



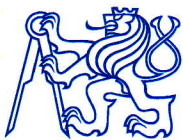
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Tomáš Kreuzer

ŘEŠENÍ HLUKOVÉ ZÁTĚŽE Z DOPRAVY
VE MĚSTĚ MÝTO

Bakalářská práce

2014



K612..... Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Tomáš Kreuzer

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Řešení hlukové zátěže z dopravy ve městě Mýto**

Název tématu (anglicky): Solution of the Noise Pollution from Traffic in the Town
Mýto

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Popis lokality
- Charakteristika posuzované lokality z hlediska jednotlivých druhů dopravy
- Analýza vlivu hluku ze silniční dopravy na obyvatele Mýta
- Analýza vlivu hluku ze železniční dopravy na obyvatele Mýta
- Výběr stanovišť pro terénní měření dopravního hluku
- Měření dopravního hluku na zvolených stanovištích
- Vyhodnocení získaných dat a jejich porovnání s platnou legislativou

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Nařízení vlády 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
Ládyš, L., Liberko, M.: Výpočet hluku z automobilové dopravy, manuál ŘSD ČR, 2011
TP 104 Protihlukové clony pozemních komunikací. Praha. Ministerstvo dopravy.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Kristýna Neubergová, Ph.D.**
Ing. Libor Ládyš

Datum zadání bakalářské práce: **28. června 2013**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **25. srpna 2014**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Tomáš Kreuzer
jméno a podpis studenta

V Praze dne28. června 2013

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Kristýně Neubergové, Ph.D. a Ing. Liboru Ládyšovi za vedení bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, které mi při zpracování bakalářské práce poskytli. Děkuji také za jejich ochotu, pečlivost a veškerý čas, který mi věnovali. Dále děkuji své rodině, která mě podporuje v průběhu celého mého studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 12.8.2014


.....
podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Řešení hlukové zátěže z dopravy ve městě Mýto

Bakalářská práce

2014

Tomáš Kreuzer

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je zjištění a vyhodnocení akustické situace ve městě Mýto. Obsahem práce je měření hluku na třech vybraných stanovištích, která odpovídají třem významným liniovým zdrojům hlukové zátěže. Práce uvádí do hlukové problematiky, popisuje posuzovanou lokalitu, zjišťuje stávající hlukovou situaci a analyzuje vliv hluku na obyvatele města Mýta. Součástí této práce je i dotazník, který byl vytvořen pro možnost vyjádření se obyvatel k dané problematice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hluk, hluk v dopravě, měření hluku, silniční doprava, železniční doprava, ekvivalentní hladina akustického tlaku.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Solution of the noise pollution from traffic in the town Mýto

Bachelor thesis

2014

Tomáš Kreuzer

ABSTRACT

The aim of the thesis is to find out and evaluate the acoustic situation in the town Mýto. This thesis includes the measurement of the noise in three selected localities, which correspond to the three major sources of noise line pollution. The thesis introduces the noise issues, describes the assessed locality, looks into the current noise situation and analyses the impact of noise on residents of the town Mýto. A part of this thesis is a questionnaire, which was made for the residents to express their opinion on the matter.

KEY WORDS

Noise, noise in transport, noise measurement, road transport, railway transport, equivalent sound pressure level.

Obsah

1 Úvod	9
2 Problematika hluku	10
2.1 Zdroje zvuku	10
2.2 Vznik hluku v dopravě	10
2.3 Hluk ze silniční a železniční dopravy	12
2.4 Legislativa k hlukové problematice	14
2.4.1 Regulativy pro oblast emisí	14
2.4.2 Regulativy pro oblast imisí	15
3 Popis posuzované lokality	16
3.1 Základní informace o městě Mýto	16
3.2 Okolí města	16
3.3 Mapa širších vztahů města Mýto	17
3.4 Porovnání historické a současné dopravní sítě	18
4 Charakteristika posuzované lokality z hlediska jednotlivých druhů dopravy	19
4.1 Hlavní silniční tahy	19
4.2 Železniční doprava	20
5 Zjištění stávající akustické situace	22
5.1 Výběr stanovišť pro terénní měření dopravního hluku	22
5.2 Měření dopravního hluku na zvolených stanovištích	26
5.2.1 Měřicí přístroj	26
5.2.2 Průběh měření	27
5.2.3 Faktory ovlivňující měření	28
5.3 Naměřené hodnoty	29
5.4 Další zjištěné veličiny	30
5.4.1 Silnice II/605	31
5.4.2 Dálnice D5	31
5.4.3 Železniční stanice	32

6	Analýza vlivu hluku na obyvatele Mýta.....	35
6.1	Dotazník	35
6.2	Porovnání výsledků s legislativou	39
6.2.1	Hluk ze silniční dopravy.....	41
6.2.2	Hluk z železniční dopravy.....	43
7	Závěr	44
8	Seznam tabulek	45
9	Seznam příloh.....	45
10	Seznam obrázků	46
11	Seznam použité literatury a zdrojů	47

Seznam použitých zkratk

RPDI	roční průměr denních intenzit
OA	osobní automobil
NA	nákladní automobil
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
Ost.	ostatní
ČSN	Česká technická norma
SHZ	stará hluková zátěž
HV	hnací vozidlo

1 Úvod

Potřeba chránit životní prostředí je jedním z klíčových úkolů zejména posledních let. Žijeme v krajině, která je značně poznamenávána činností člověka. Především od rozvoje dopravy se vlivem exhalací, vibrací, hlučnosti a dalších negativních vlivů začal tento stav výrazně zhoršovat. Je důležité si tuto skutečnost uvědomit a přispívat k postupnému zlepšování situace. Vždyť "pouze zdánlivě je hluk méně nebezpečný než znečišťování chemická" [10].

Tato bakalářská práce se zabývá řešením hlukové zátěže ve městě Mýto. Byla provedena série měření v dané lokalitě s cílem porovnat naměřené hodnoty s limitními hodnotami, které udává legislativa ČR. Město Mýto bylo vybráno jako typický příklad obce, která je nadměrně zatěžována emisemi hluku z kamionové dopravy v důsledku lokalizace na objízdné trase kvůli mýtnému systému. Zároveň se zde nacházejí tři významné liniové zdroje emisí. V jihovýchodní části města vede 3. tranzitní železniční koridor, severně od města se táhne dálnice D5 a městem vede průtažná komunikace II. třídy, která před výstavbou dálnice D5 plnila funkci komunikace I. třídy, tedy hlavní komunikace mezi Prahou a Plzní. Z této komunikace měla být zcela odkloněna kamionová doprava na dálnici D5. Tyto tři významné liniové zdroje emisí hluku se staly předmětem měření a vyhodnocení.

2 Problematika hluku

„Hluk je každý zvuk, který člověka ruší, obtěžuje, nebo který působí škodlivě na jeho zdraví“ [1]. Hluk je tedy pouze pojem. V případě zvuku, který vzniká kmitáním částic v látkovém prostředí, se jedná o fyzikální veličinu.

Předpokladem pro šíření zvuku, tedy mechanického vlnění, je prostředí, které je složeno z hmotnostních částic. Toto prostředí se nazývá látkové. Potom mechanické vlnění v plynných látkách se označuje jako zvuk, kdežto mechanické vlnění v pevných látkách se označuje jako vibrace. Při průchodu vlnění prostředím dochází k odrazu, lomu nebo ohybu.

2.1 Zdroje zvuku

Rozlišují se tři základní typy zdroje hluku podle charakteru působení na okolí.

- bodový zdroj
- plošný zdroj
- liniový zdroj

Bodový zdroj je charakteristický tím, že z jednoho místa je vyzařována akustická energie do všech směrů se stejnou amplitudou a fází. Rozlišujeme bodový zdroj stacionární a mobilní.

Plošný zdroj je charakterizován tak, že jeho rozměr je mnohem větší než délka vlny vyzařovaného zvuku. Před plošným zdrojem vzniká pole rovinných zvukových vln.

Hluk z dopravy je charakterizován jako liniový zdroj hluku. Liniový zdroj vzniká tehdy, "kmitá-li soufázově nekonečná řada bodových zdrojů, šíří se akustická energie do všech směrů kolmých na řadu bodových zdrojů a vytvářejí se válcové zvukové vlny" [10].

2.2 Vznik hluku v dopravě

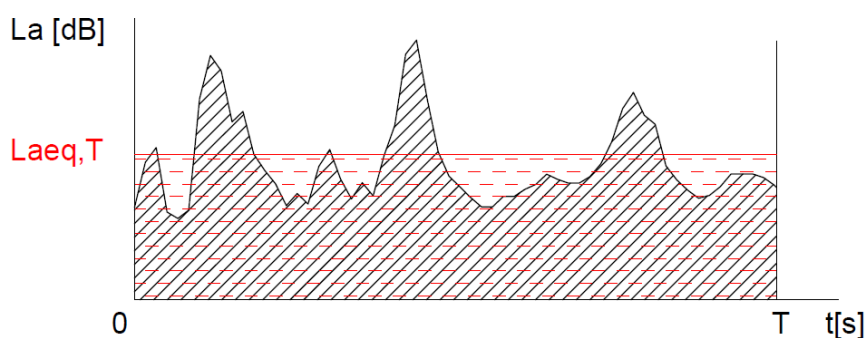
Je poměrně mnoho faktorů, které ovlivňují hluk z dopravy. Obecně platí, že „hluk silniční dopravy závisí na intenzitě, skladbě, rychlosti a plynulosti dopravy, dále na podélném sklonu nivelety, druhu a stavu vozovky, okolní zástavbě, konfiguraci terénu, stínění, odrazech zvuku, meteorologických podmínkách“ [1]. Všechny tyto zmíněné faktory jsou zohledněny ve výpočtové metodice, pomocí které se zjišťuje akustická situace konkrétního místa. Nejvíce hlukem zatěžuje silniční doprava kvůli velké hustotě dopravní sítě.

