

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie



Bc. Kristýna PEŠKOVÁ

Hluk ve městě Olomouci

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Aleš LÉTAL, Ph.D.

Olomouc 2016

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Bc. Kristýna Pešková (R120719)

Studijní obor: Učitelství geografie pro SŠ (kombinace Bi-Z)

Název práce: Hluk ve městě Olomouci

Title of thesis: Noise in the Olomouc city

Vedoucí práce: RNDr. Aleš Létal, Ph.D.

Rozsah práce: 121 stran, 1 vázaná příloha, 1 volná příloha

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá aktuální hlukovou situací ve městě Olomouci se speciálním zaměřením na hluk z veřejných dopravních prostředků. V teoretické části jsou popsány možné zdroje obtěžujícího hluku s důrazem na jeho negativní dopady na lidský organismus a prostředí. Zpracována byla data z terénního výzkumu, který probíhal v dopravních prostředcích, v průmyslové zóně a dále byly změřeny další vytipované zdroje hluku. V praktické části byla data následnou analýzou vyhodnocena. Pro komplexní obraz o akustické situaci byly použity již vzniklé hlukové mapy a proběhla spolupráce s odbornými institucemi zabývajícími se touto problematikou.

Klíčová slova: hluk, doprava, hlukoměr, město Olomouc, tramvaj, autobus

Abstract: The thesis deals with the current noise situation in Olomouc, with a special focus on noise from public transport. In the theoretical part are described possible sources of annoying noise with emphasis on its negative effects on the human body and the environment. The results from field research conducted in vehicles and industrial zone were processed and were measured other tipped noise source. In the practical part data was evaluated by subsequent analysis. For a comprehensive picture of the acoustic situation was used comparison with existing noise maps and was cooperated with specialized institutions dealing with this issue.

Key words: noise, traffic, sound meter, Olomouc city, tram, bus

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci zpracovala samostatně a použila jsem jen zdroje, které jsou uvedeny na konci této práce.

Souhlasím, aby práce byla k dispozici na Univerzitě Palackého v Olomouci v knihovně Přírodovědecké fakulty výhradně ke studijním účelům.

V Olomouci 1. 5. 2016

.....

Podpis

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala za odborné vedení, cenné rady, otevřený přístup a trpělivost svému vedoucímu diplomové práce panu RNDr. Aleši Létalovi, Ph.D. Jeho pomoc mi umožnila zvýšit úroveň této práce.

Děkuji za spolupráci Krajské hygienické stanici v Olomouci konkrétně paní Ing. Barboře Nechvátalové, Krajskému úřadu Olomouckého kraje (Odbor dopravy a silničního hospodářství) panu Mgr. Františkovi Pěruškovi, za umožnění nahlédnutí do již vzniklých hlukových map města Olomouce a Magistrátu statutárního města Olomouce paní Ing. Jitce Pudelové, která mi poskytla data z dřívější doby, jelikož dnes již tato problematika nespadá do jejich kompetencí. Děkuji taktéž firmě Exerion Precision technology Olomouc s.r.o., kde jsem mohla uskutečnit měření hluku z průmyslových zdrojů hluku. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Dopravnímu podniku města Olomouce, a.s. za vstřícnost a umožnění výzkumu uvnitř prostředků městské hromadné dopravy včetně organizační výpomoci.

Poděkování patří taktéž Jiřímu Černoškovi DiS., který se významným způsobem podílel na výzkumu.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristýna PEŠKOVÁ**
Osobní číslo: **R120719**
Studijní program: **N1501 Biologie**
Studijní obory: **Učitelství biologie pro střední školy**
Učitelství geografie pro střední školy
Název tématu: **Hluk ve městě Olomouci**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

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

Cílem diplomové práce je vymezit ve městě Olomouci oblasti se zvýšeným výskytem hluku. Vymezení oblastí bude probíhat na základě vlastního měření a také s využitím hlukových map. Na vytipovaných lokalitách bude probíhat opakované měření zátěže hlukem dle standardizovaných postupů. Autorka využije soupravu hlukoměrů včetně kalibrace. V práci bude zvláštní pozornost věnována hluku z veřejných dopravních prostředků (autobusy, tramvaje a vlaky). Při řešení bude autorka spolupracovat s odbornými institucemi řešícími danou problematiku.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Rozsah pracovní zprávy: 20 000 - 24 000 slov
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

BERNADR, M., Doucha, P.(2008): Právní ochrana před hlukem. Linde Praha, a.s. ISBN 978-80-7201-736-2.

JOKL, M.(2002): Zdravé obytné a pracovní prostředí. Academia, Praha. ISBN 80-200-0928-0

LIBERKO, M.(2004): Hluk v prostředí: Problematika a řešení. Ministerstvo životního prostředí, Praha. ISBN 80-7212-271-1

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

NOVÝ, R. (1995): Hluk a chvění. Praha: ČVUT. ISBN 80-01-02246-3
Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Aleš Létal, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: **3. července 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **10. dubna 2014**

L.S.

prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 3. července 2013

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 CÍL PRÁCE	10
3 METODIKA	11
4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	18
5 ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....	21
5.1 Vymezení pojmu hluk a jeho limity	21
5.2 Zdroje hluku ve městě.....	26
5.3 Hluk z dopravy.....	30
5.4 Letecká doprava a městská hromadná doprava: autobusová doprava a kolejová doprava	33
5.5 Hlukové mapy	36
5.6 Opatření před nadlimitním hlukem	39
5.7 Negativní vlivy hluku na lidský organismus a životní prostředí	43
6 HLUK VE MĚSTĚ OLOMOUCI	48
6.1 Aktuální hluková situace.....	48
6.2 Měření hluku železniční dopravy.....	49
6.3 Měření hluku tramvajové dopravy	62
6.4 Měření hluku autobusové dopravy.....	75
6.5 Měření hluku letecké dopravy.....	86
6.6 Další možné zdroje hluku	90
6.7 Hodnocení výsledků měření hluku	100

7 ZÁVĚR	109
SUMMARY	111
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE	113
PŘÍLOHY	116

1 ÚVOD

Diplomovou práci jsem si zvolila především kvůli mému hlubšímu zájmu o hlukovou situaci ve městě Olomouci. Žiji zde a všímám si zvyšující se hlukové zátěže, která na občany města neustále působí. Již v bakalářské práci jsem okrajově řešila tuto problematiku. Zde bych chtěla toto téma více prohloubit a celkově zhodnotit aktuální situaci ve městě s důrazem na hluk z dopravy a popřípadě stanovit potenciální vývoj do budoucna. Hlavní součástí práce je terénní výzkum.

Práce se zabývá hlukem ze silniční dopravy, vycházející z již vzniklých hlukových map, hlukovou situací uvnitř prostředků městské hromadné dopravy (tramvaje, autobusy), hlukem na nástupištích při brzdění vlakových souprav, okrajově bude řešen hluk z letecké dopravy a hodnotit se budou i jiné intenzivní zdroje hluku města.

Hluková zátěž je novodobě detailněji sledována a je nedílnou součástí při řešení situace v obydlených částech měst. Ke klidnému chodu života obyvatel je zapotřebí tuto problematiku hlouběji zkoumat a přicházet na nová alternativní, nejlépe ekologická řešení pomáhající ke snížení hlukové zátěže.

2 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem mé diplomové práce je vymezit ve městě Olomouci oblasti se zvýšenou hlukovou exponovaností. Lokalizace míst bude probíhat na základě vlastního terénního výzkumu a analýzy již vytvořených hlukových map. Na vytipovaných lokalitách bude probíhat opakované měření zátěže hlukem dle standardizovaných postupů. Pro měření bude využita souprava hlukoměrů včetně kalibrace. V práci bude zvláštní pozornost věnována hluku uvnitř veřejných dopravních prostředků (autobusy, tramvaje a vlaky). Při řešení bude zajištěna spolupráce s odbornými institucemi řešícími danou problematiku.

Dílním cílem této diplomové práce je sumarizace a shrnutí odborné literatury, která se zabývá tématem hluku ve městech a hluku z dopravy. Celá práce je koncipována do kapitol, pro přiblížení dané problematiky je práce doplněna o přílohy, tabulky, grafy a mapy.

3 METODIKA

Byla využita základní odborná literatura a internetové zdroje, jednou z hlavních metod byla metoda rešerší. Dále byly prostudovány již obhájené bakalářské a diplomové práce, z nichž byly čerpány informace. Část práce bude věnována již vzniklým hlukovým mapám, které sloužily jako zdroj informací pro detekci problematických oblastí s nadměrnou hlukovou zátěží ve městě Olomouci.

Metodika práce vychází z terminologie týkající se elektroakustiky a akustiky. Měření proběhla v souladu s aktuální novelou Nařízení vlády č.272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Hlavní pozornost byla věnována akustické kvalitě prostředí. Zjišťoval se stav hlukové zátěže v dopravních prostředcích a na daných stanovištích pomocí měření akustických imisí (Vaňková, 1996). Při výběru vhodných metod měření byly zohledňovány následující požadavky: prostor (ve kterém probíhá dané měření), účel měření (sběr informací), přesnost měření, časový interval (ve kterém se opakovaně hluk měří), délka zvukové stopy, hluk pozadí a fyzikální vlastnosti okolního prostředí (Vaňková, 1996). Měření lze brát pouze jako přehledová, jelikož použité hlukoměry nepatří do skupiny kvalifikovaných, certifikovaných a speciálně kalibrovaných měřidel. Způsob vyhodnocování výsledků měření proběhlo pomocí jednodušších metod. U vyhodnocování dat z dražších přístrojů je nutno využívat drahé softwary se schopností generace dat do podoby hlukových map. Čas měření byl odlišný u jednotlivých částí výzkumu. U vlaků výzkum probíhal po celý den, u městské hromadné dopravy, kde byl měřen hluk uvnitř dopravního prostředku, jsme se snažili vyhnout vedlejším zdrojům hluku (př. ostatní cestující), proto byl výzkum prováděn pouze v nočních či brzkých ranních hodinách se svolením Dopravního podniku města Olomouce, a.s. u ostatních zdrojů hluku (př. hluk na dětském hřišti, koncert...) se měřil aktuální stav zvukové stopy.

Při výzkumu musel být brán v potaz hluk pozadí, což je údaj na hlukoměru nevyvolaný měřeným zdrojem hluku. Mikrofon hlukoměru musí být zabezpečen před otřesy, vibracemi, magnetickým, nebo elektrickým polem, nadměrnými teplotami či chladem, nadměrnou vlhkostí nebo jinými vlivy, které by znehodnotily získaná data. (Pešková, 2012).

Terénní výzkum proběhl ve spolupráci s Dopravním podnikem města Olomouce, a.s. a posloužil jako majoritní zdroj dat pro praktickou část diplomové práce. Všechna měření proběhla v souladu s dohodnutými podmínkami a předpisy pro měření venku i uvnitř. Ve venkovních prostorech je důležité dodržovat zásadu měření pouze při optimálních hodnotách fyzikálních ukazatelů (teplota vzduchu ve výšce 1,2 m, počasí bez srážek, přiměřená síla větru, směr větru). U měření uvnitř dopravních prostředků bylo důležité zamezit výskytu ostatním zdrojům hluku, které by měření zkreslily (ostatní cestující).

Byly využity stejné přístroje jako u mé bakalářské práce, dva hlukoměry firmy Voltcraft (viz **Tab. 1**). Kvalita přístrojů je úměrná účelu měření, tudíž se data z měření nedají prezentovat jako naprosto přesná a směrodatná, slouží především k informativním účelům. Pro získání přesných dat by musely být využity certifikované přístroje vyšší třídy a softwary, které využívají speciální instituce zabývající se hlukovou zátěží. Výzkum probíhal převážně v dopravních prostředcích městské hromadné dopravy, na vlakovém nádraží, na letišti ve městě Olomouci a u vytipovaných zdrojů nadměrného hluku (př. operní zpěv, výstražný zvuk sirény sanitního vozu...).

Akustický tlak je měřen u hluku šířícího se vzduchem, v podstatě jeho hladin vztahených k referenční hodnotě $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (Vaňková, 1996). Měření v dopravních prostředcích proběhlo v předem dohodnutých dnech a časech s Dopravním podnikem města Olomouce, a.s. Hluk byl měřen uvnitř dopravního prostředku. Hlukoměry byly umístěny v přední části vozidla u kabiny řidiče a druhý přístroj stál v zadní části dopravního prostředku ve výšce 1,2 m nad podlahou na stativěch (viz **Obr. 4**), hlukoměr ve střední části vozidla nebyl umístěn z důvodu náročnosti měření na počet osob a časového vymezení výzkumu. Hlukoměr snímá průběh zvukové stopy po celou dobu jízdy tramvaje od počáteční stanice až ke konečné zastávce a jen po určité kritické úseky autobusové dopravy. Pomocí hlukoměrů firmy Voltcraft lze měřit převážně jen tzv. okamžitou hlukovou zátěž (př. bouchnutí dveří). Měření byla doplněna o snímání digitální kamerou firmy JVC GZ-MG335H (viz **Obr. 3**) pro následnou studii příčin některých zdrojů hluku, které jsou důvodem náhlého zvýšení hlukové zátěže. Videozáznam touto kamerou byl užit především u měření hluku uvnitř tramvají.

