

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Modelová akustická měření ve vnějších prostorech**

**vedoucí práce: Ing. Oldřich Tureček, Ph. D.**

**autor: Bc. Robert Chval**

**2012**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Robert CHVAL**  
Osobní číslo: **E09N0083P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Modelová akustická měření ve venkovních prostorech**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Navrhněte vhodné modelové situace pro ověření jednoduchých modelů realizovaných v softwaru Hluk+.
2. Realizujte měření odpovídající modelovým situacím.
3. Porovnejte výsledky získané simulací a reálným měřením.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Oldřich Tureček, Ph.D.  
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: 17. října 2011  
Termín odevzdání diplomové práce: 11. května 2012

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

## **Anotace:**

Diplomová práce zabývající se Modelovým akustickým měřením ve vnějších prostorech v úvodní teoretické části objasňuje základní pojem hluk, jeho vlastnosti a působení na lidské zdraví. Dále se pak zabývá měřením hluku, důležitostí programové simulace měření a samotným programem Hluk + .

Praktická část této diplomové práce je zaměřena na vlastní měření hluku ve vnějších prostorech v praxi. Předmětem zkoumání jsou místa v okolí Plzně, konkrétně Výsluní a Plzeň- Bory. Popisována jsou jednotlivá místa měřených oblastí.

Třetí, taktéž praktická, část této práce je věnována programové simulaci uskutečněné v programu Hluk +. Podkladem těchto simulací je vždy reálná skutečnost zkoumaných prostor.

Závěrem diplomové práce je shrnutí výsledků reálného měření a jejich porovnání s výsledky programové simulace.

## **Klíčová slova:**

Hluk, akustický tlak, protihluková stěna, software Hluk +, ekvivalentní akustická hladina tlaku, simulace.

## **Abstrakt:**

The thesis dealing with the Model acoustic measurements in outer space in it's opening theoretical part clarifies the basic concept of noise, it's attributes and it's effect on human health. Furthermore, the thesis deals with the noise measurement, the importance of program measurement simulation and the Hluk+ program itself.

The practical part of this thesis is focused on the actual noise measurement in outer space in practice. The sites near the city of Plzeň, namely Výsluní and Plzeň – Bory are the subject of the research. The individual spots of the measured sites are described.

The third, also practical part of the thesis, deals with the program simulation realized in the Hluk+ program. The basis of these simulations is always represented by a real fact of the researched spaces.

The final part of the thesis summarizes the results of the real measurements and their comparison with the results of the program simulation.

## **Key words:**

Noise, sound pressure, noise barrier, software Hluk +, equivalent acoustic pressure level , simulation.

## Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 10.5.2012



Robert Chval

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Oldřichu Turečkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>6</b>
<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>Seznam použitých symbolů a zkratk</b> .....	<b>9</b>
<b>I. Teoretická část</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Hluk</b> .....	<b>10</b>
1.1 Vlastnosti hluku .....	10
1.2 Působení hluku na lidské zdraví .....	11
1.3 Měření hluku .....	12
<b>3. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí</b> .....	<b>13</b>
<b>4. Reálné měření akustického tlaku v prostředí versus simulace</b> .....	<b>15</b>
<b>5. Hluk +</b> .....	<b>15</b>
<b>II. Praktická část</b> .....	<b>16</b>
<b>5. Realizace měření hluku</b> .....	<b>16</b>
5.1 Měření Výsluní, Plzeň - Litice .....	16
5.1.1 Podmínky měření .....	17
5.1.2 Výsledky měření .....	20
5.2 Měření před protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň – Litice .....	21
5.2.1 Podmínky měření .....	22
5.2.2 Výsledky měření .....	25
5.3 Měření za protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň - Litice .....	26
5.3.1 Podmínky měření .....	27
5.3.2 Výsledky měření .....	30
5.4 Měření u Borské věznice, Plzeň Bory .....	31
5.4.1 Podmínky měření .....	32
5.4.2 Výsledky měření .....	35
<b>6. Modelování měřených situací v programu Hluk +</b> .....	<b>36</b>
6.1 Situace Výsluní, Plzeň - Litice .....	36
6.2 Situace před a za protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň – Litice .....	39
6.3 Situace u Borské věznice, Plzeň Bory .....	43



---

<b>Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>Seznam literatury a informačních zdrojů .....</b>	<b>49</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>50</b>

## Úvod

Velmi závažným problémem životního prostředí a především prostředí obyvatelstva, ve kterém žijeme se stal hluk. Hlučnost prostředí neustále stoupá. Jedná se hlavně o hluk z dopravy, z průmyslu, ze stavební činnosti apod.

Největšímu rozvoji podlehla automobilová doprava. Rozvoj dopravy přináší ale i negativní dopad na obyvatelstvo, ke kterým patří i již zmíněná nadměrná hluková zátěž působící nepřetržitě v okolí všech komunikací. Na mnoha místech se budují nebo jsou již vybudovány protihlukové stěny. Jejich smyslem je snížení hluku jeho pohlcením či odrazem. Úplného zabránění prostupu hluku skrz protihlukové stěny však nelze docílit. Hlavní příčinou jsou nízké frekvence hluku, vydávané motory automobilů a motocyklů, jejichž prostoupení nedokáže protihluková stěna zachytit. Zachycuje či odráží tedy frekvence vysoké.

Předmětem zkoumání této diplomové práce jsou modelové situace, běžně se vyskytující v praxi. Zkoumána jsou místa, nacházející se v bezprostřední blízkosti pozemní komunikace a porovnání působení hluku z dopravy na různých místech a za různých podmínek ( bez protihlukové stěny a s protihlukovou stěnou). Reálně naměřená skutečnost je pak srovnávána se softwarově vytvořenou simulací.

Cílem této práce je vytvoření takových modelů, které budou co nejshodnější s realitou. Tyto modely by pak měly být využívány pro další rozvinutější a složitější simulace, které by bylo možné vytvářet bez podkladu reality. Jedná se tedy o základní model simulace, který lze rozvíjet a upravovat dle veškerých potřeb a myšlenek a vytvářet tak dosud neexistující situace.

## Seznam použitých symbolů a zkratk

dB	decibel
DXF	grafický formát
SHP	prostorový datový formát
3D	prostorový grafický formát
$\lambda$	vlnová délka
Co	rychlost šíření podélné zvukové vlny v prostředí
U	teplota
$L_{Aeq,T}$	ekvivalentní hladina akustického tlaku
$L_{pAmax} (L_{AFmax\_dt})$	maximální hladina akustického tlaku
$L_{AFmin\_dt}$	minimální hladina akustického tlaku
$L_{CPKmax\_dt}$	maximální peak hladina akustického tlaku
$L_{AE}$	hladina zvukové expozice
$L_{AN}$	distribuční, procentní hladiny akustického tlaku
$L_{dvn} (L_{Aeq})$	dlouhodobá průměrná ekvivalentní hladina akustického tlaku
$L_{pteq} (L_{Zeq})$	kmitočtová analýza hladiny akustického tlaku
$L_{ZFmax}$	maximální kmitočtová analýza hladiny akustického tlaku
$L_{ZFmin}$	minimální kmitočtová analýza hladiny akustického tlaku
$L_{lim}$	nejvyšší přípustná (limitní) hladina

# I. Teoretická část

## 1. Hluk

Zvuky jsou součástí přirozeného prostředí lidí a živočichů. Tvoří základ řeči a komunikace mezi lidmi ( předávání informací), zvířaty a mezi nimi navzájem. Zvuky jsou vnímány ze všech stran prostředí. Mohou přinášet příjemné i nepříjemné zážitky. Příliš silné, nepříjemné zvuky mohou na člověka působit negativně. Tyto nepříjemné, nežádoucí zvuky či zvuky se škodlivými účinky nazýváme hlukem.

Za základní definici hluku můžeme považovat jeho vnímání jako nežádoucího zvuku s nadměrnou intenzitou, jehož působení člověka obtěžuje, poškozuje a ruší. Hladina frekvenčního pásma hluku se pohybuje v rozmezí od 20 Hz do 20 kHz. Jeho vnímání člověkem je však relativní a ryze individuální. Silný akustický signál se stává pro někoho rušitelem, jinému ale může přinášet důležité informace.

Základní skupinu problematického hluku tvoří:

- Hluk leteckého a železničního provozu
- Hluk silniční dopravy
- Hluk průmyslu
- Hluk stavební činnosti
- Hluk hudby
- Hluk spojený s bydlením a domácími pracovními nástroji

V současné době se s hlukem setkáváme nejčastěji v podobě automobilové dopravy. Rozvoj dopravy a průmyslu výrazně roste a udržet rostoucí hlučnost prostředí pod přijatelnou hranici je velmi obtížné. Ve většině těchto případů se setkáváme s hlukem, který nepůsobí bezprostředně, ale jehož účinky se kumulují a negativní dopady se projevují až po delší době.

### 1.1 Vlastnosti hluku

Za jednu ze základních fyzikálních vlastností hluku ( zvuku) můžeme považovat jeho změřitelnost. Intenzita hluku ( zvuku) je nejčastěji měřena jednotkou decibel (dB). Jeho šíření je označováno akustickou vlnou.

Další vlastností hluku ( zvuku) je jeho šíření na poměrně velké vzdálenosti v rozmezí stovky a více metrů. Přitom je jeho šíření stejně účinné vzduchem, vodou i pevnou hmotou, např. konstrukcí stavby. Šíření hluku či zvuku ( akustické vlnění) se

může za určitých podmínek odrážet, lomit a ohýbat. To znamená, že i při jednom zdroji hluku, může být toto místo zdroje neidentifikovatelné, dojde-li k některému z uvedených efektů akustické energie. Tuto skutečnost je možné zaznamenat v uzavřených a polozavřených prostorech.

V důsledku tohoto jevu působí hluk na každého, kdo je v dosahu akustické energie. Postihuje tedy nejen osobu, která zdroj obsluhuje, ale i ostatní, kteří se zdrojem nemají nic společného. Pro takového člověka se stává hluk nežádoucím a zbytečným.

Nejčastěji na člověka působí již zmíněný hluk z automobilové dopravy. V přirozeném prostředí může tedy běžný dopravní prostředek zamořit svým hlukem území až o rozloze několika čtverečních kilometrů.

## 1.2 Působení hluku na lidské zdraví

Reakce lidského organismu na působení hluku nebývá příliš zřetelná. Obvykle dochází ke snížení citlivosti sluchu, bolesti hlavy či neschopnosti soustředit se. Tyto příznaky jsou však často překrývány jinými zdravotními potížemi a proto jim není obvykle přikládána pozornost. Docházet však může i k poruchám psychické stránky osobnosti, snížení odolnosti vůči stresu, k poruchám vegetativního systému, k poruchám spánku a s ním souvisejícím obtížím s usínáním či častým probouzením, k poruchám smyslově motorických funkcí apod. Dlouhodobé působení hluku může vyvinout trvalé účinky, jako je zvýšení krevního tlaku a tepové frekvence a ischemická choroba srdeční. Působení hluku může být i primárním aktivátorem vlastního patogenního děje.

Působením nadměrného hluku může dojít až k poškození sluchu. Rozlišujeme dva základní typy poškození nadměrným hlukem:

Dočasné poškození sluchu ( tzv. Sluchová únava)- vzniká krátkodobým vystavením příliš silnému hluku, např. pobyt v hlučném hudebním klubu.

Trvalé poškození sluchu- dochází k nevratnému poškození smyslových buněk ve vnitřním uchu, např. při dlouhodobé hlukově rizikové práci. Následkem je tzv. hlukové trauma ( výbuch, třesk).

Poruchy sluchu může vyvolat také dlouhodobé působení hluku:

- a) Specifické účinky- projevují se poruchou činnosti sluchového analyzátoru.
- b) Nespecifické účinky- projevují se ovlivněním funkcí různých systémů organismu.

Hluk nepůsobí izolovaně pouze na sluch, ale také na žlázy s vnitřní sekrecí a centra pro řízení autonomních reakcí.

Hluk zasahuje velké skupiny obyvatel. Ve srovnání např. se znečištěním ovzduší nevyvolává hromadný výskyt onemocnění ani jiné katastrofální situace.

Měřením a snižováním hluku se zabývají stále větší skupiny odborníků různých profesí. V současné době je na škodlivé účinky hluku zaměřena pozornost mnoha odborníků, zejména z oblasti zdravotnictví.

### **1.3 Měření hluku**

#### Předmět měření

Měřit lze hluk zapříčiněný určitým zařízením nebo hluk prostředí. Měřením hluku zařízení definujeme hladinu hluku, či hladinu akustického tlaku, spektrum hluku a směrovou charakteristiku hluku. Měřením hluku prostředí zjišťujeme hladinu hluku a spektrum hluku

#### Podmínky měření

Meteorologické podmínky měření- během měření by měl být povrch prostředí ( silnice, terén, koleje apod.) suchý, bez známek námrazy, ledu, sněhu či jinovatky. Vítr nesmí překročit rychlost  $5 \text{ ms}^{-1}$ .

Období měření- nezbytný je také správný výběr vhodného období měření. Je třeba určit roční dobu, měsíc, týden, den i přesnou hodinu měření.

Délka a časový interval měření- délku měření volíme dle předmětu měření tak, aby byly zachyceny veškeré potřebné hlukové situace typické pro oblast měření. Časový interval musí zachytit všechny důležité složky, rozdíly šíření a emise hluku.

#### Místo měření

Měření ve venkovních prostorech- měření je prováděno v místě největší koncentrace hluku, kde obvykle dochází k největšímu rušení obyvatel. Měření je možné provést na jednom či více místech. Umístění měřícího zařízení závisí na situaci okolí a potřebách samotného měření. Nejméně je však nutné umístit mikrofon 3,5 m před plochu odrážející hluk a 3 m nad terénem ( především při zjišťování vlivu dopravního hluku na zástavbu).

Měření ve venkovních prostorech budov- měření ve venkovních prostorech budov se provádí před středem okna posuzované fasády. Mikrofon je umístěn 1 - 2 m od fasády a 1,2 – 1,5 m nad úrovní daného podlaží.

Měření uvnitř budov- k měření je vybírána místnost, kde je předpokládán

nejvyšší hluk ovlivňující přítomné osoby. Měření probíhá tak, že mikrofon je umístěn v poloze směřující ke zdroji hluku, pokud je jeho směr identifikovatelný. Pokud ne, umísťujeme ho svisle vzhůru. Podmínkou umístění mikrofonů je jejich poloha min. 1,2 m od zdi, podlahy a stropu a min. 1,5 m od oken a jiných přenašečů zvuku.

### **3. Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí**

„Ministerstvo zdravotnictví - hlavní hygienik České republiky vydává podle § 80 odst. 1 písm. a) zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů Metodický návod ke sjednocení postupu orgánů a zařízení ochrany veřejného zdraví při měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí.“

Metodický návod přesně stanovuje způsob měření a hodnocení hladin hluku pro účely hodnocení jejich vlivu na lidské zdraví dle Nařízení vlády č.502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

#### Přístrojové vybavení

„K měření hluku v mimopracovním prostředí se používají zvukoměry vyhovující požadavkům ČSN IEC 651 a integrující - průměrující zvukoměry vyhovující požadavkům ČSN EN 60804 + A2. Při kmitočtové analýze se používají pásmové filtry, které splňují požadavky ČSN EN 61260.

Při venkovních měřeních se vždy použije kryt mikrofonu proti větru.

Mikrofon ani měřicí přístroj nesmí být při měření vystaven nadměrným otřesům, vibracím, magnetickým nebo elektrickým polím, nadměrné teplotě, nebo chladu, nadměrné vlhkosti, silnějšímu radioaktivnímu záření nebo jiným nepříznivým vlivům; nesmí být rovněž vystaven rychlému proudění vzduchu. Provozní podmínky určuje výrobce měřicího zařízení nebo jeho částí.“

#### Kalibrace

„Provozní kalibrace zvukoměrné techniky před měřením, v jeho průběhu a po jeho ukončení se provádí akustickými kalibrátory, které vyhovují požadavkům ČSN EN 60942 nebo pistonfony. Po ukončení měření se nesmí nastavení přístroje lišit od původně nastavené hodnoty o více než 0,5 dB, je-li odchylka větší, provede se nové nastavení všech přístrojů a nové měření.