Při zjišťování hlukové situace v dané lokalitě se zjišťuje ekvivalentní hladina akustického tlaku. „Ekvivalentní hladina akustického tlaku A , L_{Aeq} , je hladinou střední hodnoty akustického tlaku ve sledovaném časovém úseku. Lze jí vyčíslit jako hladinu časového integrálu intenzity

zvuku děleného délkou časového intervalu“ [1]. Akustická situace se zjišťuje měřením nebo pomocí výpočtu. Základní vztah pro výpočet ekvivalentní hladiny akustického tlaku:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2}{p_0^2} dt \right] \quad (1)$$

T	časový interval [s]
p	okamžitý akustický tlak [Pa]
p ₀	referenční akustický tlak [Pa]



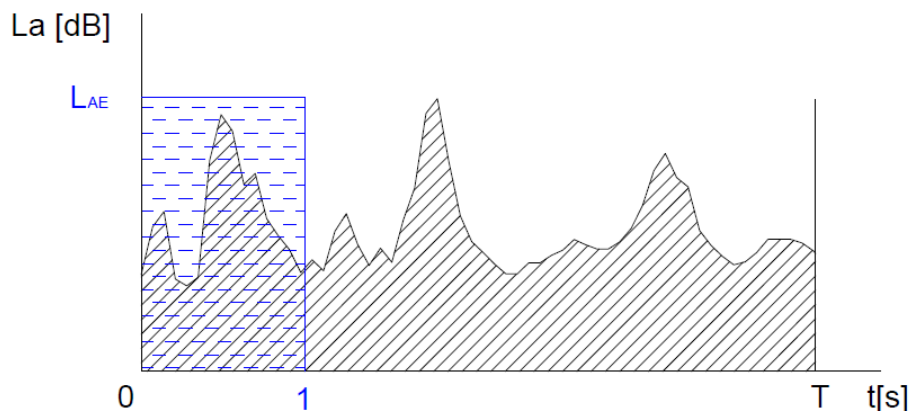
Obr. 1 Grafické znázornění ekvivalentní hladiny akustického tlaku [autor]

Hladina akustického tlaku je vždy vztažena na určitý časový úsek, který určují meze integrálu z předchozího vztahu. Podle nařízení vlády č.272/2011 Sb. se hluk z dopravy průměruje na celých 16 hodin ve dne a 8 hodin v noci ($L_{Aeq,16h}/L_{Aeq,8h}$).

Dalším vyjádřením časového hodnocení hlukového děje je hladina zvukové expozice L_{AE} .

$$L_{AE} = 10 \log \left[\int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2 dt \right] \quad (2)$$

$t_2 - t_1$	časový interval [s]
p_A	měřený akustický tlak [Pa]
p_0	referenční akustický tlak [Pa]



Obr. 2 Grafické znázornění zvukové expozice [autor]

„Toto vyjádření dovoluje jednodušší nasčítání jednotlivých i-tých případů (například zjištění jednotlivých průjezdů vlaků) do výsledné ekvivalentní hladiny, vztažené na celý časový úsek T pro celkový počet případů N podle vztahu (3)“ [10].

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\frac{t_0}{T} \sum_{i=1}^N n_i \cdot 10^{\frac{L_{AEi}}{10}} \right] \quad (3)$$

T	časový interval [s] - 16 h pro den a 8 h pro noc
t_0	referenční časový interval (1s)
n	počet vlaků určitého typu pro den/noc a jednotlivé směry
L_{AEi}	hodnota zvukové expozice daného typu vlaku [dB]

2.3 Hluk ze silniční a železniční dopravy

Tato bakalářská práce se zabývá hlukem ze silniční, ale také z železniční dopravy. U silniční dopravy patří emise akustické energie mezi výrazné negativum tohoto druhu dopravy. Tyto emise je potřeba sledovat na místech, kde jsou lidé tomuto vlivu nadměrně vystaveni. Je nutné tyto vlivy vyhodnotit a provést odpovídající opatření, která povedou ke zlepšení akustické situace daného místa. Jedním z těchto míst je i město Mýto, kde bylo provedeno měření akustické situace.

Lze definovat tři základní zdroje hluku ze silniční dopravy [2]. U pomalých a těžkých nákladních vozidel má velký význam zdroj hluku samotného automobilu. Při vyšších rychlostech se uplatňuje u nákladních i osobních automobilů aerodynamický hluk. Stejně tak se se vzrůstající rychlostí uplatňuje hluk způsobený stykem pneumatiky s vozovkou.

Emise hluku a vibrace jsou problém i u dopravy železniční, jen se týká méně lidí, protože vede více v nezastavěných oblastech. I zde definujeme zdroje hluku [2]:

- hluk sběrače
- aerodynamický hluk
- hluk hnacího stroje
- valivý hluk

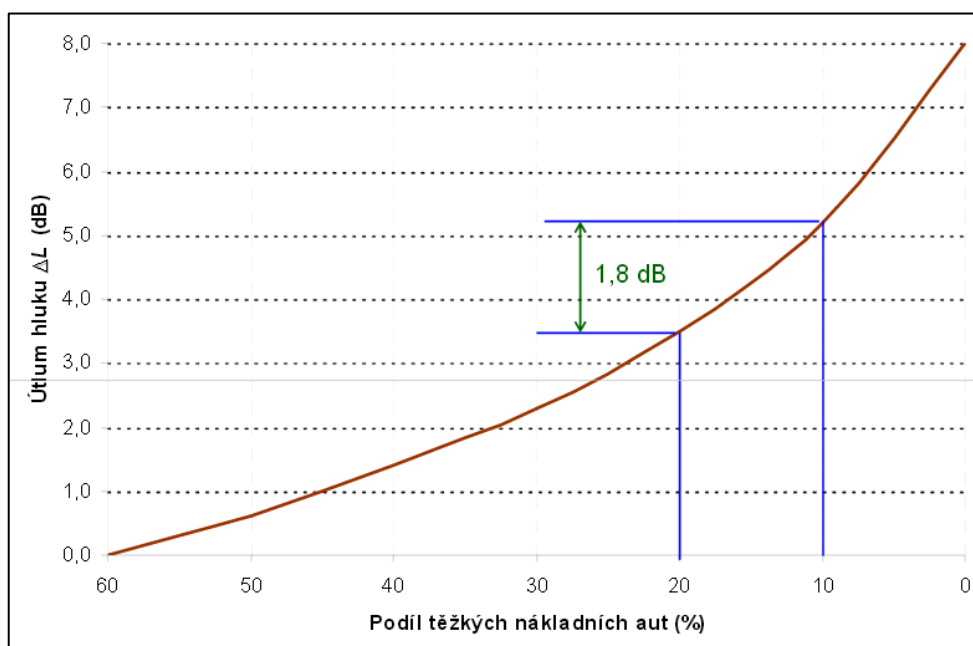
Cílem měření hluku je získat objektivní informace o skutečném podílu daného druhu dopravy na akustickou situaci v dané lokalitě. Naměřené hodnoty jsou nezbytné pro [10]:

- hodnocení stávající akustické situace
- urbanistické řešení území
- projektování změn, významu a kategorie dopravní trasy
- navrhování protihlukových opatření

V obytných oblastech, kde je vlivem přilehlé frekventované komunikace špatná hluková situace, se uplatňují následující účinná opatření ke snížení této hlukové zátěže [11]:

- protihlukové clony nebo valy
- snížení intenzity dopravy
- vyloučení provozu těžkých nákladních vozidel
- snížení rychlosti
- oprava špatného stavu vozovky
- náhrada povrchu vozovky za tišší
- omezení provozu starých a hlučných vozidel
- dosažení plynulého provozu

Na základě studie [11], ve které se její autor mimo jiné zabývá snižováním hluku ze silniční dopravy, vyplývá, že podíl těžkých nákladních vozidel má podstatný vliv na hodnotě akustického tlaku (obrázek 3). V tomto konkrétním případě to znamená, že pokud klesne podíl nákladních automobilů z 20 % na 10 %, způsobí to útlum hluku o 1,8 dB. Je také zřejmé, že pokud by byla kamionová doprava zcela vyloučena, útlum hluku by se pohyboval někde kolem 4,5 dB za předpokladu snížení z 20 %.



Obr. 3 Závislost snížení hluku na klesajícím podílu těžkých vozidel
pro rychlost 50 km.h⁻¹ [11]

2.4 Legislativa k hlukové problematice

Legislativu týkající se hlukové problematiky lze členit do tří úrovní. Nejvyšší váhu mají zákonné požadavky. Na nižší úrovni jsou prováděcí vyhlášky a jako poslední jsou normy, které definují konkrétní postupy a požadavky na měření hluku.

2.4.1 Regulativy pro oblast emisí

- České technické normy
 - ČSN ISO 1996-1 - popisují základní veličiny a postupy pro hodnocení
 - ČSN ISO 1996-2 - definují určování hladin hluku prostředím
- Nařízení vlády č. 342/2003 Sb.
 - Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 9/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska emisí hluku

2.4.2 Regulativy pro oblast imisí

- Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů
 - Obsahuje 5 paragrafů, které například popisují, kdo je povinen dodržovat hygienické limitní hodnoty, jaké jsou možnosti, když tyto hodnoty dodržet nelze, kdo může provádět měření v životním prostředí člověka. Obsahuje i úpravu hygienických limitů.
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
 - V tomto dokumentu jsou obsaženy základní hygienické limitní hladiny pro denní a noční období včetně veškerých korekcí pro různé typy venkovních chráněných prostor. Korekce zohledňují typ a význam posuzované komunikace.

Pod tuto podkapitolu lze zahrnout ještě některé zákony týkající se životního prostředí. Byly vybrány tyto tři zákony:

- Zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezování znečištění
- Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivu na životní prostředí
- Zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí

3 Popis posuzované lokality

3.1 Základní informace o městě Mýto

Ačkoli v Mýtě žije více než 1,5 tisíce obyvatel, má tato obec status město, a to i z historického hlediska. Mýto se nachází na hranici Plzeňského a Středočeského kraje v okrese Rokycany. Od Plzně je vzdáleno přibližně 30 km a od okresního města Rokycany přibližně 10 km. Hlavní město Praha je díky dálnici D5 dostupné do 30 minut a je vzdáleno 55 km. Město Mýto leží na hlavní dopravní spojnici mezi hlavním městem Prahou a západočeskou metropolí Plzní. Katastrální výměra tohoto města je udávána přibližně 18 km² a spadá pod obec s rozšířenou působností Rokycany. Průměrná nadmořská výška v Mýtě je 443 m n. m. První zmínky o městě Mýtě pocházejí z konce 13. století.