U vlaků byl měřen hluk na jednotlivých nástupištích vzniklý příjezdy vlaků a jejich následným bržděním. Pro srovnatelnost měření byl určen předem časový limit jednotlivých měření, jelikož každý typ vlaků má jinak dlouhou brzdnou dráhu. Hlukoměry stály na stativěch ve výšce 1,2 m nad zemí, pro vyhodnocování výsledků byla zvolena jen jedna zvuková stopa hlukoměru. Letecká doprava je ve městě Olomouci málo frekventovaná, nejčastějším zdrojem hluku je vrtulník záchranné služby, měření proběhla dle standardizovaného postupu, opět ve výšce 1,2 m nad zemí. Ostatní měření proběhla sporadicky v závislosti na zdroji hluku a prostředí, ve kterém daná měření probíhala.

Hlukoměry byly kalibrovány vždy před každým měřením na hodnotu 94 dB, přístrojem firmy Voltcraft (viz **Tab. 2** a **Obr. 2**), měřilo se vždy dvakrát pro zobjektivnění výsledků a vyloučení chyb měření.

Data byla zpracována v programu 8005 pro hlukoměry dané řady (viz **Obr. 5**). V tomto prostředí byly vygenerovány grafy (viz **Obr. 6**) a vyhodnocována data z měření. Hodnoty se při měření zaznamenávají každou sekundu, tudíž lze data odečítat i jednotlivě v každé vteřině měření nebo graficky v souvislé linii. Data lze přenést i do programu Microsoft Office Excel. Vlivem hardwarové chyby jednoho z hlukoměrů docházelo opakovaně k vynulování předem nastaveného data přístroje (viz Příloha 1 **Obr. 6**), avšak na výsledky měření to nemělo žádný vliv, pouze u generování grafů (viz Příloha 1 **Obr. 5**) bylo nutno dané hodnoty přenést do programu Microsoft Office Excel, kde bylo možno dále pracovat s naměřenými hodnotami.

Informace o aktuální hlukové situaci ve městě byly získány z konzultací s Krajskou hygienickou stanicí v Olomouci, s Krajským úřadem Olomouckého kraje (Odbor dopravy a silničního hospodářství), kteří mi umožnili nahlédnout do již vzniklých hlukových map města Olomouce a s Magistrátem statutárního města Olomouce, pod něhož již tato problematika nespadá, ale byli mi nápomocni pro získání dat z dřívějších měření hluku ve městě.

Tab. 1 Specifikace použitých hlukoměrů

Hlukoměr SL-451 společnosti Voltcraft	
rozměry přístroje	(Š x V x H) 76 x 278 x 50
doba odezvy	125/1000 ms
frekvenční rozsah	31,5 Hz až 8 kHz
Přesnost	plus/mínus 1,4 dB (94 dB/1 kHz EN 61672 třída 2)
Napájení	Baterie 9 V
rozsah měření hladiny zvuku	30 až 130 dB
rozlišení hladiny zvuku	0,1 dB

Zdroj: Pešková, 2012

Hlukoměr (viz **Obr. 1**) je digitální zařízení na měření úrovně zvukové hladiny dle EN 61672-1. Přístroj má rozsah měření od 30 do 130 dB s funkcí automatického nastavení rozsahu. (Pešková, 2012)



Obr. 1 Hlukoměr firmy Voltcraft (Pešková, 2015)

Tab. 2 Specifikace použitého kalibračního přístroje

Kalibrační přístroj SLC-100 společnosti Voltcraft	
Rozměry	(Š x V x H) 50 x 120 x 42 mm
pro mikrofony	12,7 mm (1/2")
frekvenční rozsah	1 kHz
Přesnost	0,5 dB (IEC 60942 třída 2)
Napájení	baterie 9 V
rozsah měření hladiny zvuku	94, 114 dB
Hmotnost	278 g

Zdroj: Pešková, 2012

Kalibrační přístroj (viz **Obr. 2**) slouží pro snadné vyrovnaní hlukoměrů a pro kontrolu přesnosti. (Pešková, 2012)



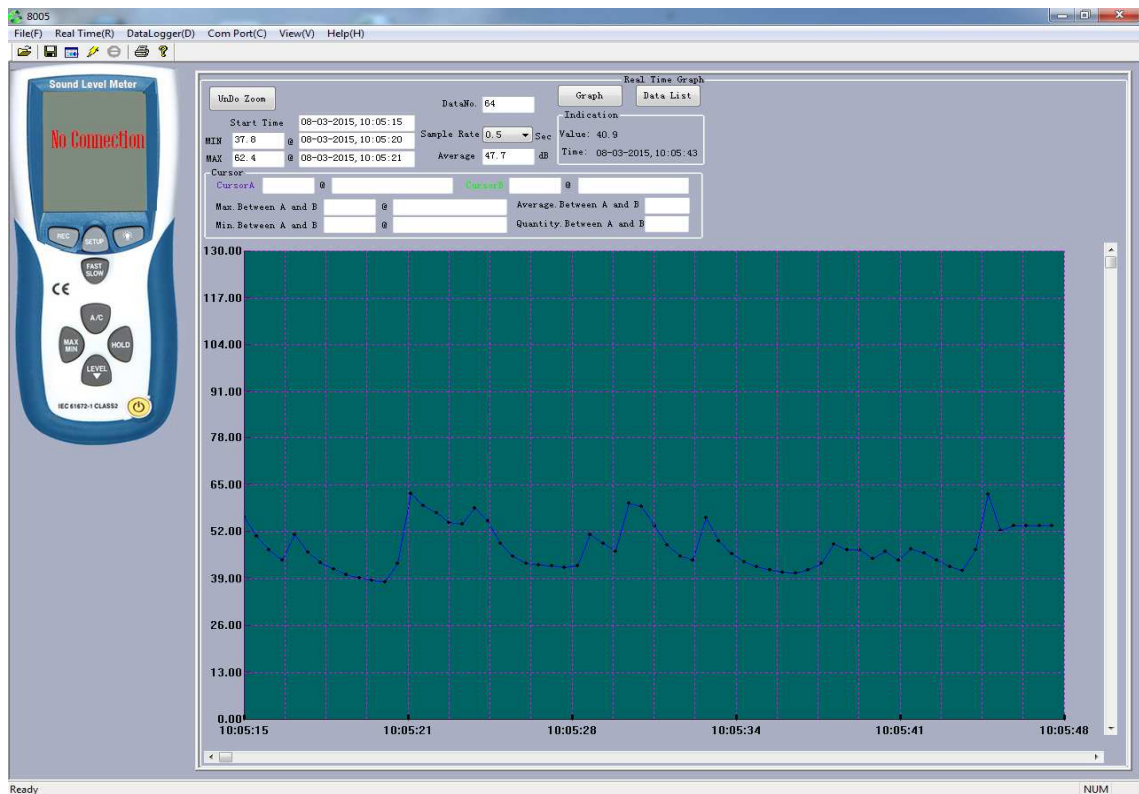
Obr. 2 Kalibrační přístroj firmy Voltcraft (Pešková, 2015)



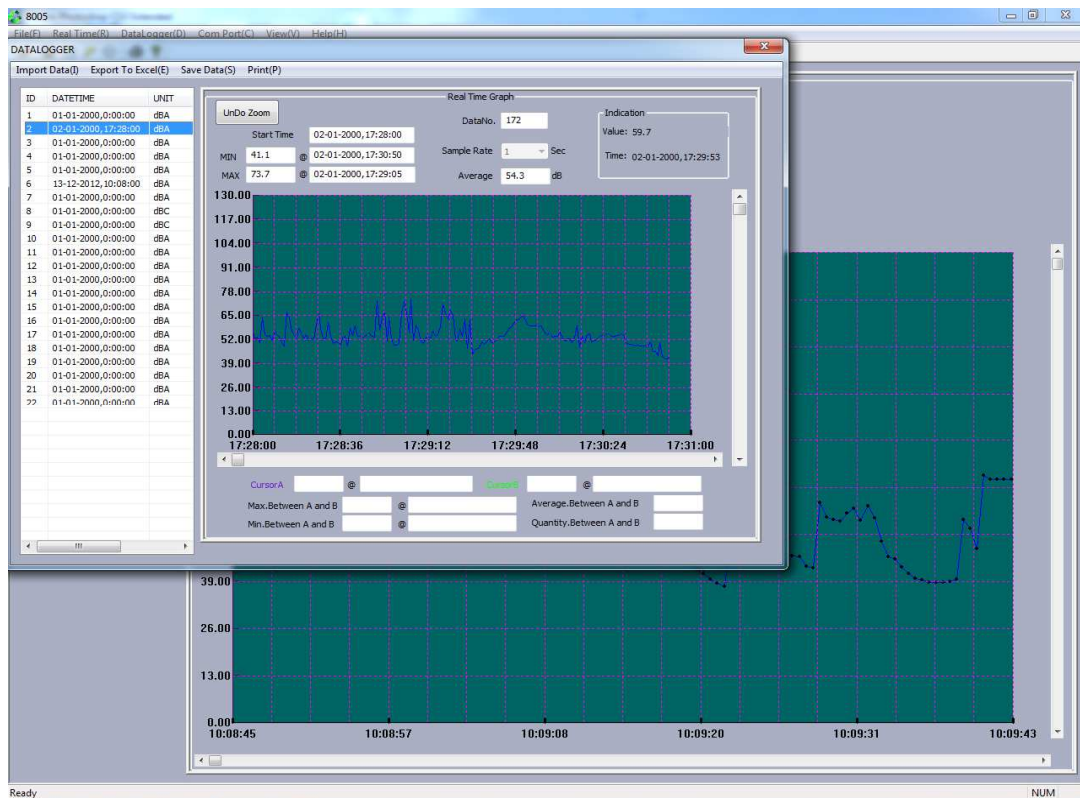
Obr. 3 Digitální kamera firmy JVC GZ-MG335HE (Pešková, 2016)



Obr. 4 Hlukoměr na stativu (Pešková, 2015)



Obr. 5 Program 8005 (Pešková, 2015)



Obr. 6 Vygenerovaný graf v program 8005 (Pešková, 2015)

4 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Výzkum hluku byl lokalizován převážně do centra města Olomouce v závislosti na drahách linek městské hromadné dopravy a byl proveden v blízkosti zdrojů pravidelného nadměrného hluku (hasičská stanice, dětské hřiště, průmyslové podniky). Olomouc patří mezi významná a velká města Moravy.

Ze sociálně-ekonomického hlediska patří město Olomouc do Olomouckého kraje. Počet obyvatel k 31. 12. 2014 byl 99 809 a katastrální výměra tohoto území činí 10 333,46 ha. Zemědělská půda z celkové katastrální výměry činí 5 764,71 ha a nezemědělská půda 4 568,75 ha k 31. 12. 2015. Město Olomouc má celkem 2 602 registrovaných podnikatelských subjektů s převažující průmyslovou činností, z toho podniků se zjištěnou aktivitou je 1 509 k 31. 12. 2015. (www.olomouc.czso.cz)

Lidé si zvykli čím dál více si usnadňovat život a využívat moderní technologie a rychlejší a pohodlnější způsob dopravy. Řada z nich vlastní dopravní prostředek, u některých rodin jich najdete dokonce i vyšší počet. Děti se potřebují dopravit do škol a dospělí do zaměstnání, proto je nutností pro správu měst mít funkční a kvalitní systém městské hromadné dopravy. V domácnostech najdeme více než jeden výtah, moderní doby počínaje televizním přijímačem konče nejmodernějšími mobilními telefony. Řady spotřebičů, které zvyšují hlukové zatížení našich obydlí, se nedovedeme vzdát. Pračka, myčka, mikrovlnná trouba a další stroje se staly součástí našich životů. S nárůstem počtu obyvatel přímo souvisí i zvyšující se hluková zátěž měst.

Doprava patří mezi největší zdroje hluku měst. Nutnou součástí intenzivního zemědělství je jeho mechanizace a využívání nejnovějších technologií, což je znatelné na hlukové situaci i na ekologii obce. Dnešní společnost s těmito novodobými tendencemi počítá a snaží se je řešit. Nové technologické postupy se využívají i pro vývoj tišších materiálů s menším přenosem akustických vln především v průmyslové sféře (př. tichý asfalt) a méně hlučných a více výkonných strojů (př. elektromobily). Na pracovištích lidé tráví v některých případech více jak jednu třetinu dne, proto zlepšování akustického mikroklimatu v pracovním prostředí stojí za zmínku. Lidé touží častěji cestovat, proto bude vyhledávání tišších způsobů přepravy osob v budoucnu podstatné.