Akustické kalibrátory a pistonfony (včetně barometru) používané k měření musí

být vybaveny platným kalibračním listem. Doporučuje se, aby doba platnosti kalibrace nepřekročila 2 roky.“

### Základní akustické deskriptory

Pro vyjádření naměřených hodnot hluku používáme termín „ hladina akustického tlaku“ ( jednotka- dB decibel).

Základními deskriptory jsou:

1.  $A, L_{Aeq,T}$  ( )- ekvivalentní hladina akustického tlaku
2.  $A, L_{pAmax}$ - maximální hladina akustického tlaku
3.  $L_{AE}$  ( SEL)- hladina zvukové expozice
4.  $L_{AN}$ - distribuční, procentní hladiny akustického tlaku (  $L_{A1}, L_{A10}, L_{A50}, L_{A90}, L_{A99}$ )
5.  $L_{dvn}$ - dlouhodobá průměrná ekvivalentní hladina akustického tlaku
6.  $L_{pteq}$ , resp.  $L_{ptmax}$ - pásmová kmitočtová analýza hladiny akustického tlaku

Měření hladiny akustického tlaku je zaznamenáváno do protokolu. Tento protokol musí obsahovat- identifikaci instituce provádějící měření ( vč. akreditace, autorizace apod.), identifikaci objednatele měření, datum a dobu měření, použití měřící a výpočtové metody, použité přístrojové vybavení, identifikaci a popis měřeného zdroje hluku, umístění měřících míst, výsledky všech měření a výpočtů, nejistoty, popř. meteorologické podmínky, topografii terénu, popis šíření hluku, referenční a měřící časové intervaly, provozní a zátěžové podmínky zdroje hluku atd.

### Hodnocení měření

Nejvyšší přípustná (limitní) hladina  $L_{lim}$  se stanoví ve shodě s jednotlivými články nařízení vlády.

Porovnání výsledné hladiny akustického tlaku  $A, L_{pA}$ , s nejvyšší přípustnou (limitní) hladinou  $L_{lim}$  se provede s uvážením nejistoty  $\varepsilon$  přidružené k uskutečněnému měření podle následujícího postupu:

Pokud  $L_{pA} - \varepsilon \leq L_{lim} < L_{pA} + \varepsilon$ , nelze učinit jednoznačný závěr a měření se musí, pokud je to možné, zopakovat a zpřesnit, např. delší dobou měření, přesnějším přístrojem atd.

Pokud  $L_{pA} + \varepsilon \leq L_{lim}$ , nejvyšší přípustná hladina není překročena.

Pokud  $L_{pA} - \varepsilon > L_{lim}$ , nejvyšší přípustná hladina je překročena.



## 4. Reálné měření akustického tlaku v prostředí versus simulace

Výhodami reálného měření akustického tlaku jsou především přesnější výsledky vyhodnocení. Tyto výsledky jsou však závislé na třídě přesnosti měřících zařízení. Tato zařízení jsou ale velmi finančně nákladná. Nevýhodou je často špatná dostupnost na místo měření a závislost měření na okolních podmínkách, hlavně meteorologických jevech.

Výpočet akustického tlaku pomocí softwarové simulace vyžaduje zkušenosti práce s PC a se samotným softwarem. Důležité je správné zadání podmínek a všech okolností dle reálné skutečnosti prostředí, ve kterém má být akustický tlak měřen. Jedná se tedy o velmi podrobnou a přesnou práci s daty. I přesto nejsou výsledky vyhodnocení tak přesné jako u reálného měření akustického tlaku. Celkové uskutečnění této simulace měření je však ve výsledku výhodnější, a to především díky nezávislosti na meteorologických podmínkách a dostupnosti terénu. Velký přínos je znatelný také při měření akustického tlaku ve více bodech dané oblasti, a to z důvodu zadání jedné situace pouze se změnami polohy měřícího bodu. Tento program umožňuje také změnu modelové situace, dle vlastních potřeb. Je možné například vytvořit reálnou modelovou situaci prostoru v okolí pozemní komunikace bez protihlukové stěny a následně tuto situaci změnit přidáním „programové“ protihlukové stěny.

## 5. Hluk +

Softwarový program Hluk + slouží k predikci a vyhodnocování hlukových situací způsobených dopravou a průmyslovými zdroji ve venkovním prostředí. Umožňuje třírozměrné modelování terénu, na základě zadání nezbytných informací. Dále umožňuje grafické znázornění hlukové situace s podporou podkladové mapy, hlukové výpočty dle nastavených parametrů, grafické znázornění výsledků ( ve formě izofon a pásem), výstup výsledků do souborů různých formátů a další speciální funkce ( např. spolupráce s formátem DXF, SHP, 3D).

## II. Praktická část

Praktickou částí této diplomové práce je realizace měření hluku ve venkovních prostorech. Místem jednotlivých měření je Plzeňský kraj, bezprostřední okolí Plzně. Pro zjištění hodnot hluku byly zvoleny dvě oblasti měření- Výsluní ( Plzeň- Litice) a Bory ( v blízkosti Borské věznice). Tato dvě zvolená místa jsou vystavena hlukové zátěži především z dopravy. V oblasti první se nachází frekventovaná silnice č. 27 s dvěmi prostorovými situacemi ( měření na volném prostranství- pole a měření před a za protihlukovou stěnou) a oblast druhou tvoří okolí nově vytvořeného obchvatu Plzně.

K praktickému měření byly použity přístroje potřebné pro měření hluku:

1. Hlukoměr- NTi audio XL2 MINIRATOR MR2
2. Mikrofon- NTi M2210 s.No 1368
3. Přístroj pro kalibraci- Nr. 54081, CHALLPEGELKALIBRATOR 05 000
4. Teploměr a vlhkoměr- OMEGAETTE HH 311
5. Inframetř Bosch DL 250

### 5. Realizace měření hluku

#### 5.1 Měření Výsluní, Plzeň - Litice

Místem prvního měření je pole na Výsluní ( Plzeň- jih, nedaleko obce Litice). V bezprostřední blízkosti tohoto místa se nachází rychlostní silnice č. 27, která zajišťuje spojení mezi městy Plzeň a Klatovy. Tento prostor pro měření hluku byl zvolen záměrně především díky dobrým technickým parametrům. Oblast měření je znázorněna na obr. č. 1. Přesné místo pak na obr. č. 2.

Obr. č. 1. Vyznačená oblast měření



Poznámka: Situační snímek: pole na Výsluní ( Plzeň- jih), červeně je vyznačena oblast měření.

Obr. č. 2. Vyznačené místo měření



Poznámka: Situační snímek: pole na Výsluní ( Plzeň- jih), červeně je vyznačeno přesné místo měření.

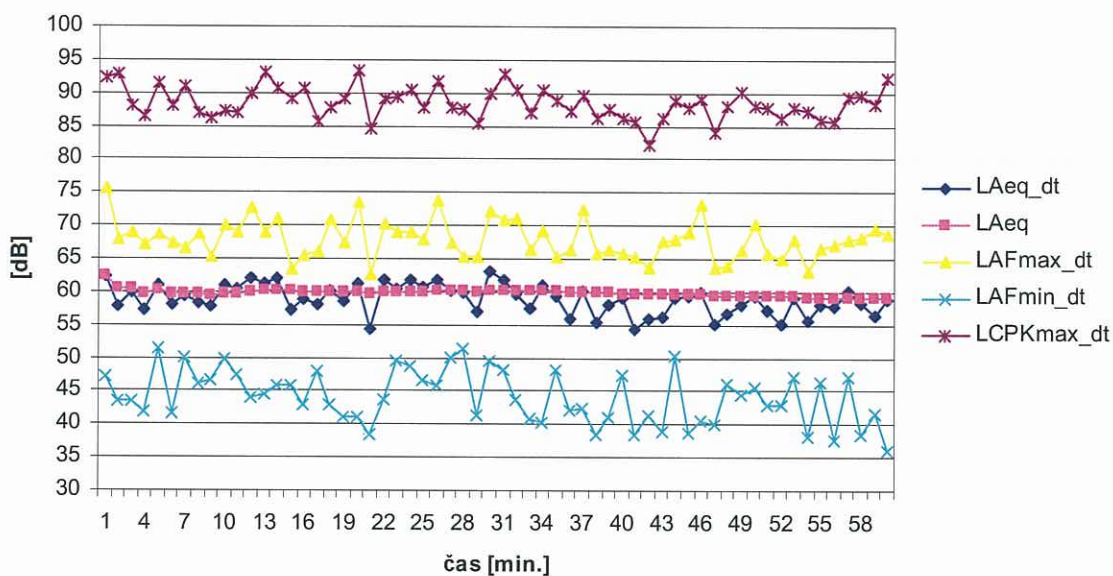
**5.1.1 Podmínky měření**

První měření bylo provedeno 20. března 2012 v čase od 10:32:32 hod. do 11:32:32 hod. Průměrná teplota vzduchu dosáhla 13,3 °C, průměrná vlhkost činila 35,5 % a barometrický tlak se pohyboval okolo 1034 hPa.

## 1. Měření akustického tlaku

### Graf- Hodnoty měření akustického tlaku

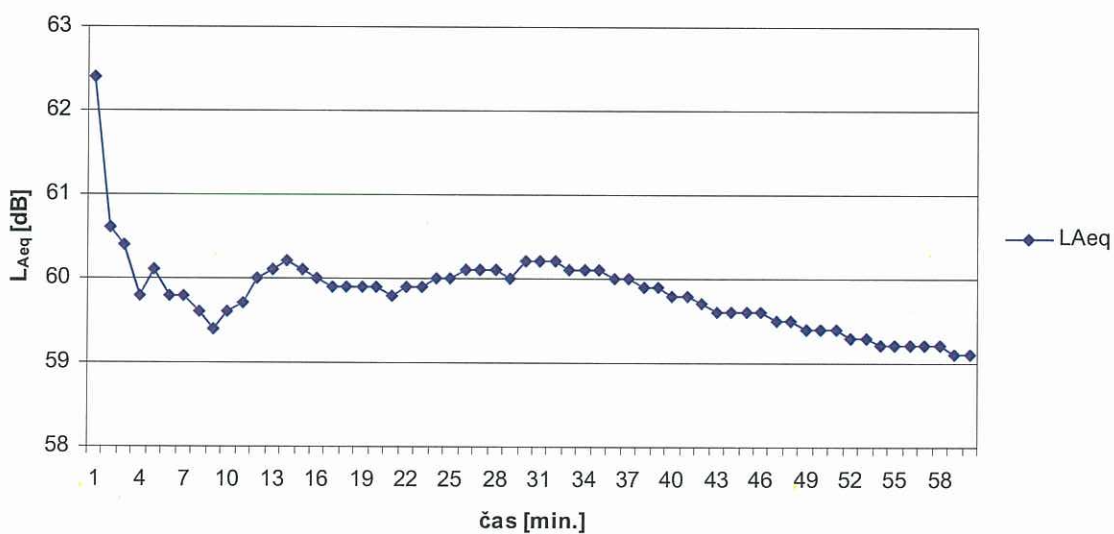
Graf naměřených hodnot



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ .

### Graf- Hodnota $L_{Aeq}$

Graf  $L_{Aeq}$



Poznámka: Graf je zaměřen na bližší prozkoumání hladiny  $L_{Aeq}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku).

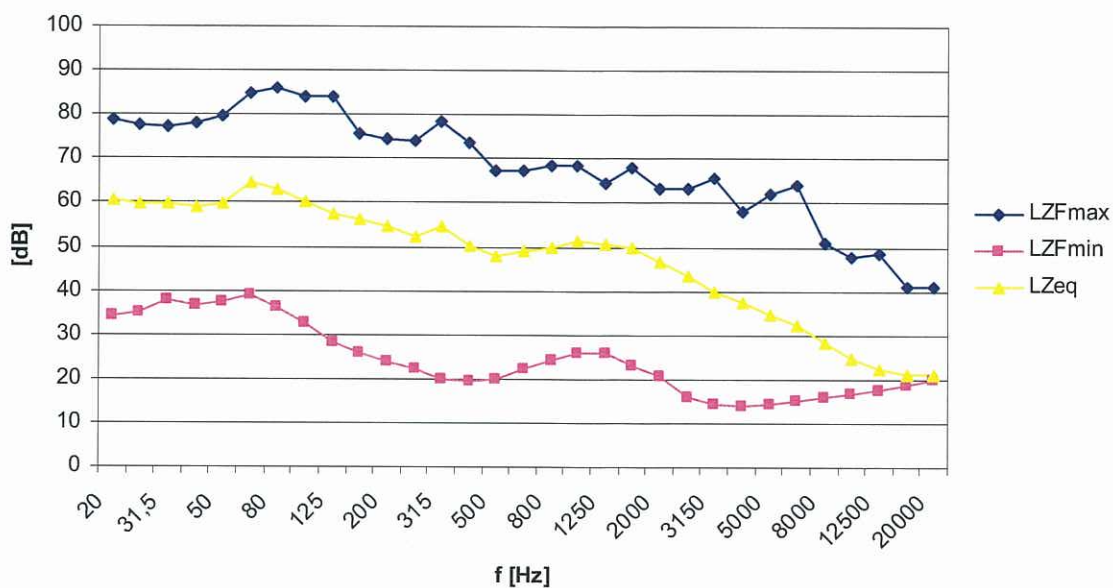
Tabulka č. 1- Výsledné hodnoty měření akustického tlaku

Datum	Čas	$L_{Aeq\_dt}$	$L_{Aeq}$	$L_{AFmax\_dt}$	$L_{AFmin\_dt}$	$L_{CPKmax\_dt}$
20.3.2012	11:32:32	59,1	59,1	75,7	36,1	93,4

## 2. Měření frekvenční analýzy

### Graf- Hodnoty měření frekvenční analýzy

Graf frekvenční analýzy



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ ,  $L_{Zeq}$ . Z grafu lze vyčíst hladiny hluku v závislosti na frekvenci. Největší citlivost je v pásmu od cca 20 – 350 Hz.

**Tabulka č. 2- Výsledné hodnoty měření frekvenční analýzy v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz**

<b>f [Hz]</b>	<b>L<sub>ZFmax</sub></b>	<b>L<sub>ZFmin</sub></b>	<b>L<sub>Zeq</sub></b>
20	78,9	34,3	60,6
25	77,5	34,9	59,6
31,5	77,2	38,0	59,7
40	77,9	36,7	59,1
50	79,6	37,6	59,9
63	84,8	39,1	64,5
80	86,2	36,2	62,8
100	84,0	32,5	60,1
125	84,2	28,2	57,5
160	75,8	25,8	56,1
200	74,4	23,8	54,4
250	74,1	22,2	52,1
315	78,5	19,8	54,5
400	73,7	19,5	50,3
500	67,2	19,9	48,0
630	67,4	22,3	48,9
800	68,7	24,4	50,0
1000	68,5	25,8	51,3
1250	64,4	25,7	50,6
1600	68,0	23,2	49,7
2000	63,4	20,9	46,8
2500	63,3	15,9	43,4
3150	65,7	14,5	39,9
4000	58,2	13,9	37,4

### 5.1.2 Výsledky měření

Při měření akustického tlaku byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ . Ekvivalentní hodnota akustického tlaku ( $L_{Aeq}$ ) dosáhla průměrné hodnoty 59,1 dB. Výsledné hodnoty měření jsou pak zaznamenány v tabulce č.1- průměrné ( $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ), maximální ( $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ ) a minimální ( $L_{AFmin\_dt}$ ).

Měřením frekvenční analýzy byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Zeq}$ ,  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ .

Výsledné hodnoty měření v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz jsou zaznamenány v tabulce č. 2- průměrné ( $L_{Zeq}$ ), maximální ( $L_{ZFmax}$ ) a minimální ( $L_{ZFmin}$ ).