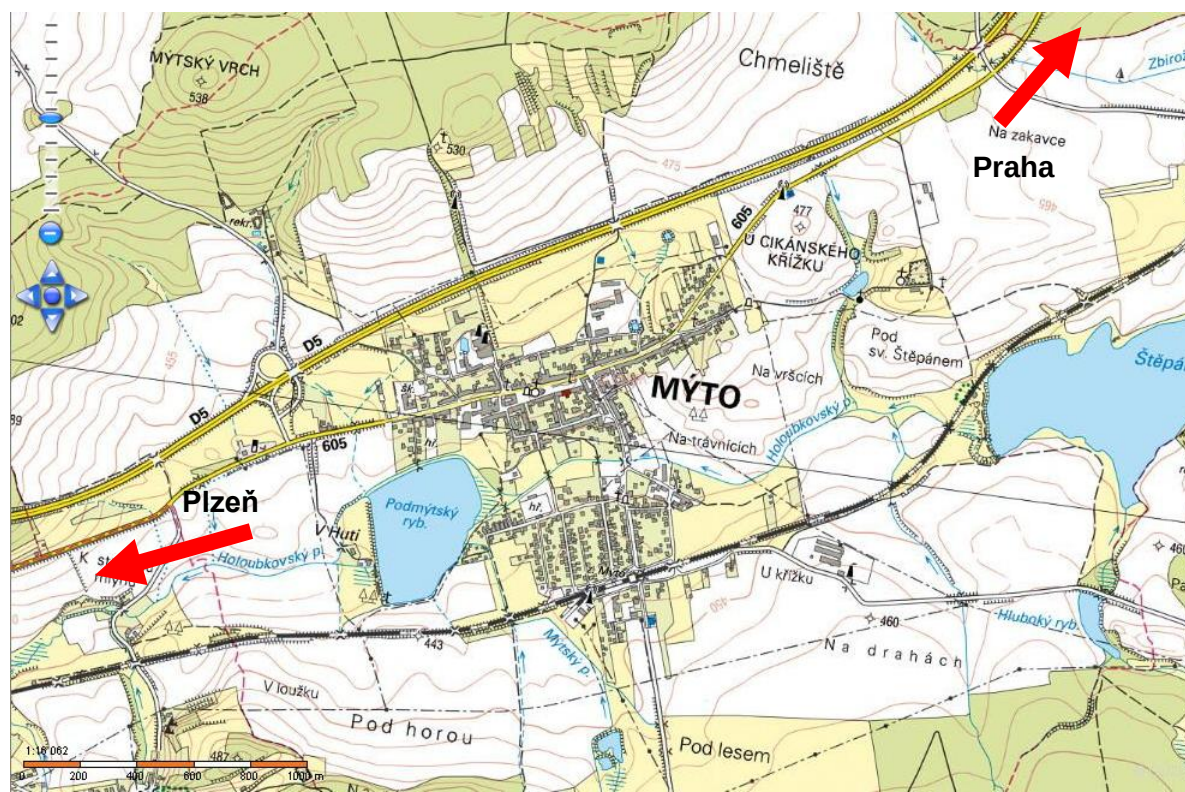
Poloha města na důležité historické obchodní cestě z Prahy do Plzně a dále do Bavor (v pramenech označovaná jako Zlatá cesta) určovala jeho historii. Na této cestě se vybíralo od putujících obchodníků clo neboli mýto. Je proto velmi pravděpodobné, že zde je základ názvu města.

V současné době je Mýto klidným městem s několika drobnými provozovny a obchody, které zabezpečují služby pro obyvatele.

3.2 Okolí města

Poloha města Mýto, které je obklopeno rozsáhlými lesy, poskytuje celou řadu možností výletů do blízkého okolí. Je možné navštívit okresní město Rokycany s jeho památkami a okresním muzeem, starý vodní hamr v Dobřívě nebo město Zbiroh, vzdálené 8 km od Mýta. Lesy v blízkém okolí jsou v létě a na podzim rájem pro milovníky hub. Město Mýto s osadou Kařízek leží ve výhodné poloze podbrdské pahorkatiny na hlavním železničním a silničním tahu mezi Prahou a Plzní. Město je obklopeno lesy a rybníky, které slouží k rekreaci.

3.3 Mapa širších vztahů města Mýto



Obr. 4 Mapa širších vztahů [3]

3.4 Porovnání historické a současné dopravní sítě

Pro přehledné porovnání historického vývoje dopravní sítě byly vybrány mapové podklady z roku 1953 a ze současnosti. Je zřejmé, že výstavba D5 zapříčinila významnou, avšak nezbytnou fragmentaci krajiny.



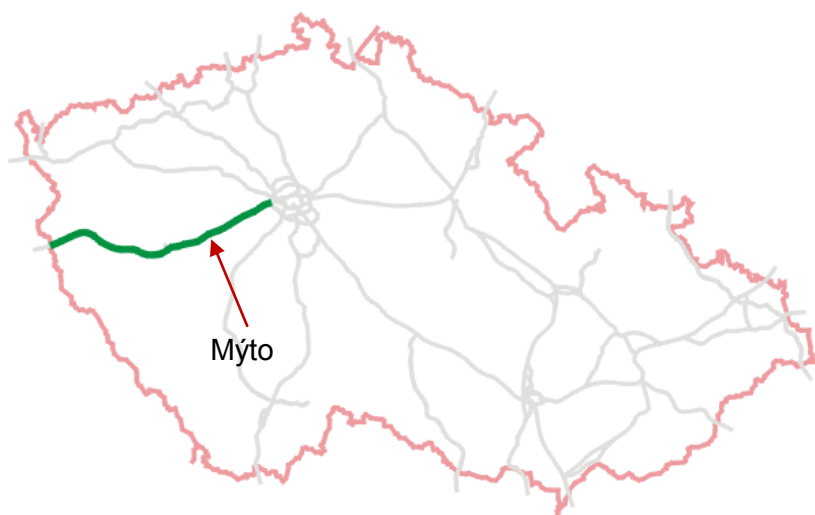
Obr. 5 Fotomapa z vojenského leteckého snímkování z roku 1953 [9]



Obr. 6 Aktuální fotomapa [9]

4 Charakteristika posuzované lokality z hlediska jednotlivých druhů dopravy

4.1 Hlavní silniční tahy



Obr. 7 Dálnice D5 vyznačená na mapě ČR [7]

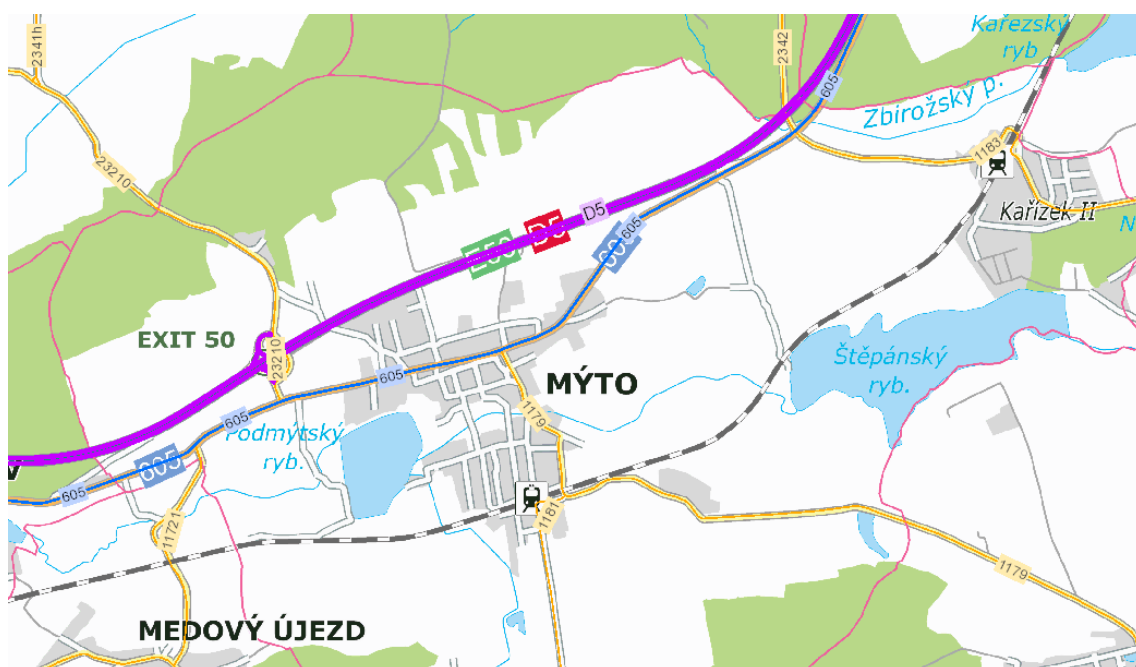
Mezi hlavní silniční tah posuzované lokality patří bezesporu dálnice D5. Právě dálnice D5 zastoupila doprovodnou vytíženou silnici II/605 vedoucí z Prahy do Německa. Tato silnice se skládá z úseků ("staré plzeňské") silnice I. třídy I/5. Úsek mezi Plzní a Rozvadovem měl dříve označení II/501. Dálnice D5 se začala stavět kolem Mýta v letech 1991 a 1992. Provoz nově vystavěných etap dálnice byl zahájen v polovině roku 1995. Jednalo se o jednu z posledních etap dálnice mezi Prahou a Plzní. V roce 1997 byl otevřen úsek z Plzně do Německa.

Ačkoli došlo k výrazné fragmentaci krajiny, svůj účel dálnice D5 jednoznačně splnila. Nicméně s postupem času se kamionová doprava začala postupně přesouvat zpět na průtažní silnici II/605, která vede skrz přilehlé obce a města a navíc je v poměrně dobrém stavu. Dne 1. 1. 2007 bylo zavedeno výkonové zpoplatnění vybraných komunikací jako spravedlivější druh zpoplatnění pro velká nákladní vozidla a především nediskriminující způsob zpoplatnění využití pozemní komunikace zahraničními dopravci. V dalších letech byla povinnost platit mýtné rozšířena pro vozidla o nejvyšší povolené hmotnosti nad 3,5 tuny. Každý rok se rozsah zpoplatnění rozšiřoval o další úseky komunikací včetně některých I. tříd.

Vyvstaly tím názory, že z toho důvodu dochází k objíždění zpoplatněných tras a je tím ovlivněna bezpečnost na trasách objízdných. Obce, které se nacházejí na objízdných trasách, jsou znečišťovány emisemi, ať už jde o emise hluku nebo nadměrné exhalace.

Tato bakalářská práce se snaží na tuto problematiku poukázat a pomocí změřených hlukových situací dokázat, že se jedná o závažný problém.

Kromě zmiňované dálnice D5 a silnice II/605 procházejí Mýtem další 4 pozemní komunikace III. třídy (1179, 1181, 23210, 11721). Všechny silniční tahy jsou zobrazeny na následující mapě (obrázek 8).