Rychlostní komunikace R35 a provoz patnáctikilometrového obchvatu ve směru na Hranice na Moravě, Přerov a Brno s intenzivní dopravní zátěží přispívá k hlučnosti města Olomouce.

Spojení do Rakouska a Polska je zajištěno mezinárodní silnicí E462. Rychlostní komunikace R46 se napojuje ve Vyškově na dálnici D1, ta zabezpečuje silniční spojení na Brno a dále na Prahu a Bratislavu po komunikaci D2. Zvýšená intenzita dopravy má za následek i silné hlukové zatížení. (Pešková, 2012)

Železniční doprava je vedena pěti hlavními směry, jedním z nejdůležitějších je přímá trasa na Prahu. Vlakové spojení je zajištěno Českými drahami, a.s. a soukromými společnostmi Leo Express, a.s. a RegioJet, a.s. (sídlicí v Brně). Měření proběhla na vlakových nástupištích na Hlavním nádraží v Olomouci, v terénním výzkumu bylo řešeno převážně brždění různých typů vlaků rozličného stáří. Vliv těchto parametrů na výsledky měření a jakému hluku jsou obyvatelé vystaveni popisují v praktické části diplomové práce.

Dopravní podnik města Olomouce, a.s. a Conex Morava, a.s. zajišťují veřejnou hromadnou dopravu města, ta je zde realizována formou Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje. Přepraveno je zhruba za rok 53 miliónů obyvatel díky Dopravnímu podniku města Olomouce, a.s. Zajišťují spojení i s okolními obcemi. K přepravě osob se využívají autobusy a tramvaje různého stáří. Předmětem výzkumu bude i srovnání hlučnosti jednotlivých modelů autobusů a tramvajů. (www.dpmo.cz)

Dříve v Olomouci fungovala dvě letiště v městských částech Holicí a Neředíně. Dnes se udržuje v provozu pouze letiště v Neředíně. Z důvodu krátké zpevněné dráhy nemůže být letiště využíváno pro proudová letadla, slouží tedy jen pro vrtulníky, letouny, kluzáky, volné balóny a ultralehká letadla (s povolenou maximální hmotností do 450 kg, př. rogaló).

Ekonomika města Olomouce je založena převážně na několika průmyslových odvětvích (strojírenské, potravinářské, stavební, v menší míře dřevozpracující, chemické...), důraz je dáván i na rozvíjející se služby díky krásnému historickému rázu města, který dovedou ocenit nejen obyvatelé města, ale i turisté. Průmyslové podniky se

koncentrují především v městských částech: Holice, Nemilany, Chválkovice a Hodolany.

Novodobé tendence směřují k výstavbě stále nových a nových velkých nákupních center. Olomouc patří mezi města s vysokým počtem těchto středisek. Jsou kritickými oblastmi se zvýšenou intenzitou hluku z dopravy, kterou pocítují lidé bydlící v jejich okolí. Páteční či sobotní týdenní nákupy v přeplněných obchodech mohou být pro řadu občanů noční můrou, nepočítaje období před vánočními nákupy. Centra spolu vedou boj o klientelu, proto hlasité hudební a jiné zábavné akce pro děti a dospělé jsou nedílnou součástí téměř každého obchodního domu. Mezi největší obchodní centra patří nově vystavená Galerie Šantovka (u Tržnice), Centrum Haná (směrem na Brno), Olympia Olomouc (v blízkosti Velkého Týnce), Globus s obchodním centrem Olomouc City a nejmenší z nich Galerie Moritz. Obchody nabízející převážně potravinářský sortiment jako Lidl, Kaufland, Albert, Billa a další mají v Olomouci většinou více jak jednu pobočku. Samotná koncentrace obyvatel v obchodech a jejich dojezd do nich, zvyšuje hlukovou zátěž uvnitř i v blízkosti nákupních center.

Výzkum byl proveden na předem určených lokalitách. Hlavní měření byla realizována v městské hromadné dopravě. Hluk uvnitř tramvaje byl zaznamenáván v průběhu celé trasy všech tramvají, u autobusové dopravy jsme se zaměřili na měření hluku uvnitř dopravního prostředku mezi autobusovými zastávkami Tržnice směr na Náměstí Hrdinů a Vejdovského směr na Hlavní nádraží, kde se dále měřil hluk brzdících vlakových souprav. Měření byla provedena u problematických zdrojů hluku, i v obchodních centrech Olympia Olomouc, Galerie Šantovka, Olomouc City a Centrum Haná. Pro zajímavost byly změřeny další zdroje. Detailní popis měření a lokalit bude řešen v praktické části diplomové práce.

5 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

5.1 Vymezení pojmu hluk a jeho limity

Hlukem je nazýván jakýkoliv nežádoucí, obtěžující a rušivý akustický signál. Definovat hluk je velmi obtížné a subjektivní. Pro někoho může být konkrétní zvuk nepříjemným hlukem a pro jiného příjemným zvukem nebo i důležitým zdrojem informací. Vibrace a hluk nelze úplně odstranit, jelikož jsou součástí našeho každodenního života i životního prostředí, avšak je musíme redukovat na přijatelnou hodnotu, jelikož mohou mít negativní dopad na živé organismy. (Mišun, 2005)

Vyspělé státy v rámci ochrany prostředí řadí hluk hned za znečištění ovzduší a ochranu povrchových vod. V technické literatuře se můžeme někdy dočíst, že hlučnost vzrůstá zhruba o 1 dB za rok, tyto údaje jsou pouze orientační, avšak poukazují na prudký vzrůst hlučnosti prostředí. Nejzávažnější vlastností zvuku a hluku je jeho schopnost šíření se na poměrně velké vzdálenosti. Ve volném prostoru může běžný automobil obtěžovat svým hlukem oblast o ploše až několika čtverečných kilometrů. Akustická energie zamořující naše životní prostředí, kterou nazýváme hlukem, podléhá nakonec entropii, tudíž nezanechává žádná rezidua v prostředí, nemůže se tedy v prostředí kumulovat jako například těžké kovy. (Nový, 2009)

Rozlišujeme emisní a imisní hluk. Budeme se zabývat převážně hlukovými imisemi. Řešena bude tedy akustická energie v místě jejího příjmu příjemcem. Velikost této energie závisí na prostředí, ve kterém se šíří. Hlukové imise jsou ovlivněny hlukovými emisními zdroji, záleží také na způsobu šíření akustické energie z místa jejího vzniku k místu jejího příjmu příjemcem. (Liberko, 2004)

Důležitým pojmem dle starého Nařízení vlády č. 502 ze dne 27. prosince 2000, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací je i tzv. „stará hluková zátěž“, definovaná jako „...stávající stav hlučnosti ve venkovním prostoru působený hlukem z dopravy historicky vzniklý do dne účinnosti tohoto nařízení.“ (Pešková, 2012)

Touto definicí tedy popisujeme oblasti, jejichž akustická situace je velmi nevhodná, tudíž bez speciálního posouzení situace se nepovoluje navýšení hodnot akustického tlaku. (Pešková, 2012)

Ochrana lidského zdraví před hlukem je zakotvena v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, podrobněji jsou stanoveny limity hluku v nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (viz **Tab. 3** a **Tab. 4**, zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/>)

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací stanovuje limity hluku a vibrací pro pracovní prostor a hlavně pro chráněný venkovní prostor, chráněný vnitřní prostor staveb a chráněný venkovní prostor staveb. Hygienický limit je zde chápán jako nejvyšší přípustná hodnota hluku a vibrací, v oblastech s častým výskytem obyvatel. Obsahuje také správné způsoby měření hluku a jeho následné hodnocení. Hluk z dopravy se musí stanovovat pro celou noční a celou denní dobu. (Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně veřejného zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací)

Tab. 3 Základní limity hluku pro venkovní prostranství

Venkovní hluk	Denní limit (6:00-22:00)	Noční limit (22:00-6:00)
Základní limit – pro hluk jiný, než z dopravy	50 dB	40 dB
Pro hluk ze silniční dopravy	55 dB	45 dB
Pro hluk z železniční dopravy	55 dB	50 dB
Pro hluk z hlavních silnic	60 dB	50 dB
Pro hluk v ochranných pásmech drah	60 dB	55 dB
Pro starou hlukovou zátěž	70 dB	60 dB
Pro starou hlukovou zátěž u železničních drah	70 dB	65 dB

Zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/>

Tab. 4 Základní limity pro hluk uvnitř obytných místností

Vnitřní hluk	Denní limit (6:00-22:00)	Noční limit (22:00-6:00)
Základní limit	40 dB	30 dB
Pro hluk ze silniční dopravy (neplatí pro stavby dokončené po 1. 6. 2006, u nich se použije základní limit)	45 dB	35 dB
Pro hluk z hudby, zpěvu a řeči	35 dB	25 dB

Zdroj: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/>

Nejvyšší přípustná hodnota hladiny hluku ve vnitřním prostoru dopravních prostředků je 80 dB, avšak obtěžující hladina hluku může být daleko nižší. Vnitřní hluk je sice kontrolován, ale nepodléhá hygienickým předpisům. K daným hodnotám se přičítají tzv. korekce, dle důležitosti vykonávané činnosti. Například při práci nevyžadující soustředění můžeme k hodnotám přičíst 10 dB, naopak u duševní činnosti řízené zvukovými povely musíme od hodnot odečíst 10 dB. (Beran, 2010)

Nařízení vlády pak upravuje i limity například pro zdravotnická nařízení či jiné veřejné budovy. Definice chráněného vnitřního prostoru staveb se nachází ve vyhlášce Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu. Obytnou místností se tedy rozumí část bytu, která je určena k trvalému bydlení o podlahové ploše od 8 m², v bytě o jednom pokoji musí mít plochu nejméně 16 m². Pobytovou místností je myšlen prostor, který je upraven všemi parametry pro delší zdržování osob, např. kanceláře, divadla, sály a jiné. Maximální přípustné hodnoty hluku v těchto prostorách určuje § 10 nařízení vlády. (Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně veřejného zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací)

Pojem „chráněný venkovní prostor staveb“ a „chráněný venkovní prostor“ vymezuje aktuální znění zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. Právní předpis určuje povolené způsoby měření hluku a vibrací a jejich hodnocení. Jeho součástí jsou i předepsané hygienické limity.

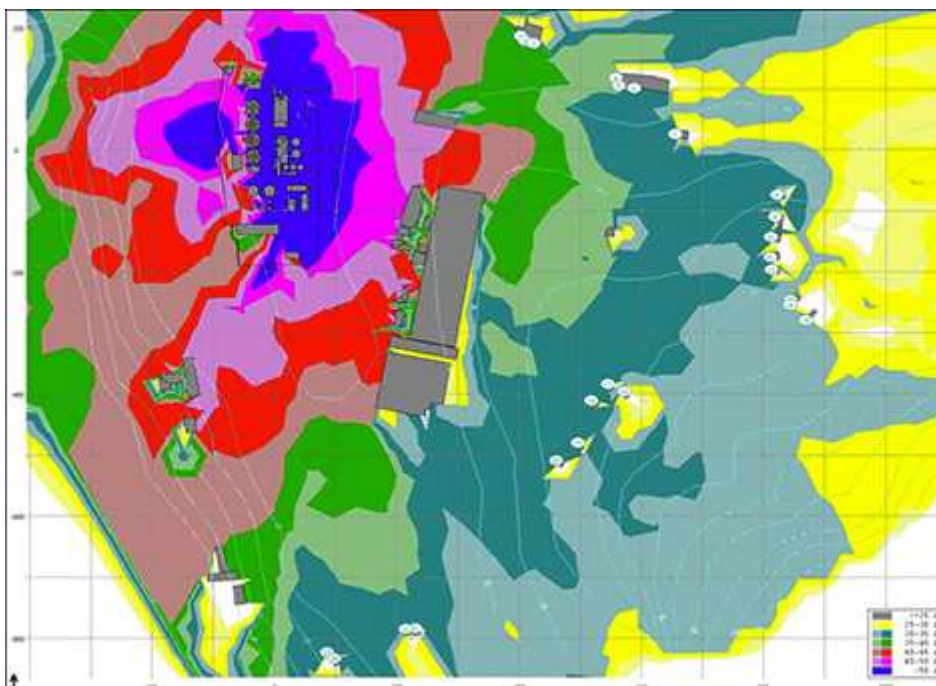
V průmyslových podnicích nesmí překročit hladina hluku tři „akční hladiny“ dle směrnice (viz **Obr. 8**). První akční hladina je stanovena na klasickou pracovní dobu osmi hodin, průměrná hladina nesmí překročit 80 dB. Druhá akční hladina je stanovena jako denní hladina dané osoby na hodnotu 85 dB. Třetí akční hladina je stanovena na 87 dB, po jejím překročení je nutné používat ochranné prostředky sluchu. (Schenk, Decker, Gruber, 2010)

V celosvětovém měřítku řeší problematiku hluku Organizace spojených národů (OSN) v programu ochrany životního prostředí (UNEP), který je orientován i na problematiku hluku. Trendem zvyšující se hlukové zátěže se zabýval již Světový „Summit Země“ v Rio de Janeiru roku 1992 a světový summit o trvale udržitelném rozvoji v Johannesburgu v roce 2002, také Valné shromáždění Světové zdravotnické organizace (WHO) přispělo k ochraně lidí před negativními účinky hluku. (Dudová, 2013)

Limity uvedené v této kapitole slouží především pro hlubší nahlédnutí čtenáře do problematiky státem stanovených limitů. Uvedené limity byly upraveny novým předpisem č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Provedená měření nelze srovnávat s aktuálními limity, jelikož byla měřena pouze okamžitá hluková zátěž. Měření nemohla být provedena ve stanovenou dobu a použité hlukoměry nespádají do kategorie lepších kvalifikovaných měřidel (viz **Obr. 7**). Stěžejní částí diplomové práce je kapitola Negativní vlivy hluku na lidský organismus a životní prostředí, kde se čtenář dočte, jaké hodnoty akustických vln jsou zdraví nebezpečné.