Kompletní naměřené hodnoty jsou obsaženy v příloze této diplomové práce.

## 5.2 Měření před protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň – Litice

Místem druhého měření je oblast před protihlukovou stěnou na Výsluní ( Plzeň-jih, nedaleko obce Litice). V bezprostřední blízkosti tohoto místa se nachází rychlostní silnice č. 27, která zajišťuje spojení mezi městy Plzeň a Klatovy. Tento prostor pro měření hluku byl zvolen záměrně, především díky možnosti nezávislé simulace hlučnosti tohoto modelu a ověření si hodnot v praxi.

Protihluková stěna je znázorněna na obr. č. 1. Přesné místo měření pak znázorňuje obr. č. 2.

Obr. č. 1. Protihluková stěna



*Poznámka: Situační snímek: protihluková stěna na Výsluní ( Plzeň-jih), červeně je znázorněná protihluková stěna.*

## Obr. č. 2. Vyznačené místo měření



*Poznámka: Situační snímek: protihluková stěna na Výsluní ( Plzeň- jih), červeně je označeno místo měření.*

### 5.2.1 Podmínky měření

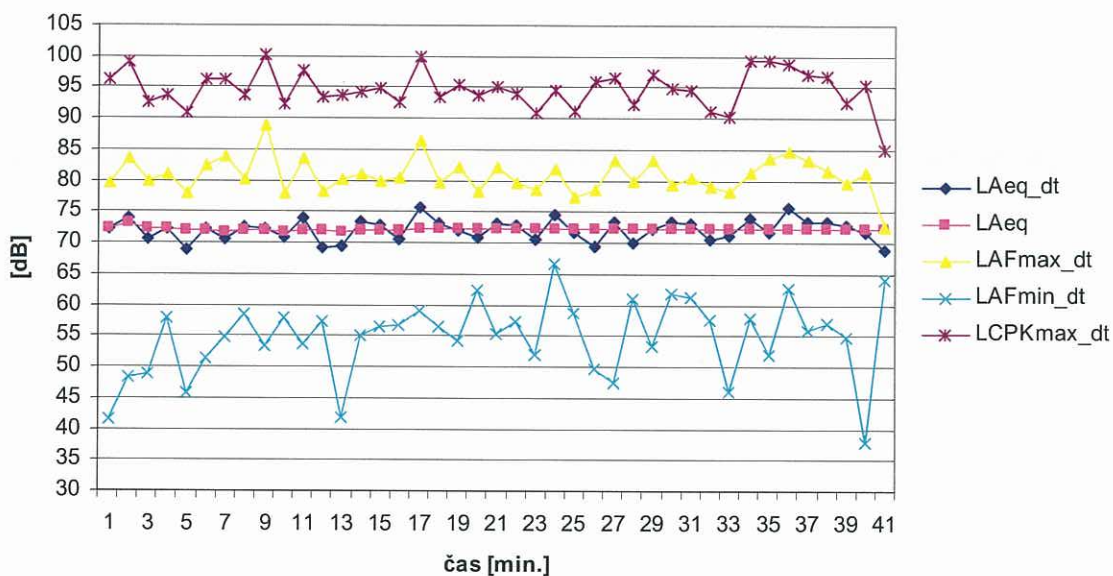
Druhé měření bylo provedeno 21. března 2012 v čase od 15:35:36 hod. do 16:15:38 hod. Průměrná teplota vzduchu dosáhla 18,3 °C, průměrná vlhkost činila 21,2 % a barometrický tlak se pohyboval okolo 1016 hPa.



## 1. Měření akustického tlaku

### Graf- Hodnoty měření akustického tlaku

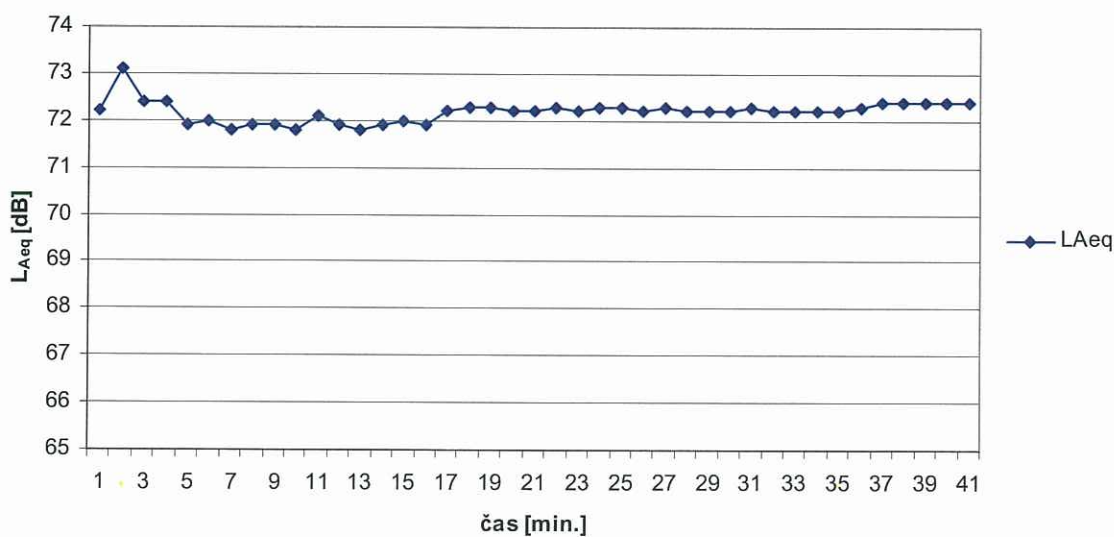
Graf naměřených hodnot



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ .

### Graf- Hodnota $L_{Aeq}$

Graf  $L_{Aeq}$



Poznámka: Graf je zaměřen na bližší prozkoumání hladiny  $L_{Aeq}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku).

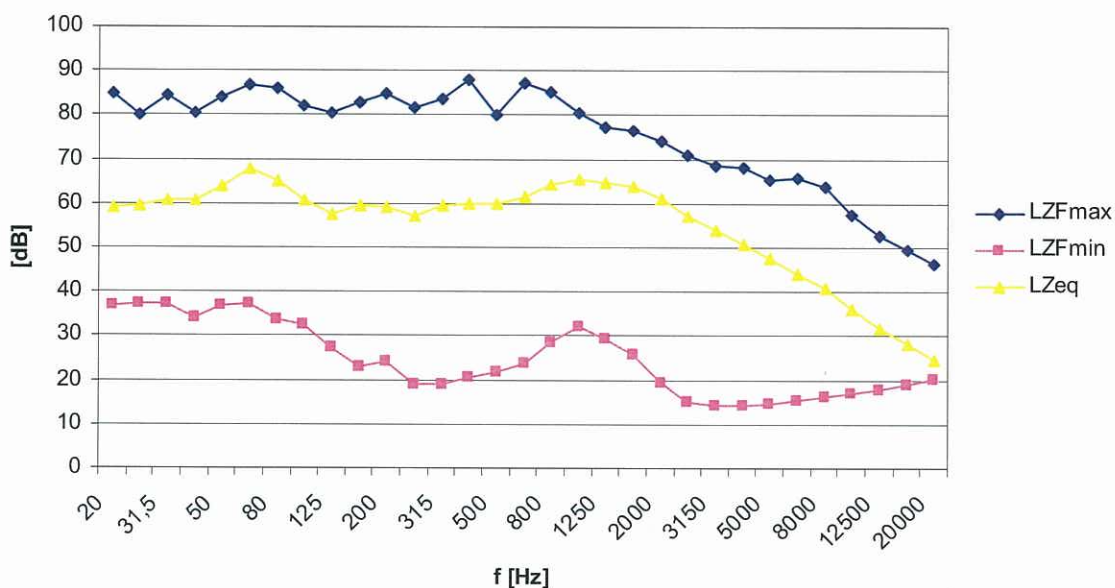
Tabulka č. 1- Výsledné hodnoty měření akustického tlaku

Datum	Čas	$L_{Aeq\_dt}$	$L_{Aeq}$	$L_{AFmax\_dt}$	$L_{AFmin\_dt}$	$L_{CPKmax\_dt}$
21.3.2012	16:15:38	72,4	72,4	88,8	37,8	100,3

## 2. Měření frekvenční analýzy

### Graf- Hodnoty měření frekvenční analýzy

Graf frekvenční analýzy



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ ,  $L_{Zeq}$ . Z grafu lze vyčíst hladiny hluku v závislosti na frekvenci. Největší citlivost je v pásmu od cca 20 – 1000 Hz.

**Tabulka č. 2- Výsledné hodnoty měření frekvenční analýzy v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz**

<b>f [Hz]</b>	<b>L<sub>ZFmax</sub></b>	<b>L<sub>ZFmin</sub></b>	<b>L<sub>Zeq</sub></b>
20	84,8	36,9	59,3
25	80,0	37,4	59,5
31,5	84,7	37,3	60,6
40	80,4	34,2	60,9
50	84,2	36,9	63,7
63	87,1	37,4	67,7
80	86,1	33,9	65,0
100	82,1	32,5	60,8
125	80,7	27,5	57,7
160	83,1	23,0	59,5
200	85,1	24,2	59,1
250	81,8	19,1	57,2
315	83,8	19,2	59,7
400	88,0	20,6	59,8
500	80,0	21,8	59,8
630	87,2	23,7	61,7
800	85,2	28,5	64,1
1000	80,5	32,0	65,6
1250	77,5	29,5	64,8
1600	76,7	25,8	63,8
2000	74,2	19,6	61,3
2500	71,2	15,1	57,3
3150	68,7	14,2	54,1
4000	68,2	14,1	50,7

### 5.2.2 Výsledky měření

Při měření akustického tlaku byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ . Ekvivalentní hodnota akustického tlaku ( $L_{Aeq}$ ) dosáhla průměrné hodnoty 72,4 dB. Výsledné hodnoty měření jsou pak zaznamenány v tabulce č.1- průměrné ( $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ), maximální ( $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ ) a minimální ( $L_{AFmin\_dt}$ ).

Měřením frekvenční analýzy byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Zeq}$ ,  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ .

Výsledné hodnoty měření v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz jsou zaznamenány v tabulce č. 2- průměrné ( $L_{Zeq}$ ), maximální ( $L_{ZFmax}$ ) a minimální ( $L_{ZFmin}$ ).

Kompletní naměřené hodnoty jsou obsaženy v příloze této diplomové práce.

### 5.3 Měření za protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň - Litice

Místem třetího měření je oblast za protihlukovou stěnou na Výsluní ( Plzeň- jih, nedaleko obce Litice). V bezprostřední blízkosti tohoto místa se nachází rychlostní silnice č. 27, která zajišťuje spojení mezi městy Plzeň a Klatovy. Tento prostor pro měření hluku byl zvolen záměrně, především díky dobré situační poloze a výborné dostupnosti.

Protihluková stěna je znázorněna na obr. č. 1. Přesné místo měření pak znázorňuje obr. č. 2.

Obr. č. 1. Protihluková stěna



*Poznámka: Situační snímek: protihluková stěna na Výsluní ( Plzeň- jih), červeně je znázorněná protihluková stěna.*

**Obr. č. 2. Vyznačené místo měření**



Poznámka: Situační snímek: protihluková stěna na Výsluní (Plzeň- jih), červeně je označeno místo měření.

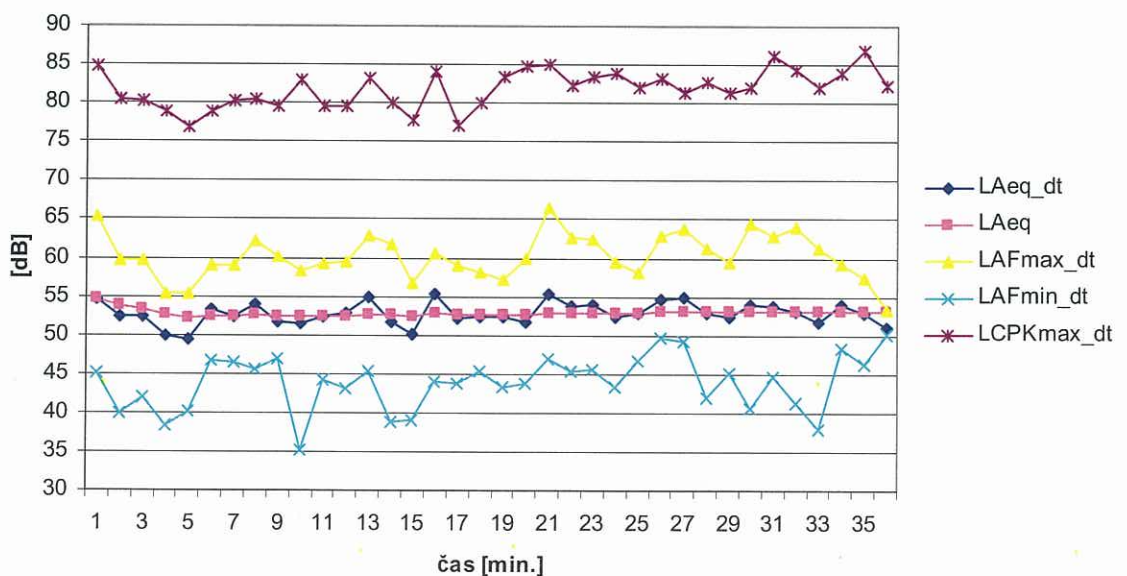
**5.3.1 Podmínky měření**

Třetí měření bylo provedeno 20. března 2012 v čase od 14:38:56 hod. do 15:12:57 hod. Průměrná teplota vzduchu dosáhla 21,2 °C, průměrná vlhkost činila 22,1 % a barometrický tlak se pohyboval okolo 1006 hPa.

1. Měření akustického tlaku

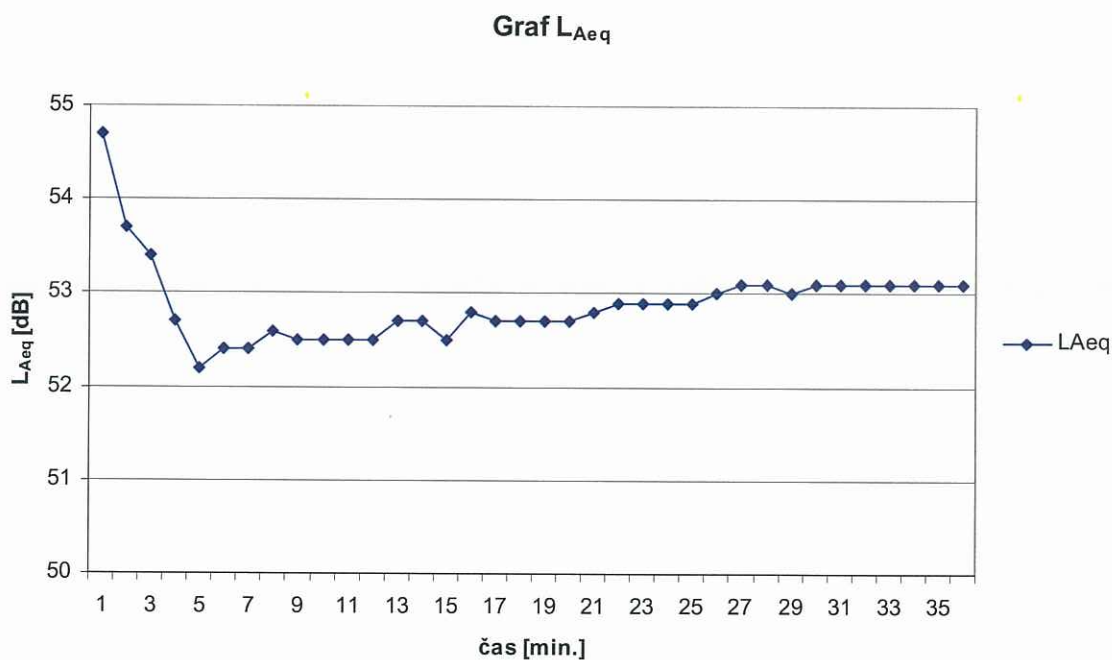
Graf- Hodnoty měření akustického tlaku

**Graf naměřených hodnot**



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ .

Graf- Hodnota  $L_{Aeq}$



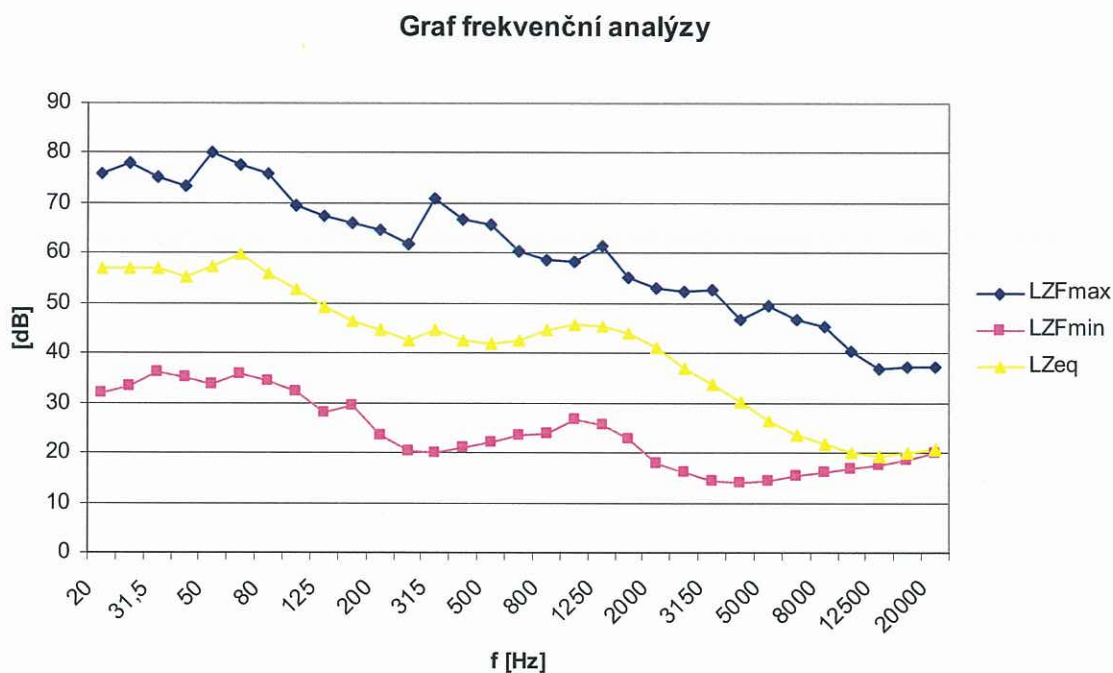
Poznámka: Graf je zaměřen na bližší prozkoumání hladiny  $L_{Aeq}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku).

Tabulka č. 1- Výsledné hodnoty měření akustického tlaku

Datum	Čas	$L_{Aeq\_dt}$	$L_{Aeq}$	$L_{AFmax\_dt}$	$L_{AFmin\_dt}$	$L_{CPKmax\_dt}$
20.3.2012	15:12:57	53,1	53,1	66,5	35,1	86,9

## 2. Měření frekvenční analýzy

### Graf- Hodnoty měření frekvenční analýzy



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ ,  $L_{ZeQ}$ . Z grafu lze vyčíst hladiny hluku v závislosti na frekvenci. Citlivost u nízkých frekvencí před stěnou je obdobná citlivosti za stěnou. Tento jev je důsledkem toho, že vlnová délka ( $\lambda$ ) je delší než vzdálenost zdroje hluku k místu měření. Tato skutečnost je znázorněna výpočtem pro frekvenci  $f=20$  Hz a teplotu  $v=21,2$  °C:

$$\lambda = \frac{c_0}{f} = \frac{331,8+0,602v}{f} = \frac{331,8+0,602 \times 21,2}{20} = 17,23m$$

**Tabulka č. 2- Výsledné hodnoty měření frekvenční analýzy v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz**

f [Hz]	L <sub>ZFmax</sub>	L <sub>ZFmin</sub>	L <sub>Zeq</sub>
20	76,1	32,1	56,9
25	78,0	33,3	56,8
31,5	75,2	36,1	56,8
40	73,5	35,2	55,2
50	80,0	33,9	57,4
63	77,8	35,9	59,8
80	76,0	34,4	55,8
100	69,5	32,2	52,7
125	67,6	28,3	49,2
160	66,2	29,6	46,5
200	64,7	23,6	44,6
250	61,9	20,4	42,4
315	71,1	20,2	44,7
400	66,9	21,0	42,5
500	65,6	22,2	41,7
630	60,6	23,7	42,4
800	58,7	24,0	44,5
1000	58,2	26,6	45,8
1250	61,4	25,6	45,3
1600	55,1	22,8	43,8
2000	53,0	18,0	41,1
2500	52,5	16,1	36,8
3150	52,9	14,3	33,7
4000	46,9	14,2	30,3

### 5.3.2 Výsledky měření

Při měření akustického tlaku byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ . Ekvivalentní hodnota akustického tlaku ( $L_{Aeq}$ ) dosáhla průměrné hodnoty 53,1 dB. Výsledné hodnoty měření jsou pak zaznamenány v tabulce č.1- průměrné ( $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ), maximální ( $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ ) a minimální ( $L_{AFmin\_dt}$ ).

Měřením frekvenční analýzy byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Zeq}$ ,  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ .

Výsledné hodnoty měření v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz jsou zaznamenány v tabulce č. 2- průměrné ( $L_{Zeq}$ ), maximální ( $L_{ZFmax}$ ) a minimální ( $L_{ZFmin}$ ).

Kompletní naměřené hodnoty jsou obsaženy v příloze této diplomové práce.



## 5.4 Měření u Borské věznice, Plzeň Bory

Místem čtvrtého měření je oblast v městské části Bory- u Borské věznice. V bezprostřední blízkosti tohoto místa se nachází rychlostní silnice č. 27, která tvoří nový obchvat města Plzně. Tento prostor pro měření hluku byl zvolen záměrně, především díky dobré situační poloze a výborné dostupnosti.

Oblast měření je znázorněna na obr. č. 1. Přesné místo měření pak znázorňuje obr. č. 2.

Obr. č. 1. Okolí měření



Poznámka: Situační snímek: Plzeň- Bory, **červeně** je znázorněna oblast měření.

Obr. č. 2. Vyznačené místo měření



Poznámka: Situační snímek: Borská věznice ( Plzeň- Bory), **červeně** je označeno místo měření.

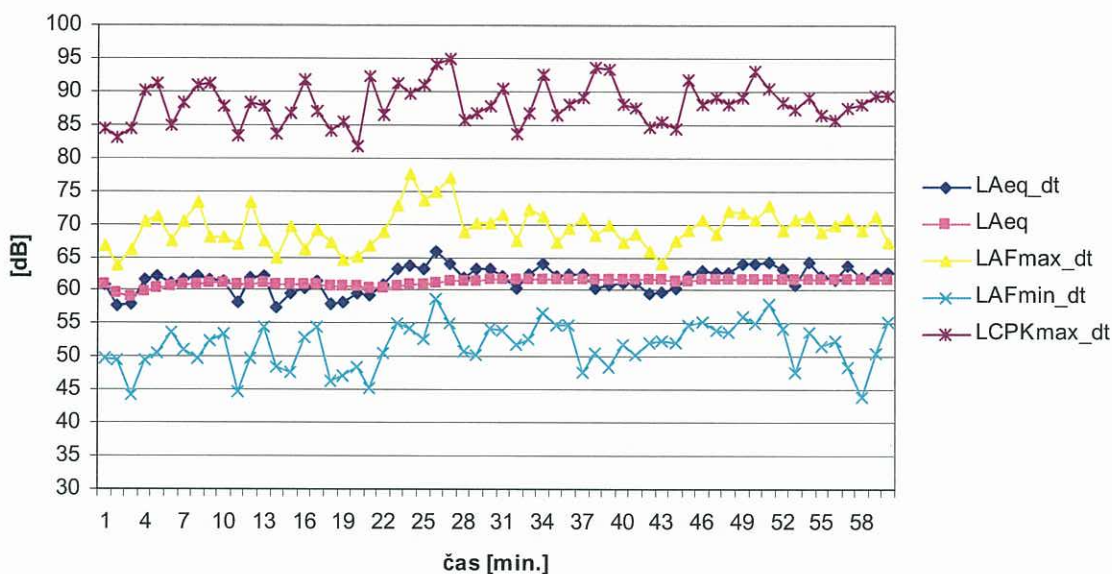
### 5.4.1 Podmínky měření

Třetí měření bylo provedeno 21. března 2012 v čase od 14:15:56 hod. do 15:14:56 hod. Průměrná teplota vzduchu dosáhla 22,8 °C, průměrná vlhkost činila 19,3 % a barometrický tlak se pohyboval okolo 1005 hPa.

#### 1. Měření akustického tlaku

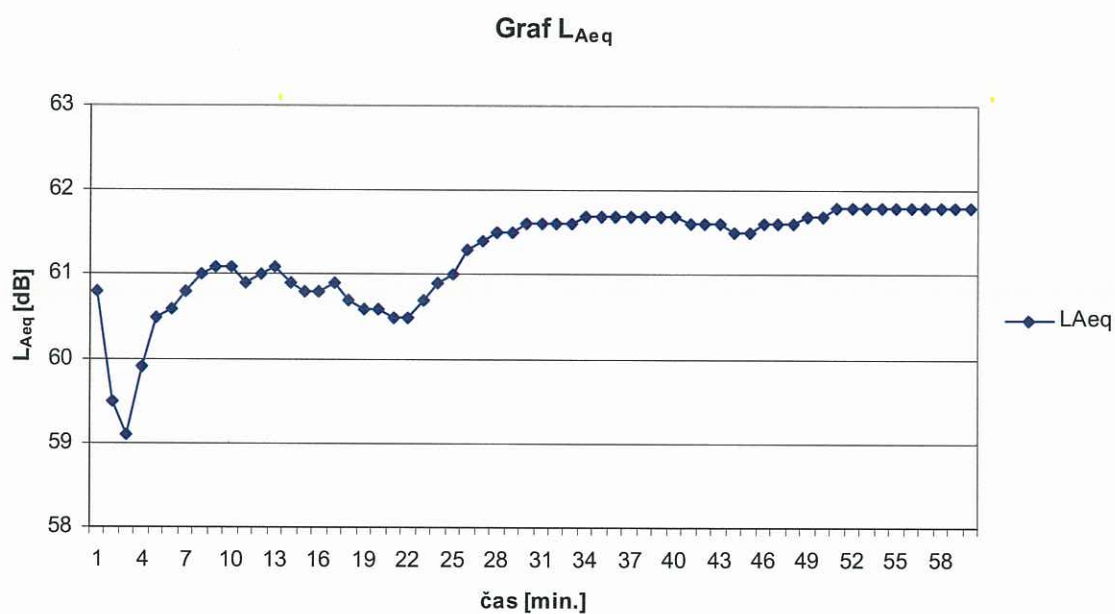
#### Graf- Hodnoty měření akustického tlaku

Graf naměřených hodnot



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ .

Graf- Hodnota  $L_{Aeq}$



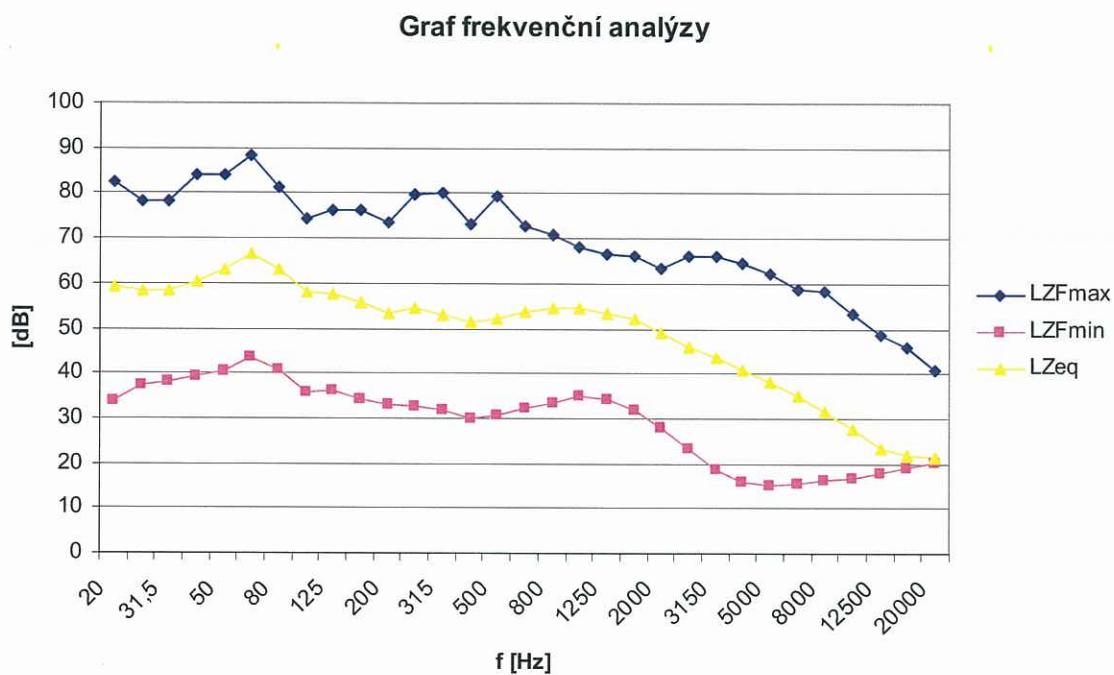
Poznámka: Graf je zaměřen na bližší prozkoumání hladiny  $L_{Aeq}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku).

Tabulka č. 1- Výsledné hodnoty měření akustického tlaku

Datum	Čas	$L_{Aeq\_dt}$	$L_{Aeq}$	$L_{AFmax\_dt}$	$L_{AFmin\_dt}$	$L_{CPKmax\_dt}$
21.3.2012	15:14:56	61,8	61,8	77,6	44,0	95,1

## 2. Měření frekvenční analýzy

### Graf- Hodnoty měření frekvenční analýzy



Poznámka: Graf znázorňuje naměřené hodnoty  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ ,  $L_{Zeq}$ . Z grafu lze vyčíst hladiny hluku v závislosti na frekvenci. Největší citlivost je v pásmu od cca 20 – 500 Hz.

**Tabulka č. 2- Výsledné hodnoty měření frekvenční analýzy v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz**

<b>f [Hz]</b>	<b>L<sub>ZFmax</sub></b>	<b>L<sub>ZFmin</sub></b>	<b>L<sub>Zeq</sub></b>
20	82,4	33,9	59,0
25	78,2	37,5	58,3
31,5	78,1	38,2	58,5
40	83,9	39,2	60,4
50	84,0	40,5	63,2
63	88,3	43,5	66,5
80	81,2	40,9	63,2
100	74,4	35,8	58,0
125	76,4	36,3	57,4
160	76,2	34,4	55,5
200	73,6	32,9	53,5
250	79,6	32,5	54,3
315	80,1	31,8	53,1
400	73,1	29,8	51,5
500	79,4	30,9	52,1
630	72,7	32,4	53,6
800	71,0	33,4	54,4
1000	67,9	34,9	54,4
1250	66,6	34,2	53,2
1600	66,0	31,8	52,1
2000	63,5	28,0	49,1
2500	66,1	23,2	46,0
3150	66,1	18,5	43,4
4000	64,6	16,0	41,0

#### 5.4.2 Výsledky měření

Při měření akustického tlaku byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{AFmin\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ . Ekvivalentní hodnota akustického tlaku ( $L_{Aeq}$ ) dosáhla průměrné hodnoty 61,8 dB. Výsledné hodnoty měření jsou pak zaznamenány v tabulce č.1- průměrné ( $L_{Aeq\_dt}$ ,  $L_{Aeq}$ ), maximální ( $L_{AFmax\_dt}$ ,  $L_{CPKmax\_dt}$ ) a minimální ( $L_{AFmin\_dt}$ ).