Obr. 8 Silniční tahy procházející městem Mýto [5]

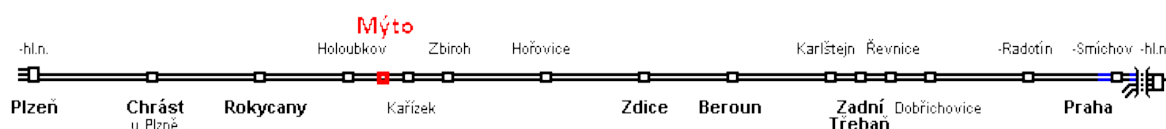
4.2 Železniční doprava

Městem Mýto prochází 3. tranzitní železniční koridor mezi Chebem a Mosty u Jablunkova. Tento koridor představuje tedy velmi důležité vnitrostátní spojení, zároveň je významným tranzitním spojením mezi Norimberkem a Žilinou. Celková délka tohoto koridoru je na území České republiky 665 km. Stejně jako dálnice D5 byl tento koridor ve výstavbě po jednotlivých úsecích. Traťový úsek mezi městy Rokycany a Zbiroh (týkající se tedy i města Mýta) je momentálně již zmodernizován. Finální fáze výstavby byla zahájena v roce 2009 a trať v tomto úseku, který je dlouhý přibližně 21 km, byla uvedena do provozu v roce 2013.

Denně Mýtem projede přibližně 40 vlakových souprav. Třetí tranzitní železniční koridor je zobrazen na obrázku 9.



Obr. 9 Třetí tranzitní železniční koridor [6]



Obr. 10 Rameno 3. tranzitního železničního koridoru Plzeň - Praha [6]

S modernizací trati byla spojena i výstavba protihlukových opatření (obrázek 11) v zasažených obcích. Ve městě Mýto byla prověřena účinnost těchto protihlukových opatření měřením u výpravní budovy.



Obr. 11 Protihlukové stěny u výpravní budovy Mýto [14]

5 Zjištění stávající akustické situace

5.1 Výběr stanovišť pro terénní měření dopravního hluku

Pro terénní měření akustické situace byla vybrána tři stanoviště odpovídající liniovým zdrojům hluku. Měřicí stanoviště byla vybrána podle zásad měření, aby výsledky měření nebyly ovlivněny rušivými vlivy, nebo aby těchto vlivů bylo co nejméně. Byla proto vybrána vhodná místa, kde nedochází například k parkování vozidel nebo manipulaci s materiálem a podobně. Na mapě (obrázek 12) jsou vyznačena vybraná stanoviště pro terénní měření dopravního hluku.



Obr. 12 Výběr vhodných měřících stanovišť [4]

První měřicí stanoviště (obrázek 14) bylo umístěno u nejbližšího obytného rodinného domu, který není chráněn protihlukovou clonou, ve vzdálenosti 160 m od dálnice D5. Mikrofon zvukoměru byl umístěn podle zásad měření ve výšce 3 metry od zemského povrchu a ve vzdálenosti 2 m od fasády obytného domu. V naměřených hodnotách je následně nutné odraz zvuku od této fasády zohlednit odečtením 2 dB.

Důležitou roli ve výběru tohoto měřicího stanoviště hrál tedy fakt, že v současné době nejsou u dálnice protihluková opatření, která by zastínila vybraný rodinný dům, u kterého bylo provedeno měření hluku. Na obrázku 13 jsou červeně vyznačena místa bez protihlukového opatření u dálnice D5. Zeleně je vyznačena část dálnice, u níž je již protihluková clona vybudována.



Obr. 13 Protihluková opatření u dálnice D5 [4]



Obr. 14 Stanoviště u dálnice D5 [autor], [4]

Druhé měřicí stanoviště bylo umístěno ve vzdálenosti 10 m od osy komunikace II/605. Místo měření bylo zvoleno tak, aby byl měřen pouze čistý průjezd vozidel a aby měření nebylo ovlivněno parkováním a manipulací vozidel a jinými rušivými vlivy. Jelikož se toto měřicí místo nenachází v těsné blízkosti zástavby, nebyly z naměřených hodnot odečteny 2 dB, které charakterizují korekturu od přilehlé zástavby. Na obrázku 15 je fotografie pořízená během dopoledního měření.



Obr. 15 Stanoviště u silnice II/605 [autor], [4]

Poslední měřicí místo bylo zvoleno u železniční stanice Mýto u nejbližšího obytného domu ve výšce 3 m od zemského povrchu a ve vzdálenosti 2 m od fasády domu. Mikrofon zvukoměru byl umístěn ve vzdálenosti přibližně 25 m od osy nejbližší koleje. Na tomto místě docházelo poměrně často k rušivým vlivům například průjezdem automobilů, štěkáním psů a hlukem lidí, kteří chodili na vlak. Nicméně účelem tohoto měření bylo, jakou hlučnost mají v tomto místě projíždějící vlaky. Z naměřených hodnot byly proto vybrány pouze úseky jednotlivých průjezdů, se kterými se dále pracuje. Rušivé vlivy proto není nutné dále zkoumat. Na obrázku 16 je fotografie z měřicího místa s umístěním zvukoměru s mikrofonom.



Obr. 16 Třetí měřicí stanoviště u výpravní budovy Mýto [autor], [4]

5.2 Měření dopravního hluku na zvolených stanovištích

Měření hluku ve městě Mýto proběhlo ve dvou etapách z důvodu nevhodných klimatických podmínek v průběhu měření v první etapě v noci. První měření na vybraných stanovištích bylo provedeno na podzim 14. listopadu 2013. Noční měření proběhlo až ve druhé etapě v noci z úterý na středu na jaře 6. května 2014.

5.2.1 Měřicí přístroj

Zvukoměry musí splňovat podmínky ČSN EN 61672-1(2) a obsahovat váhový filtr A [10]. Váhové filtry upravují citlivost měřicího přístroje v souladu s citlivostí lidského sluchového orgánu. Nejvíce se používá váhový filtr A pro vnímání lidským sluchovým orgánem.

K měření hluku ve městě Mýto byl použit měřicí přístroj od společnosti Norsonic, Sound Analyser Nor140 (obrázek 17). Jedná se o zvukoměr, který je schopný sekundového záznamu. Výstupem zvukoměru je nejen ekvivalentní hladina akustického tlaku za měřený

časový úsek, ale také hladina expozice zvuku, nejvyšší a nejnižší hodnota akustického tlaku v daném intervalu, či procentní distribuční hladiny akustického tlaku¹.



Obr. 17 Zvukoměr výrobce Norsonic, Sound Analyser Nor140 [8]

5.2.2 Průběh měření

Je důležité, aby byly zvoleny vhodné podmínky, které splňují zásady pro terénní měření. Patří mezi ně například rychlost větru, která nesmí překročit 5 m.s^{-1} , aby nedocházelo ke zkreslení výsledků. Dále se sleduje teplota vzduchu, která by neměla klesnout pod bod mrazu. Důležitou podmínkou je i to, že v průběhu měření nesmí pršet. Pokud některá z těchto podmínek není splněna, nemůže se měřit, popřípadě pokračovat v měření.

Pro nezkreslenost výsledků je také vhodné vybrat zcela běžný režim provozu v dané lokalitě, tedy takový provoz, který není ovlivněn například víkendovým provozem.

¹ Jedná se o hladinu akustického tlaku, která je překročena v N % doby uvažovaného časového intervalu. Nejčastěji $L_1, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{99}$.

5.2.2.1 První etapa měření

Jak už bylo uvedeno v předchozí kapitole (kapitola 5.2), první etapa měření (dopolední a odpolední měření) proběhla na podzim, ve čtvrtek 14. listopadu 2013. Čtvrtek byl vybrán jako typický pracovní den s běžným provozem, který není ovlivněn víkendovým, či svátečním provozem. Dopoledne byla obloha jasná a po celý den bylo bezvětrí. Zpočátku měření byla teplota vzduchu 0 °C, avšak v průběhu dopoledne teplota vystoupala až k 7 °C. V odpoledních hodinách se obloha postupně zatáhla a teplota poklesla na 2 °C.

Zvukoměr byl nastaven na sekundový záznam po dobu 2 hodin. Na každém stanovišti tedy proběhlo dvouhodinové dopolední a odpolední měření. Výjimkou bylo stanoviště u železniční stanice, kde proběhlo pouze dopolední měření. Odpolední měření nebylo provedeno z důvodu stejného počtu průjezdů vlaků jako dopoledne. Dají se tedy očekávat stejné naměřené hodnoty pro porovnání s denními limity.

Podle zásad měření byla před a po každém dvouhodinovém měření provedena kalibrace zvukoměru.

5.2.2.2 Druhá etapa měření

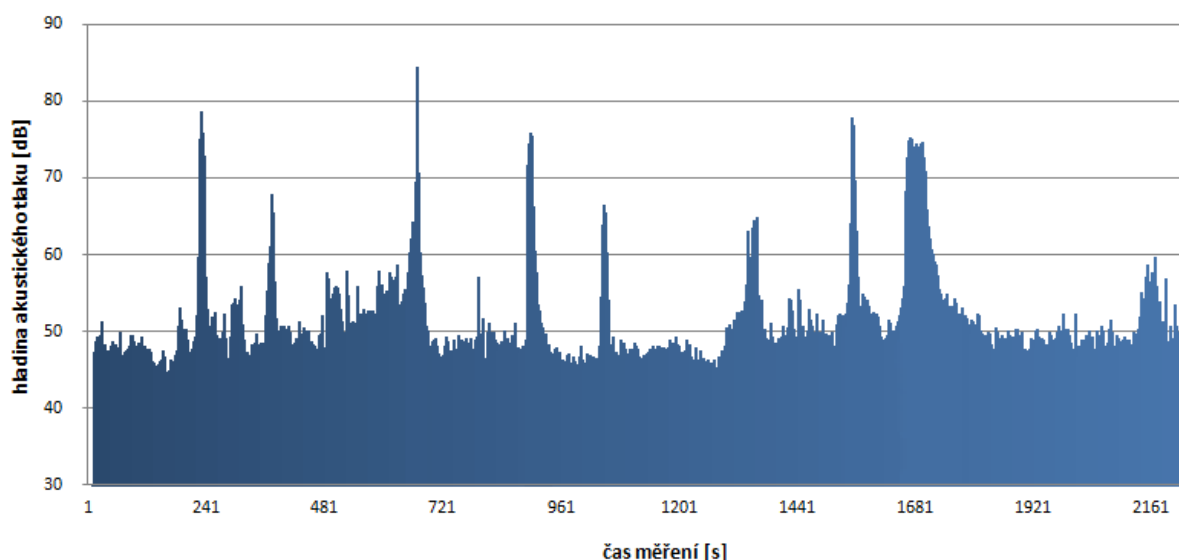
Druhá etapa měření proběhla v noci z úterý na středu 6. května 2014. V průběhu celé noci bylo oblačno a teploty se pohybovaly okolo 15 °C a bylo téměř bezvětrí. Na všech třech stanovištích bylo provedeno měření bez problémů.

