřené štěrkové lože nebo lože kryté živicí), klasický B (štěrkové lože kryté panely) a panel BKV. Takto stanovené emisní parametry neobsahují informaci o charakteristickém spektru hluku z tramvajové dopravy, nedostatečně respektují reálnou rychlost tramvajových souprav (pohybující se od 10 do 60 km/h) a prakticky vůbec nerespektují vliv typu tramvajového svršku (který ovšem výrazně ovlivňuje emisi hluku z tramvajové dopravy, viz např. práci: Ing. Helena Špačková, CSc.: Multispektrální analýza hluku přejezdů tramvají). S ohledem na výše popsané nedostatky nebyl citovaný postup pro stanovení emise hluku tramvajových souprav použit.

Metodika RMR2 neobsahuje kategorii vozů, která by svým charakterem odpovídala vozu typu tramvaj (tj. lehké drážní vozidlo). Nejvíce se charakteru tramvaje blíží kategorie 7 „Vlaky systému městské dopravy určené pro podzemní dopravu (soupravy metra) a městské rychlodráhy (lehké metro) s kotoučovými brzdami“. Z akustických parametrů kolejových vozidel (např. tramvajových vozů a vozů metra výrobců ČKD Tatra a. s., ČKD Dopravní systémy a. s), stanovených podle ČSN ISO 3095: „Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly“ vyplývá, že tramvajové vozy používané v ČR nelze modelovat pomocí kategorie 7 metodiky RMR2.

Německá metodika „Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen – Schall 03, Ausgabe 1990“ umožňuje výpočet emise hluku tramvajových souprav pro libovolnou rychlost, s respektováním vlivu délky vozu, typu svršku, velikosti oblouku trati aj. Tento postup však opět počítá pouze s ekvivalentními hladinami akustického tlaku A stanovenými ve vzdálenosti 25 m od osy kolejí ve výšce 3,5 m nad terénem a nepracuje se spektrem hluku z tramvajové dopravy.

11.3 Použitý způsob modelování emise hluku z tramvajových tratí

Po zhodnocení nedostatků výše uvedených přístupů k modelování tramvajového provozu bylo rozhodnuto pro účely této strategické hlukové mapy použít metodiku RMR2 a na základě archívní databáze akustických měření průjezdů tramvajových vozů odvodit novou kategorii železničního vozidla 7a „Průměrná tramvajová souprava“¹⁾.

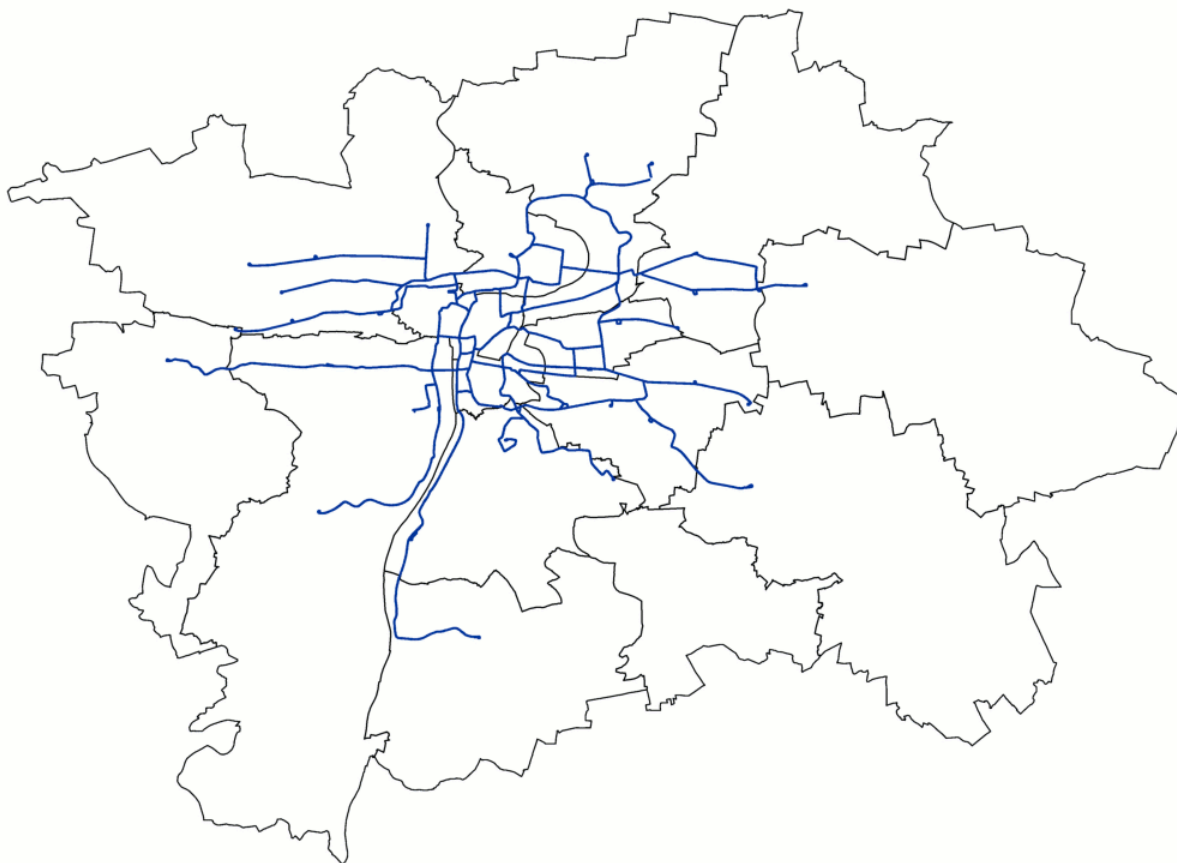
Pro odvození kategorie železničního vozidla 7a „Průměrná tramvajová souprava“ byla použita data z měření akustických parametrů tramvajových vozů pořizovaná zpracovatelem v letech 1997 až 2007. Podstatná část vstupních podkladů byla pořizována v souladu s požadavky normy ČSN ISO 3095: „Akustika - Měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly“.

Z vyhodnocených průměrných emisí hluku tramvajových souprav vozů typů T3, T6, KT8 a 14T změřených na třech typech tramvajových svršků (štěrkové lože - dřevěné pražce - hlavová kolej, zatravněné panely - žlábková kolej, panely BKV) byly

¹⁾ 7a „Průměrná tramvajová souprava“ je pouze pracovní název kategorie použitý zpracovatelem, nikoli oficiální název kategorie podle standardu RMR2

stanoveny průměrné celkové hladiny akustického výkonu A liniového zdroje (dB/m) vyzářeného na daném svršku průjezdem jedné „průměrné“ tramvajové soupravy. Spolu s průměrnými hladinami akustického výkonu liniového zdroje byla vyjádřena i průměrná oktávová spektra. Z výsledků měření pořízených nad rámec požadavků normy ČSN ISO 3095 byla stanovena závislost celkové hladiny akustického výkonu emitovaného průjezdem jedné „průměrné“ tramvajové soupravy na rychlosti (pro rychlosti $40 \pm 5\%$, $50 \pm 5\%$, $60 \pm 5\%$ km/h a $65 \pm 5\%$ km/h). Pomocí exponenciální aproximace závislosti změřené emise hluku soupravy na rychlosti byly stanoveny očekávané emise hluku pro rychlosti 10, 15, 20, 25, 30 a 35 km/h. Dále byla stanovena závislost emise hluku „průměrné“ tramvajové soupravy na typu tramvajového svršku. Z prací publikovaných Doc. Ing. Helenou Špačkovou, CSc. a z následných konzultací vyplynulo přiřazení konkrétních typů tramvajových svršků (například v Praze bylo popsáno sedm základních provedení svršků, z nichž šest typů svršku existuje ve dvou variantách) ke korekčním koeficientům $C_{b,c}$ resp. $C_{bb,i}$ ve smyslu metodiky RMR2. Ze všech uvedených podkladů a závislostí byly navrženy koeficienty ovlivňující hladinu akustického výkonu trati ve smyslu standardu RMR2. Navržené a otestované koeficienty byly zapracovány do výpočtového software LimA a použity při modelování šíření hluku emitovaného tramvajovou dopravou.

Modelovaná síť tramvajových tratí je znázorněna na obr. 13.



Obr. 13 Modelované tramvajové trati

12. Modelování průmyslových zdrojů hluku

Jako zadání byly poskytnuty údaje ze žádostí o integrovaná povolení čtyř areálů průmyslových podniků: Výtopna Krč, Zařízení na výrobu cementového slínku v rotačních pecích Cementárny Radotín, Lakovna kabin nákladních automobilů Dae-wo Avia, a. s. a Spalovna tuhého komunálního odpadu Malešice. Tyto závody tvoří pouze malý zlomek všech průmyslových zdrojů hluku na území zadaném pro tvorbu strategické hlukové mapy.

Údaje o emisích hluku, které tyto podklady obsahovaly, nebyly přímo použitelné pro tvorbu strategické hlukové mapy. Bylo uvedeno několik výsledků měření hluku a hranicích areálů a údaje o hladinách akustického výkonu některých hlučných zařízení, zcela však chyběly údaje o dobách provozu těchto zařízení a jejich umístění ve venkovním prostoru nebo v halách.