Měřením frekvenční analýzy byly zaznamenávány hodnoty:  $L_{Zeq}$ ,  $L_{ZFmax}$ ,  $L_{ZFmin}$ .

Výsledné hodnoty měření v rozmezí od 20 Hz do 4000 Hz jsou zaznamenány v tabulce č. 2- průměrné ( $L_{Zeq}$ ), maximální ( $L_{ZFmax}$ ) a minimální ( $L_{ZFmin}$ ).

Kompletní naměřené hodnoty jsou obsaženy v příloze této diplomové práce.

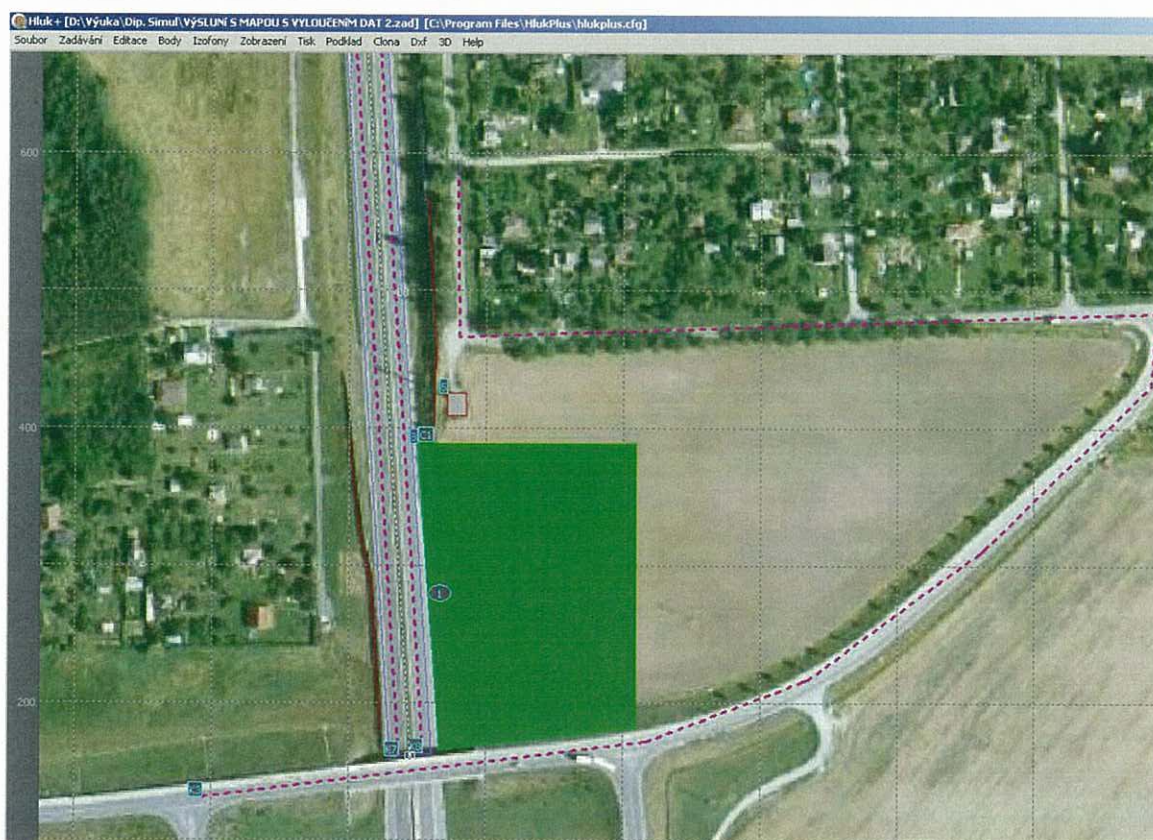
## 6. Modelování měřených situací v programu Hluk +










### 6.1 Situace Výsluní, Plzeň - Litice

Pro simulaci prvního měření byla zadána následující kritéria:

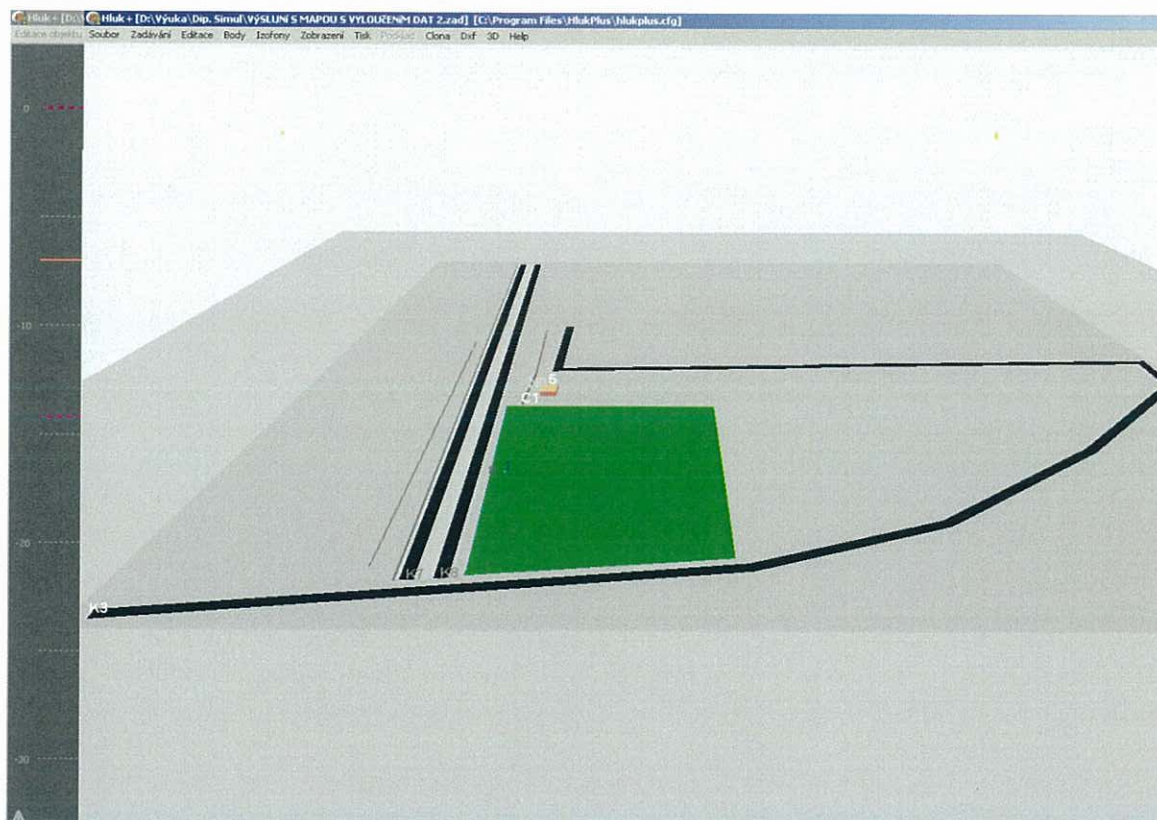
- měřítko shodné s měřítkem mapy
- povrch prostředí odrazivý
- povrch místa měření pohltivý- lokální povrch místa měření byl specifikován jako zeleň ( 5 cm řepka olejka)
- rychlostní komunikace se zářezem 1,5 m, její název a typ
- přikázaná rychlost 75 km/h ( -dle uživatelské příručky se tato rychlost zadává u silnic s nejvyšší povolenou rychlostí 90 km/h)
- četnost projíždějících vozidel ( 1.směr- 276 osobních automobilů, 36 nákladních automobilů; 2.směr- 276 osobních automobilů, 48 nákladních automobilů)
- bod výpočtu nastaven dle provedeného měření

Obr. 6.1.1- Modelová situace



-  komunikace
-  protihluková stěna
-  povrch pohltivý (zeleň)
-  dům
-  bod výpočtu
-  označení komunikací
-  označení domu
-  označení protihlukové stěny
-  označení zeleně

Obr. 6.1.2- Modelová situace ve 3D



Tabulka č. 9- Bod výpočtu

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (DEN)							
Č.	výška	Souřadnice	L <sub>Aeq</sub> (dB)				měření
			doprava	průmysl	celkem	předch.	
1	1.5	767.1; 280.0	60.4		60.4		

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)  
 Enter F2-přečisl F3-přepeč ^F3-nul F4-detail ^F4-PřepniFreq F5-úhly F6 F7  
 F8-spec F10-ImisDiag Del-zruš Ins-měř ^N-nový ^I-ImisSpektrum ^F8/|F8-Rez

Poznámka: V tabulce je zaznamenána výsledná hodnota  $L_{Aeq}$ , vypočtená dle výše uvedených parametrů.



Tabulka č. 10- Detailní příspěvky bodu výpočtu

Rastr.výpoč. bodu č. 1, výška 1.5 m. [767.1;280.0] (den)												
Zdroj	Emise	Úhel	terén	Korekce [dB]					odraz		HLUK	delta
Prum.	Lw								boční	terén		
Kom.	Laref	od do	pohlt	vzdál	úhel	stín.	zeleň	odraz	kříž.			
K7/1	64.4	102 256	26%	-6.4	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.3	3.0
K8/1	64.0	96 264	33%	-6.4	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.3	2.9
K7/1	64.4	98 102	26%	-6.4	-16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	0.1
K3/1	31.4	220 324	5%	-15.2	-2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	0.0
K3/6	31.4	22 86	30%	-21.0	-4.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0
K3/4	31.4	4 16	36%	-16.1	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0
K3/3	31.4	346 4	53%	-19.9	-10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
K3/2	31.4	324 346	92%	-21.9	-9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
K3/5	31.4	16 22	28%	-20.3	-15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.4	0.0
K3/7	31.4	86 88	46%	-4.7	-19.9	-14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.6	0.0

(Řádků:10 Sum:60.4dB) L<sub>aeq</sub> v posuzovaném bodě 60.4 dB

Konec:Esc, Tříd:F4-hluk F5-index, Tisk:F6-tiskárna F7-soubor F8 F10-zobraz

Poznámka: V tabulce jsou zobrazeny všechny zdroje detailně rozdělené na téměř homogenní úhlové úseky.

**L<sub>Aref</sub> (L<sub>w</sub>)** - emisní hodnota zdroje v referenční vzdálenosti 7.5 m pro dopravní zdroje.

**Úhel od do** - popisuje velikost této "homogenní" výseče ve stupních.

**Terén pohlt.** - udává v procentech poměr pohltivého a odrazivého terénu v této úhlové výseči mezi bodem výpočtu a zdrojem.

**Korekce** - zahrnuje na vzdálenost, úhel, stínění, zeleň, odraz a křížovatku.

**delta** udává, o kolik dB by se snížila výsledná hodnota hluku při potlačení tohoto řádku.

## 6.2 Situace před a za protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň –

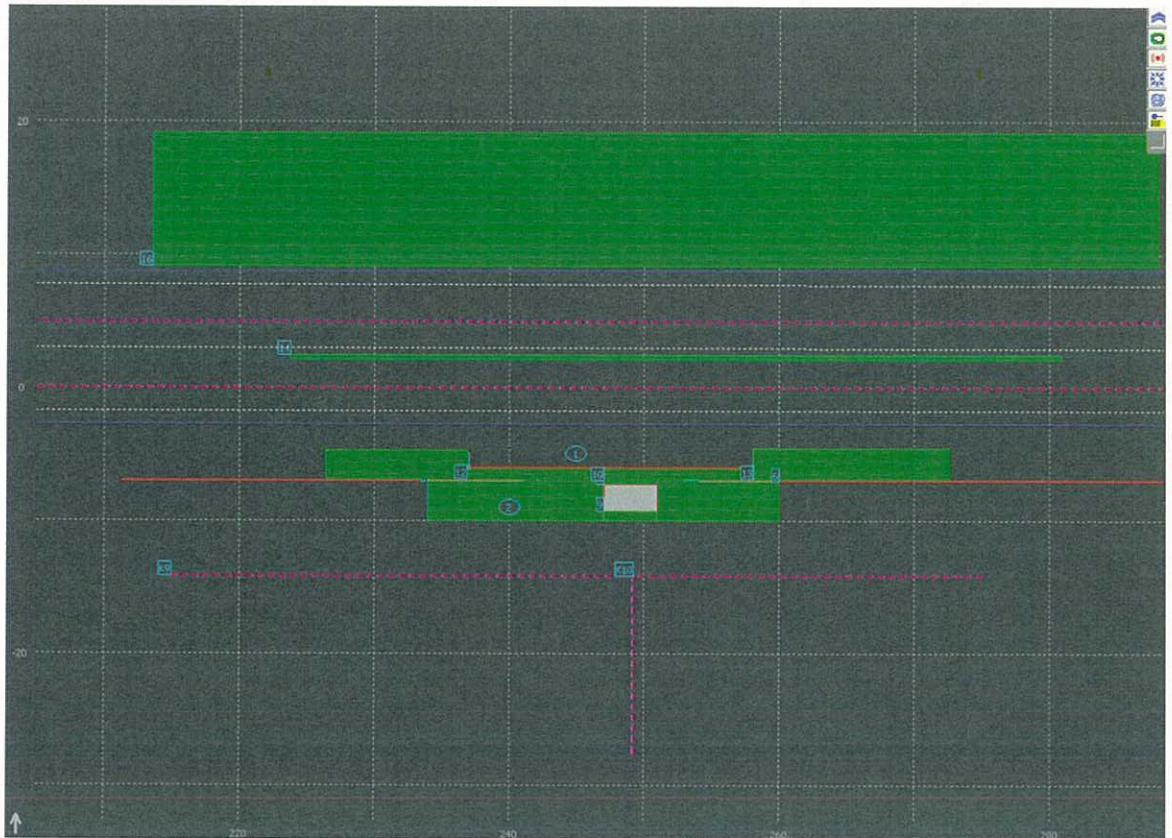
### Litice

Pro simulaci druhého a třetího měření byla zadána následující kritéria:

- povrch prostředí odrazivý
- povrch místa měření před protihlukovou stěnou byl specifikován jako odrazivý a povrch místa měření za protihlukovou stěnou jako pohltivý (travnatý povrch)
- rychlostní komunikace se zářezem 4 m, její název a typ
- příkázaná rychlost 75 km/h ( -dle uživatelské příručky se tato rychlost zadává u silnic s nejvyšší povolenou rychlostí 90 km/h)
- četnost projíždějících vozidel ( 1.směr- 492 osobních automobilů, 30 nákladních automobilů; 2.směr- 342 osobních automobilů, 54 nákladních automobilů)
- body výpočtu nastaveny dle provedeného měření