5.2.3 Faktory ovlivňující měření

V průběhu měření se dále zjišťovaly faktory, které ovlivňují výsledky měření. Pomocí sčítacích lístků byla na pozemní komunikaci II/605 zjištěna skladba dopravního proudu a hodinová intenzita dopravy. Dále byla určena ze statistického vzorku 30 osobních automobilů a 20 nákladních automobilů jejich průměrná rychlost v měřeném úseku metodou výpočtu, kdy byla zaznamenána doba průjezdu vozidla úsekem, jehož délka byla předem změřena na mapovém podkladu na webových stránkách. Následně byla z těchto dvou veličin vypočtena rychlost pro každé vozidlo. Intenzita dopravy na dálnici byla vypočtena pomocí koeficientů růstu dopravy, kterými byla vynásobena hodnota intenzity dopravy ze sčítání dopravy v roce 2010, které uvádí ŘSD.

Na měřicím stanovišti u železniční stanice se zaznamenávaly časy průjezdů jednotlivých druhů vlaků (osobní, nákladní, rychlík) včetně počtu vozidel, aby bylo možné tyto průjezdy

v naměřených hodnotách zpětně vyhledat. Výstup z měřicího přístroje u výpravní budovy Mýto je graficky znázorněn na grafu 1. Bez zaznamenávání časů rušivých vlivů a jednotlivých průjezdů vlaků by bylo velmi obtížné v datech rozpoznat, co který výkyv představuje. Graf znázorňuje okamžitou hladinu akustického tlaku v závislosti na čase. Tato data je dále nutné prozkoumat a pomocí času na vodorovné ose přiřadit jednotlivé průjezdy vlaků. Tímto způsobem je poté možné data dále zpracovávat v programu NorReview, ve kterém se pracuje již s vyřezanými potřebnými časovými úseky. V tomto případě jsou to právě všechny průjezdy vlaků.



Graf 1 Časový průběh hladiny akustického tlaku [autor]

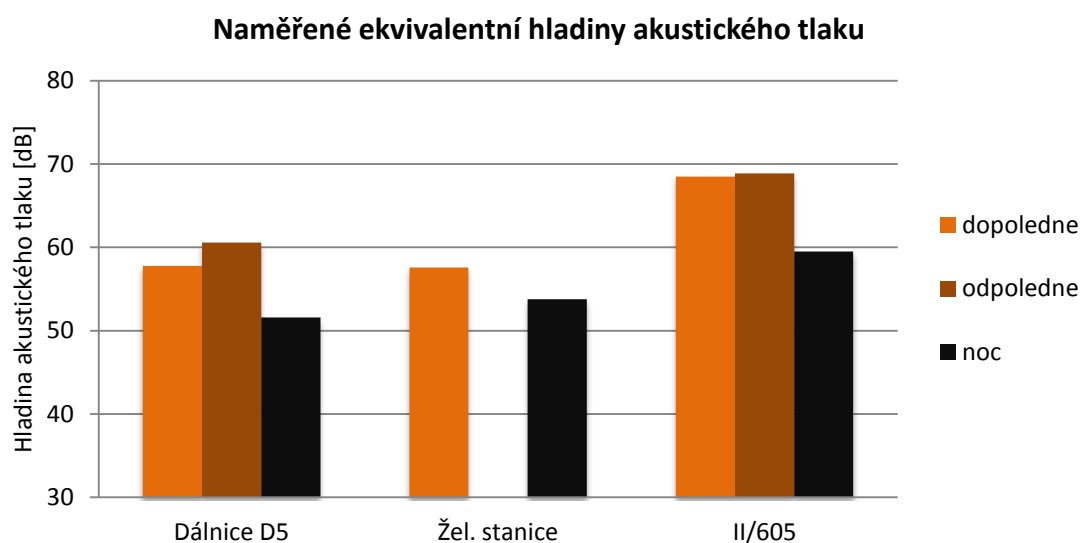
5.3 Naměřené hodnoty

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty získané měřením. Pro ekvivalentní hladinu akustického tlaku se používá standardní nejistota měření ± 2 dB od naměřených hodnot. Tato nejistota musí být zohledněna při každém měření. V místech, kde bylo prováděno měření před fasádou, podle zásad měření ve vzdálenosti 2 m, se vliv odrazu od této fasády opět musí zohlednit odečtením 2 dB od naměřených hodnot. Tato korektura odrazu od přilehlé zástavby není v tabulce 1 ještě zohledněna.

Čas měření	$L_{Aeq,2h}$ [dB]	$L_{A(max)}$ [dB]
Dálnice D5		
dopoledne (10:30 - 12:30)	$57,8 \pm 2$	$66,6 \pm 2$
odpoledne (12:45 - 14:45)	$60,6 \pm 2$	$77,6 \pm 2$
noc (00:15 - 02:15)	$51,6 \pm 2$	$64,3 \pm 2$
Silnice II/605		
dopoledne (06:00 - 08:00)	$68,5 \pm 2$	$89,1 \pm 2$
odpoledne (15:00 - 17:00)	$68,9 \pm 2$	$88,1 \pm 2$
noc (22:00 - 00:00)	$59,5 \pm 2$	$83,8 \pm 2$
Železniční stanice Mýto		
dopoledne (8:15 - 10:15)	$57,6 \pm 2$	$84,4 \pm 2$
odpoledne - neměřeno	-	-
noc (03:00 - 05:00)	$53,8 \pm 2$	$80,6 \pm 2$

Tabulka 1 Naměřené hodnoty [autor]

Pro přehlednost byly hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku znázorněny graficky.



Graf 2 Naměřené hodnoty [autor]

5.4 Další zjištěné veličiny

V průběhu měření byly zjišťovány další veličiny, které hrají důležitou roli při zjišťování akustické situace. Mezi tyto veličiny patří bezesporu hodinová intenzita, skladba dopravního proudu, průměrná rychlost osobních a nákladních automobilů a u měření u železniční stanice druh vlaku a počet jeho vozidel. Vzhledem ke složitosti zjišťování těchto veličin na dálnici se intenzita získá jiným způsobem (kapitola 5.4.2).

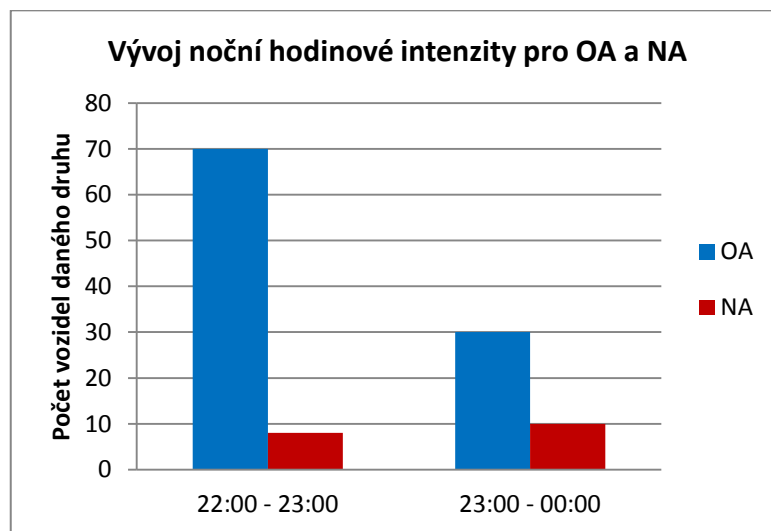
Intenzity na komunikaci II/605 byly zjištěny ručním sčítáním vozidel v průběhu měření. Při nočním měření, které začalo ve 22:00 a skončilo v půlnoci, bylo provedeno sčítání po dobu dvou hodin, protože intenzita osobních automobilů byla značně nižší mezi 23:00 a půlnocí než v předešlé hodině. Odlišné hodinové intenzity jsou způsobeny dojížděnkou lidí z práce po 22. hodině. Tento výkyv je zaznamenán na grafu 3. Nutno poukázat na fakt, že zatímco hodinová intenzita osobních automobilů po 22. hodině klesala, počet nákladních automobilů naopak stoupl a v průběhu noci neklesal.

5.4.1 Silnice II/605

Pro přehlednější znázornění dalších zjištěných veličin byla zhotovena tabulka (tabulka 2).

	dopolední špička			odpolední špička			noc		
	OA	NA	Ost.	OA	NA	Ost.	OA	NA	Ost.
Intenzita [voz/h]	380			426			63		
Průměrná rychlost [km/h]	47	39	-	45	39	-	52	48	-
Skladba dop. proudu [voz]	338	34	8	375	43	8	50	9	4

Tabulka 2 Zjištěné veličiny dopravního proudu [autor]



Graf 3 Znázornění vývoje noční intenzity v měřeném období [autor]

5.4.2 Dálnice D5

Na internetových stránkách Ředitelství silnic a dálnic byla v sekci celostátní sčítání dopravy 2010 zjištěna roční průměrná denní intenzita (RPDI) 28 472 vozidel za den na dálničním úseku mezi Cerhovicemi a Mýtem. Dále byla z tabulky koeficientů růstu dopravy zjištěna

hodnota pro dálnice v roce 2014. Tento koeficient má hodnotu 1,09 vztaženou k roku 2010, kdy bylo provedeno celostátní sčítání dopravy. Dále byly v tabulce denních variací intenzit dopravy pro běžný pracovní den vybrány hodnoty odpovídající době měření pro dálnice. Hodnota v téhle tabulce určuje, kolik procent z RPDI tvoří intenzita v dané hodině. V tabulce 3 jsou vybrané příslušné denní variace, ke kterým je přiřazena odhadovaná hodinová intenzita v době měření.

Přepočtená hodnota RPDI má hodnotu 31 035 [voz/den]		
Čas měření	Příslušná denní variace [% z RPDI]	Odhadovaná hodinová intenzita v době měření [voz/h]
10:30 – 12:30	5,73	1 778
12:45 – 14:45	6,39	1 983
00:15 – 2:15	0,81	251

Tabulka 3 Odhadované hodinové intenzity v době měření [autor]

5.4.3 Železniční stanice

U železniční stanice Mýto byl v průběhu měření zaznamenáván počet jednotlivých vozidel a druh projíždějícího vlaku. Jak již bylo výše zmíněno, na tomto měřicím místě docházelo často k rušivým vlivům. Bylo proto důležité přesně určit čas, kdy daný vlak projížděl stanicí (tabulka 4, tabulka 5), aby bylo možné ho v dvouhodinovém záznamu zpětně vyhledat.