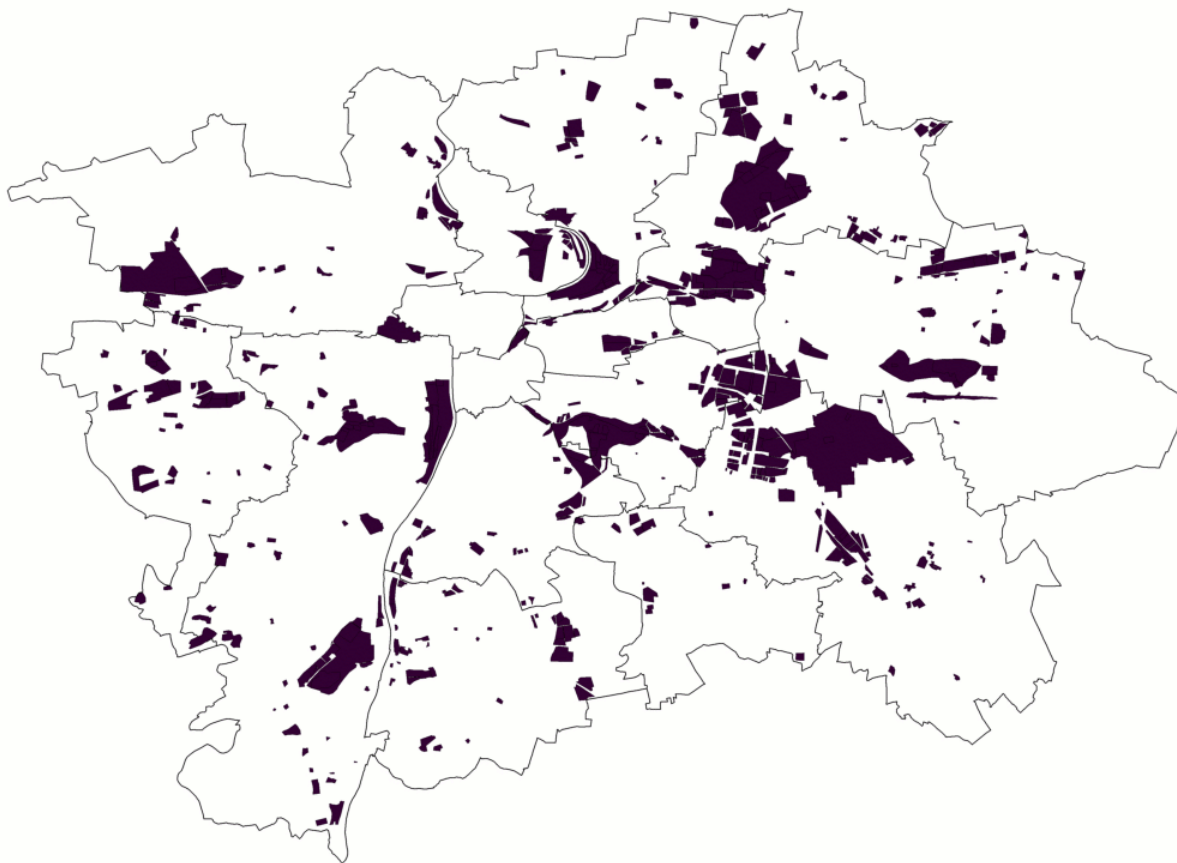
Při snaze o získání nejlepších dostupných podkladů bylo na Útvaru rozvoje hlavního města Prahy zjištěno, že v roce 2002 byla s podporou magistrátu města vypracována doktorská disertační práce Mgr. A. Lucie Doleželové, která obsahuje dosud nejaktuálnější údaje o průmyslové výrobě v Praze včetně zákresu příslušných ploch do mapy ve formátu dgn. Tento podklad se stal hlavním zdrojem pro zadání emisí hluku z průmyslových zdrojů. Hlavní tabulkové údaje z tohoto podkladu jsou uvedeny v příloze 4.

Je zřejmé, že dostupné podklady neumožňují jiné zadání akustického výkonu zdrojů hluku, než které je doporučeno v nástrojové sadě č. 10.5 (WG-AEN), tj. zavedení standardních hodnot plošných hladin akustického výkonu. Pilotní výpočty však prokázaly, že pokud by byly doporučené hladiny akustických výkonů zadány na celé plochy průmyslových areálů, došlo by ke značnému nadhodnocení emisí hluku, které by znamenaly nadlimitní²⁾ imisní hodnoty v okolí, které podle archívních výsledků měření a místní znalosti neodpovídají skutečnosti. Zejména v rozsáhlých průmyslových areálech jsou zdroje hluku pouze v některých částech, většinou ve větších vzdálenostech od jejich hranic.

Z uvedených důvodů byly proto podle charakteru současné výroby odhadem stanoveny hrubé procentní podíly ploch areálů podniků, které jsou z hlediska emisí hluku aktivní. Tyto plochy byly pro účely výpočtů hluku soustředěny do blízkosti geometrického středu každého z areálů. Dále bylo odhadem na základě charakteru výroby a místností znalosti stanoveno rozložení emisí hluku do dne, večera a noci (viz přílohu 4). Tento přístup je při současných podkladech o průmyslových zdrojích hluku optimálním přiblížením realitě.

Plochy průmyslových areálů na zadaném území aglomerace v rozsahu dle přílohy 4 jsou znázorněny na obr. 14.

²⁾ Nadlimitními hodnotami se rozumí překročení denních nebo nočních limitů hluku stanovených Nařízením vlády č. 148/2006 Sb.



Obr. 14 Modelované průmyslové plochy

13. Způsob zahrnutí hluku z leteckého provozu

Smyslem strategické hlukové mapy je poskytnout sumární informaci o synergickém působení všech důležitých zdrojů hluku na jejím území. Z tohoto důvodu END požaduje mapovat hluk ze všech letišť uvnitř aglomerací, čímž jsou míněna i letiště, pro která platí vzhledem k jejich provozu povinnost vypracovat zvláštní strategickou hlukovou mapu.

Na území aglomerace Praha se nachází především mezinárodní letiště Praha – Ruzyně, které má vlastní strategickou hlukovou mapu. Protože v době dokončování prací na strategické hlukové mapě aglomerace Prahy již byla tato mapa k dispozici, poskytl objednatel údaje o průbězích izofon pro L_{dvn} i L_n . Prostřednictvím Národní referenční laboratoře pro užití GIS v ochraně a podpoře veřejného zdraví (NRL pro GIS) ve Zdravotním ústavu se sídlem v Ostravě byl získán textový soubor, obsahující hladiny L_{dvn} (dB) a L_n (dB) v síti 10 m. Pomocí nástrojů GIS byly tyto hodnoty v bodech energeticky přičteny k hodnotám získaným pro ostatní zdroje hluku.

Dalším významným letišťem na území aglomerace je Vojenské letiště Praha – Kbely. Na žádost Akustiky Praha poskytl objednatel jako zadání Hlukovou studii Vojenského letiště Praha – Kbely, zpracovanou v říjnu 2006 firmou Empla. Použit byl průběh izofon pro denní dobu, který byl nástrojem GIS rozložen do sítě bodů, čímž byly získány hodnoty, které byly opět přičteny k hodnotám získaným pro ostatní zdroje hluku.

Na území aglomerace dochází i k běžným aktivitám vrtulníků, zejména policie a zdravotní záchranné služby. Jedná se o nepravidelné lety, k nimž nejsou k disposi-

ci žádné poklady, umožňující zahrnutí těchto aktivit do strategické hlukové mapy. V souladu s duchem článku 2.28 WG-AEN bylo rozhodnuto, že tento hluk dostatečně přesně zahrnout nelze. Vzhledem k charakteru provozu vrtulníků v Praze je zřejmé, že v blízkosti žádných chráněných budov nejsou jejich hlukem s rezervou překročeny hodnoty $L_{dvn} = 55$ dB ani $L_n = 50$ dB.

WG-AEN dále v článku 2.29 doporučuje zahrnout do modelu hluk ze všech dalších aktivit na letišti, zejména převyšuje-li jejich příspěvek hodnoty $L_{dvn} = 55$ dB a $L_n = 50$ dB. Vzhledem k umístění obou letišť vzhledem k obytné a jiné chráněné zástavbě bylo orientačním výpočtem ověřeno, že výše uvedené limity překročeny nejsou a není proto nutné podpůrné aktivity modelovat. Tato skutečnost je známa i ze zkušeností z měření hluku z leteckého provozu v okolí letiště Praha – Ruzyně.

14. Modelování mostů

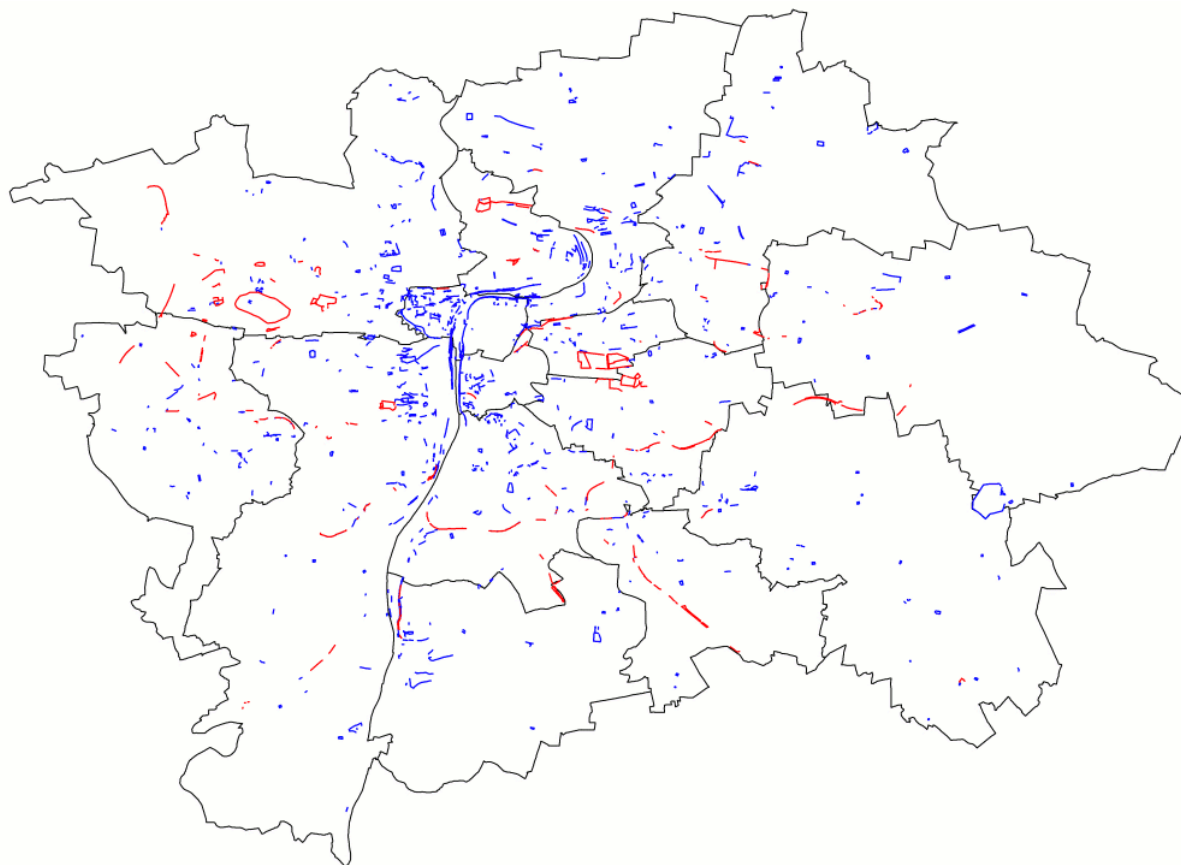
Základním pokladem pro modelování mostů byl ZAGABED, který ovšem neobsahoval všechny mosty na území aglomerace. Chybějící mosty byly doplněny podle průzkumu na místě, průběhu vrstevnic a z ortofotomap.