Obr. 7 Spektrální analyzátory hluku BRÜEL & KJAER 2250 (zdroj: www.akusting.cz)



Obr. 8 Grafický výstup z programu Hluk+, verze 9 - modelace hluku z průmyslu. (zdroj: www.akusting.cz)

5.2 Zdroje hluku ve městě

Hluk je každý akustický tok, který negativně ovlivňuje pohodu člověka, ruší klid, obtěžuje a v nejzávažnějších případech až ohrožuje lidské zdraví. V interiéru tvoří tzv. akustické (zvukové) mikroklima. Hluk se šíří od zdroje pouze vzduchem nebo je přenášen různými konstrukcemi a následně vzduchem. Hluk můžeme dělit dle časového průběhu na hluk ustálený, proměnný, přerušovaný a impulsní. (Jokl, 2002)

Uvnitř uzavřených prostor dělíme zdroje hluku na exteriérové a interiérové. Mezi největší zdroje exteriérového hluku patří hluk z dopravy, ke kterému se řadí i hluk z hlášení železničního rozhlasu a různá signalizace, hluk od sousedů i některé meteorologické jevy související s pohybem vzduchu o vysoké rychlosti (vichřice, bouřky, silný déšť...). Obyvatelé si nejčastěji stěžují na hluk od sousedů či z ulice. Postrachem jsou majitelé psů, věčně stěhující a kutící rodiny či nedoslýchaví sousedé s hlasitě puštěnou hudbou či televizí.

Významnými zdroji hluku ve městě jsou průmyslové zóny, zábavní podniky i různá technická zařízení v domě. Hlučný výtah, kotelná nebo výměňková stanice, zařízení pro vytápění, venkovní chladicí jednotka, strojovna či obyčejná kuchyňská digestoř dovedou znepríjemnit život lidem žijícím například v panelových domech. Další kapitola je věnována pouze hluku z dopravy.

Průmyslové zóny jsou v Olomouci koncentrovány v městských částech Chválkovice, Holice, Nemilany a Hodolany (viz Příloha 1 **Obr. 4**), patří mezi ně ale i každá dílna, opravna či výrobná. Problematické jsou podniky s provozem od brzkých ranních hodin do pozdně večerních hodin např. pekárny. Výzkum byl proveden ve firmě Exerion Precision technology Olomouc s.r.o., průmyslovém podniku v Olomouci. Změřeny byly hlukově zajímavé procesy př. broušení a svařování.

Podobným problémem jsou zábavní podniky jako diskotéky, restaurace, noční kluby či herny, taktéž openair akce. Udržení hluku v povolených hladinách především v nočních hodinách je komplikované, při stížnostech se řeší i hluk pozadí, na který provozovatelé mohou nedodržení limitních hodnot svěst. Většina zábavních podniků je koncentrována v centru města.

Město Olomouc nese prvenství v metrech čtverečních ploch obchodů na jednu osobu, dokonce předčí i hlavní město Prahu. V posledních letech se neustále přistavují nová nákupní centra. V Olomouci mezi největší centra patří Olympia, Centrum Haná, Olomouc City a Šantovka. V těchto střediscích byl proveden výzkum a srovnání hlukové situace. Vyšší koncentrace obyvatel při různých akcích, které mají za úkol přitáhnout do center více zákazníků a neustálé hlášení slev a různých akcí působí hluk. Hlasitě puštěná hudba v obchodech má za úkol odpoutat naši pozornost, abychom o svých nákupech tolik nepřemýšleli, i ta přispívá k hlukové situaci.

Nutností každého města je zabezpečení zdravotní péče pro obyvatele. Sanitka působí značný hluk při spuštění sirény. Stejným případem jsou hasiči a policie. Tyto zdroje hluku mají zásadní smysl jako signalizace pro ostatní spoluobčany, aby uvolnili prostor pro jejich rychlý průjezd a zrušit je tudíž nelze. Pro zajímavost byl změřen hluk ze sirény sanitního vozu. Hlukovým zatížením jsou i popelářské automobily. Sběr odpadů, především skla, je akusticky náročnou činností, hlavně v brzkých ranních hodinách. Občas hlučné děti koncentrované ve školách a školkách mohou vytvořit hlukově nadlimitní klima.

Zdrojem hluku v interiéru našich domovů je především člověk sám či různě vibrující části strojů a mechanismů, které většina lidí využívá každý den. Produkujeme hluk při různých činnostech jako je například hra na hudební nástroj, zpěv, poslech televizoru a hudby nebo i psaní na klávesnici počítače.

I obyčejné spláchnutí toalety, čištění zubů, tikání hodin, česání vlasů a jiné pro nás nezásadní zdroje hluku přispívají ke zvýšení průměrné hlučnosti našich obydlí. V praktické části jsou grafy dokladující některé z těchto zdrojů hluků, abychom měli představu o kolik dB si v některých případech zbytečně zatěžujeme naše akustické mikroklima.

V řadě případů můžeme mluvit o tzv. pozitivních zvucích. Člověk vnímá rytmicky se opakující tóny jako harmonické. V dávných dobách Číňané léčili lidi pomocí hudby, v Nepálu a Tibetu se léčilo pomocí tibetské mísy, ta se používá dodnes. Mísa vydává vibrace, které prostoupí celé tělo. V místě, kde daná část lidského těla má odlišnou vibraci se většinou nachází zdravotní problém. Moderní studie také popisují tzv. Mozartův efekt, poslech hudby Mozarta u dětí v prenatálním období a brzkém

dětském věku rozvíjí a zvyšuje jejich inteligenci. U starých lidí, které postihla demence nebo u osob trpících Alzheimerovou chorobou se prováděl výzkum pomocí hudby, kterou si pouštěli za svého života nebo která hrála u jejich důležitých životních situací (př. svatební píseň), následně se jim pak vybavila třeba jedna vzpomínka ve spojitosti s danou melodií. Dnes lze studovat muzikoterapii, celý obor zkoumající hudbu z tohoto hlediska. Harmonické tóny působí pozitivně na lidskou psychiku, ale soused z vedlejšího bytu může mít jiný názor. Naše generace je první, která čelí světu, který je protkaný moderními technologiemi. Studentským zvykem nebo spíše zlozvykem je neustálé poslouchání hudby při jakékoli činnosti.

Krajská hygienická stanice Olomouckého kraje se sídlem v Olomouci se zabývá řešením problematiky hluku, vyřizuje stížnosti obyvatel týkající se obtěžujícího hluku. Ve většině případů se spor řeší schůzkou stěžovatele a původce hluku, setkání jsou většinou plodná a končí dohodou mezi oběma stranami. Hluk v blízkosti komunikací se v případě stížností přeměří. Nejvíce efektivní a ekonomicky dostupné řešení (v případě naměření neadekvátních hodnot) je výměna oken za plastová. Zvukotěsná okna s bezpečnostním sklem tloušťky 5 až 6 mm stojí kus dle rozměrů a typu zasklení (jednoduché, dvojité, trojitě) od 591,00 Kč do 2 070,00 Kč. (ÚRS Praha, 2015) Výměna oken proběhla například v ulici Hamerská.

Řešena byla řada specifických stížností. Umělá ledová plocha na Dolním náměstí byla problémem pro obyvatele bydlící v její blízkosti, konkrétně občany obtěžovalo hlučící chlazení plochy. Měření vyšla nadlimitně a nastalou situaci bylo nutno řešit s provozovatelem kluziště. Zimní stadion musel podstoupit taktéž rekonstrukci z důvodu neadekvátní hlučnosti. Mlýnská ulice v Olomouci může být noční můrou pro některé obyvatele, nachází se zde tři vyhlášené zábavní podniky Belmondo Club, Liquid Music Club a Captain Morgan's. Měření nelze prokázat provozovatelům, který z podniků vydává nadlimitní hluk, jelikož nastalá akustická situace je výsledkem činnosti všech podniků. Klub Faustův Dům se nachází ve sklepních prostorech panelového domu, největším problémem je přenos vibrací, ten je obtížně prokazatelný. Podnik Hard Rock Cafe pořádá i různé hudební akce. Občané si stěžovali na hluk šířící se při otevření dveří od klubu, z hlediska protihlukových opatření toto nelze nějak zajistit. Velký kovošrot TSR v městské části Chválkovice vytváří nadměrný hluk. V rámci územního plánování se s tímto předpokladem počítalo,

v okolí podniku je vystavena vysoká protihluková stěna. Na hlučnost provozu jsou neustálé stížnosti obyvatel, povolen je pouze denní provoz. Moravské železářny měly provoz den i noc, po stížnostech občanů bydlících v jejich blízkosti byl provoz omezen pouze na den. Dnes již nepokračují v činnosti.

Sami si zamořujeme prostor hlukovými emisemi, jelikož se nedokážeme vzdát výtobytků moderní doby. Výrobci dbají především na nízkou výrobní cenu místo toho, aby dbali více na kvalitu a nízkou hlukovou náročnost. Naštěstí už existují určité normy, které se snaží tuto nastalou situaci korigovat.

5.3 Hluk z dopravy

Hluk patří mezi negativní faktory civilizačního procesu. Když pomineme lokální účinky průmyslu, je největším a téměř jediným zdrojem akustické nepohody prostředí. V posledních letech můžeme sledovat, jak masové používání dopravních prostředků zhoršuje hlukovou situaci ve městech. Dlouhodobé setrvávání člověka v takto nevyhovujícím prostředí může mít za následek negativní vliv na jeho životní funkce, psychiku, popřípadě průčeschnost. Dle společných charakteristik jednotlivých dopravních prostředků lze tuto problematiku rozdělit na hluk silniční dopravy, letecké dopravy a kolejové dopravy.

Podle studie vypracované Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj je v České republice vystaveno nadměrnému hluku ve venkovním prostoru nad 55 dB 20 % obyvatel. V Praze je to 53 % obyvatel a hlukem přesahujícím hodnotu 65 dB je vystaveno 46 % obyvatel. Každým rokem hluková zátěž, především měst, roste. Za tento nárůst může neustále se zvyšující počet automobilů, nevyhovující dopravní systém, absence obchvatů, intenzivnější stavební činnost, nevhodné urbanistické umístění zdrojů a cílů dopravy v sídle (i v klidových částech sídla se zvyšuje intenzita dopravy, i přes nevyhovující parametry) a větší koncentrace obyvatel na malé ploše. (Skotnicová, Řezáč, Vaverka, 2006)

Dopravní hluk charakterizují především fyzikální veličiny, např. akustický tlak, rychlost šíření vlnění, intenzita zvuku, vzdálenost od zdroje hluku, objemová hustota energie, hlasitost, výška zvuku, barva zvuku. Hodnotí se i vliv meteorologických podmínek. Je nutné sledovat teplotní změny, sílu a směr větru, jelikož může způsobit ohyb zvukového paprsku, což může mít za následek zeslabení přijímaného zvuku. Mlžné počasí utlumuje akustický signál. Obecně platí u pohybujícího se zdroje zvuku pravidlo, že při přibližování zdroje hluk k pozorovateli, je vnímán zvuk ve zvyšujících se tóninách (hlasitěji).

Pozornost by měla být věnována i povrchu terénu, po kterém se dopravní prostředek pohybuje, zástavbě a konfiguraci terénu. Typ zástavby je určující pro další vývoj zvukové křivky, zvuk se může odrazit a za překážkou vzniká zvukový stín (u rozměrných překážek) nebo může dojít k ohybu zvuku (u malých překážek). (Novotný, 1972)

Již ve své bakalářské práci jsem se zmiňovala o důležitosti vlivu okolního terénu na hlukovou situaci. Druhá skladba a prostorové rozmístění porostu podél výstavby silnic, dálnic či tramvajových kolejí může značným způsobem ovlivnit šíření hluku a správným zvolením druhové skladby zeleně docílit snížení hlukové zátěže v těchto oblastech.