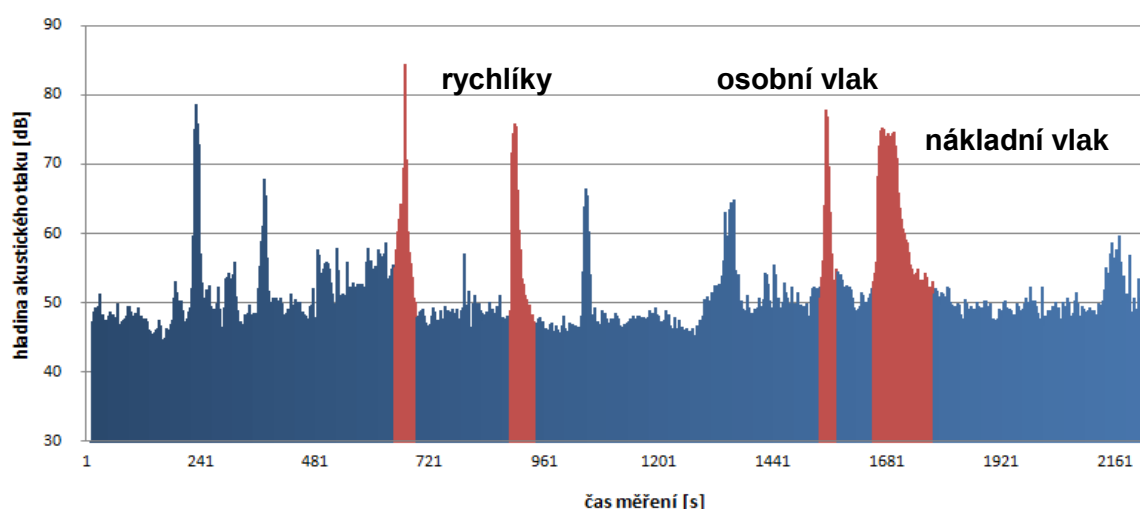
Dopolední měření		
Osobní	směr Rokycany	směr Zdice
8:49	HV + 3 vagóny	
9:09		HV + 3 vagóny
Rychlík		
8:33	HV + 6 vagónů	
8:38		HV + 6 vagónů
9:20	HV + 6 vagónů	
9:43		HV + 4 vagóny
Nákladní		
8:52		HV + 41 vagónů

Tabulka 4 Dopolední měření [autor]

Noční měření		
Osobní	směr Rokycany	směr Zdice
4:46	HV + 3 vagóny	
Rychlík		
4:38		HV + 4 vagóny
Nákladní		
3:26	HV + 28 vagónů	
3:38		HV + 39 vagónů

Tabulka 5 Noční měření [autor]

Graf 4 znázorňuje způsob zpětného vyhledání průjezdů jednotlivých vlaků v naměřených datech. Největší hodnoty hladiny zvukové expozice mají nákladní vlaky. Tato skutečnost je dána tím, že nákladní vlaky mají více vozidel a jejich průjezd daným místem tak trvá déle než průjezdy osobních vlaků a rychlíků. Hodnoty hladiny zvukové expozice jsou téměř totožné pro osobní vlaky a rychlíky. Ostatní výkyvy v datech, které nejsou vyznačeny na grafu 4 červenou barvou, jsou rušivé vlivy. Například ve 241. sekundě měření projel kolem měřicího přístroje traktor, který způsobil nárůst akustického tlaku obdobným způsobem jako osobní vlak.



Graf 4 Časový průběh hladiny akustického tlaku s vyznačenými průjezdy vlaků [autor]

Ke všem průjezdům byla podle sekundového intervalu průjezdu přiřazena hodnota hladiny zvukové expozice L_{AE} (tabulka 6). Jednotlivé hodnoty hladiny zvukové expozice byly dále použity ve výpočtu podle vztahu (3).

DOPOLEDNE			
L_{AE} [dB]	Pořadí průjezdu	Vlak	Interval průjezdu vlaků v naměřených datech - v sekundách
83,4	1. vlak	rychlík	641 - 675
82,9	2. vlak	rychlík	881 - 904
82,9	3. vlak	osobní	1532 - 1558
88,7	4. vlak	nákladní	1646 - 1735
85,4	5. vlak	osobní	2722 - 2736
85,2	6. vlak	rychlík	3339 - 3359
85,2	7. vlak	rychlík	4773 - 4795
NOC			
85,0	1. vlak	nákladní	1483 - 1537
87,8	2. vlak	nákladní	2224 - 2307
85,0	3. vlak	rychlík	5843 - 5862
84,8	4. vlak	rychlík	6306 - 6330

Tabulka 6 Hodnoty L_{AE} pro jednotlivé průjezdy vlaků [autor]

6 Analýza vlivu hluku na obyvatele Mýta

6.1 Dotazník

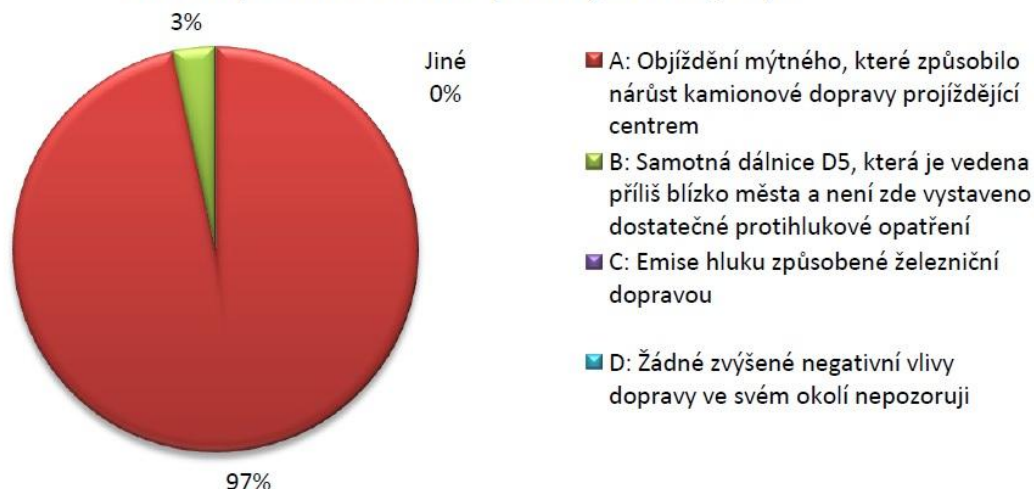
Dne 28. května 2014 byl ministroví dopravy zaslán otevřený dopis od zástupců obcí a měst, kteří chtějí po novém provozovateli mýtného od roku 2016, aby zvážil zpoplatnění silnic I., II. i III. tříd nacházejících se na objízdných trasách. Pod tuto žádost se mimo jiné zástupce obcí a měst podepsal i starosta Mýta a starostové obcí ležících na komunikaci II/605. Je evidentní, že zájem ze strany obcí přispět ke zlepšení situace rozhodně je.

V rámci této práce byl vytvořen dotazník, který byl po předešlé schůzce s panem místostarostou Michalem Kořenem poskytnut obyvatelům Mýta na městském úřadě i na internetových stránkách města. Pan místostarosta byl velmi ochotný, protože problematiku zvýšeného hluku na silničním průtahu II/605 považuje za značný nedostatek. Krátký dotazník, obsahující 6 otázek, dal prostor k vyjádření občanů, co si o daném problému myslí. První 3 otázky se týkají problematiky hluku obecně, zda jsou občané s danou hlukovou situací seznámeni, zda vidí nějaký problém a jestli vyhledávají informace, které se týkají problematiky hluku v jejich městě. Zbýlé 3 otázky už nabízejí konkrétní možnosti odpovědí, co obyvatele města obtěžuje. Jeden nevyplněný dotazník je přiložen v této práci (příloha 1). Celkem bylo vyplněno 30 dotazníků.

Výsledky dotazníkového šetření jsou jednoznačné a poukazují na celkovou nespokojenost obyvatel s řešenou problematikou, především se všichni respondenti kriticky vyjádřili k nadměrnému množství nákladních automobilů, které projíždějí Mýtem. Z dotazníkového šetření také vyplývá, že se lidé s tímto problémem snaží něco dělat. Obyvatelé Mýta mají zájem tuto problematiku řešit a aktivně vyhledávají informace, které se hlukové situace týkají. Více než 70 % respondentů má pocit, že jsou nadměrně vystavováni hluku a přejí si opatření vedoucí ke zlepšení situace.

Dotazník byl vyhodnocen a četnosti odpovědí na jednotlivé otázky znázorňují výšečové grafy.

1. Co vidíte jako největší problém (zdroj emisí, hluku, celková nespokojenost,...)?



Graf 5 Dotazník - 1. otázka [autor]

97 % dotazovaných se domnívá, že největší problém v jejich obydí je právě objíždění mýtného (graf 5), které způsobuje nárůst kamionové dopravy v centru města. Naopak žádný respondent si nemyslí, že největší problém je spojen s emisemi hluku z železniční dopravy.

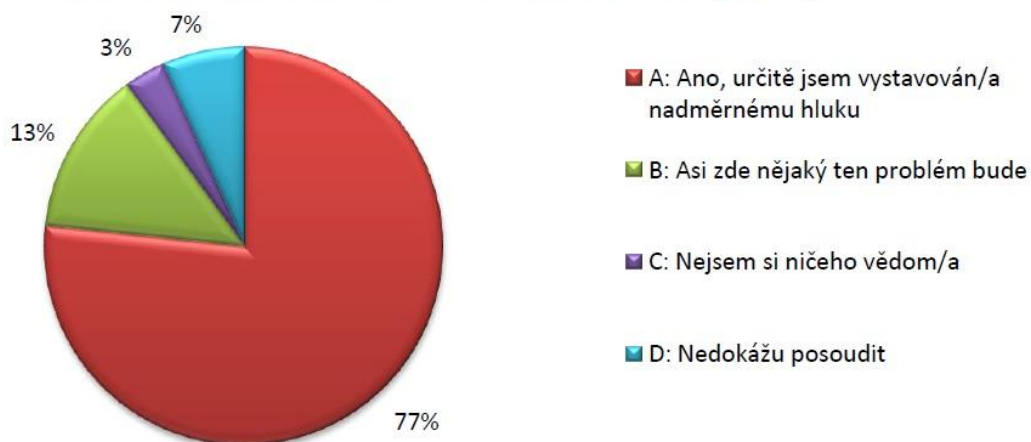
2. Zajímáte se o věci, které se týkají dopravy ve městě?



Graf 6 Dotazník - 2. otázka [autor]

Z grafu 6 vyplývá, že obyvatelé Mýta (83 % respondentů) vyhledávají informace, které se této problematiky týkají.

3. Jste si vědom/a toho, že jste vystaven/a nadměrnému hluku ze silniční dopravy?



Graf 7 Dotazník - 3. otázka [autor]

77 % respondentů si myslí, že jsou určité vystavováni nadměrnému hluku (graf 7). Dalších 13 % respondentů připouští, že asi jsou vystaveni nadměrnému hluku.