Obr. 15 Příklad 3D náhledu modelu mostů

15. Modelování protihlukových clon a zdí

Mapový podklad ZABAGED obsahuje vrstvu zdí, u níž bylo třeba nejprve ověřit, zda je použitelná pro modelování půdorysů protihlukových clon. Následující obrázek 16 obsahuje náhled této vrstvy (modré linie). Z místní znalosti se ukázalo, že protihlukovými clonami je pouze minimum těchto objektů.



Obr. 16 Vrstva „zed“ ze ZABAGED a půdorysy protihlukových clon

Podle informací, které byly k dispozici z různých hlukových studií, a na základě průzkumu, byly ze ZABAGED převzaty pouze zdi, které lze považovat za protihlukové clony. Dále byl použit starší podklad s půdorysy clon získaný od Útvaru rozvoje hlavního města Prahy (z roku 2000) a aktuální podklad vypracovaný Technickou zprávou komunikací. Výšky jednotlivých clon byly stanoveny podle těchto podkladů a průzkumu na místě. Z obrázku 16 je zřejmá konečná verze půdorysů protihlukových clon (červené linie), jak byly zadány do výpočtů.

Ve výše zmíněném aktuálním přehledu protihlukových clon jsou uvedeny materiály, z nichž jsou realizovány. Činitele zvukové pohltivosti jednotlivých clon byly podle těchto podkladů stanoveny odhadem a podle místní znalosti.

16. Modelování meteorologických podmínek

Problematika vlivu meteorologických podmínek na šíření zvuku ve venkovním prostoru je podrobně rozebrána v článku 2.39 WG-AEN. Mimo jiné se uvádí, že v městské zástavbě nemají meteorologické podmínky pro hodnoty imise hluku v porovnání s ostatními vlivy dominantní význam a ve většině případů je lze zanedbat.

V souladu s nástrojovou řadou č. 17 byly proto meteorologické podmínky modelovány takto: 100 % výskytů podmínek příznivých pro šíření zvuku v noční době, 75 % výskytů ve večerní době a 50 % výskytů v denní době pro noční dobu. Zadána byla průměrná roční teplota 10 °C a relativní vlhkost 70 %.

17. Výpočty hluku

Volitelné parametry výpočtu byly nastaveny na základě konzultace s autorem použitého výpočtového software LimA H. Stapelfeldtem. Parametry byly optimalizovány z hlediska přijatelné přesnosti výpočtu a výpočetní doby.

Maximální vzdálenost zdroje pro výpočet hluku ze silniční dopravy	800 m
Maximální vzdálenost zdroje pro výpočet hluku z železniční dopravy	1 200 m
Maximální vzdálenost zdroje pro výpočet hluku z průmyslu	2 000 m
Řád odrazu (reflection order)	1
Vzdálenost pro odraz (fetching radius for reflection)	30 m
Dynamická chyba (dynamic error margin)	2 dB

Pro výpočet v rastru bodů:

Výpočtový krok:	10 m
Relativní výška:	4 m

Pro výpočet na fasádě:

Vzdálenost výpočtových bodů	4 m
Relativní výška	4 m
Minimální délka fasády	2 m

18. Nejistoty výpočtu

18.1 Složky nejistoty

Nejistotu predikce šíření hluku lze definovat jako parametr související s výsledkem predikce (vypočteným ukazatelem hluku, tj. L_{dvn} (dB) a L_n (dB)), charakterizující rozptyl hodnot, který je možné důvodně přiřadit vypočítané hodnotě příslušného ukazatele hluku. Výsledek predikce je pouze odhadem skutečné hodnoty sledovaných ukazatelů hluku a nejistota predikce pak charakterizuje rozsah hodnot, ve kterém je možno s předem určenou pravděpodobností (hladina spolehlivosti 95 %) očekávat správnou hodnotu těchto ukazatelů hluku.

Použité metodiky pro výpočet hluku se, vyjma ČSN ISO 9613-2, nezabývají postupem pro stanovení standardní nejistoty (směrodatné odchylky) výstupů výpočtů, ani jejím odhadem. Dokument WG-AEN kvantifikuje, v rámci jednotlivých nástrojových sad, očekávanou směrodatnou odchylku (na 95 % hladině spolehlivosti, tj. rozšířenou směrodatnou odchylku), která se použitím dané sady do výsledku vnáší. Jednotlivé dílčí rozšířené standardní nejistoty popisované v nástrojích WG-EAN jsou stanoveny vždy pro vliv jednoho vstupního parametru, za předpokladu, že všechny ostatní vstupní údaje nejsou zatíženy chybou.

V rámci predikce hluku ve venkovním prostoru aglomerací, jsou v rámci různých predikčních postupů zvláště počítány příspěvky hluku od zdrojů průmyslového hluku, automobilové, kolejové (železniční i tramvajové) a letecké dopravy. Výsledky výpočtu jednotlivých složek hluku jsou pak zatíženy různými nejistotami. Celková nejistota hodnocených ukazatelů hluku je závislá na podílu jednotlivých složek hluku na celkové vypočítané hodnotě tohoto ukazatele.

S ohledem na postup stanovení nejistoty predikce hluku lze specifikovat následující zdroje nejistoty výpočtu ukazatelů hluku:

- o nejistota geografických podkladů modelované aglomerace (chyby a nepřesnosti digitálních mapových podkladů polohopisu a výškopisu);

- nejistota parametrů objektů a prvků modelu (vlastnost fasád objektů a povrchu clon, odrazivost terénu, výška objektů a akustických clon);
- nejistota vstupních podkladů ovlivňujících definici emise zdrojů hluku (podklady a vstupy ovlivňující akustické parametry modelovaných zdrojů hluku);
- nejistota výpočtového standardu (nejistota vyplývající z vlastností použitého standardu);
- nejistota vyplývající z použitých meteorologickými dat;
- nejistota způsobená zpracovatelem modelu procesem uživatel/nástroj;
- nejistota způsobená použitým predikčním softwarem;
- nejistota vyplývající ze zjednodušení modelů hlukové situace pro urychlení výpočtu (zjednodušení geometrie modelu, management jakosti výpočtu aj.).

18.2 Nejistota vstupních „geometrických“ podkladů modelu

V modelech aglomerací byla použita (tam kde byla dostupná) přesnější geografická data, než která poskytuje podklad ZABAGED. V rámci editace modelu byly zpřesněny polohy některých zdrojů hluku (vedení osy komunikací, železnic aj.).

Pro části modelu, kde byla využita data ZABAGED, je stanovena následující standardní nejistota $E_{\text{digi_data_ZABAGED}} = 0,3 \text{ dB}$. Části modelu, ve kterých byly použity přesnější digitální podklady, mají stanovenou standardní nejistotu $E_{\text{digi_data}} = 0,1 \text{ dB}$.

18.3 Nejistota vstupních podkladů a parametrů modelu

a) Terénní převýšení poblíž zdroje

Užitím nástroje sady WG-EAN při digitálním modelu terénu včetně průkopů a náspů je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{terén}} = 0,0 \text{ dB}$.

b) Zářezy a náspy

Užitím nástroje sady WG-EAN „12.1: Digitální údaje o průkopech a náspech“ je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{zářez_násep}} = 0,25 \text{ dB}$.

c) Typ povrchu terénu

Užitím nástroje sady WG-EAN „13.2: Klasifikace využití půdy“ je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{povrch_terénu}} = 0,5 \text{ dB}$.

d) Výška protihlukových clon u silnic

Užitím nástroje sady WG-EAN „14.1: Výška vůči silnici“ je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{výška_clon}} = 0,25 \text{ dB}$.

e) Výška budov

Užitím nástroje sady WG-EAN při známé výšce objektů je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{výšky_obj}} = 0,0 \text{ dB}$. Užitím nástroje sady WG-EAN „15.1: Je znám počet podlaží“ spolu s upřesněním výšky pomocí leteckých snímků je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{výšky_obj}} = 0,25 \text{ dB}$.

f) Činitele zvukové pohltivosti a_r pro budovy a clony

Užitím nástroje sady WG-EAN pro rozličné defaultní hodnoty je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{pohltivost_fasád}} = 0,5 \text{ dB}$.

Celková standardní nejistota vstupních podkladů a parametrů modelů s využitím sad WG-EAN bude dosahovat hodnotu $E_{\text{podklady_parametry_modelu}} = 0,79 \div 0,83 \text{ dB}$.

18.4 Nejistota vstupních podkladů emisí hluku

a) Průmyslové zdroje hluku

Užitím nástroje sady WG-EAN „10.5: Hodnoty akustického tlaku nejsou známy“ při použití doporučených defaultních hodnot byla standardní nejistota vyplývající z použití těchto hodnot stanovena $E_{\text{průmysl}} = 2,75 \text{ dB}$.

b) Automobilová doprava

Hustota silničního provozu:

Pro úseky komunikací, na kterých jsou k dispozici počítané intenzity dopravy v denní, večerní a noční době, je směrodatná odchylka vyplývající z užití sady „2: Hustota silničního provozu“ rovna $E_{\text{auto_intenzita}} = 0,0 \text{ dB}$. Pro úseky komunikací, na kterých nejsou k dispozici počítané intenzity dopravy v denní, večerní a noční době (komunikace mimo sledovanou dopravní síť), je směrodatná odchylka vyplývající z užití nástroje sady WG-EAN „2.5: O hustotě provozu nejsou k dispozici žádné údaje“, při použití defaultních hodnot intenzit dopravy, rovna $E_{\text{auto_intenzita}} = 2,0 \text{ dB}$.

Průměrná hodinová rychlost silničního provozu:

Pro úseky komunikací, které patří do sledované dopravní sítě, vyplývá z užití nástroje sady WG-EAN, při známé rychlosti dopravního proudu, směrodatná odchylka rovna $E_{\text{auto_rychlost}} = 0,0 \text{ dB}$. Pro úseky komunikací, které nepatří do sledované dopravní sítě, vyplývá z užití nástroje sady WG-EAN „3.5: Žádné údaje o rychlosti nejsou k dispozici“, při použití rychlostních limitů, že směrodatná odchylka dosahuje hodnotu $E_{\text{auto_rychlost}} = 1,0 \text{ dB}$.