Zvyšující se počet motorových vozidel v městském provozu vyžaduje zpřísnění předpisů pro jejich provoz, mezi tyto předpisy patří i problematika hluku. Spalovací motory, díky spalovacímu procesu, při kterém dochází k rychlé změně tlaku při hoření, patří mezi významné původce hluku, také pohyb spojený s dynamikou jednotlivých částí vytváří značný hluk a v neposlední řadě hluk způsobený výměnou náplně. Dnešní snahy o snižování nákladů na provoz vozu vedou ke zmenšování objemu motoru, jejich výkonost vůči jejich velikosti je kompenzována vstřikováním kapaliny pod vyšším tlakem a tím je zapříčiněné větší opotřebenosti a namáhání jednotlivých dílů. Tyto tendence vedou celkově k vyšší hlučnosti vozidla. Konkurence mezi výrobcí vozidel nutí firmy snižovat náklady na jejich výrobu (nižší počet dílů, složitost konstrukce, materiál, výzkum, technologie, krytování a antivibrační nátěry), což není vhodné řešení nastalé hlukové situace. Hluková analýza by měla být součástí každého výzkumu nového prototypu. V rámci motoru lze určit zdroje hluku, přenosové cesty, jimiž se vlnění šíří a povrchové vibrace a jimi generovaný hluk. (Jedelský, 2002)

Hluk z letecké dopravy patří v naší republice spíše k druhořadým problémům podle množství stížností obyvatel, vyjma oblastí v bezprostřední blízkosti letišť. V posledních letech se hustota letecké dopravy podstatným způsobem zvýšila, nárůst je vidět především v kapacitách letadel a v jejich zvýšené výkonosti s nasazením propulsního tryskového pohonu (tzv. proudová letadla), s tím souvisí i zvýšená hlučnost letadel.

Pohonné jednotky jsou hlavním zdrojem hluku u letadel letících podzvukovou rychlostí s pevnými křídly. Z tohoto hlediska lze letadla rozdělit na vrtulová s pístovým motorem, na vrtulová s turbínovým nebo turbovrtulovým motorem a na reaktivní s tryskovým pohonem. Specifickou kategorii tvoří vrtulníky, kde výraznou složku hluku tvoří hluk z vrtule. Hluk z letadel je výrazně směrovaný, což v praxi znamená, že se v jednotlivých směrech od letadla šíří různou intenzitou. U vrtulových letadel

s motorem s písty jsou maximální hodnoty hluku v rovinách vrtulí, minimum hluku je za a před trupem letounu. U turbovrtulových letadel má vliv na hluk proud horkých plynů vycházející z turbíny a vysoké tóny kompresoru turbíny, ale podstatným zdrojem hluku zůstává hluk z vrtule. U letadel s reaktivním pohonem tryskovým se projevuje jako hlavní zdroj hluku proud horkých plynů pronikající do atmosféry. U letadel letících nadzvukovou rychlostí vzniká rázová přetlaková vlna, ta má akustické účinky výbuchu. Vzhledem k velikosti olomouckého letiště můžeme některé typy letadel, jakožto ohrožující hlukové faktory rovnou vypustit. Omezit hlučnost z letecké dopravy lze například správnou volbou letového postupu při nabírání výšky. (Novotný, 1972)

U kolejové dopravy je význačným zdrojem hluku styk kola s kolejnicí (typu kov na kov), proto je nutno sledovat nejen parametry kolejových vozidel, ale také stav železničních tratí, jejího svršku a spodku a v neposlední řadě vliv provozních podmínek. Dále je důležité brát v potaz celkový počet náprav vlaku, celkový počet vozidel vlaku, druh trakce (elektrická, motorová), počet činných hnacích vozidel, hmotnost vlaku, délku vlaku, rychlost vlaku, podíl vozů s kotoučovými brzdami u osobních vlaků, podíl ložených náprav u nákladních vlaků a stávající protihluková opatření. (Týfa a kol., 2013) Pro úpravu signálu u kolejové dopravy jsou důležité tzv. analogové filtry, jež se používají pro odstranění vysokých a nízkých frekvencí, které by se mohly negativně projevit při měření a zkreslit ho. Pro úpravu frekvenčních složek se používají číslicové filtry lineární a invariantní v čase. Převládají ale praktické aplikace hodnocení výsledků měření tzv. elementárními metodami. Hluk z kolejové dopravy lze například analyzovat pomocí metody Fourierovy transformace pro převod z časové do frekvenční metody, lze použít i metoda MUSIC, která řeší teorii bílého šumu nebo Welchovu metodu. (Smutný, 1998)

5.4 Letecká doprava a městská hromadná doprava: autobusová doprava a kolejová doprava

Hlavním zdrojem hluku ve městech bývá doprava. Zvyšující se nároky obyvatel na životní standardy způsobují nárůst počtu vozidel na jednu rodinu, tím se zvyšuje hustota dopravy a samozřejmě i hluk ve městě. Pokud by lidé cestovali pouze městskou hromadnou dopravu, hlučnost měst by se pravděpodobně rapidně snížila. Dopravní podnik města Olomouce, a.s. využívá k přepravě osob tramvaje a autobusy.

Dnes se snažíme vytvořit dokonalý přepravní systém s důrazem na hledisko rychlosti a možností spojení, s přijatelným prostředím pro cestující a odpovídajícími podmínkami pro život lidí žijící v blízkosti železničních a tramvajových kolejí a frekventovaných dopravních uzlů města Olomouce. U dopravních prostředků je zdrojem hluku hnací jednotka, dále hluk vznikající ve styku kola s vozovkou (kolejnicí), případně aerodynamický hluk vznikající při vysokých rychlostech. Ochranu před nadměrným hlukem je možno provést odstraněním zdroje hluku nebo zvýšením akustického odporu prostředí, ve kterém se akustické vlny šíří. (Smutný, 1998)

Letecká doprava

Ve městě Olomouci se nacházela dvě letiště, v městské části Holice, již nefungující a v městské části Neředín stále využívané. Hluk z letecké dopravy je ve městě nízký, s přihlédnutím k frekvenci letů a typu vrtulníků či letadel, která mohou letiště využívat. Vzlétnout zde mohou pouze vrtulníky, letadla kategorie ultralight a malá turbovrtulová letadla. Pro vzlet proudového letadla tu není dostatečně dlouhá startovací dráha.

V roce 1986 byl problém nadměrného hluku z letecké dopravy částečně vyřešen. Byla vybudována a zprovozněna vzletová a přistávací dráha (sever-jih) současného letiště Neředín z důvodů stížností obyvatel na zvýšenou hlukovou zátěž. Umožnilo se tak provádění vzletů a přistání vrtulníků mimo město Olomouc. Při vybudování nového obchvatu okolo města Olomouce roku 2007 se tato přistávací dráha zrušila. (Prokeš, 2009)

Důležitou roli v otázce hluku z letecké dopravy hrají i záchranné vrtulníky. Přistávací plocha pro záchranné vrtulníky je přímo na střeše jedné z budov Fakultní nemocnice Olomouc, avšak heliport se nachází v blízkosti letiště Neředín.

Autobusová doprava

Slouží k přepravě cestujících i do odlehlejších oblastí města Olomouce. Dopravním podnikem města Olomouce, a. s. jsou obsluhovány obce v okolí, Bukovany, Horka nad Moravou, Bystrovany, Skrbeň a Samotišky. Celková délka sítě autobusových linek činí 284 km. Celkový počet užívaných linek autobusů je 23, počet pojízdných vozidel vozového parku čítá 78 vozidel. Stáří autobusů se průměrně pohybuje mezi 7 a 8 roky, celkově je v provozu devět rozdílných typů. (www.dpmo.cz)

U autobusů byl měřen hluk pouze mezi zastávkami Hlavní nádraží směr stanice Vejdovského a zastávkou Náměstí Hrdinů směr stanice Tržnice. U autobusů platí stejná pravidla ohledně vzniku hluku jejich provozem jako u automobilů. Záleží na pohonu vozidla a na jeho technickém stavu. Povrch vozovek může napomoci k tiššímu chodu dopravy. Předpokládalo se, že provoz novějších modelů vozidel bude akusticky méně náročný. V budoucnosti by mohly být zajímavé autobusy na elektrický či jiný alternativní pohon, pokud by byla zvýšena jejich výkonnost, tichost tohoto pohonu je zaručena. V Belgii již funguje taxi služba využívající tento typ automobilů, byly tak extrémně tiché, že jim výrobci dodatečně museli přidat nahraný hluk jedoucího vozu pro zvukovou výstrahu lidí.

Kolejová doprava

Tramvajová doprava

Tramvaje slouží k přepravě obyvatel pouze v centrální části města Olomouce. Dnes existují čtyři směry, kam se tramvaj můžeme dopravit: Hlavní nádraží, Nová Ulice, Neředín krematorium a trať vedoucí na zastávku Trnkova, jejíž stavba započala v červnu roku 2012 a byla dokončena v listopadu roku 2013. (www.olomouc.eu) V blízké době je plánována výstavba druhé fáze tramvajové tratě Tržnice – Nové Sady, kde bude dráha prodloužena o nové zastávky: Werichova, Rožňavská a Družební.

Celková délka sítě tramvajových linek činí 39 km, počet tramvajových linek je sedm. Řidiči jezdí celkem v 75 tramvajích, včetně tří historických. Stáří tramvaj je

v průměru 16,5 let. Dopravní podnik města Olomouce, a. s. využívá pro přepravu cestujících celkem devět typů tramvají.

Kolejnicové bokovnice patří mezi jedno z opatření pro zvýšení útlumu akustických vln, jedná se o oboustranné obalení stojny elastickým absorpčním materiálem. Používá se taktéž odstínění kolejnic pomocí přiložených nízkých stěn do výše temene hlavy kolejnice či výše, přiložených po bocích. Jako opatření před valivým hlukem může pomoci přechod od klasických kol na kola s vestavěným pryžovým tlumičem. (Smutný, 1998)

Dráhy všech linek tramvají byly měřeny po celou dobu jízdy od počáteční stanice ke konečné stanici, v praktické části jsou uvedeny grafy měření. V průběhu jízdy byl proveden i videozáznam pro detekování konkrétních zdrojů některých extrémních zvuků. Řešen bude i vliv modelu tramvaje na vnitřní akustické klima.

Vlaková doprava

V České republice jsou vlaky nedílnou součástí infrastruktury města. Hlukovou zátěž z vlakové dopravy obyvatelé nejvíce pociťují na Hlavním nádraží města Olomouce. Brzdění vlaků dosahuje v některých případech až nadlimitních hodnot. U nákladních vlaků je i pouhý přejezd přes nádraží hlukově náročný.

Lze měřit a numericky modelovat hluk a vibrace pouze železničního kola, které je zdrojem hlavního hluku při styku s kolejemi. Jako jedna z vhodných variant je měření akustické holografie metodou Beamforming. Při této metodě není hluková mapa kola nijak ovlivněna parazitním hlukem, při vybuzení na příslušné rezonanci bylo dominantním zdrojem hluku vždy měřené kolo. Hlavní náplní akustických měření je posouzení účinnosti osazených tlumičů. Po změření železničního kola bez osazených tlumičů a pak s nimi, získáme dvě hlukové mapy kola a následně lze zhodnotit jejich účinnost. (Weisz, 2014)

V provozu jsou vlaky různého stáří i typu, jejich hluková náročnost je rozdílná. Výsledky měření hluku brzdných drah vlakových souprav jsou popsány v praktické části práce. Vlaky již nejsou lidmi zdaleka tolik využívány k dopravě obyvatel po městě Olomouci. Pro zajímavost byl změřen hluk uvnitř městské vlakové linky.

5.5 Hlukové mapy

Hlukové mapy používané pro znázornění hluku ze silniční dopravy patří mezi tzv. hlukové mapy venkovního prostředí (konkrétního území). Jsou grafickým znázorněním akustické situace ve venkovním prostředí vyjadřující srozumitelně a názorně jeho kvalitu.

Krajský úřad Olomouckého kraje, Odbor dopravy a silničního hospodářství (zprostředkovaně přes pana Mgr. Františka Pěrušku) mi poskytl podklady týkající se aktuálních hlukových map města Olomouce.

Vznik a tvorba hlukových map musí být v souladu s aktuálním zněním Vyhlášky č.523/2006 Sb. (o hlukovém mapování), Vyhlášky č.561/2006 Sb. (o stanovení aglomerací pro hlukové mapování) a Zákonu o ochraně veřejného zdraví č.258/2000 Sb.

Pro tvorbu hlukových map se používá řada metod, mezi nejdůležitější metody patří měření, výpočet, fyzikální modelování a je možné využít i kombinaci předchozích postupů. Hluková mapa může nejen zachycovat aktuální hlukovou situaci, ale může zaznamenávat i výhledovou hlukovou situaci (prognóza).

Přihlíží se i k typu zdroje hluku, tyto mapy označujeme jako analytické hlukové mapy. Znázorňují stávající nebo prognózovanou akustickou situaci vztahenou k typu zdroje hluku. Dělí se na analytické hlukové mapy pozemní dopravy (automobilová, kolejová, pásová a další), letecké dopravy, průmyslové a na jiné stabilní zdroje hluku (výměníky, lomy, staveniště).