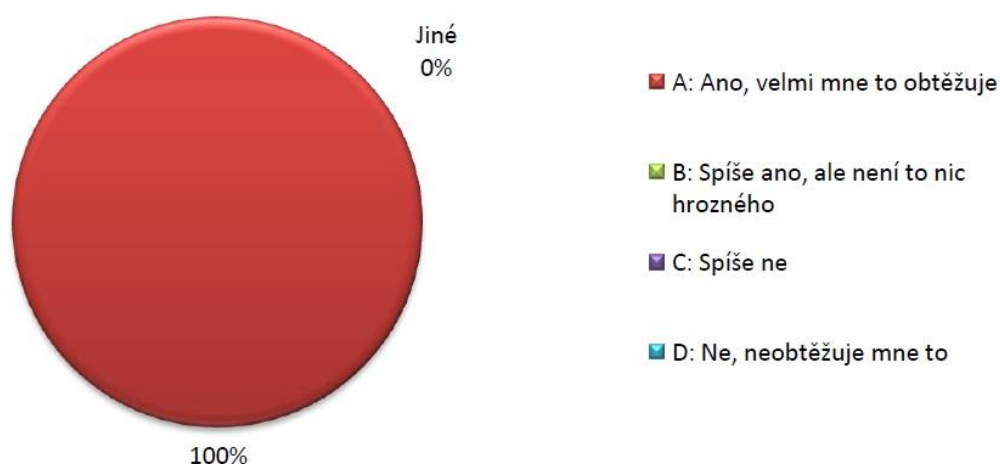
4. Obtěžují Vás emise hluku způsobené dopravou ve městě (silniční, železniční)?



Graf 8 Dotazník - 4. otázka [autor]

V otázce č. 4 se naprostá většina dotazovaných (90 %) shodla, že problém emisí hluku způsobený dopravou ve městě by se měl řešit (graf 8).

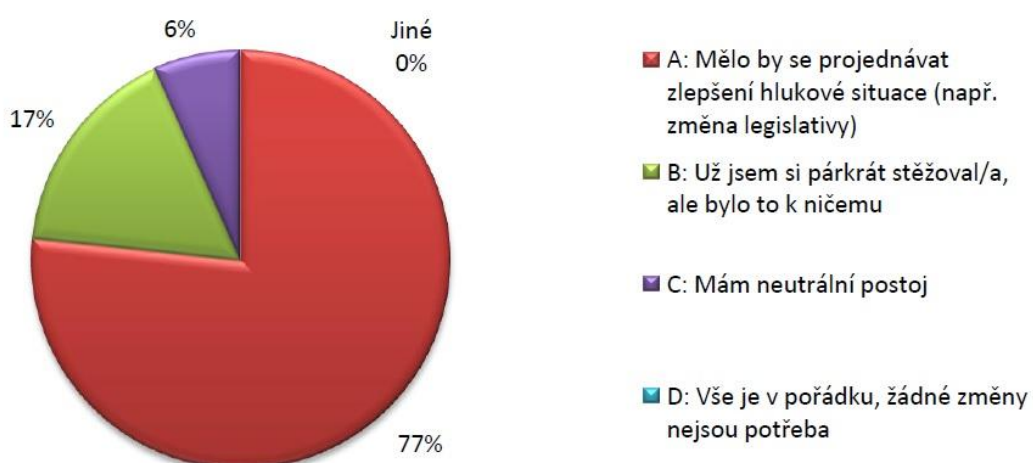
5. Vadí Vám, že městem jezdí hodně nákladních automobilů? Obtěžuje Vás to?



Graf 9 Dotazník - 5. otázka [autor]

Všichni respondenti se shodli, že je velmi obtěžuje, že městem projíždí velké množství nákladních automobilů (graf 9).

6. Jaký postoj máte k hlukové emisní situaci ve městě?



Graf 10 Dotazník - 6. otázka [autor]

U poslední otázky je překvapivé, že si žádný respondent nemyslí, že je všechno v pořádku a žádné změny nejsou potřeba (graf 10).

Z odpovědí, které byly získány od občanů na základě vyhotoveného dotazníku, je zřejmé, že občané Mýta rozhodně nejsou se současnou hlukovou situací ve městě spokojeni. Největší část respondentů se negativně vyjádřila k nadměrnému množství nákladních automobilů projíždějících městem. Někteří dotazovaní také přispěli svým vlastním komentářem k této problematice. Především zdůraznili zvýšenou prašnost zapříčiněnou průjezdem kamionů.

6.2 Porovnání výsledků s legislativou

Jako největší problém, kterému jsou v souvislosti s akustickou situací ve městě občané denně vystavováni, je podle naměřených hodnot, ale i z provedeného průzkumu, průtažní komunikace II/605. Jelikož je tato pozemní komunikace v relativně zachovalém stavu, slouží k bezplatnému objíždění mytného na dálnici D5, která kopíruje trasu této komunikace.

Tato silnice byla postavena v době, na kterou lze uplatnit limity pro starou hlukovou zátěž. SHZ lze použít pro komunikace, které byly postaveny před přijetím zákona č. 258/2000 Sb. To znamená, že standardní limity, které jsou $L_{Aeq,den} = 60$ dB pro den a $L_{Aeq,noc} = 50$ dB pro noc, jsou v rámci SHZ o 10 dB tolerantnější v obou obdobích (70 dB ve dne a 60 dB v noci).

V rámci této bakalářské práce bylo provedeno pouze již zmiňované dvouhodinové měření. Pro získání přesných a určujících dat přímo porovnatelných s limity, které udávají hygienické předpisy, by muselo proběhnout ve městě Mýto celodenní měření na všech třech stanovištích. Z dvouhodinového měření se ovšem dá odhadnout vývoj hladiny akustické situace na daném místě pomocí znalostí měření a hodnocení hluku. U měření hluku z dopravy přibližně platí pravidlo, že pokud o polovinu vzroste intenzita dopravy, způsobí to nárůst akustického tlaku o 3 dB ve stejném měřicím místě.

Na průtažní silnici bylo měření provedeno v ranní a odpolední špičce. Lze proto předpokládat, že naměřené hodnoty jsou v průběhu celého dne nejvyšší. Pokud od naměřených hodnot ještě odečteme² nejistotu měření, získáme hodnoty 66,5 a 66,8 dB pro dopravní špičky. Je tedy jasné, že pokud by měření proběhlo po celých 16 hodin přes den, hodnota akustického tlaku by byla ve výsledku menší vzhledem k menším intenzitám v průběhu ostatních částí dne. Z toho vyplývá, že by byl limit pro SHZ splněn. Podle nových předpisů by se ale výsledky pohybovaly přibližně kolem limitu, tj. 60 dB. V noci bylo rovněž měřeno v době, kdy byla nejvyšší intenzita osobních automobilů. Intenzita nákladních automobilů je po celou noc přibližně stejná. Po odečtení nejistoty měření 2 dB vyjde hladina akustického tlaku 57,5 dB. V průběhu celé noci (22:00 - 6:00) je potom pravděpodobné, že

² Nejistota měření je sice uvedena jako $\pm$, ale podle současné legislativy ČR se odčítá.

se výsledná hodnota akustického tlaku bude pohybovat okolo 55 dB. Limit pro SHZ je opět splněn. Je však zřejmé, že limit, který udávají současné předpisy, je překročen.

Na dálnici D5 je potřeba od naměřených hodnot odečíst kromě nejistoty měření ještě odraz od přilehlé zástavby. Pro dopolední měření potom vyjde ekvivalentní hladina akustického tlaku 53,8 dB, pro odpoledne 56,6 dB a pro noc 47,6 dB. Na tomto měřícím místě proběhlo denní měření v dopravních sedlech, kdy lze předpokládat nejnižší intenzity provozu. Lze ale také uvažovat, že na dálnici nevzroste intenzita provozu v průběhu dopravní špičky o polovinu, což by způsobilo již zmíněný nárůst hladiny akustického tlaku o 3 dB. Ačkoli tedy vzroste intenzita provozu, hodnoty se nezvýší natolik, aby výsledná hodnota akustického tlaku pro den překročila limit, tj. 60 dB. Hodnota se pravděpodobně bude pohybovat pod limitem, nebo okolo limitní hranice. V průběhu noci lze očekávat, že se výsledná hodnota opět bude pohybovat kolem limitní hranice pro noc, tj. 50 dB. Noční měření u dálnice bylo provedeno v době, kdy je nejnižší provoz, a ve výsledku je i možné, že by hodnota překročila daný limit. Z nočního měření po odečtení nejistoty a odrazu od fasády (celkem 4 dB) byla získána hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro noc 47,6 dB. Aby se získaná hodnota dostala přes limit 50 dB, musela by intenzita dopravy narůst přibližně o 40 až 50 %.

U železniční stanice byla hladina akustického tlaku pro den a noc vypočtena na základě naměřených průjezdů vlaků. Výpočet je podrobněji popsán v kapitole 6.2.2. Tento postup byl vybrán proto, aby bylo možné určit, jakou hlučnost na měřícím místě způsobují právě vlaky. Jelikož je trať v měřeném úseku již zmodernizovaná, vztahují se na ní nové limity v ochranném pásmu drah. Hodnoty tohoto limitu jsou 60 dB pro den a 55 dB pro noc. Po odečtení nejistoty měření a odrazu od přilehlé zástavby je tento limit splněn v průběhu celého dne.

V tabulce 7 jsou pro přehled všechny výsledky, včetně použitých limitů a předpokládaných výsledných hodnot, odhadovaných z dvouhodinových měření.

Čas měření	$L_{Aeq,2h}$ [dB] (po odečtení nejistoty a korekce na zástavbu)	$L_{Aeq,den/noc}$ [dB] (předpokládaná přibližná hodnota)	LIMIT [dB]
Dálnice D5			
dopoledne (10:30 - 12:30)	53,8	56 - 59	60
odpoledne (12:45 - 14:45)	56,6		
noc (00:15 - 02:15)	47,6	49 - 51	50
Silnice II/605			
dopoledne (06:00 - 08:00)	66,5	64 - 66	70 (SHZ)
odpoledne (15:00 - 17:00)	66,9		
noc (22:00 - 00:00)	57,5	54 - 57	60 (SHZ)
Železniční stanice Mýto			
dopoledne (8:15 - 10:15)	51,9	52	60
odpoledne - neměřeno	-		
noc (03:00 - 05:00)	50,4	50	55

Tabulka 7 Porovnání výsledků s legislativou [autor]

6.2.1 Hluk ze silniční dopravy

Výsledné hodnoty získané z měření u dálnice D5 ukazují, že ekvivalentní hladina akustického tlaku se zde pohybuje na limitní hranici v průběhu celého dne. V současné době se nejbližší obytný dům nachází přibližně 160 m od dálnice, a tudíž zde dochází ke značnému útlumu kvůli vzdálenosti. I zde platí pravidlo, že se zdvojnásobením vzdálenosti dojde k útlumu o 3 dB. Nicméně koncem roku 2014 začne probíhat výstavba nové obytné zóny firmou IKO Plzeň s.r.o. Tato obytná zóna se bude nacházet v těsné blízkosti dálnice, a proto již od léta 2014 probíhá výstavba protihlukových opatření, konkrétně protihlukových valů, které budou doplněny o protihlukové stěny. Tím dojde ke značnému zlepšení situace, která ovšem nevyžaduje tolik pozornosti jako průtažní silnice II/605.