Skladba dopravního proudu:

Pro úseky komunikací, které patří do sledované dopravní sítě, vyplývá z užití nástroje sady WG-EAN při známém složení dopravního proudu směrodatná odchylka rovna $E_{\text{auto_skladba}} = 0,0 \text{ dB}$. Pro úseky komunikací, které nepatří do sledované dopravní sítě, vyplývá z užití nástroje sady WG-EAN „4.5: O těžkých vozidlech nejsou k dispozici žádné údaje“, při použití defaultní hodnoty, že směrodatná odchylka dosahuje hodnotu $E_{\text{auto_skladba}} = 1,0 \text{ dB}$.

Typ povrchu vozovky:

Užitím nástroje sady WG-EAN „5.2: Typ povrchu vozovky na silničním úseku podle fyzikálních vlastností“ je směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje rovna $E_{\text{auto_povrch}} = 0,5 \text{ dB}$.

Výkyvy rychlosti na křižovatkách:

Užitím nástroje sady WG-EAN „6.2: Žádné údaje nejsou známy“ je pro rovnoměrný provoz směrodatná odchylka stanovena na $E_{\text{auto_chování}} = 0,5 \text{ dB}$.

Spád silnice:

S ohledem na použitý digitální model terénu je spád každého úseku silnice součástí modelu povrchu. Směrodatná odchylka vyplývající z použití nástroje sady WG-EAN je rovna $E_{\text{auto_spád}} = 0,0 \text{ dB}$.

Celková nejistota emisí hluku bude pro úseky komunikací, které patří do sledované dopravní sítě, dosahovat hodnotu $E_{\text{auto_sledované_komunikace}} = 0,71 \text{ dB}$ a pro úseky komunikací, které nepatří do sledované dopravní sítě, bude dosahovat hodnotu $E_{\text{auto_nesledované_komunikace}} = 2,50 \text{ dB}$.

c) Železniční doprava

Akustický výkon kolejových vozidel:

Z podkladu o intenzitách železniční dopravy vyplynulo zařazení vlakových souprav do jednotlivých kategorií vlaků podle standardu RLM2. Směrodatná odchylka vyplývající ze zařazení konkrétní vlakové soupravy do kategorie podle standardu RLM2 dosahuje hodnotu do $E_{\text{žel_emise}} = 0,75 \text{ dB}$.

Korekce na typ a konstrukci kolejí:

Ze stavebních parametrů tratí vyplynula konstrukce a typ jednotlivých úseků železničních tratí. Směrodatná odchylka vyplývající ze zařazení úseku železniční trati do skupiny s konkrétním typem trati dosahuje hodnotu do $E_{\text{žel_svršek}} = 0,25 \text{ dB}$.

Rychlost vlaku:

Součástí podkladu „Stavební parametry“ úseků železničních tratí jsou projektované traťové rychlosti osobních i nákladních vlaků. Směrodatná odchylka vyplývající z použití maximální rychlosti na sledovaném traťovém úseku, pro odchylku reálné rychlosti od maximální povolené rychlosti do 10%, dosahuje hodnotu do $E_{\text{žel_rychlost}} = 0,75 \text{ dB}$.

Celková standardní nejistota emisí hluku bude pro jednotlivé úseky železniční trati dosahovat hodnoty $E_{\text{železnice}} = 1,09 \text{ dB}$.

d) Tramvajová doprava

Akustický výkon tramvají a lehkých kolejových vozidel:

Pro potřeby modelování byla stanovena závislost akustického výkonu „průměrné tramvajové soupravy“ na rychlosti a tramvajovém svršku. Směrodatná odchylka vyplývající z užití „průměrné tramvajové soupravy“ bude na jednotlivých úsecích tramvajové trati dosahovat hodnoty až $E_{\text{tram_emise}} = 0,75 \text{ dB}$.

Korekce na skřípění a rázový hluk:

Korekce na skřípění a rázový hluk byla užitá pouze u tramvajových smyček formou vyšší rychlosti tramvajové soupravy. Směrodatná odchylka vyplývající z užití/neužití korekce na skřípění a rázový hluk dosahuje hodnoty až $E_{\text{tram_skřípění}} = 2,5 \text{ dB}$.

Korekce na typ a konstrukci kolejí:

Průzkumem byla získána data o konkrétním typu svršku pro jednotlivé úseky tramvajových tratí. Typy svršků byly shrnuty do sedmi základních provedení, z nichž šest typů svršku existuje ve dvou variantách (s aplikací a bez aplikace bokovnic). Směrodatná odchylka vyplývající ze zařazení úseku tramvajové trati do skupiny s konkrétním typem svršku dosahuje hodnotu do $E_{\text{tram_svršek}} = 0,5 \text{ dB}$.

Rychlost tramvaje:

Průzkumem byla získána maximální povolená rychlost na jednotlivých úsecích tramvajové trati. Směrodatná odchylka vyplývající z použití maximální povolené rychlosti tramvajové soupravy dosahuje hodnotu do $E_{\text{tram_rychlost}} = 0,5 \text{ dB}$.

Celková standardní nejistota emisí hluku bude pro jednotlivé úseky tramvajové trati, na které nedochází ke skřípění, dosahovat hodnoty $E_{\text{tram_bez_skřípění}} = 1,03 \text{ dB}$ a pro úseky tratí, na kterých dochází ke skřípění, bude dosahovat hodnoty $E_{\text{tram_se_skřípěním}} = 2,71 \text{ dB}$.

e) Letecká doprava

Imisní data hluku z leteckého provozu byla převzata z výše citovaných prací. Z dostupných informací vyplývá, že standardní nejistota převzatých imisních dat dosahuje hodnotu přibližně $E_{let} = 2,50 \text{ dB}$.

18.5 Nejistota výpočtového standardu

Výpočtové standardy NMPB a RMR2 používají pro výpočet šíření zvuku obdobné matematické vztahy, jako norma ČSN ISO 9613-2, lze tudíž očekávat shodné nejistoty vypočítané hodnoty. V normě ČSN ISO 9613-2 je uveden odhad přesnosti pro šíření širokopásmového hluku, ze kterého vyplývá, že pro střední výšku zdroje a přijímače $0 < h < 5 \text{ m}$ a vzdálenost od zdroje $0 < d < 1000 \text{ m}$ je přesnost (nejistota) rovna $\pm 3,0 \text{ dB}$. V tomto odhadu je již zahrnuta standardní nejistota podkladů a parametrů modelů $E_{podklady_parametry_modelu} = 0,79 \div 0,83 \text{ dB}$ a standardní nejistota meteorologických dat $E_{C0} = 0,5 \text{ dB}$. Standardní nejistota vyplývající z užití výpočtového standardu bude tedy dosahovat hodnotu $E_{standard} = 1,15 \div 1,18 \text{ dB}$.

18.6 Nejistota způsobená použitými meteorologickými daty

Z ČSN ISO 9613-2 vyplývá, že standardní nejistota způsobená použitými meteorologickými daty v převážné většině případů dosahuje hodnotu $E_{C0} = 0,50 \text{ dB}$.

18.7 Nejistota procesu uživatel/nástroj

Podle rozborů výrobce software LimA (publikovaného například v dokumentu Improving Mapping Results) je možné standardní nejistotu vyplývající z použití software konkrétním uživatelem očekávat až $E_{uživatel_nástroj} = 0,25 \text{ dB}$.

18.8 Nejistota použitého nástroje

Podle podkladů výrobce software (publikovaného například v dokumentu Improving Mapping Results) je standardní nejistota vyplývající z užití interpolačních algoritmů software rovná nejvýše $E_{interpolace} = 0,30 \text{ dB}$.

18.9 Nejistota vyplývající ze zrychlení výpočtu

Ve „Zprávě o zpracování Strategické hlukové mapy železnic ČR“ je uvedeno, že standardní nejistota vyplývající ze zjednodušení modelu za účelem zrychlení výpočtu dosahuje hodnoty přibližně $E_{zrychlení_výpočtu} = 1,2 \text{ dB}$. Protože pro účely výpočtu této strategické hlukové mapy byl model zjednodušen obdobným způsobem, předpokládáme tutéž hodnotu nejistoty.

18.10 Celkové standardní nejistoty příspěvků jednotlivých zdrojů hluku

Standardní nejistota a standardní rozšířená nejistota příspěvků jednotlivých zdrojů hluku je uvedena v následující tabulce 5.

Tabulka 5 Standardní nejistoty příspěvků zdrojů hluku

Zdroj hluku	Hodnota	Standardní nejistota	Standardní rozšířená nejistota
Průmyslové zdroje hluku	Maximální	3,40	6,80
	Minimální	3,39	6,78
Automobilová doprava	Maximální	3,20	6,40
	Minimální	2,11	4,22
Železniční doprava	Maximální	2,28	4,56
	Minimální	2,26	4,52
Tramvajová doprava	Maximální	3,37	6,74
	Minimální	2,23	4,46
Letecká doprava	Maximální	3,20	6,40
	Minimální	3,19	6,38

Celkové standardní rozšířené nejistoty vypočítaného ukazatele hluku v oblastech obsahujících různé kombinace zdrojů hluku jsou uvedena v tabulce 6.

Tabulka 6 Standardní rozšířené nejistoty

Zdroje hluku se shodnou vahou příspěvku do vypočítaného ukazatele hluku	Celková standardní rozšířená nejistota	
	maximální	minimální
Průmysl, automobilová, železniční, tramvajová a letecká doprava	13,9	12,0
Průmysl, automobilová, železniční a tramvajová doprava	12,4	10,2
Automobilová, železniční a tramvajová doprava	10,4	7,6
Automobilová a tramvajová doprava	9,3	6,1
Automobilová a železniční doprava	7,9	6,2
Průmysl a automobilová doprava	9,3	8,0
Průmysl a železniční doprava	8,2	8,1
Průmysl a tramvajová doprava	9,6	8,1
Průmysl a letecká doprava	9,4	9,3

Celková standardní rozšířená nejistota vypočítaného ukazatele hluku může dosahovat hodnotu v rozsahu od **4,2 dB** (pro lokality významně ovlivněné pouze hlukem z automobilové dopravy) do **12,4 dB** (pro lokality s nezanedbatelným vlivem všech zdrojů hluku).