Syntetické hlukové mapy nám naopak poskytují informace o celkové akustické situaci venkovního prostředí. Pomocí těchto map lze hodnotit účinnost protihlukových opatření. Syntetické hlukové mapy můžeme členit z hlediska podrobnosti a rozsahu zpracování na hlukové mapy přehledné (pro území v okolí hlavních komunikačních sítí a hlavních průmyslových zdrojů), podrobné (pro území v okolí hlavních a vedlejších komunikačních sítí a hlavních a vedlejších stacionárních zdrojů hluku) a na plány (detailně znázorňující akustickou situaci v okolí komunikací, jednotlivých zdrojů hluku, skupin obytných objektů a objektů vybavenosti). (Skotnicová, Řezáč, Vaverka, 2006)

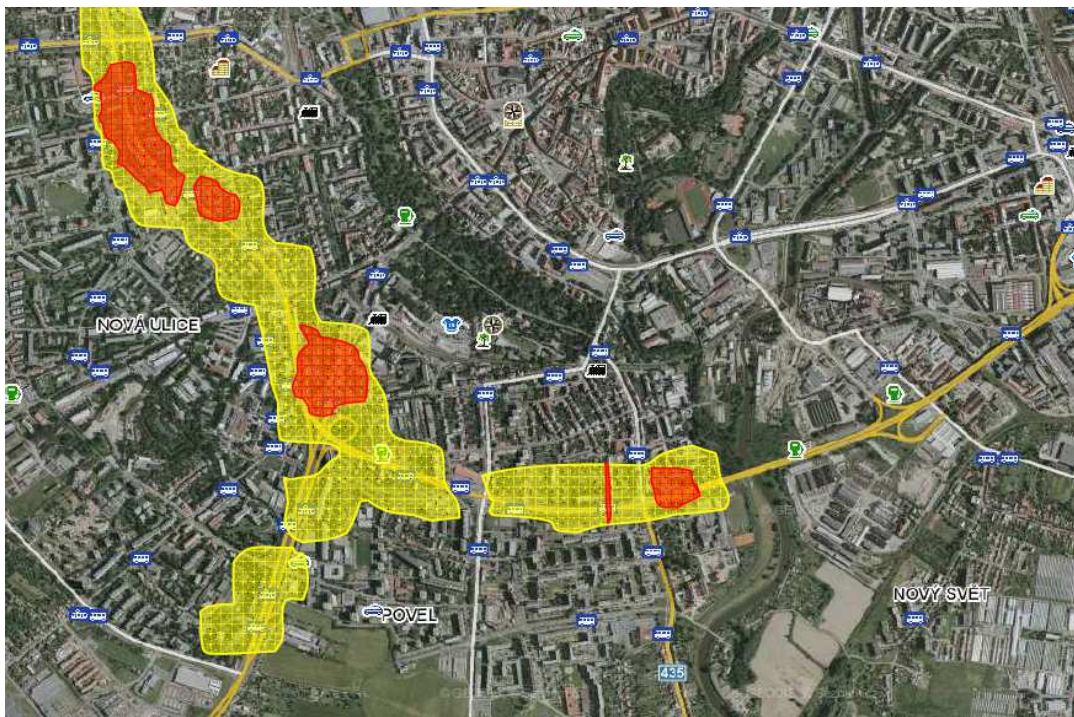
Pro Olomoucký kraj se vytváří tzv. akční hlukový plán pro hlavní pozemní komunikace obnovující se periodicky každých pět let, je to dlouhodobý centrálně řízený proces snižování hluku. Mapují se především rizikové a předem vytipované zdroje hluku. Časové rozmezí je stanoveno nejméně pěti lety z důvodu možné realizace některých protihlukových opatření a výsledky plánů slouží pro zpětnou vazbu a kontrolu úspěšnosti opatření. Celý proces je cyklický se dvěma základními kroky, za prvé se vytváří strategická hluková mapa a v druhé fázi je řešen akční hlukový plán.

Strategická hluková mapa modelově zjišťuje akustickou situaci v blízkosti určených zdrojů hluku v požadovaných akustických ukazatelích. Kvantifikuje akustickou situaci k danému datu, i s uvažováním o veškerých realizovaných protihlukových opatřeních na zdrojích hluku a v prostředí k tomuto datu. Vytvoření mapy je prvním krokem v procesu tzv. strategického hlukového mapování, jejím cílem je stanovení kritických míst (tzv. „hot spots“, viz **Obr. 9**), kde dochází k překročení limitních hodnot. Mapa je vždy zpracovaná pro data předcházejícího roku, jako vstupní údaje slouží oficiální sčítání dopravy (viz **Obr. 10**).

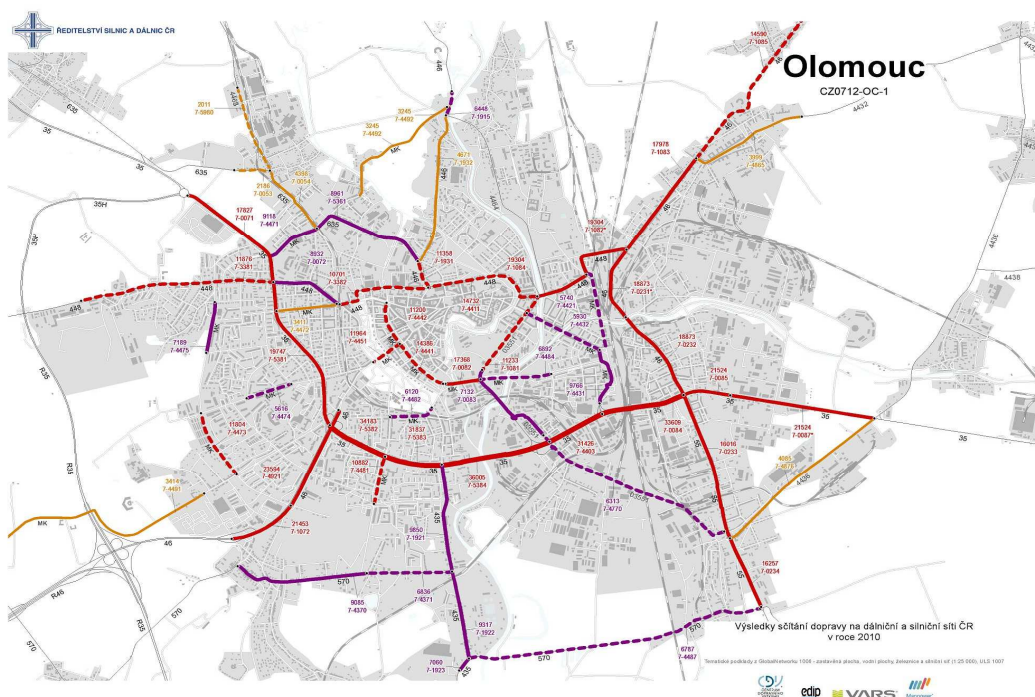
Akční hlukový plán slouží pro vytváření budoucí akustické situace (jejich priorit a postupů) díky plánovaným opatřením v územním plánování, výstavbě protihlukových opatření, zdokonalení systému dopravy, inženýrských opatření, regulovat hluk ve venkovním prostředí a zlepšit tak hlukovou situaci měst (snížit počet osob hlukem zatížených). V centru zájmu jsou kritická místa (tzv. „hot spots“), prioritou je snížení hodnot hluku v těchto lokalitách. (www.mdcz.cz)

Strategické hlukové mapy a akční plány slouží jako prostředek pro zapojení veřejnosti do této problematiky. Výsledky hlukového mapování jsou přístupné online na webu Ministerstva zdravotnictví. Zveřejněna je pouze část dokumentů, k nahlédnutí všech podkladů je nutné navštívit sídlo ministerstva. Zpracovány jsou i tzv. tiché oblasti v rámci vytváření akčních plánů, oblasti jsou stanoveny vyhláškou Ministerstva životního prostředí. (Bernard a Doucha, 2008)

Konkrétní hlukové mapy města Olomouce budou detailně popsány v praktické části diplomové práce.



Obr. 9 Reálná situace v ortofotomapě s orientačním vyznačením oblastí „hot spots“ (zdroj: www.mdcz.cz)



Obr. 10 Výsledky sčítání dopavy na dálniční a silniční síti ČR v roce 2010 (zdroj: <http://scitani2010.rsd.cz>)

5.6 Opatření před nadlimitním hlukem

Interiér

Při odstraňování hluku v interiéru lze jít třemi cestami zásahu, můžeme zasáhnout do zdroje hluku, do pole přenosu od zdroje hluku k exponovanému subjektu nebo na subjektu. Optimalizace však musí proběhnout ve správné míře, v Seattlu (Washington, USA) bylo použito nejdokonalejší techniky (zemní valy, akustická skla, speciální podlahové krytiny...) pro odstranění hlukového diskomfortu v budově Federální letecké společnosti, výsledkem bylo mrtvolné ticho s negativním dopadem na lidskou psychiku, jež muselo být odstraněno vysláním šumu o hladině 40 dB z reproduktorů.

Zásah do zdroje hluku

Nejefektivnější je zdroj hluku odstranit nebo nahradit tišším, organizačními opatřeními ho izolovat (př. omezit provozní dobu), zvukově izolovat (př. instalace tlumičů), izolovat od ostatních konstrukcí. Hlučnost lze snížit i správnou volbou materiálu trubek k vodovodním armaturám, př. měděné jsou méně hlučné než ocelové. V panelových domech lidé mohou pocítit zvýšenou hlučnost při sprchování a koupání, to lze odstranit správnou úpravou vany, umístí se na odpružené nohy a okolo celé vany se obtáhne akustický profil, hluk by se pak měl pohybovat pod 30 dB, klimatizaci nahradit téměř bezhlučným velkoplošným sálavým chlazením. (Jokl, 2002)

Zásah do pole přenosu

Realizovat jej lze instalací zvukotěsného okna, instalací přepážek, zvýšením celkové pohltivosti a snížením odrazivosti stěn, stropů a podlah pomocí vhodných akustických materiálů, umístěním lidí (v hlučných prostorech do zvukově izolovaných kabin), maskováním či antihlukem. Zvukotěsná okna utlumují hluk při vzdálenosti mezi skly 12 mm o necelých 30 dB, při 42 mm už o 36 dB. Hudbu z radiopřijímače v sousedním pokoji zeslabují dveře a zdi, ale hluboké basové tóny se šíří do ostatních místností téměř nerušeně. Příkladem akusticky rezistentní přepážky je zvukoizolační tubus pro přívod vzduchu. Akustické obklady neboli absorbéry jsou specifické pro hluk

s převažujícími výškami, s převažujícími hloubkami a na hluk středních výšek. (Jokl, 2002)

Akustické maskování je překrývání vjemu jednoho zvuku vjemem jiného zvuku. Antihluk je zrcadlový obraz vlny, narazí-li obě vlny na sebe, nastává tzv. destruktivní interference, kdy se obě vlny vzájemně vyruší.

Zásah na subjektu

Toto řešení je nejméně vhodné, jelikož znamená použití osobních ochranných pomůcek, jež mohou obtěžovat chráněnou osobu. Nejčastěji se používají ochranné vložky do uší, avšak neúčinnější jsou sluchátka na principu antizvuku. (Jokl, 2002)

Exteriér

Řešen je převážně hluk z dopravy podél komunikací, kde se nachází obytné zóny. Nutné je dbát nejen na bezpečný chod dopravy, ale brát v potaz i prostředí, ve kterém se dopravní prostředky pohybují. Nejlepší prevencí proti nadměrnému hluku je počítat s ním při budování nových komunikací a jiných hlukově náročných provozoven. Je to velmi vhodný způsob předcházení nevhodné akustické situace, která by mohla mít negativní dopad na obyvatele bydlící v daných lokalitách. Protihluková opatření zanesená přímo v projektech výstavby komunikací jsou méně finančně a prostorově nákladná, než jejich dodatečná výstavba. Ochranná protihluková opatření lze dělit na tři základní opatření.

Urbanistické ochranné opatření

Patří mezi aktivní opatření, určují zásady pro návrhy výstavby a rekonstrukce osídlení v rámci územního plánování. Hlavním smyslem je racionalizace přemísťovacích vztahů a směřují ke snížení intenzity dopravy. Mezi nejpodstatnější zásady patří dodržování bezpečné vzdálenosti mezi intenzivně zatíženými silnicemi a zástavbou a vyhnout se zónám vyžadujícím zvláštní ochranu. Poblíž křižovatek a podél rychlostních a silně zatížených komunikací by se měly vybudovat ochranné pásy zeleně, do nichž by se daly umístit speciální ochranná protihluková zařízení. Celkově by měla být snaha dopravu soustřeďovat do hlavních dopravních tras s možností následného protihlukového opatření. (Skotnicová, Řezáč, Vaverka, 2006)

Velká parkoviště, odstavné plochy či velkokapacitní garáže by se měly situovat na okraj obytných zón.