Špatná situace je ovšem na hlavním průtahu II/605, který v minulosti plnil funkci hlavního tahu mezi Prahou a Plzní a zároveň byl tehdy kategorizován jako silnice I. třídy. Největším problémem je kamionová doprava, která nemá motivaci jezdit po dálnici kvůli finančním nákladům. Silnice II/605 kopíruje trasu dálnice D5, a proto se pro řidiče kamionů jeví jako ideální pro objíždění zpoplatněné dálnice. Nejen že kamiony způsobují nadměrnou hlučnost, ale také svým průjezdem rozdmýchávají prachové částice, čímž zhoršují ovzduší ve městě. Zároveň jsou kamiony nebezpečím pro obyvatele (obrázek 18), zejména pro děti, kteří tuto komunikaci přecházejí. Faktem je i to, že na celém průtahu je pouze jeden přechod pro chodce a lidé jsou tak nuceni proskakovat mezi auty za poměrně hustého provozu, nemluvě o tom, že v dopravních špičkách jsou to právě děti.

Obyvatelé města Mýta jsou si vědomi toho, že dopravní situace v jejich bezprostředním okolí není zdaleka v pořádku. Vyřešení tohoto problému se zdá být v nedohlednu. Za uspokojivé řešení se možná zdá být výměna oken za kvalitnější, která mají schopnost zabránit průniku hluku do místnostní domů, jenže i toto řešení skrývá určitá úskalí. Ne každý snese v domácnosti vydýchaný vzduch, bez možnosti větrání za cenu klidu, a ne každý si tyto kvalitní okna může dovolit. Navíc si lidé stěžují na vysokou prašnost způsobenou průjezdy nákladních souprav.

Na místě jsou spíše určitá dopravní opatření, která výrazným způsobem povedou ke zlepšení situace. Město Mýto není zdaleka jediným městem nebo obcí, která je denně trýzněna nadměrným provozem kamionů. Jedním z takových vhodných opatření by mohl být zákaz vjezdu kamionům. To by vedlo k nucenému používání dálnice, která byla pro tyto účely před skoro dvaceti lety vystavěna.



Obr. 18 Průjezd kamionu centrem Mýta [autor]

6.2.2 Hluk z železniční dopravy

Z naměřených dat u železniční stanice byly v softwaru pro vyhodnocování dat NorReview vybrány jednotlivé průjezdy vlaků pro oba směry, kterým byla přiřazena hodnota hladiny zvukové expozice L_{AE} (tabulka 8).

	Směr Rokycany				Směr Zdice			
	NOC		DEN		NOC		DEN	
	počet vlaků	L_{AE} [dB]	počet vlaků	L_{AE} [dB]	počet vlaků	L_{AE} [dB]	počet vlaků	L_{AE} [dB]
Osobní	2	84,8	11	82,9	2	87,4	12	85,4
Rychlík	2	85,2	18	84,3	2	85,0	18	84,1
Nákladní	6	85,0	6	85,9	5	87,8	6	88,7

Tabulka 8 Přiřazené hodnoty zvukové expozice [autor]

Z těchto hodnot byla následně vypočtena ekvivalentní hladina akustického tlaku (tabulka 9) pro den a noc podle vztahu (3).

Nebyl naměřen dostatečný počet vzorků, a proto nelze brát výsledné hodnoty jako zcela určující. Měřicí místo bylo umístěno v ochranném pásmu drah a pro naměřené hodnoty se uplatňují limity uvedené v tabulce 9.

	Vypočtené hodnoty [dB]	Limit v ochranném pásmu drah [dB]
den	$L_{Aeq,16} = 55,9$	60
noc	$L_{Aeq,8} = 54,4$	55

Tabulka 9 Porovnání vypočtených hodnot s limitem [autor]

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění komplexní akustické situace ve městě Mýto. Práce byla zaměřena na 3 oblasti: zjištění vlivu hluku ze silniční dopravy u přilehlé dálnice D5 a průtažní silnice II/605 a zjištění vlivu hluku z železniční dopravy u výpravní budovy města Mýto.

Na počátku zjišťování akustické situace proběhla schůzka s panem místostarostou Mýta, který poskytl informace a pomoc při zpracovávání této práce. Na městském úřadě byl obyvatelům města poskytnut anonymní dotazník, díky kterému měli možnost zhodnotit a vyjádřit se ke stávající hlukové situaci ve městě. Téměř všichni respondenti se kriticky vyjádřili k současné situaci na průtažní silnici II/605, převážně pak k nadměrnému množství kamionové dopravy a tím související zvýšené prašnosti v centru. Tento problém byl potvrzen naměřenými hodnotami a stal se tak hlavním předmětem této celé práce.

Podle očekávání se jako hlavní problém zjistila nadměrná hluková zátěž na průtažní silnici II/605. Z dvouhodinového měření byla zjištěna ekvivalentní hladina akustického tlaku necelých 69 dB v denních měřeních a 59,5 dB v noci. Z těchto hodnot se dají pomocí znalostí hodnocení hluku odhadnout pravděpodobné výsledné hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro den a noc, porovnatelné s limity. Současná legislativa má nastaveny limity na 60 dB přes den a 50 dB přes noc. Ačkoli lze na komunikaci II/605 uplatnit tolerantnější splňující limity (podle SHZ), které byly platné při výstavbě této silnice, je zřejmé, že zde i tak dochází k nadměrné hlučnosti, která nejenže obtěžuje místní obyvatele, ale může mít i špatný vliv na jejich zdravotní a psychický stav.

Stojí za zamyšlení, jak tuto problematiku řešit. Město Mýto není zdaleka jediný případ, kde lidé doplácí na nedomyšlenou chybnou funkčnost mýtného systému. Úprava legislativy a samotného mýtného systému, který je nastaven takovým způsobem, že se řidičům kamionů nevyplácí cesta po komfortních přilehlých dálnicích, by tento problém mohla do jisté míry vyřešit.

Zjištěné problémy a naměřené hodnoty budou námětem pro diplomovou práci, ve které bude mimo jiné vymodelována daná lokalita v softwaru CADNA, což umožní zjistit změny hladiny akustického tlaku v závislosti na intenzitách dopravy.

8 Seznam tabulek

Tabulka 1 Naměřené hodnoty [autor]

Tabulka 2 Zjištěné veličiny dopravního proudu [autor]

Tabulka 3 Odhadované hodinové intenzity v době měření [autor]

Tabulka 4 Dopolodní měření [autor]

Tabulka 5 Noční měření [autor]

Tabulka 6 Hodnoty L_{AE} pro jednotlivé průjezdy vlaků [autor]

Tabulka 7 Porovnání výsledků s legislativou [autor]

Tabulka 8 Přiřazené hodnoty zvukové expozice [autor]

Tabulka 9 Porovnání vypočtených hodnot s limitem [autor]

9 Seznam příloh

Příloha 1 Dotazník

10 Seznam obrázků

Obr. 1 Grafické znázornění ekvivalentní hladiny akustického tlaku [autor]	11
Obr. 2 Grafické znázornění zvukové expozice [autor]	12
Obr. 3 Závislost snížení hluku na klesajícím podílu těžkých vozidel	14
Obr. 4 Mapa širších vztahů [3]	17
Obr. 5 Fotomapa z vojenského leteckého snímkování z roku 1953 [9]	18
Obr. 6 Aktuální fotomapa [9]	18
Obr. 7 Dálnice D5 vyznačená na mapě ČR [7]	19
Obr. 8 Silniční tahy procházející městem Mýto [5]	20
Obr. 9 Třetí tranzitní železniční koridor [6]	21
Obr. 10 Rameno 3. tranzitního železničního koridoru Plzeň - Praha [6]	21
Obr. 11 Protihlukové stěny u výpravní budovy Mýto [14]	21
Obr. 12 Výběr vhodných měřících stanovišť [4]	22
Obr. 13 Protihluková opatření u dálnice D5 [4]	23
Obr. 14 Stanoviště u dálnice D5 [autor], [4]	24
Obr. 15 Stanoviště u silnice II/605 [autor], [4]	25
Obr. 16 Třetí měřící stanoviště u výpravní budovy Mýto [autor], [4]	26
Obr. 17 Zvukoměr výrobce Norsonic, Sound Analyser Nor140 [8]	27
Obr. 18 Průjezd kamionu centrem Mýta [autor]	42

11 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] LÁDYŠ, L., LIBERKO, M.: *Výpočet hluku z automobilové dopravy*, manuál ŘSD ČR, 2011
- [2] NEUBERGOVÁ, Kristýna. *Ekologické aspekty dopravy*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03121-4
- [3] katastrani-mapy.eu
- [4] mapy.cz
- [5] www.rsd.cz
- [6] *Železniční koridory* [online]. [cit. 2014-02-10]. 3.koridor. Dostupné z: <http://koridory.wz.cz/>
- [7] *Dálnice* [online]. [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: http://www.dalnice.com/ikonky/mapky_cr/d05_plan_cr.gif
- [8] *Norsonic* [online]. [cit. 2014-02-10]. Nor140 Sound Analyser. Dostupné z: http://www.norsonic.no/en/products/sound_level_meters/sound_analyser_nor140/Sound+Analyser+Nor140.9UFRjQYk.ips
- [9] kontaminace.cenia.cz
- [10] SMETANA, Ctirad et al. *Hluk a vibrace: Měření a hodnocení*. Praha: Sdělovací technika, 1998. ISBN 80-90 1936-2-5
- [11] NOVÁK, Josef. Snižování hluku ze silniční dopravy. [online]. [cit. 2014-06-21]. Dostupné z: http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/file/seminare/2011-04-21/prezentace/3_Novak.pdf
- [12] TP 189: *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. EDIP s.r.o., 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.
- [13] TP 225: *Prognóza intenzit automobilové dopravy*. EDIP s.r.o., 2012. ISBN 978-80-87394-07-6.
- [14] maps.google.com