18.11 Příklady výpočtu nejistoty pro konkrétní místa

Skutečnou celkovou standardní rozšířenou nejistotu vypočítaného deskriptoru hluku lze exaktně vyjádřit pouze pro konkrétní místo, v němž jsou příspěvky jednotlivých složek hluku známy. Pro příklad jsou vybrány body, v nichž imisi hluku tvoří

konkrétní zdroje hluku. Sledované body se nacházejí v blízkém okolí zástavby na uvedených souřadnicích. Zvolené body spolu s příspěvky jednotlivých zdrojů do celkové hladiny deskriptoru hluku L_{dvn} (dB) a L_n (dB) jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Příspěvky zdrojů a celkové hodnoty hluku v konkrétních místech

Objekt, v jehož blízkosti se nachází sledovaný bod	Souřadnice JTSK		L_{dvn} [dB] - Příspěvek od zdroje hluku					Celková L_{dvn} [dB]
	X	Y	Automobilová doprava	Železniční doprava	Tramvajová doprava	Průmyslové areály	Letiště	
Jarolímova 462/1; Ostrčilovo nám. 462/4	-742898,2	-1045515,1	73,4	56,5	73,9	-	-	76,7
Českobrodská 62	-732056,3	-1044553,8	74,9	62,5	-	32,9	48,2	75,2
Bělohorská 161/56	-749771,8	-1043416,9	75,7	-	66,3	19,1	54,5	76,2
5. května 395	-742447,8	-1046055,8	80,5	36,0	37,8	-	-	80,5
Zenklova 305/11	-738889,0	-1041715,4	61,6	-	69,4	36,0	43,1	70,1
Klencečská 540	-735094,7	-1038533,7	68,1	32,0	-	39,6	40,3	68,1
Hůlkova 749/23	-734614,3	-1039718,5	52,8	-	-	41,7	52,6	55,9

Objekt, v jehož blízkosti se nachází sledovaný bod	Souřadnice JTSK		L_{noc} [dB] - Příspěvek od zdroje hluku					Celková L_{noc} [dB]
	X	Y	Automobilová doprava	Železniční doprava	Tramvajová doprava	Průmyslové areály	Letiště	
Jarolímova 462/1; Ostrčilovo nám. 462/4	-742898,2	-1045515,1	64,6	52,9	65,4	-	-	68,2
Českobrodská 62	-732056,3	-1044553,8	65,8	55,3	-	26,4	-	66,1
Bělohorská 161/56	-749771,8	-1043416,9	66,7	-	58,0	-	42,8	67,3
5. května 395	-742447,8	-1046055,8	71,7	29,1	29,8	-	-	71,2
Zenklova 305/11	-738889,0	-1041715,4	50,7	-	60,8	6,5	-	61,2
Klencečská 540	-735094,7	-1038533,7	57,2	24,2	-	23,1	-	57,2
Hůlkova 749/23	-734614,3	-1039718,5	44,7	-	-	35,1	-	45,2

Celková standardní rozšířená nejistota vypočítaných deskriptorů hluku vyjádřená v pro vybraná místa je uvedena v tabulce 8.

Tabulka 8 Celkové standardní rozšířené nejistoty výpočtu pro vybraná místa

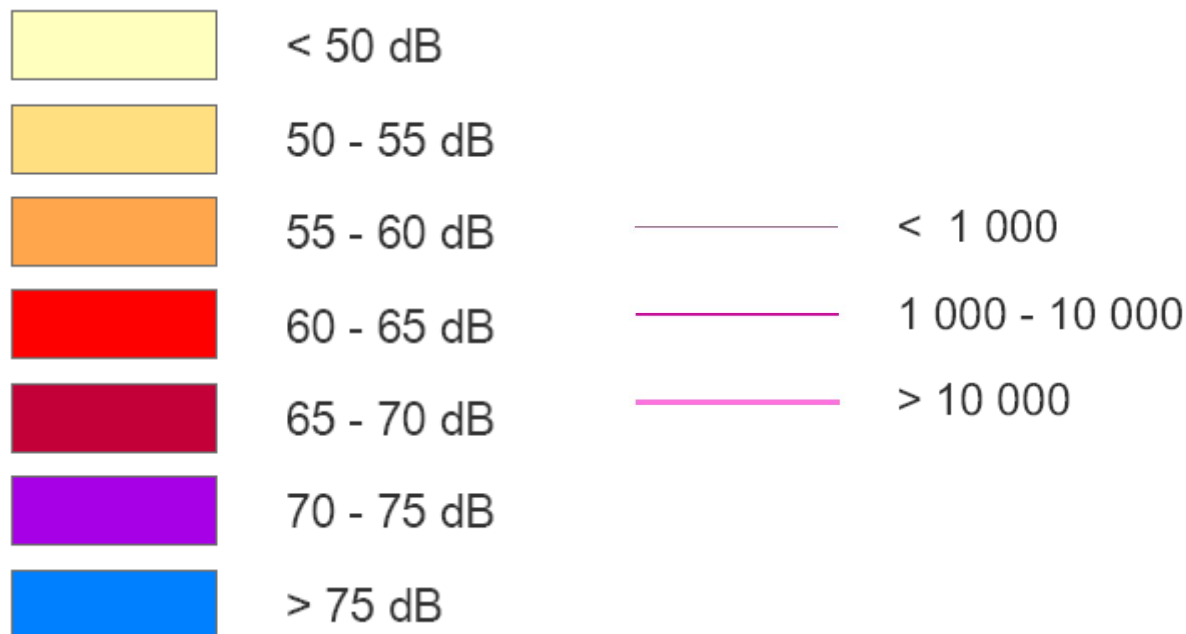
Objekt, v jehož blízkosti se nachází sledovaný bod	Souřadnice JTSK		Celková standardní rozšířená nejistota
	X	Y	
Jarolímova 462/1; Ostrčilovo nám. 462/4	-742898,2	-1045515,1	6,2
Českobrodská 62	-732056,3	-1044553,8	4,4
Bělohorská 161/56	-749771,8	-1043416,9	4,3
5. května 395	-742447,8	-1046055,8	4,2
Zenklova 305/11	-738889,0	-1041715,4	4,5
Klencečská 540	-735094,7	-1038533,7	4,2
Hůlkova 749/23	-734614,3	-1039718,5	4,3

18.12 Odhad nejistot vztažených k počtu obyvatel

Podle odhadu založeného na všech zkušenostech s tvorbou výpočetního modelu a vlivu jednotlivých složek imise hluku lze přibližně předpokládat, že pro 75 % až 80 % obyvatel byly hodnoty deskriptorů hluku stanoveny s nejistotou do 4,3 dB, pro dalších 10 % až 15 % s nejistotou do 5 dB a pro zbytek s nejistotou do 7 dB.

19. Tisky strategické hlukové mapy

Podle zadání byly vytištěny hlukové mapy pro ukazatele L_{dvn} (dB) a L_n (dB) formátu A0. Barevné odlišení různých pásem bylo zvoleno podle doporučení ČSN ISO 1996-2 „Akustika – Popis a měření hluku prostředí – Část 2: Získávání údajů souvisejících s využitím území“. Tištěné mapy jsou nedílnou součástí této zprávy. V legendě map je mimo barevné stupnice hlukových pásem uvedeno i barevné odlišení komunikací pro 3 kategorie dopravních intenzit (viz obr. 17).



Obr. 17 Barevné označení pásem ukazatelů hluku a intenzit dopravy

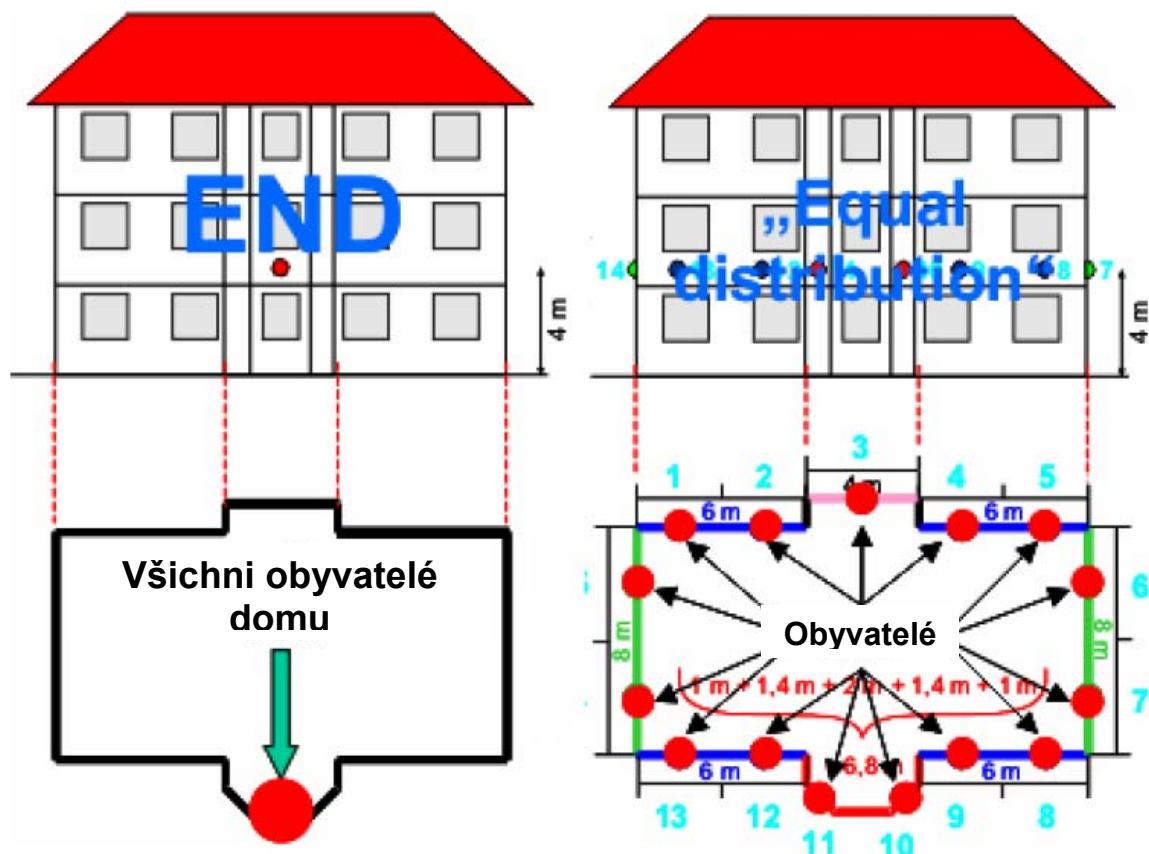
20. Analýza počtu osob zasažených hlukem

20.1 Přístupy k hodnocení počtu zasažených osob

V současné době se v Evropě diskutují dva základní přístupy k vyhodnocení počtu osob zasažených hlukem.