Technická protihluková opatření

Do těchto opatření patří hlavně technické uspořádání silnic (podélný sklon, vedení tras, kryt vozovky), zřizování ochranných pásů zeleně a protihlukových clon. Vedení silně zatížených komunikací je nejvhodnější v tunelu, bohužel ekonomické hledisko brání vybudovat dostatečné množství těchto tunelů. Možnou alternativou je volba trasy se svahy, které utlumí část dopravního hluku. Zajistit plynulé řízení dopravy pomocí koordinovaného řízení světelnou signalizací nebo soustavou okružních křižovatek. Protihlukové clony patří mezi další protihlukové prvky. Clona rozděluje akustickou energii na energii pronikající clonou, obcházející clonu, odrážející se od clony a pohlcovanou clonou. Z hlediska tvarů rozměrů clon rozeznáváme tenké (clony charakterizované výškovým a délkovým rozměrem) a hmotné clony (charakterizované výškou, délkou a hloubkou objektu) a terénní vyvýšeniny (tvořené zeminami valy, v některých případech kombinované s ochrannou zelení a tenkou clonou). Při výběru protihlukových zařízení je nutno brát v potaz akustické, architektonické a stavebně konstrukční hledisko. Při budování těchto opatření musíme brát v úvahu v první řadě vzdálenost komunikace od obytné zóny, opatření by měla být u zdroje hluku a ve směru jeho šíření a nakonec by měla následovat zvuková izolace chráněných prostor budov. Dostatečná vzdálenost zástavby od hlavních komunikací se pohybuje mezi 120 až 150 m, u dálnic se místy doporučuje vzdálenost až 500 m, aby byl dodržen limit a klidné prostředí pro obyvatele. V reálných podmínkách je dodržování těchto vzdáleností nemožné, následně je nutné zajistit jiná protihluková opatření. Protihlukové clony redukuje hladinu hluku z dopravy až o 15 dB.

Náhradní a administrativní opatření

Tato opatření se zejména využívají v již existující zástavbě, kde se situace řeší složitější cestou. V nejzávažnějších případech může být změněn účel budov př. daná stavba může být vyňata z bytového fondu nebo jen její části. Objekty lze chránit například i protihlukovými izolacemi oken a fasád, avšak v dané stavbě musí být zavedena klimatizace. (Skotnicová, Řezáč, Vaverka, 2006)

Účinnost protihlukových opatření je rozdílná. Jiná odborná literatura uvádí členění na urbanisticko-architektonická (zakládá se na územním plánování, situování budov k poloze zdroje hluku), urbanisticko-dopravní (řeší dopravní infrastrukturu a její střet s obytnou zástavbou, př. minimalizuje tranzitní dopravu z centra města, vylučuje těžkou nákladní dopravu v blízkosti obytných souborů, motivuje obyvatele pro preferenci městské hromadné dopravy), dopravně-organizační (zaměřuje se na regulaci rychlosti, toku či celkového objemu dopravy, je vysoce efektivní, používá se taktéž umělé zúžení vozovky, příčné prahy, retardéry či zákaz vjezdu nákladních vozidel) a stavebně-technická (nejčastěji používané, spadá sem výměna oken, protihlukové stěny, obchvaty komunikací, vylepšování motorů, povrch vozovky, tiché pneumatiky, vedení dopravy v tunelech, clony či zemní valy) protihluková opatření. (Bernard a Doucha, 2008)

Vegetace proti hluku

Patří mezi ekologická a šetrná protihluková opatření, avšak časově a prostorově náročná. Existuje řada možností, kdy lze realizovat snižování hluku ekologickou cestou. Protihlukové stěny lze například osázet zelení. Protihlukovou stěnu Webra nelze osázet zelení, avšak díky malé prostorové náročnosti můžeme počítat s doplňkovým pásem vegetace. Osázet zelení se dá protihluková stěna z betonových prstenců, příkrý val, protihluková stěna z drátěných košů, protihlukové valy křovinaté a travnaté. Efektivita těchto opatření je prokazatelná, ale v České republice se k nim nepřístupuje, jelikož problém nadlimitního hluku je nutný vyřešit v časově daném termínu. (Kolb, 2007)

Krajský hygienický ústav v Olomouci řeší stížnosti obyvatel na hlukovou situaci ve městě především vzájemnou komunikací a dohodou mezi původcem hluku a stěžovatelem. Při nadlimitních hodnotách se situace řeší nejčastěji výměnou oken z finančního a časového hlediska. Protihlukové stěny se ve městě Olomouci téměř nevyskytují, v blízkosti komunikací není prostor pro jejich výstavbu. V jiných případech se s nimi už počítalo při výstavbě např. u tratě tramvaje ve směru na konečnou stanici Nová Ulice. Pás vegetace se považuje za neefektivní a pomalé řešení.

5.7 Negativní vlivy hluku na lidský organismus a životní prostředí

Obecně platí, že zvukový jev vyvolávající nepříjemné, rušivé dokonce škodlivé vjemy, definujeme jako hluk. Lidé obecně vnímají hluk ve třech formách v závislosti na jeho intenzitě a spektrálním složení. Zaprvé jako zvuk pomocí sluchového orgánu, zadruhé jakožto hmat při vysokých intenzitách kolem 110 až 12 dB (podrážděním hmatových tělísek v pokožce), zatřetí jako otřes u hluku dostatečně intenzivního o převaze frekvencí pod 16 Hz, již sluchovým orgánem většinou neslyšitelný.

Určité zvuky o značné intenzitě mohou způsobovat rezonanci v hrudním koši, rychlou únavu nervové soustavy, která má vliv na krevní tlak, dýchací soustavu i na pohybový aparát. Dle výzkumu vojenských lékařů byly zjištěny následující účinky (viz **Tab. 5**). (Novotný, 1972)

Tab. 5 Účinky hluku na lidský organismus

Akustická hladina hluku	Účinky na lidský organismus
Do 65 dB	<ul style="list-style-type: none">- Téměř bez škodlivého účinku, pouze pro citlivé osoby na příjem hluku při dlouhodobém působení- Má negativní vliv na vyšší nervovou soustavu.
Nad 65 dB	<ul style="list-style-type: none">- Negativní působení na soustředěnost, vliv na vyšší nervovou soustavu
Od 70 dB	<ul style="list-style-type: none">- Vliv na sluchové orgány- Při delším působení ztráta sluchu v oblasti vyšších kmitočtů

Nad 90 dB	<ul style="list-style-type: none"> - Při dlouhodobém působení vyvolává únavu mozkové kůry - Vyvolává změny v odolnosti céva jejich pružnosti - Může napomoci k vzniku infarktu myokardu
Od 110 – 120 dB	<ul style="list-style-type: none"> - Počátek vzniku hmatového efektu - Zvuk vnímáme jako tlak
Při 130 dB	<ul style="list-style-type: none"> - Bolestivé stavy sluchového orgánu a jeho rychlé narušování
Při 140 – 150 dB	<ul style="list-style-type: none"> - Překrvení sluchového orgánu a jeho následné krvácení
Při 160 dB	<ul style="list-style-type: none"> - Úplné zničení sluchového orgánu

Zdroj: Novotný, 1972

Dále hluk můžeme dělit na absolutní a relativní. Relativní hluk dosahuje hodnot až do 70 dB, ten působí pouze na lidskou psychiku. Absolutní hluk má hodnoty přes 70 dB, kromě dopadů na psychiku se přidávají i účinky fyziologické. Důležité je posuzovat nejen hladiny hlasitosti, ale i frekvenční spektrum hluku. Za nejškodlivější frekvenční rozhraní se považuje rozmezí 2 000 – 8 000 Hz. Podstatná je i délka působení, případně i rychlost po sobě následujících podnětů. Hlučnost pracovního prostředí může vést až ke zpomalení psychických reakcí a snížení pozornosti, což může mít za následek zvýšení úrazovosti a snížení produktivity práce. (Novotný, 1972)

Z dřívějšího výzkumu byla zjištěna i přímá souvislost mezi obranyschopností lidského organismu a hlučností prostředí. Pokusy na imunizovaných psech a opicích prokázaly, že při zvukových efektech uvádějících je až do stavu neuróz, zvířata vykazovala nižší obsah ochranných látek, měla větší náchylnost k infekčním nemocem. (Novotný, 1972)

Vztah mezi hlučností a výskytem ukazatelů zdravotního stavu u obyvatel je v České republice obsáhle sledován. V Evropské unii se Evropská komise touto problematikou zabývá již desetiletí. Evropská unie řídí regulaci hluku v emisní (oblast zdrojů hluku) i imisní oblasti (oblast příjmu hluku). (Liberko, 2004)

Člověk přijímá zvuk uchem, které se skládá ze tří základních částí: vnější ucho, střední ucho a vnitřní ucho (viz **Obr. 11**). Boltec a zvukovod tvoří vnější ucho, to zachycuje zvukové vlny, které rozkmitávají bubínek coby mezičlánek se středním uchem. Kladívko, kovádlíka a třmínek jsou převodní páky vibrace bubínku do vnitřního ucha na tzv. oválné okénko. Systém polokruhové kanálky pro kontrolu rovnováhy a hlemýžď pro zpracování zvuku tvoří vnitřní ucho. Cochlea, spirálovitá trubice naplněná kapalinou, je rozdělena podélně bazilární membránou do dvou částí. Působením akustického signálu se oválné okénko rozkmitá i tekutina v trubici cochlea, která chvění přenáší na bazilární membránu. Pro registraci vibrace slouží vlasové buňky uložené na bazilární membráně. Tyto buňky mění přijaté vibrace na nervové impulsy přenášené do mozku. Při ztrátě vlasových buněk, následkem úrazu, nehody či soustavnému se vystavování nadměrnému hluku, přichází člověk o sluch. Pokroky v medicíně poskytují postiženým pacientům šanci na návrat sluchu v podobě neuroprotézy (tzv. kochleárního implantátu), kdy je člověk opět schopen vnímat zvuky, avšak jen ve velmi omezené podobě. (Jokl, 2002)

Obecně lze říci, že hluk nad 30 dB již negativně působí na psychiku člověka. Hluk překračující 65 dB má neblahé účinky na vegetativní nervový systém, nad 85 dB je nebezpečný pro lidský sluch a hluk překračující hodnotu 120 dB může trvale poškodit buňky a tkáň. Na pracovištích je nutné nosit ochranné rezonanční vložky do uší u hluku v rozmezí 85 až 100 dB. U hluku přesahujícího hodnotu 100 dB se musí používat kuklové či sluchátkové chrániče proti hluku. Hraniční hodnota je 115 dB, při překročení

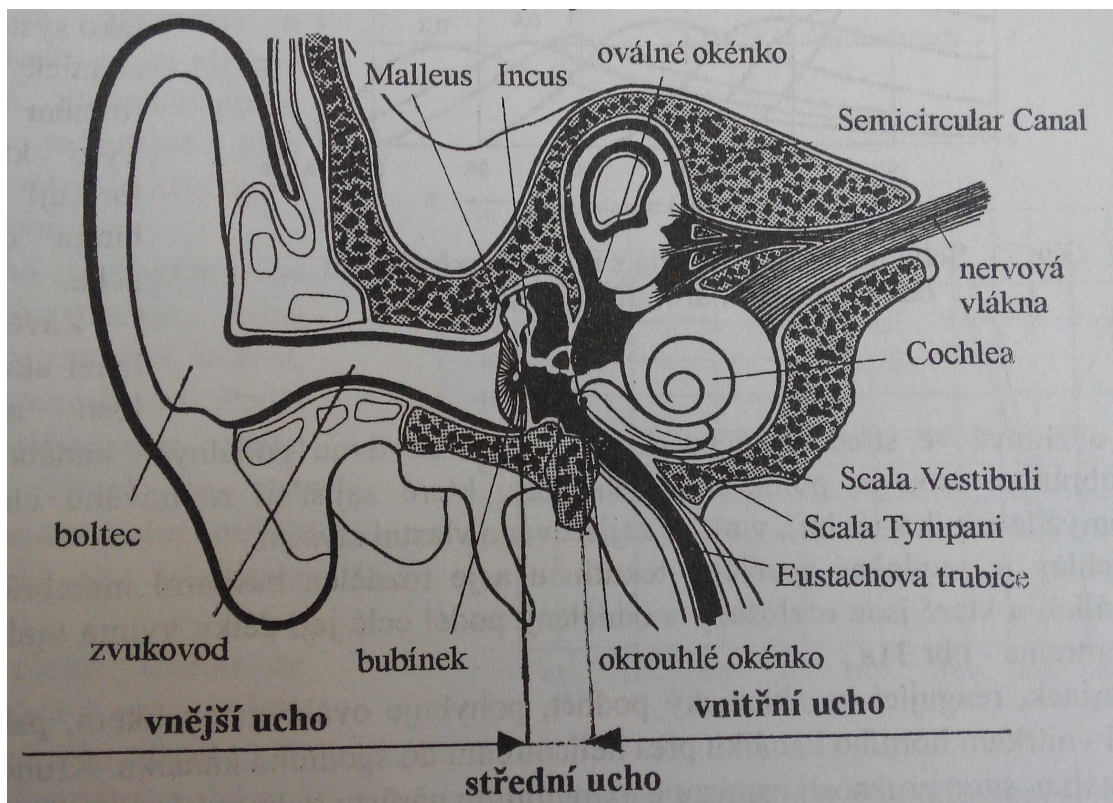
této hodnoty, je povolen pohyb osob na pracovišti pouze za podmínek určujících orgány hygienické služby.