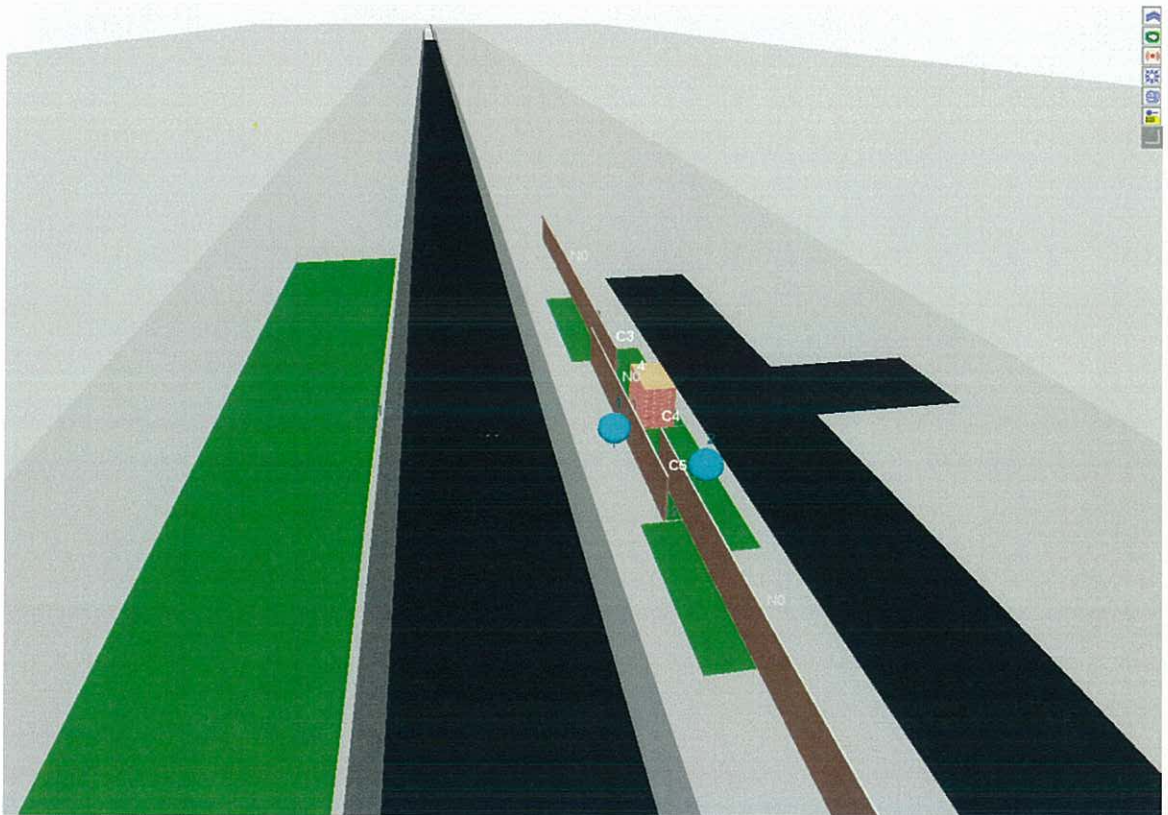
- protihluková stěna zadána jako odrazivá korekce 3 dB

Obr. 6.2.1- Modelová situace



	komunikace
	protihluková stěna
	povrch pohltivý (zeleň)
	dům
	body výpočtu
	označení komunikací
	označení domu
	označení protihlukové stěny
	označení zeleně

Obr. 6.2.2- Modelová situace v 3D



Tabulka č. 11- Bod výpočtu

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (DEN)							
Č.	výška	Souřadnice	L <sub>Aeq</sub> (dB)				měření
			doprava	průmysl	celkem	předch.	
1	1.5	245.0; -5.0	72.1		72.1		
2	1.5	240.0; -9.0	54.5		54.5		

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)  
 Enter F2-přečís1 F3-přepoč ^F3-nul F4-detail ^F4-PřepniFreq F5-úhly F6 F7  
 F8-spec F10-ImisDiag Del-zruš Ins-měř ^N-nový ^I-ImisSpektrum ^F8/|F8-Rez

Poznámka: V tabulce je zaznamenána výsledná hodnota  $L_{Aeq}$ , vypočtená dle výše uvedených parametrů.

Tabulka č. 12- Detailní příspěvky bodu výpočtu č. 1

Rastr.výpoč. bodu č. 1, výška 1.5 m. [245.0;-5.0] (den)												
Zdroj	Emise	Úhel	terén	Korekce [dB]				odraz		HLUK	delta	
Prum.	Lw							boční	terén			
Kom.	L <sub>Aref</sub>	od do	pohlt	vzdál	úhel	stín.	zeleň	odraz	kříž.			
K1/1	65.2	0 180	5%	1.9	-0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	70.0	4.1	
K2/1	65.9	0 178	2%	-0.7	-0.1	0.0	0.0	3.0	0.0	68.1	2.1	
(Řádků:2 Sum:72.1dB)										L <sub>Aeq</sub> v posuzovaném bodě		72.1 dB
Konec:Esc, Tříd:F4-hluk F5-index, Tisk:F6-tiskárna F7-soubor F8 F10-zobraz												

Poznámka: V tabulce jsou zobrazeny všechny zdroje detailně rozdělené na téměř homogenní úhlové úseky.

**L<sub>Aref</sub> (L<sub>w</sub>)** - emisní hodnota zdroje v referenční vzdálenosti 7.5 m pro dopravní zdroje.

**Úhel od do** - popisuje velikost této "homogenní" výseče ve stupních.

**Terén pohlt.** - udává v procentech poměr pohltivého a odrazivého terénu v této úhlové výseči mezi bodem výpočtu a zdrojem.

**Korekce** - zahrnuty na vzdálenost, úhel, stínění, zeleň, odraz a křížovtku.

**delta** udává, o kolik dB by se snížila výsledná hodnota hluku při potlačení tohoto řádku.

Tabulka č. 13- Detailní příspěvky bodu výpočtu č. 2

Rastr.výpoč. bodu č. 2, výška 1.5 m. [240.0;-9.0] (den)												
Zdroj	Emise	Úhel	terén	Korekce [dB]				odraz		HLUK	delta	
Prum.	Lw							boční	terén			
Kom.	L <sub>Aref</sub>	od do	pohlt	vzdál	úhel	stín.	zeleň	odraz	kříž.			
K1/1	65.2	0 178	4%	-0.8	-0.1	-12.0	-0.1	0.0	0.0	51.9	3.4	
K2/1	65.9	2 178	6%	-2.3	-0.1	-12.1	-0.1	0.0	0.0	51.1	2.6	
(Řádků:2 Sum:54.5dB)										L <sub>Aeq</sub> v posuzovaném bodě		54.5 dB
Konec:Esc, Tříd:F4-hluk F5-index, Tisk:F6-tiskárna F7-soubor F8 F10-zobraz												

Poznámka: V tabulce jsou zobrazeny všechny zdroje detailně rozdělené na téměř homogenní úhlové úseky.

**L<sub>Aref</sub> (L<sub>w</sub>)** - emisní hodnota zdroje v referenční vzdálenosti 7.5 m pro dopravní zdroje.

**Úhel od do** - popisuje velikost této "homogenní" výseče ve stupních.

**Terén pohlt.** - udává v procentech poměr pohltivého a odrazivého terénu v této úhlové výseči mezi bodem výpočtu a zdrojem.

**Korekce** - zahrnuty na vzdálenost, úhel, stínění, zeleň, odraz a křížovtku.

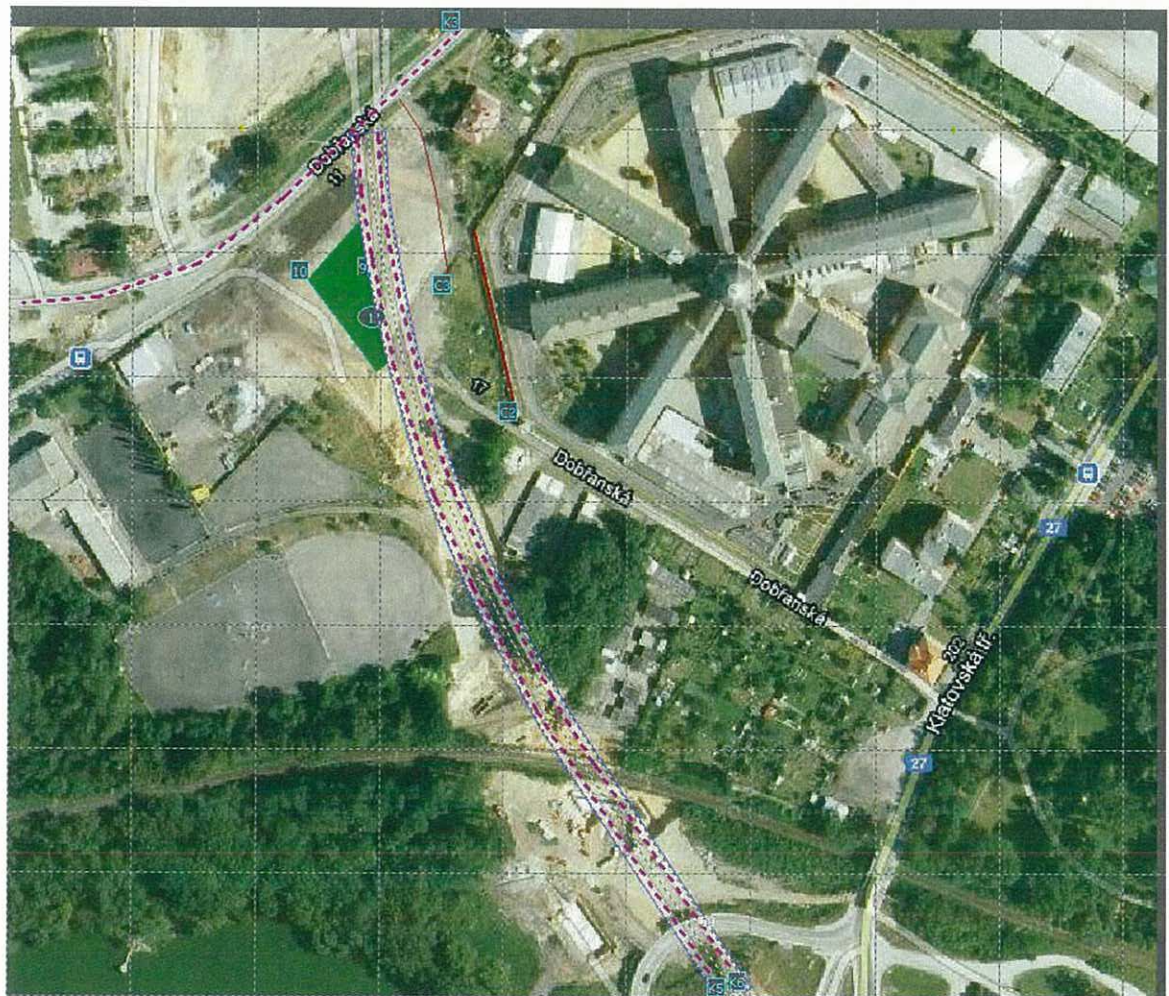
**delta** udává, o kolik dB by se snížila výsledná hodnota hluku při potlačení tohoto řádku.








### 6.3 Situace u Borské věznice, Plzeň Bory

Pro simulaci čtvrtého měření byla zadána následující kritéria:

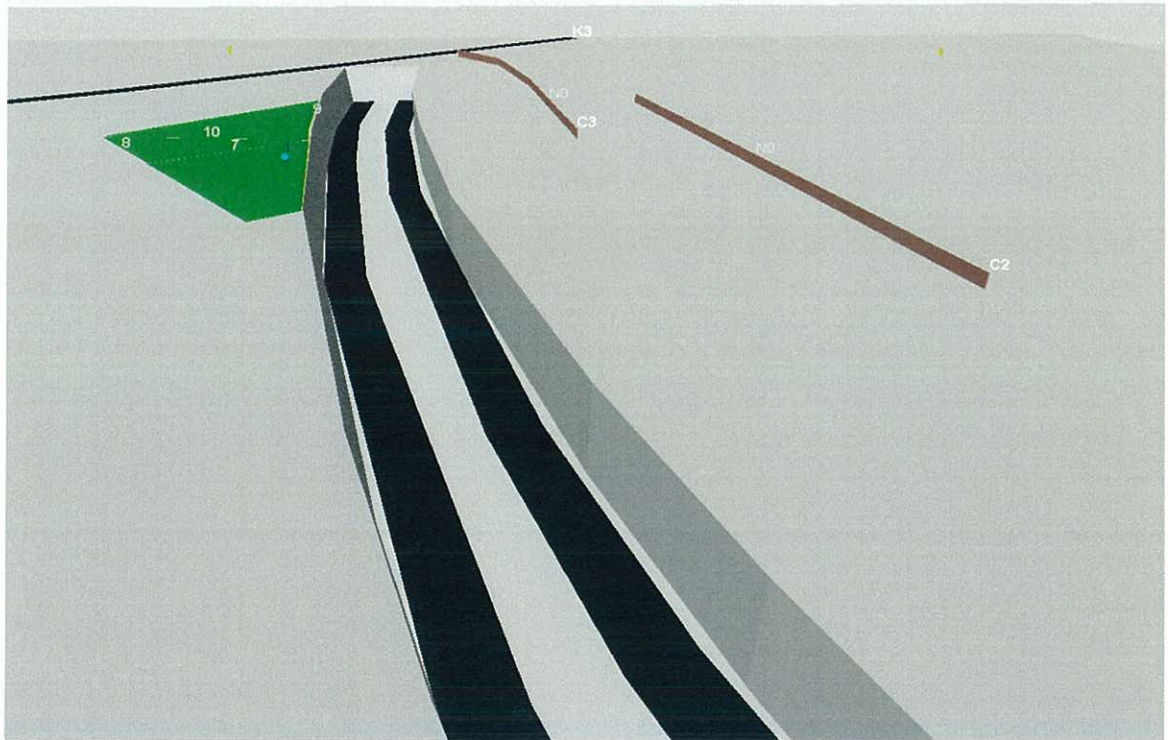
- měřítko shodné s měřítkem mapy
  - povrch prostředí odrazivý
  - povrch místa měření pohltivý- lokální povrch místa měření byl specifikován jako zeleň ( travnatý povrch)
  - bod výpočtu nastaven dle provedeného měření
  - protihluková stěna zadána jako odrazivá, korekce 3 dB
  - stěna od Borské věznice zadána jako téměř odrazivá, korekce 2 dB
- rychlostní silnice č. 27:
- rychlostní komunikace se zářezem 8 m, její název a typ
  - příkázaná rychlost 75 km/h ( -dle uživatelské příručky se tato rychlost zadává u silnic s nejvyšší povolenou rychlostí 90 km/h)
  - četnost projíždějících vozidel ( 1.směr- 330 osobních automobilů, 36 nákladních automobilů; 2.směr- 408 osobních automobilů, 30 nákladních automobilů)
- silnice č. 11:
- komunikace zadána dle skutečnosti bez zářezu
  - příkázaná rychlost 45 km/h ( -dle uživatelské příručky se tato rychlost zadává u silnic s nejvyšší povolenou rychlostí 50 km/h)
  - četnost projíždějících vozidel ( 1.směr- 96 osobních automobilů, 18 nákladních automobilů; 2.směr- 102 osobních automobilů; 16 nákladních automobilů)

Obr. 6.3.1- Modelová situace



	komunikace
	protihluková stěna
	povrch pohltivý (zeleň)
	bod výpočtu
	označení komunikací
	označení protihlukové stěny
	označení zeleně

Obr. 6.3.2- Modelová situace v 3D



Tabulka č. 14- Bod výpočtu

TABULKA BODŮ VÝPOČTU (DEN)							
Č.	výška	Souřadnice	L <sub>Aeq</sub> (dB)				měření
			doprava	průmysl	celkem	předch.	
1	1.5	292.6; 548.0	60.2		60.2		

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)  
 Enter F2-přečisl F3-přepoč ^F3-nul F4-detail ^F4-PřepniFreq F5-úhly F6 F7  
 F8-spec F10-ImisDiag Del-zruš Ins-měř ^N-nový ^I-ImisSpektrum ^F8/|F8-Rez

Poznámka: V tabulce je zaznamenána výsledná hodnota  $L_{Aeq}$ , vypočtená dle výše uvedených parametrů.