Prvním způsobem, doporučeným WG-AEN a END, je přiřazení všech obyvatelů domu nejvyšší imisní hladině na fasádě ve výšce 4 m nad zemí. Je zřejmé, že se jedná o jednoduchou metodu, která ovšem nadhodnocuje hlukovou zátěž. Zvláště u větších domů jsou mnozí obyvatelé trvale vystaveni výrazně nižšími hodnotami imise hluku, zvláště pokud mají byty orientovány pouze na tiché fasády. Tento přístup je schematicky ilustrován v levé části obrázku 18.

Z uvedeného důvodu vznikla snaha o vypracování dokonalejšího systému hodnocení počtu zasažených osob, lépe aproximující reálnou situaci. V Německu bylo pro účely strategických hlukových map rozhodnuto, že se bude postupovat podle metodiky „Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB) vom 9. Februar 2007“. Tato metodika předpokládá rovnoměrné přiřazení rozložení obyvatel domu k hodnotám imise vypočítaným ve více blízkých bodech po celém obvodu domu, opět ve výšce 4 m nad zemí. Systém přiřazení je ilustrován v pravé části obrázku 18. Tato metodika nepochybně poskytuje realističtější údaje o počtech osob zasažených hlukem.



Obr. 18 Ilustrace dvou způsobů hodnocení počtu osob zasažených hlukem (Popp, Hintzsche)³⁾

Protože je zřejmé, že oběma přístupy k hodnocení počtu osob zasažených hlukem bude dosaženo výrazně odlišných výsledků, rozhodli jsme se vypočítat hodnoty oběma metodikami, což zároveň poskytne jejich cenné porovnání. Je ovšem třeba poznamenat, že rozdílný přístup různých členských států Evropské unie v této věci je velmi problematický, protože tak může dojít ke sčítání a hodnocení údajů založených na výrazně odlišných předpokladech.

20.2 Hodnocení podle WG-AEN

V tabulce 9 jsou uvedeny celkové počty obyvatel v domech, kterým je jako celku přisouzena nejvyšší hodnota emise hluku vypočítaná pro nejhluchnější bod (viz výše popsany přístup WG-AEN).

³⁾ Christian Popp, Matthias Hintzsche: Implementation of the European Environmental Directive in Germany. Proceedings of Inter-Noise 2007, Istanbul, Paper in07_074

Tabulka 9 Počty osob a obydlí zasažených hlukem podle WG-AEN

Rozpětí hodnot ukazatele hluku	Počty osob		Počty obydlí	
	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 – 44		107 833		5 807
45 - 49		444 761		34 306
50 – 54	87 577	308 277	5 096	24 445
55 - 59	452 937	143 722	32 940	9 840
60 - 64	333 839	91 672	27 279	5 156
65 - 69	144 953	27 172	10 182	1 398
70 - 74	88 008	627	4 669	45
>75	18 083	0	937	0

V tabulce 10 jsou výsledky vyhodnocení počtů osob toutéž metodikou pro jednotlivé složky hluku, dle požadavku END.

Tabulka 10 Počty osob zasažených hlukem ze silnic, železnic, leteckého provozu a průmyslu dle WG-AEN

Rozpětí (dB)	Silnice		Železnice		Letiště		Průmysl	
	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 – 44		116 186		66 655		1 704		162
45 – 49		463 735		57 066		27		68
50 – 54	95 443	312 864	64 229	45 281	7 382	0	69	0
55 - 59	465 303	144 161	50 918	52 627	719	0	0	0
60 - 64	334 963	68 919	44 339	26 188	0	0	0	0
65 - 69	146 682	16 512	49 629	408	0	0	0	0
70 - 74	68 978	623	12 298	4	0	0	0	0
>75	12 633	0	4	0	0	0	0	0

20.3 Hodnocení podle německé metodiky VBEB

V tabulce 11 jsou uvedeny celkové počty obyvatel při jejich rovnoměrném přiřazení k hodnotám imise vypočítaným kolem fasády (viz výše popsany přístup VBEB).

Tabulka 11 Počty osob zasažených hlukem podle metodiky VBEB

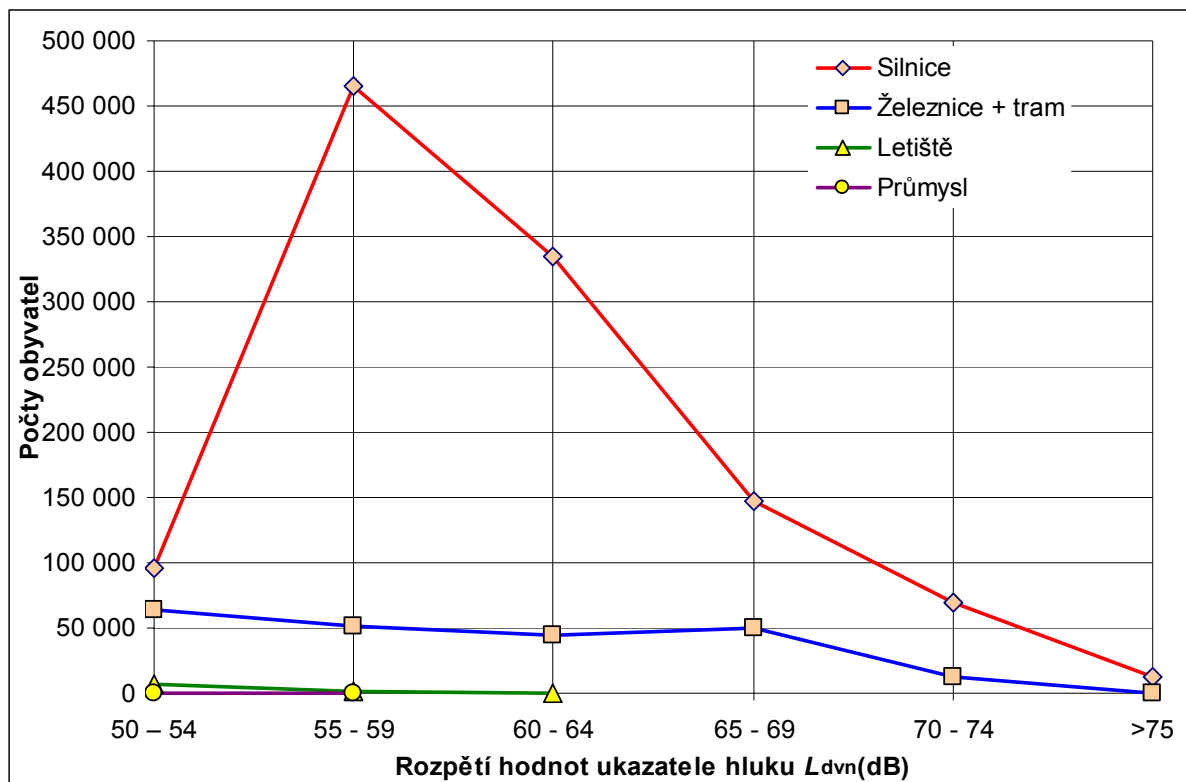
Rozpětí hodnot ukazatele hluku	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 – 44		252 354
45 - 49		321 458
50 – 54	255 678	181 070
55 - 59	330 487	76 719
60 - 64	188 245	34 640
65 - 69	77 087	8 357
70 - 74	33 567	202
>75	5 557	0

V tabulce 12 jsou výsledky vyhodnocení počtů osob toutéž metodikou VBEB pro jednotlivé složky hluku, dle požadavku END.

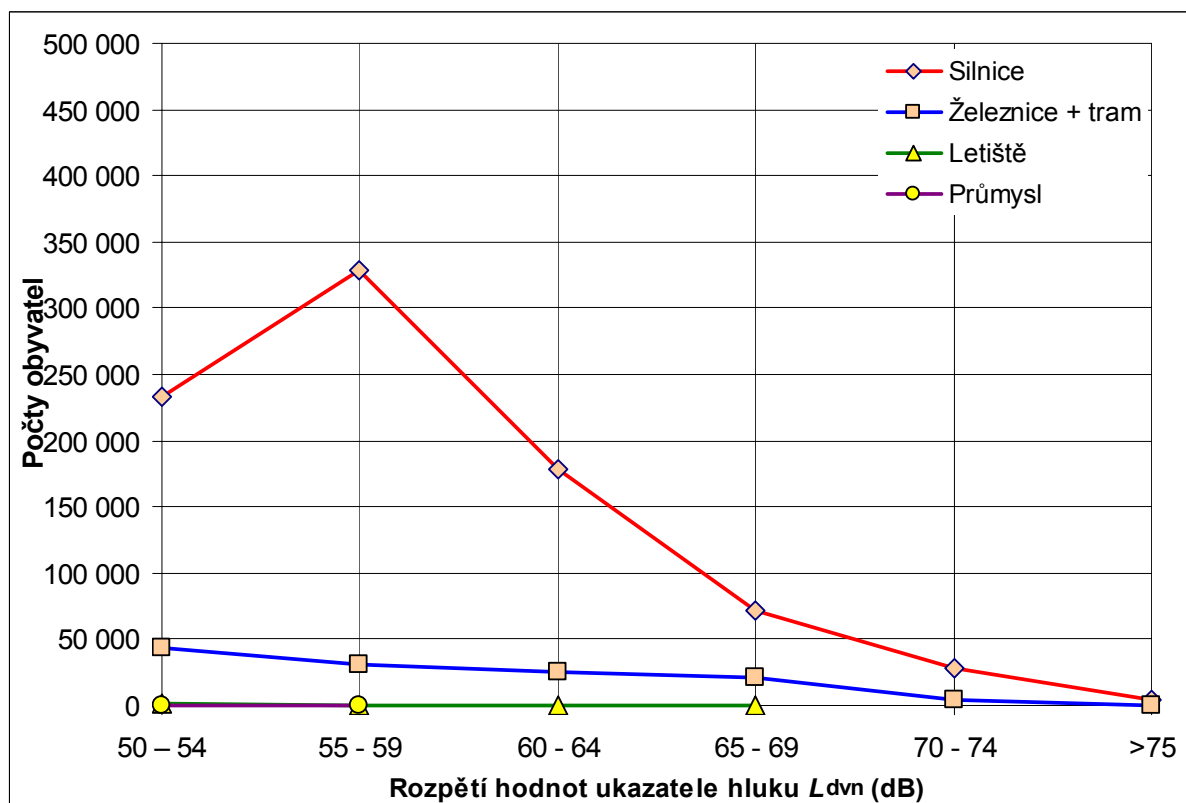
Tabulka 12 Počty osob zasažených hlukem ze silnic, železnic, leteckého provozu a průmyslu dle VBEB

Rozpětí (dB)	Silnice		Železnice		Letiště		Průmysl	
	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 – 44		249 651		52 613		615		76
45 – 49		319 881		35 770		12		31
50 – 54	232 800	170 154	43 857	26 896	1 606	0	42	0
55 - 59	329 327	70 726	31 554	23 416	405	0	0	0
60 - 64	178 353	29 152	24 880	9 858	10	0	0	0
65 - 69	71 270	5 807	20 611	98	0	0	0	0
70 - 74	28 155	164	4 324	0	0	0	0	0
>75	4 380	0	2	0	0	0	0	0

Ze statistik uvedených v tabulkách 10 a 12 a grafů na obrázcích 19 a 20 je jasné, že výrazně nejvíce obyvatel v aglomeraci je zatíženo hlukem ze silniční dopravy, významný je i hluk ze železniční a tramvajové dopravy. Nízkými imisními hladinami hluku z letiště a z průmyslu je zasažen velký počet obyvatel, na vyšších hladinách jsou ale se počty rychle blíží nule. Tyto závěry jsou důležité hlavně pro budoucí akční plány snižování hluku.