Tabulka č. 15- Detailní příspěvky bodu výpočtu

Rastr.výpoč. bodu č. 1, výška 1.5 m. [292.6;548.0] (den)												
Zdroj	Emise	Úhel	terén	Korekce [dB]				odraz		HLUK	delta	
Prum.	Lw							boční	terén			
Kom.	Laref	od do	pohlt	vzdál	úhel	stín.	zeleň	odraz	kříž.			
K5/5	63.6	294 90	46%	-1.4	-0.6	-4.5	-2.4	0.1	0.0	56.2	2.3	
K6/6	63.8	298 40	14%	-4.6	-2.5	-1.3	0.0	0.1	0.0	55.5	1.8	
K6/7	63.8	40 80	13%	-4.4	-6.6	-2.2	0.0	0.4	0.0	51.1	0.6	
K6/9	63.8	84 88	13%	-2.4	-17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	43.8	0.1	
K6/8	63.8	80 84	17%	-4.5	-16.5	0.0	0.0	0.5	0.0	43.3	0.1	
K6/5	63.8	294 298	13%	-2.9	-18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	0.1	
K5/4	63.6	288 296	23%	1.5	-15.5	-7.7	0.0	0.0	0.0	41.8	0.1	
K6/4	63.8	294 296	10%	5.8	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.6	0.1	
K5/2	63.6	290 294	11%	-4.9	-19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	39.6	0.0	
K6/3	63.8	294 296	7%	0.3	-25.4	0.0	0.0	0.0	0.0	38.7	0.0	
K5/1	63.6	292 298	6%	-8.7	-15.9	-1.9	0.0	0.0	0.0	37.1	0.0	
K3/1	57.9	74 128	5%	-15.3	-5.3	-1.3	0.0	0.0	0.0	36.6	0.0	
K3/3	57.9	162 176	25%	-10.2	-11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	36.2	0.0	
K5/3	63.6	288 292	19%	-1.1	-21.1	-7.0	0.0	0.0	0.0	34.4	0.0	
K3/4	57.9	176 178	12%	-5.7	-19.9	0.0	0.0	2.0	0.0	34.2	0.0	
K3/2	57.9	128 162	50%	-16.4	-7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	0.0	
K5/7	63.6	94 96	26%	4.4	-25.6	-8.3	0.0	0.0	0.0	34.1	0.0	
K5/6	63.6	90 96	40%	0.2	-16.2	-14.5	0.0	0.0	0.0	33.1	0.0	
K6/1	63.8	296 300	4%	-7.7	-18.4	-20.5	0.0	0.0	0.0	17.1	0.0	

(Řádků: 19 Sum: 60.2dB) L<sub>Aeq</sub> v posuzovaném bodě 60.2 dB

Konec: Esc, Tříř: F4-hluk F5-index, Tisk: F6-tiskárna F7-soubor F8 F10-zobraz

Poznámka: V tabulce jsou zobrazeny všechny zdroje detailně rozdělené na téměř homogenní úhlové úseky.

**L<sub>Aref</sub> (L<sub>w</sub>)** - emisní hodnota zdroje v referenční vzdálenosti 7.5 m pro dopravní zdroje.

**Úhel od do** - popisuje velikost této "homogenní" výseče ve stupních.

**Terén pohlt.** - udává v procentech poměr pohltivého a odrazivého terénu v této úhlové výseči mezi bodem výpočtu a zdrojem.

**Korekce** - zahrnutý na vzdálenost, úhel, stínění, zeleň, odraz a křížovatku.

**delta** udává, o kolik dB by se snížila výsledná hodnota hluku při potlačení tohoto řádku.



## Závěr

V současné době je stále více zdrojů hluku, jež obtěžuje obyvatelstvo. Jedním z hlavních zdrojů je doprava. Tato diplomová práce se zaměřuje právě na tento druh zdroje hluku, především pak na simulaci hodnot hluku v programu Hluk +. Informace získané ze simulace hluku by měly sloužit pro další složitější simulace, s možností vytváření a kombinování nových podmínek. Práce s takovými informacemi pro simulaci by pak měla ušetřit mnoho času oproti přímému reálnému měření a především umožnit vytvoření takových situací, které v realitě prozatím neexistují a nelze je tedy v daném prostředí měřit.

První praktická část diplomové práce uvádí výsledky reálného měření hladin akustického tlaku, naměřené na vytipovaných místech nedaleko silnic, za různých podmínek.

Hlavním cílem skutečného měření je vytvoření takových podkladů, na základě kterých je možné porovnat je s výsledky simulace programu Hluk +. Měření proběhlo celkem na čtyřech místech. Přesné polohy jsou zaznamenány na přiložených fotografiích. Hodnoty jednotlivých situací jsou uvedeny v příslušných tabulkách.

Druhá praktická část obsahuje údaje simulace vytvořené v programu Hluk +. Na základě získaných podkladů z praktického měření byly do programu Hluk + zadány potřebné parametry prostředí. K jednotlivým místům měření pak byly vytvořeny konkrétní simulace tak, aby co nejvíce korespondovaly s reálně naměřenými hodnotami. Tyto simulace slouží k porovnání s hodnotami reálného měření.

Výsledkem výpočtu jsou, dle níže uvedené tabulky, téměř shodné hodnoty jak z reálného měření tak ze simulace. Nejnižší a nejvyšší rozdíl  $-1,4$  a  $+1,6$  dB je v tomto případě zanedbatelný, s ohledem na přesnost měřícího zařízení, meteorologické podmínky a vzhledem k hranici rozdílu max. 2 dB u softwaru Hluk +.

Podklady z vytvořených modelů simulace mohou být dále využity pro vytváření nových situací pro výpočet hladin akustického tlaku ve vnějším prostředí. Ověřením správnosti funkce výpočtů jsou tedy shodné výsledky.

**Tabulka č. 16- Výsledky měření v porovnání se simulací v programu Hluk +**

Místo měření	$L_{Aeq}$ - reálně naměřené hodnoty [dB]	$L_{Aeq}$ - vypočtené hodnoty v programu Hluk+ [dB]	Rozdíl naměřených a vypočtených hodnot [dB]	Procentuální rozdíl naměřených a vypočtených hodnot [%]
č.1	59,1	60,4	- 1,3	2,2
č.2	72,4	72,1	0,3	0,4
č.3	53,1	54,5	- 1,4	2,6
č.4	61,8	60,2	1,6	2,6

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] NOVÝ R.: Hluk a chvění. 2 vyd. Praha: ČVUT, 2000. 389 s. ISBN 80-01-02246-3.
- [2] Smetana C. a kolektiv: Hluk a vibrace, měření a hodnocení. 1 vyd. Sdělovací technika, Praha 1998. 188 s. ISBN 80-901936-2-5.
- [3] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, [online]. 2011 [cit. 2012-03-05]. Dostupné z www: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-c-272-2011-sb-o-ochrane-zdravi-pred-nepriznivymi-ucinky-hluku-a-vibraci>
- [4] ČSN ISO 1996-2:2009, Akustika – Popis, měření a posuzování hluku prostředí. Část 2: Určování hladin hluku prostředí
- [5] Člověk a hluk – ročníková práce ze základů ekologie, J. Kocián, [on line]. [cit. 2010-04-20] Dostupný z www: <http://ekologie.xf.cz/temata/hluk/hluk.htm>
- [6] Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, Voborník, [online]. 2007 [cit. 2012-04-02]. Dostupné z www: [http://szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/hluk\\_v\\_mimoprac\\_prostredi.pdf](http://szu.cz/uploads/documents/ska/autorizace/hluk_v_mimoprac_prostredi.pdf)
- [7] Hluk+ [online]. 2005 [cit. 2012-03-05]. Dostupné z www: <http://www.hlukplus.cz/>
- [8] Mapy [online]. 2012 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z www: <Http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=ll:mapy> [online]. [cit. 2012-03-06].

## Seznam příloh

Příloha 1. Naměřené hodnoty- Výsluní, Plzeň - Litice ( 21.3. 2012)

Datum [d-m-y]	Čas [h:m:s]	$L_{Aeq\_dt}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{AFmax\_dt}$ [dB]	$L_{AFmin\_dt}$ [dB]	$L_{CPKmax\_dt}$ [dB]
20.3.2012	10:33:32	62,4	62,4	75,7	47,2	92,2
20.3.2012	10:34:32	57,8	60,6	67,9	43,4	92,8
20.3.2012	10:35:32	59,9	60,4	69,0	43,4	88,0
20.3.2012	10:36:32	57,4	59,8	67,1	42,0	86,6
20.3.2012	10:37:32	61,0	60,1	68,6	51,4	91,4
20.3.2012	10:38:32	58,0	59,8	67,3	41,7	88,1
20.3.2012	10:39:32	59,5	59,8	66,5	50,2	91,0
20.3.2012	10:40:32	58,4	59,6	68,6	46,2	87,1
20.3.2012	10:41:32	57,8	59,4	65,2	46,7	86,1
20.3.2012	10:42:32	61,0	59,6	70,1	49,8	87,4
20.3.2012	10:43:32	60,5	59,7	68,9	47,5	87,1
20.3.2012	10:44:32	62,1	60,0	72,8	44,1	90,0
20.3.2012	10:45:32	61,3	60,1	68,9	44,6	93,1
20.3.2012	10:46:32	62,1	60,2	71,1	45,8	90,8
20.3.2012	10:47:32	57,2	60,1	63,3	45,9	89,0
20.3.2012	10:48:32	58,8	60,0	65,6	43,0	90,8
20.3.2012	10:49:32	58,0	59,9	66,0	48,0	85,6
20.3.2012	10:50:32	60,1	59,9	70,8	43,1	87,7
20.3.2012	10:51:32	58,7	59,9	67,3	41,1	89,0
20.3.2012	10:52:32	61,4	59,9	73,5	41,1	93,4
20.3.2012	10:53:32	54,5	59,8	62,7	38,5	84,7
20.3.2012	10:54:32	61,7	59,9	70,4	43,9	89,0
20.3.2012	10:55:32	60,4	59,9	69,0	49,5	89,4
20.3.2012	10:56:32	61,8	60,0	69,1	48,9	90,5
20.3.2012	10:57:32	60,8	60,0	67,8	46,7	87,9
20.3.2012	10:58:32	61,7	60,1	73,7	46,0	91,7
20.3.2012	10:59:32	60,1	60,1	67,3	50,1	87,8
20.3.2012	11:00:32	59,9	60,1	65,3	51,5	87,5
20.3.2012	11:01:32	57,0	60,0	65,2	41,4	85,5
20.3.2012	11:02:32	63,1	60,2	72,1	49,5	89,9
20.3.2012	11:03:32	61,7	60,2	70,8	48,2	92,8
20.3.2012	11:04:32	59,8	60,2	71,2	43,8	90,5
20.3.2012	11:05:32	57,7	60,1	66,3	40,8	87,0
20.3.2012	11:06:32	60,9	60,1	69,2	40,3	90,5

20.3.2012	11:07:32	59,3	60,1	65,2	48,3	88,8
20.3.2012	11:08:32	56,0	60,0	66,4	42,2	87,3
20.3.2012	11:09:32	60,2	60,0	72,5	42,4	89,6
20.3.2012	11:10:32	55,4	59,9	65,9	38,4	86,2
20.3.2012	11:11:32	58,1	59,9	66,2	41,2	87,5
20.3.2012	11:12:32	59,1	59,8	65,8	47,5	86,3
20.3.2012	11:13:32	54,4	59,8	65,3	38,5	85,8
20.3.2012	11:14:32	56,1	59,7	63,6	41,4	82,3
20.3.2012	11:15:32	56,3	59,6	67,6	39,0	86,1
20.3.2012	11:16:32	59,2	59,6	67,9	50,4	88,9
20.3.2012	11:17:32	59,3	59,6	69,0	38,8	87,9
20.3.2012	11:18:32	60,0	59,6	73,1	40,6	89,2
20.3.2012	11:19:32	55,1	59,5	63,8	40,2	84,2
20.3.2012	11:20:32	56,8	59,5	63,9	46,2	88,0
20.3.2012	11:21:32	58,0	59,4	66,2	44,5	90,3
20.3.2012	11:22:32	59,4	59,4	70,4	45,7	88,1
20.3.2012	11:23:32	57,4	59,4	65,9	42,9	87,7
20.3.2012	11:24:32	55,2	59,3	65,0	43,1	86,3
20.3.2012	11:25:32	59,2	59,3	67,8	47,2	87,7
20.3.2012	11:26:32	55,8	59,2	63,2	38,2	87,3
20.3.2012	11:27:32	58,1	59,2	66,7	46,4	86,0
20.3.2012	11:28:32	57,9	59,2	67,0	37,8	85,8
20.3.2012	11:29:32	60,1	59,2	68,0	47,3	89,5
20.3.2012	11:30:32	58,3	59,2	68,3	38,5	89,7
20.3.2012	11:31:32	56,6	59,1	69,6	41,6	88,4
20.3.2012	11:32:32	58,9	59,1	68,8	36,1	92,3
<b>20.3.2012</b>	<b>11:32:32</b>	<b>59,1</b>	<b>59,1</b>	<b>75,7</b>	<b>36,1</b>	<b>93,4</b>

Příloha 2. Naměřené hodnoty před protihlukovou stěnou- Výsluní, Plzeň – Litice ( 21.3. 2012)

Datum [d-m-y]	Čas [h:m:s]	$L_{Aeq\_dt}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{AFmax\_dt}$ [dB]	$L_{AFmin\_dt}$ [dB]	$L_{CPKmax\_dt}$ [dB]
21.3.2012	15:36:36	72,2	72,2	79,7	41,6	96,4
21.3.2012	15:37:36	73,9	73,1	83,7	48,2	99,2
21.3.2012	15:38:36	70,6	72,4	79,8	49,0	92,7
21.3.2012	15:39:36	72,3	72,4	81,1	57,8	93,6
21.3.2012	15:40:36	69,0	71,9	78,0	45,8	90,9
21.3.2012	15:41:36	72,4	72,0	82,4	51,4	96,3
21.3.2012	15:42:36	70,7	71,8	83,8	54,9	96,3
21.3.2012	15:43:36	72,5	71,9	80,1	58,4	93,8

## Modelová akustická měření ve vnějších prostorech

2012

21.3.2012	15:44:36	72,3	71,9	88,8	53,4	100,3
21.3.2012	15:45:36	70,8	71,8	78,0	57,8	92,2
21.3.2012	15:46:36	74,1	72,1	83,6	53,8	97,7
21.3.2012	15:47:36	69,2	71,9	78,1	57,4	93,3
21.3.2012	15:48:36	69,6	71,8	80,1	41,8	93,7
21.3.2012	15:49:36	73,5	71,9	81,0	55,1	94,4
21.3.2012	15:50:36	72,9	72,0	79,9	56,6	94,9
21.3.2012	15:51:36	70,6	71,9	80,4	56,7	92,5
21.3.2012	15:52:36	75,7	72,2	86,3	59,1	99,9
21.3.2012	15:53:36	73,2	72,3	79,7	56,5	93,3
21.3.2012	15:54:36	71,9	72,3	82,2	54,3	95,4
21.3.2012	15:55:36	71,0	72,2	78,2	62,4	93,7
21.3.2012	15:56:36	73,0	72,2	82,3	55,4	95,0
21.3.2012	15:57:36	72,8	72,3	79,7	57,3	93,9
21.3.2012	15:58:36	70,6	72,2	78,4	52,0	91,0
21.3.2012	15:59:36	74,6	72,3	82,0	66,7	94,7
21.3.2012	16:00:36	71,8	72,3	77,3	58,7	91,1
21.3.2012	16:01:36	69,4	72,2	78,5	49,6	96,0
21.3.2012	16:02:36	73,4	72,3	83,3	47,6	96,6
21.3.2012	16:03:36	70,0	72,2	79,8	61,1	92,2
21.3.2012	16:04:36	72,4	72,2	83,2	53,3	97,0
21.3.2012	16:05:36	73,4	72,2	79,3	61,9	94,8
21.3.2012	16:06:36	73,1	72,3	80,5	61,4	94,5
21.3.2012	16:07:36	70,7	72,2	79,0	57,6	91,3
21.3.2012	16:08:36	71,2	72,2	78,2	46,0	90,2
21.3.2012	16:09:36	73,9	72,2	81,4	57,9	99,3
21.3.2012	16:10:36	71,8	72,2	83,6	51,9	99,5
21.3.2012	16:11:36	75,6	72,3	84,6	62,8	98,9
21.3.2012	16:12:36	73,3	72,4	83,4	55,9	97,0
21.3.2012	16:13:36	73,3	72,4	81,5	57,0	96,9
21.3.2012	16:14:36	72,8	72,4	79,6	54,8	92,5
21.3.2012	16:15:36	71,8	72,4	81,4	37,8	95,4
21.3.2012	16:15:38	69,0	72,4	72,5	64,0	85,0
<b><u>21.3.2012</u></b>	<b><u>16:15:38</u></b>	<b><u>72,4</u></b>	<b><u>72,4</u></b>	<b><u>88,8</u></b>	<b><u>37,8</u></b>	<b><u>100,3</u></b>