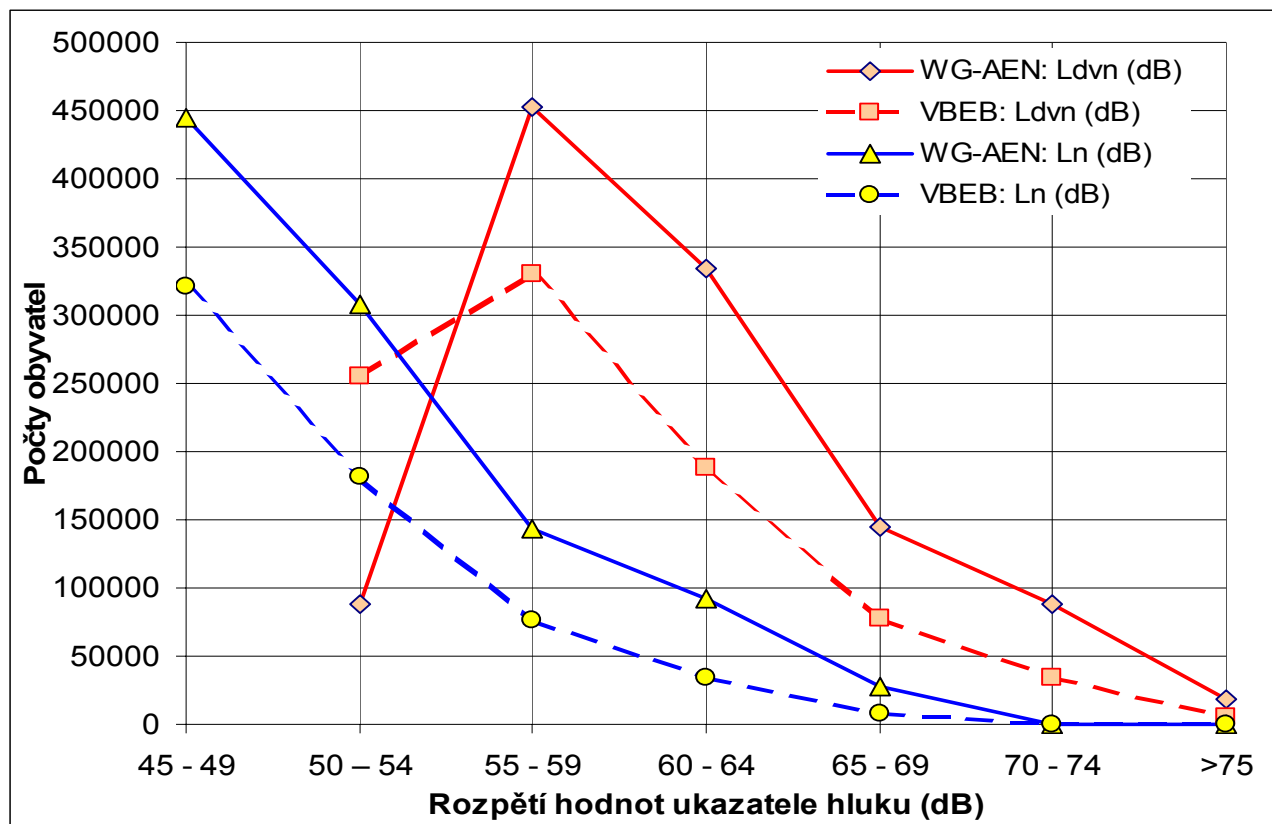
Obr. 19 Počty osob zasažených hlukem ze silnic, železnic, leteckého provozu a průmyslu vyhodnocené dle WG-AEN



Obr. 20 Počty osob zasažených hlukem ze silnic, železnic, leteckého provozu a průmyslu vyhodnocené dle VBEB

20.4 Analýza rozdílů mezi výsledky obou metodik

Výsledky výpočtů počtů zasažených osob podle obou metodik potvrdily předpoklad, že metodika WG-AEN přiřazuje obyvatele do vyšších pásem imise hluku, než metodika VBEB. Rozdíly jsou významné, jak ilustruje graf na obrázku 21.



Obr. 21 Přiřazení obyvatel do pásem imise hluku podle 2 metodik

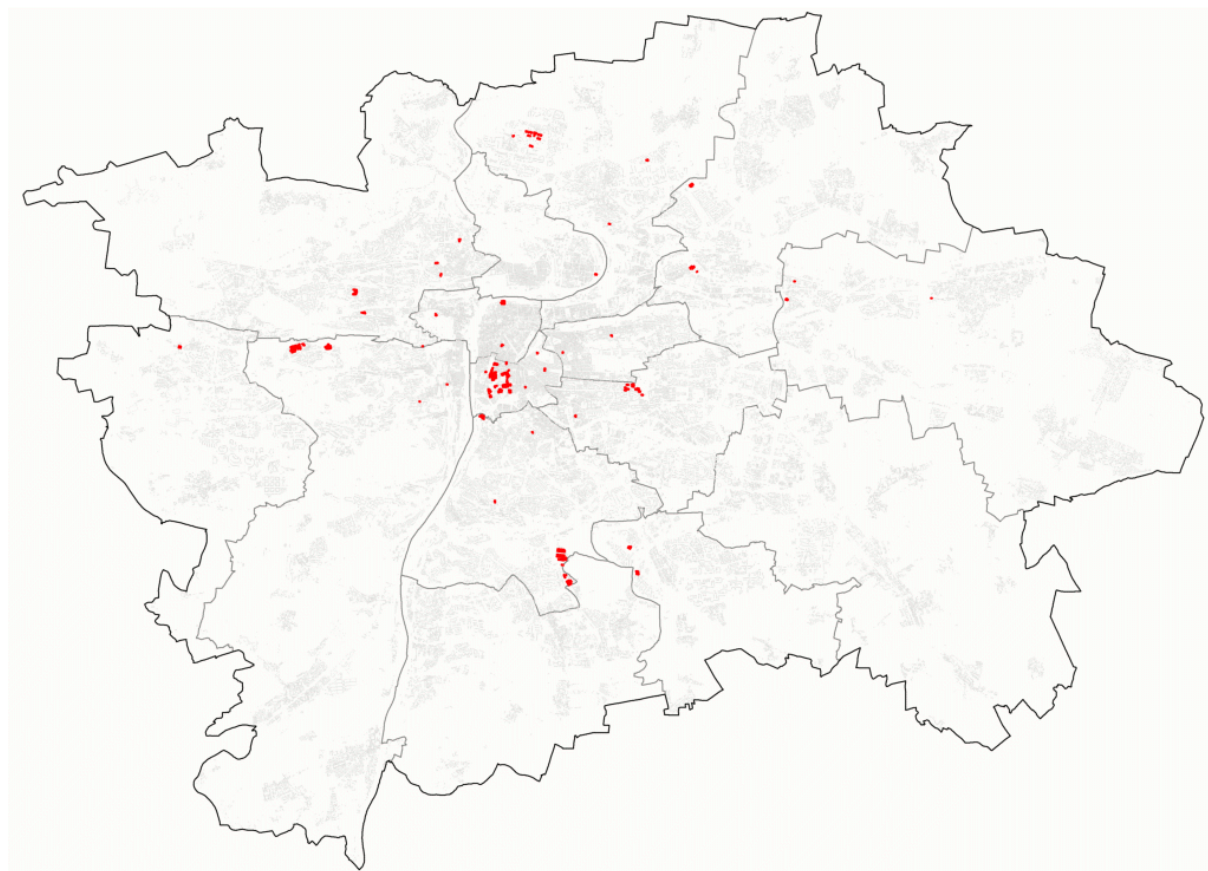
21. Analýza počtu budov zasažených hlukem

21.1 Nemocnice

Přehled modelovaných nemocnic je uveden v příloze 4. Poloha nemocnic je zřejmá z obrázku 22. Údaje byly převzaty z webu Ústavu zdravotnických informací a statistiky ČR (<http://www.uzis.cz/uzis/rzz/rzz.htm>). Vyhodnocovány byly všechny lůžkové budovy nemocnic (v rámci většího nemocničního areálu se nachází více budov s rozdílnou imisí hluku). Výsledek vyhodnocení je uveden v tabulce 13.

Tabulka 13 Počty lůžkových pavilonů nemocnic zasažených hlukem

Rozpětí hodnot ukazatele hluku	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 - 44		17
45 - 49		17
50 - 54	16	23
55 - 59	12	20
60 - 64	27	9
65 - 69	18	5
70 - 74	10	0
>75	3	0



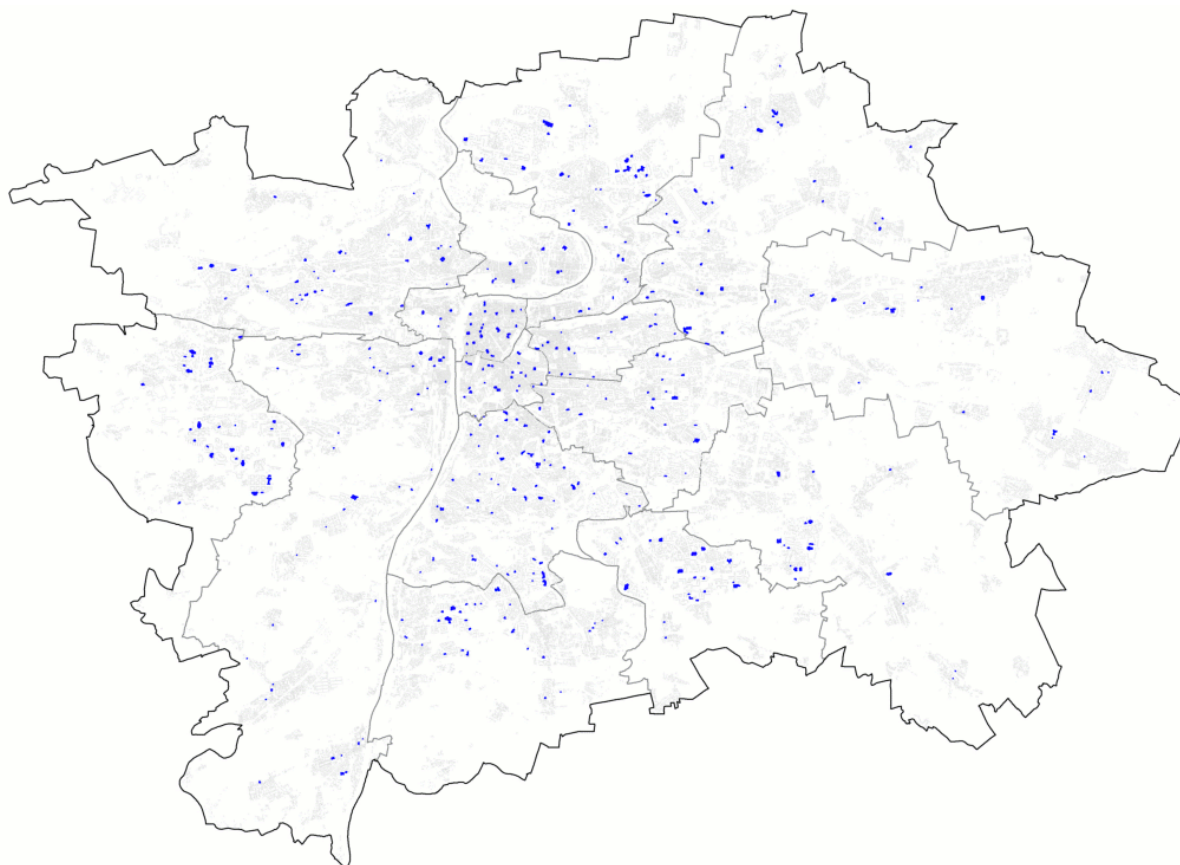
Obr. 22 Polohy modelovaných nemocnic

21.2 Školy

Přehled modelovaných škol je uveden v příloze 5. Zařazeny byly všechny školy, od mateřských až po vysoké. Poloha škol je zřejmá z obrázku 23. Výsledek vyhodnocení imisí hluku je uveden v tabulce 14.

Tabulka 14 Počty škol zasažených hlukem různých hladin

Rozeptí hodnot ukazatele hluku	L_{dvn} (dB)	L_n (dB)
40 - 44		70
45 - 49		140
50 - 54	59	98
55 - 59	163	72
60 - 64	96	29
65 - 69	72	14
70 - 74	25	0
>75	11	0



Obr. 23 Polohy modelovaných škol

21.3 Budovy s tichými fasádami

Za tichou fasádu byla podle WG-AEN považována ta, u níž je hodnota L_{dvn} o více než 20 dB nižší, než u fasády téhož objektu s nevyšší hodnotou L_{dvn} . Zároveň byla respektována doporučená podmínka, že tichá fasáda není exponována vyšším hlukem než $L_{dvn} = 55$ dB. Výsledky analýzy jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15 Analýza budov s tichými fasádami

Rozpětí hodnot ukazatele hluku	Minimální hodnota L_{dvn} (dB) na fasádách budovy		Minimální hodnota L_n (dB) na fasádách budovy	
	Počet obyvatel	Počet budov	Počet obyvatel	Počet budov
35 - 39	7 680	402	62 098	2 575
40 - 44	36 073	1 799	40 164	1 968
45 - 49	84 053	3 682	2 289	143
50 - 54	24 514	1 327	0	0

22. Základní údaje o zadaném území aglomerace Praha

Praha je hlavní a současně největší město České republiky, historická metropole Čech. Leží ve středu Čech na řece Vltavě, uvnitř Středočeského kraje, jehož je správním centrem. Je sídlem většiny státních institucí a mnoha dalších institucí, škol, zdravotnických zařízení a podniků. Do dnešní podoby se vyvíjela jedenáct století. Historické centrum města s jedinečným panoramatem Pražského hradu je od roku 1992 památkovou rezervací UNESCO.

Rozloha: 496 km²

Počet obyvatel: 1 160 641 (zadaný údaj ČSÚ)

Zeměpisná poloha: (střed města) 50°05'19" severní šířky a 14°25'17" východní délky

Průměrná nadmořská výška: 235 m

Podnebí: průměrná roční teplota 9,0°C, červenec 19,0°C, leden -0,9°C

Hlavní řeka: Vltava protéká Prahou v délce 31 km, v nejširším místě má 330 m

Administrativní dělení: od 1. 7. 2001: 22 správních obvodů, 57 městských částí (zdroj: Pražská informační služba)

23. Závěry

23.1 Informační hodnota strategické hlukové mapy

Jedním z hlavních cílů strategických hlukových map, definovaných evropskou směrnicí END, je informovanost veřejnosti o současném stavu imisí hluku v daném území. Vypracovaná hluková mapa přináší komplexní informaci o imisích hluku a zároveň poskytuje základní informaci o významu jednotlivých druhů hluku, tj. hluku ze silniční, železniční a letecké dopravy a hluku z průmyslu.

Již ze zběžného pohledu na strategickou hlukovou mapu Prahy je zřejmé, že nejvýznamnějším zdrojem hluku je silniční doprava. V okolí hlavních silničních tahů se nachází nejrozsáhlejší území s překročením limitů hluku stanovených vyhláškou č. 523/2006 Sb. a žije zde nejvíce obyvatel zasažených nadlimitním hlukem.

Hluk ze železniční dopravy může být místně významný, vzhledem k rozsahu železniční sítě a jejího vedení ve vztahu k chráněné zástavbě je však zřejmé, že na

území aglomerace Praha představuje celkově méně významný zdroj imisí hluku. Podobný závěr platí o pro hluk z leteckého provozu.

Nejméně významným je hluk šířený z integrovaných průmyslových zařízení, což je mimo jiné výsledkem systematické práce orgánů hygienické služby. Na území aglomerace Praha se nenacházejí velmi hlučné průmyslové závody, jejichž hluk by se významně šířil do širšího okolí. Nejvýznamnějším zdrojem hluku v souvislosti s průmyslovou výrobou je její obslužná doprava.

Strategická hluková mapa poskytuje dostatek informací pro stanovení priorit budoucích akčních plánů, které budou ověřovat možnosti snižování hluku jednotlivých zdrojů hluku v konkrétních částech aglomerace.

23.2 Východisko akčních plánů

Akční plány mají ve smyslu evropské směrnice END stanovit priority protihlukových opatření a pro jednotlivé zdroje hluku variantně navrhnout jejich optimální podobu. Strategická hluková mapa je pro to vhodným výchozím podkladem, protože přehledně informuje o oblastech s překročením imisních limitů a umožňuje identifikovat dominantní zdroje hluku.

Na území aglomerace budou z výše uvedených důvodů nejvýznamnější akční plány zabývající se možnostmi snížení hluku ze silniční dopravy. Ze strategické hlukové mapy je zřejmé, jak výrazně chybějí funkční městské okruhy, protože hluk v okolí radiálně vedených hlavních komunikací je nadměrný. Jednou z priorit akčních plánů nepochybně bude posouzení uceleného dopravního systému okruhů a radiál řešícího tranzitní i místní dopravu na celém území Prahy a okolí. Je však třeba zdůraznit, že kapacitní systém páteřních silničních komunikací musí být i z hlediska omezení emisí hluku doplněn systémem regulace, týkajícím se vhodných omezení vjezdu všech či pouze nákladních vozidel i omezení rychlosti provozu. V opačném případě nelze očekávat, že by dobudovaný dopravní systém přinesl snížení hlukové zátěže obyvatel Prahy. Vyplývá z toho, že realizovatelné akční plány snižování hluku z dopravy nemohou být vypracovány bez aktivní spolupráce dopravních odborníků a kompetentních státních a magistrátních úřadů.

Z práce na strategické hlukové mapě vyplývá, že budoucí akční plány v aglomeraci by se měly zabývat všemi prostředky snižování hluku, zmíněnými v END:

- plánování dopravy;
- územní plánování;
- technická opatření u zdrojů hluku;
- výběr tišších zařízení;
- opatření proti šíření hluku;
- regulace dopravy;
- ekonomické nástroje a stimuly.

23.3 Náměty pro příští kolo tvorby strategických hlukových map

Z práce na strategické hlukové mapě vyloučily některé náměty pro příští kolo mapování, které podle END proběhne v roce 2012.

Pro zadání nové strategické hlukové mapy je třeba soustředit nejkvalitnější mapové podklady, která jsou pro daná území k dispozici, protože na nich je závislá věrnost modelu. Detailněji by měly být připraveny i veškeré další vstupy modelů, jako například dopravní zátěže a ostatní parametry silničních a železničních komunikací, hodnoty emise hluku průmyslových závodů atd. Tyto informace by bylo vhodné sou-

středit a zpracovávat v jednotném geograficko-informačním systému umožňujícím jejich komplexní zpracování a aktualizace. Doporučujeme sestavení mezirezortní pracovní skupiny pod gescí ministerstva zdravotnictví, která by tuto problematiku řešila a stanovila by pravidla pro pořizování, vedení a zpracování dat potřebných pro tvorbu strategických hlukových map a akčních plánů s ohledem na kompetence a působnost jednotlivých rezortů.

Významným zdrojem nejistoty predikce jsou v aglomeracích odhady dopravních zátěží vedlejších komunikací, pro které nejsou k dispozici individuální údaje. Jedná se o mnoho komunikací nacházejících se v blízkosti vysokého počtu chráněných míst. Navrhujeme proto ještě před zadáním tvorby mapy zadat vypracování kompletního dopravního modelu, který bude zahrnovat všechny komunikace na území aglomerace. Obsahovat by měl i průměrné rychlosti dopravního proudu pro úseky komunikací a chování dopravního proudu. Nejistota výpočtu se tak významně sníží a bude dosaženo větší vypovídací schopnosti mapy i v detailech.

V Praze 24. 9. 2007

Ing. Josef Novák, CSc.