Příloha 3. Naměřené hodnoty za protihlukovou stěnou- Výsluní, Plzeň - Litice  
( 20.3. 2012)

Datum [d-m-y]	Čas [h:m:s]	$L_{Aeq\_dt}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{AFmax\_dt}$ [dB]	$L_{AFmin\_dt}$ [dB]	$L_{CPKmax\_dt}$ [dB]
20.3.2012	14:38:56	54,7	54,7	65,4	45,2	84,7
20.3.2012	14:39:56	52,5	53,7	59,6	40,0	80,6
20.3.2012	14:40:56	52,5	53,4	59,7	42,0	80,3
20.3.2012	14:41:56	49,9	52,7	55,3	38,3	79,0
20.3.2012	14:42:56	49,4	52,2	55,3	40,3	76,8
20.3.2012	14:43:56	53,4	52,4	59,0	46,8	78,9
20.3.2012	14:44:56	52,4	52,4	58,9	46,5	80,2
20.3.2012	14:45:56	53,9	52,6	62,1	45,7	80,6
20.3.2012	14:46:56	51,7	52,5	60,1	46,9	79,6
20.3.2012	14:47:56	51,6	52,5	58,3	35,1	82,9
20.3.2012	14:48:56	52,4	52,5	59,2	44,2	79,6
20.3.2012	14:49:56	52,9	52,5	59,4	43,2	79,6
20.3.2012	14:50:56	55,0	52,7	62,8	45,4	83,2
20.3.2012	14:51:56	51,8	52,7	61,8	38,9	80,0
20.3.2012	14:52:56	50,2	52,5	56,8	39,1	77,8
20.3.2012	14:53:56	55,4	52,8	60,5	44,1	84,1
20.3.2012	14:54:56	52,1	52,7	59,0	43,8	77,1
20.3.2012	14:55:56	52,5	52,7	58,1	45,3	80,0
20.3.2012	14:56:56	52,5	52,7	57,2	43,4	83,5
20.3.2012	14:57:56	51,8	52,7	60,0	43,8	84,7
20.3.2012	14:58:56	55,3	52,8	66,5	47,0	85,1
20.3.2012	14:59:56	53,8	52,9	62,5	45,5	82,4
20.3.2012	15:00:56	54,1	52,9	62,3	45,7	83,4
20.3.2012	15:01:56	52,5	52,9	59,5	43,4	83,9
20.3.2012	15:02:56	52,8	52,9	58,0	46,7	82,1
20.3.2012	15:03:56	54,7	53,0	62,8	49,7	83,1
20.3.2012	15:04:56	55,0	53,1	63,7	49,2	81,5
20.3.2012	15:05:56	52,8	53,1	61,3	42,0	82,7
20.3.2012	15:06:56	52,4	53,0	59,5	45,1	81,4
20.3.2012	15:07:56	54,1	53,1	64,4	40,6	82,1
20.3.2012	15:08:56	53,8	53,1	62,8	44,7	86,2
20.3.2012	15:09:56	53,2	53,1	63,9	41,4	84,3
20.3.2012	15:10:56	51,8	53,1	61,3	38,0	82,1
20.3.2012	15:11:56	54,1	53,1	59,3	48,3	83,9
20.3.2012	15:12:56	52,9	53,1	57,5	46,3	86,9

20.3.2012	15:12:57	51,1	53,1	53,3	50,1	82,2
<b><u>20.3.2012</u></b>	<b><u>15:12:57</u></b>	<b><u>53,1</u></b>	<b><u>53,1</u></b>	<b><u>66,5</u></b>	<b><u>35,1</u></b>	<b><u>86,9</u></b>

## Příloha 4. Naměřené hodnoty- u Borské věznice, Plzeň Bory ( 21.3. 2012 )

Datum [d-m-y]	Čas [h:m:s]	L <sub>Aeq_dt</sub> [dB]	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AFmax_dt</sub> [dB]	L <sub>AFmin_dt</sub> [dB]	L <sub>CPKmax_dt</sub> [dB]
21.3.2012	14:15:56	60,8	60,8	66,6	49,7	84,5
21.3.2012	14:16:56	57,7	59,5	63,8	49,5	83,1
21.3.2012	14:17:56	58,1	59,1	66,3	44,3	84,5
21.3.2012	14:18:56	61,8	59,9	70,5	49,5	90,2
21.3.2012	14:19:56	62,3	60,5	71,1	50,5	91,2
21.3.2012	14:20:56	61,2	60,6	67,5	53,8	84,9
21.3.2012	14:21:56	61,7	60,8	70,3	51,1	88,4
21.3.2012	14:22:56	62,2	61,0	73,2	49,7	91,0
21.3.2012	14:23:56	61,6	61,1	68,1	52,5	91,4
21.3.2012	14:24:56	61,5	61,1	68,0	53,5	87,9
21.3.2012	14:25:56	58,3	60,9	66,9	44,9	83,4
21.3.2012	14:26:56	62,0	61,0	73,2	49,8	88,4
21.3.2012	14:27:56	62,1	61,1	67,6	54,6	87,9
21.3.2012	14:28:56	57,6	60,9	64,9	48,5	83,5
21.3.2012	14:29:56	59,7	60,8	69,7	47,7	86,7
21.3.2012	14:30:56	60,5	60,8	66,1	52,9	91,8
21.3.2012	14:31:56	61,5	60,9	69,1	54,5	87,0
21.3.2012	14:32:56	58,0	60,7	67,2	46,4	84,1
21.3.2012	14:33:56	58,3	60,6	64,7	47,3	85,4
21.3.2012	14:34:56	59,6	60,6	65,1	48,5	81,8
21.3.2012	14:35:56	59,3	60,5	66,7	45,2	92,4
21.3.2012	14:36:56	60,9	60,5	68,7	50,7	86,5
21.3.2012	14:37:56	63,3	60,7	72,8	55,2	91,4
21.3.2012	14:38:56	63,7	60,9	77,6	54,2	89,7
21.3.2012	14:39:56	63,3	61,0	73,6	52,6	91,0
21.3.2012	14:40:56	65,8	61,3	74,9	58,8	94,3
21.3.2012	14:41:56	64,1	61,4	77,0	55,0	95,1
21.3.2012	14:42:56	61,9	61,5	68,8	50,9	85,8
21.3.2012	14:43:56	63,2	61,5	70,2	50,3	86,9
21.3.2012	14:44:56	63,2	61,6	70,2	54,3	87,8
21.3.2012	14:45:56	62,2	61,6	71,6	54,1	90,5
21.3.2012	14:46:56	60,5	61,6	67,4	51,8	83,7
21.3.2012	14:47:56	62,5	61,6	72,3	52,7	86,8



21.3.2012	14:48:56	64,2	61,7	71,3	56,8	92,7
21.3.2012	14:49:56	62,1	61,7	67,2	54,7	86,4
21.3.2012	14:50:56	62,6	61,7	69,3	54,8	88,0
21.3.2012	14:51:56	62,6	61,7	70,9	47,6	89,2
21.3.2012	14:52:56	60,3	61,7	68,4	50,7	93,6
21.3.2012	14:53:56	61,0	61,7	69,8	48,5	93,4
21.3.2012	14:54:56	61,3	61,7	67,3	51,8	88,2
21.3.2012	14:55:56	61,2	61,6	68,5	50,4	87,6
21.3.2012	14:56:56	59,6	61,6	65,8	52,2	84,8
21.3.2012	14:57:56	59,8	61,6	64,2	52,5	85,6
21.3.2012	14:58:56	60,5	61,5	67,4	52,2	84,3
21.3.2012	14:59:56	62,1	61,5	69,1	54,9	91,8
21.3.2012	15:00:56	63,1	61,6	70,8	55,4	88,0
21.3.2012	15:01:56	62,8	61,6	68,6	54,1	89,3
21.3.2012	15:02:56	62,7	61,6	71,9	53,8	88,1
21.3.2012	15:03:56	64,2	61,7	71,7	56,1	89,2
21.3.2012	15:04:56	64,0	61,7	70,7	55,2	93,1
21.3.2012	15:05:56	64,4	61,8	72,7	57,9	90,4
21.3.2012	15:06:56	63,3	61,8	69,0	54,4	88,5
21.3.2012	15:07:56	60,8	61,8	70,8	47,6	87,2
21.3.2012	15:08:56	64,3	61,8	71,3	53,7	89,3
21.3.2012	15:09:56	62,3	61,8	68,8	51,7	86,5
21.3.2012	15:10:56	61,8	61,8	69,9	52,5	85,8
21.3.2012	15:11:56	63,9	61,8	70,9	48,6	87,5
21.3.2012	15:12:56	61,9	61,8	69,0	44,0	88,0
21.3.2012	15:13:56	62,5	61,8	71,2	50,5	89,4
21.3.2012	15:14:56	62,7	61,8	67,3	55,4	89,4
<b>21.3.2012</b>	<b>15:14:56</b>	<b>61,8</b>	<b>61,8</b>	<b>77,6</b>	<b>44,0</b>	<b>95,1</b>

Příloha 5. Měření Výsluní, Plzeň - Litice ( 21.3. 2012)



Příloha 6. Měření Výsluní, Plzeň - Litice ( 21.3. 2012)



Příloha 7. Měření před protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň - Litice ( 21.3. 2012)



Příloha 8. Měření před protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň - Litice ( 21.3. 2012)



Příloha 9. Měření za protihlukovou stěnou Výsluní, Plzeň - Litice ( 20.3. 2012)



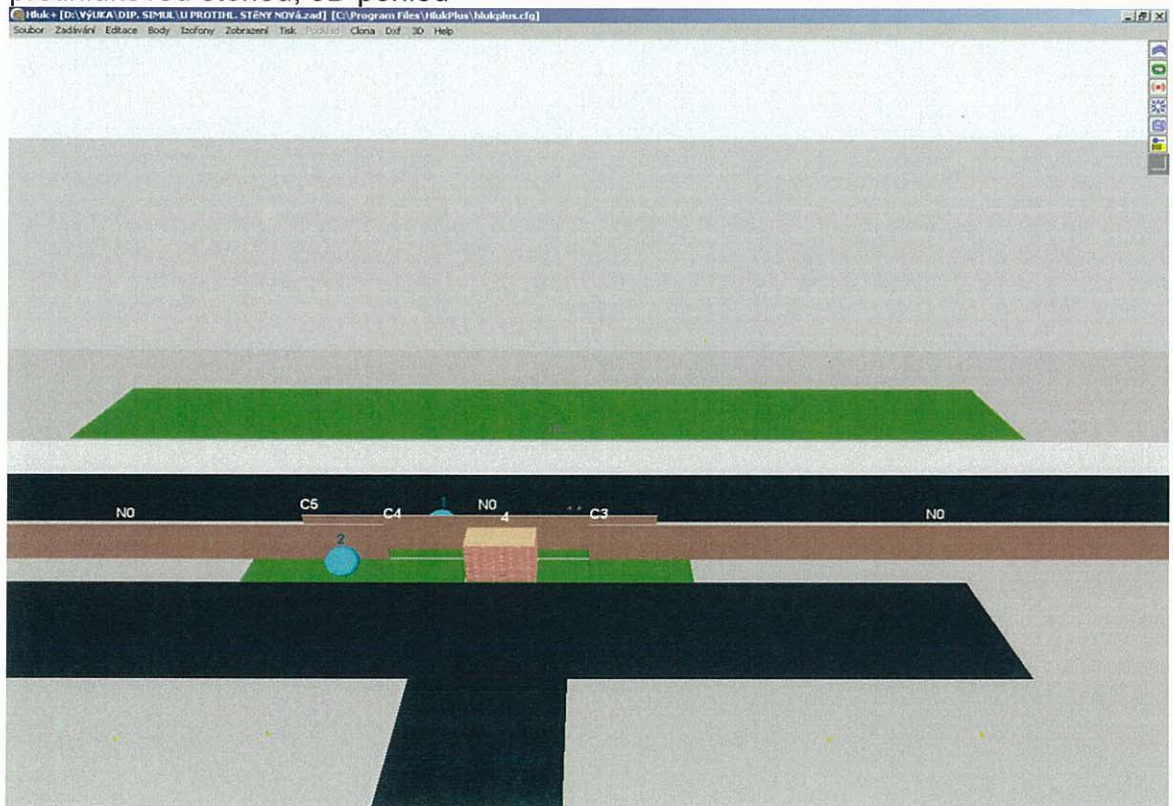
Příloha 10. Měření u Borské věznice, Plzeň Bory ( 21.3. 2012 )



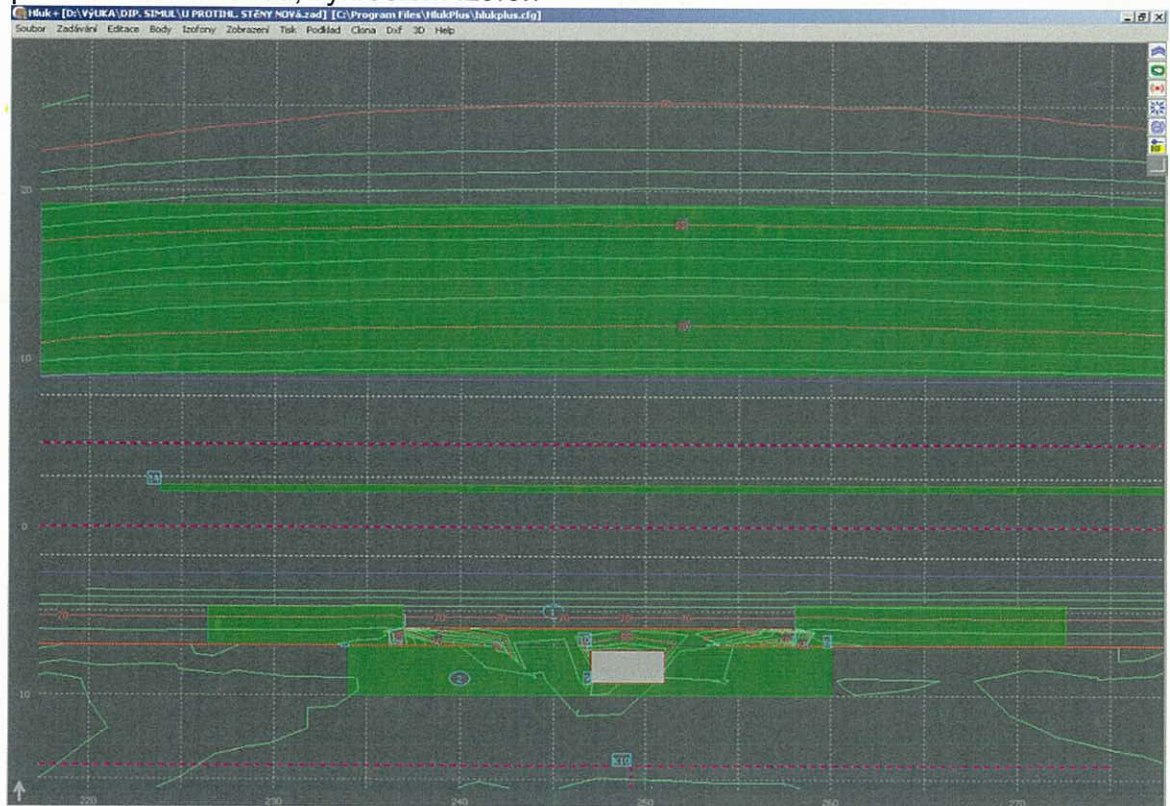
Příloha 11. Měření u Borské věznice, Plzeň Bory ( 21.3. 2012 )



Příloha 12. Simulovaná situace v programu Hluk+ Výsluní, Plzeň - Litice před a za protihlukovou stěnou, 3D pohled



Příloha 13. Simulovaná situace v programu Hluk+ Výsluní, Plzeň - Litice před a za protihlukovou stěnou, vykreslení izofon



Příloha 14. Simulovaná situace v programu Hluk+ Výsluní, Plzeň - Litice před a za protihlukovou stěnou, vykreslení decibelových pásem