Vlasové buňky poškozuje opakovaně působící hluk značné intenzity, s hladinou zvuku okolo 90 dB. Tuto hladinu hluku si můžeme nechtěně vyrobit doma i starých kuchyňským robotem. Jednorázové vystavení hluku o takové intenzitě nevádí, avšak i tak může způsobit bolest hlavy, či jiné lehké obtíže. Vážně ohrožujeme svůj sluch při dlouhodobém pobytu v hluku o zmíněné intenzitě. S každými pěti decibely nad 90 dB se doba, za kterou nastane poškození sluchu zkracuje o polovinu. Dříve dokonce Číňané hlukem popravovali odsouzené, vězně přivázali pod velký zvon, který kat posléze rozhoupal. Dnešní mladé generace, soustředící se převážně na moderní technologie, kdy má téměř každý sluchátka na uších s hudbou o nepřiměřené hlasitosti či se účastní řady studentských hudebních akcí nebo diskoték, vážně hazarduje se svým sluchem. ´

Míra škodlivosti hluku na lidský organismus závisí na hladině zvuku a na jeho frekvenčním vlnění. Pro poškození sluchového orgánu je rozhodující hladina hluku a délka expozice, individuální citlivost a psychogenní faktory, celková životospráva či režim práce a odpočinku. Při dlouhodobém vystavování lidského organismu hlučnému prostředí dochází k adaptačním změnám, jež se projevují sníženou citlivostí sluchu. Rozdíl mezi adaptací sluchového orgánu a jeho únavou je délka trvání změn. Sluch máme na vrcholu mezi 40 až 50 lety, následně se vnímání zvuků zhoršuje, klesá ostrost. Děti ve věku základní školy, bydlící v blízkosti letiště, při pravidelném pobytu ve hluku ztrácejí část svých duševních schopností, mají větší sklon k frustraci a zhoršuje se jim i paměť. Dětský organismus na hluk reaguje zvýšenou sekrecí stresových hormonů, což má za následek narušení vegetativního nervového systému či zvýšený krevní tlak. (Jokl, 2002)

Nejobecnější reakcí lidí na nadměrnou hlukovou zátěž je pocit obtěžování hlukem. Hluk vyvolává řadu negativních emočních stavů, od pocitu rozmrzelosti, deprese po pocity beznaděje a vyčerpání. V každé populaci se vyskytne 10-20 % vysoce vnímavých a senzitivních osob, taktéž platí, že u 60-80 % populace platí obecné míry obtěžování na velikosti hlukové zátěže. Vztah ke zdroji hluku hraje zásadní roli, i pocit jestli daný zdroj hluku může ovlivňovat, nebo pro něj má ekonomický význam. Menší dopad na psychiku člověka má hluk, u nějž víme, po jakou dobu bude trvat. Hluk ze

stacionárních zdrojů hluku (např. průmyslové závody) je více obtěžující než hluk z dopravy, při kombinaci působení více rušivých zdrojů hluku dochází ke kumulaci jejich obtěžujícího účinku. (Liberko, 2004)



Obr. 11 Schéma sluchového orgánu (Mišun, 2005)

6 HLUK VE MĚSTĚ OLOMOUCI

6.1 Aktuální hluková situace

V dnešní době se zvyšuje počet obyvatel zatížených hlukem. Život ve městě přináší spoustu pozitiv, většinou kratší dojezdová vzdálenost do škol či zaměstnání, dlouhou otevírací dobu obchodních center a v neposlední řadě i kulturní život města. Úkolem diplomové práce bylo vytipovat a změřit obtěžující zdroje hluku ve městě Olomouci. Předmětem je pouze měření tzv. okamžité hlukové zátěže, což znamená, že má měření nemohou být hodnocena z pohledu státem stanovených hlukových limitů. Měření budou srovnána především s možným negativním vlivem na lidské zdraví.

Před měřením bylo předpokládáno, že nevyhovující hluková situace může být v nákupních centrech a uvnitř dopravních prostředků, kterými lidé cestují téměř každý den. U pravidelné hlukové expozice osob obtěžujícím hlukem by byl možný vliv na jejich zdraví. S přibývajícím modelem autobusů a tramvají také vyvstává otázka, zda typ dopravního prostředku má vliv na vnitřní akustické mikroklima. Na Hlavním nádraží v Olomouci je u některých starších vlakových souprav až závažný hluk brzdění. Rizikovými oblastmi jsou i průmyslové zóny. Lidé pracující v tomto odvětví pociťují akustickou zátěž více než například lidé pracující v kanceláři. Kulturní život je důležitou součástí reprezentativnosti a atraktivnosti měst pro turisty i obyvatele. Olomouc patří mezi studentská města a s tím souvisí i provoz řady zábavních podniků, nočních klubů, diskoték a pořádání kulturních akcí. Pro zajímavost proběhlo měření operního zpěvu. Změřen byl i hluk sanitního vozu, hasičského vozu, popelářského vozu, školky, záchranného heliportu (vzlet vrtulníku) a další.

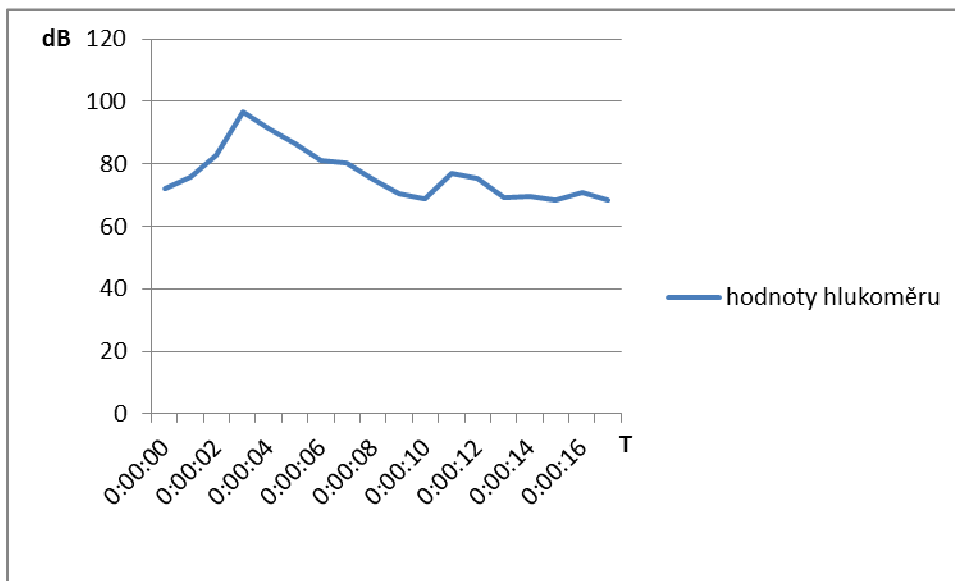
Legislativa udržuje hlučnost měst v určitých mezích. Nadlimitní hluk je vždy řešen měřením a následným zhodnocením nastalé akustické situace, ze kterého následně vyplynou další opatření týkající se daného zdroje hluku.

6.2 Měření hluku železniční dopravy

Měření proběhla na nástupištích Hlavního nádraží v Olomouci, je důležitým železničním uzlem (viz Příloha 1 **Obr. 3**). Hustota vlakové dopravy je tedy větší. Hlukoměr snímal akustickou stopu brždění vlakových souprav. Celkem bylo změřeno 11 typů lokomotiv (viz **Obr. 12 – Obr. 36**). Předpokladem výzkumu bylo, že novější modely vlaků budou tišší než ty staršího data výroby. Brzdná dráha byla snímána po dobu nejméně 20 sekund. Přihlíženo bylo i k tomu, že různé typy lokomotiv potřebují různě dlouhou dobu k úplnému zastavení. Dále byl změřen průjezd nákladního vlaku, hluk vznikající jedoucím těžce naloženým vlakem lze bez pochyb označit jakožto obtěžující. Pro kompletnost výzkumu proběhlo měření i uvnitř vagonu městské vlakové linky jedoucí od vlakové stanice Nádraží město na Hlavní nádraží, aby byly zahrnuty do výzkumu veškeré možnosti přepravy obyvatel po městě. Vlaková nádraží patří obecně k hlučnějším oblastem měst. K nastalé hlukové situaci přispívá i zvýšená koncentrace lidí a hustá silniční doprava v jeho okolí.



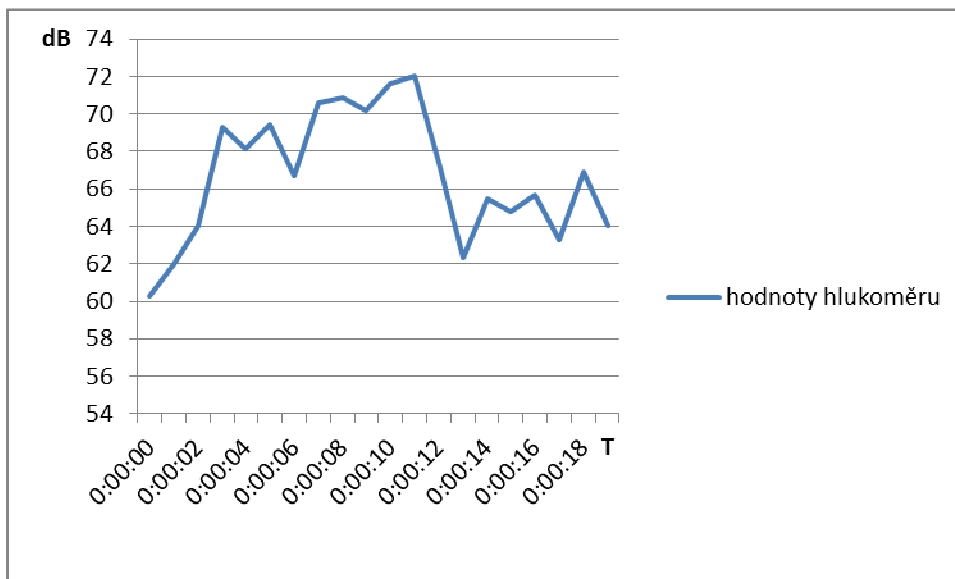
Obr. 12 Vlak Ex 151 jedoucí do Žiliny (Pešková, 2015)



Obr. 13 Měření hluku brzdné dráhy vlaku express jedoucího do Žiliny (Pešková, 2016)



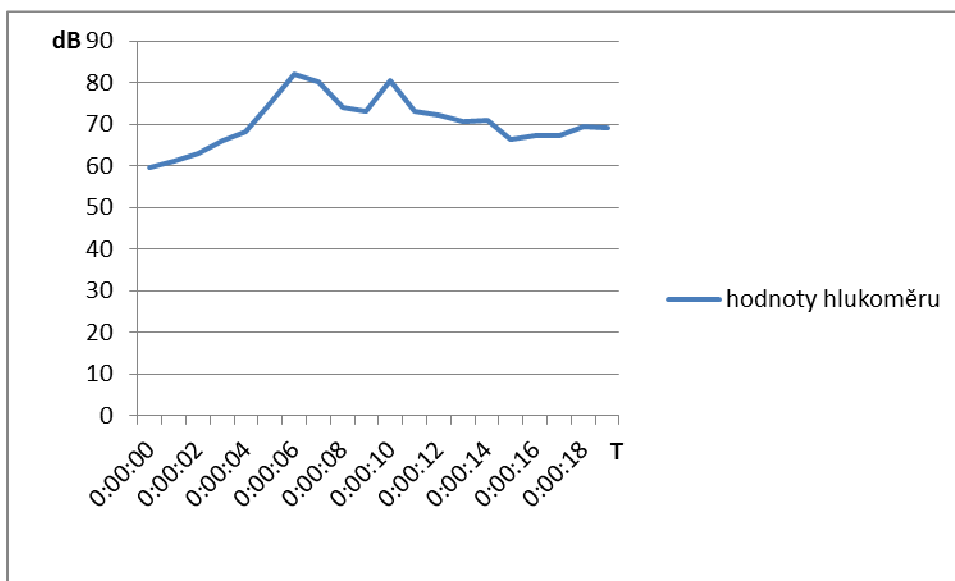
Obr. 14 Vlak firmy Leo Express, a.s. jedoucí z Olomouce do Prahy (Černošek, 2015)



Obr. 15 Měření hluku brzdné dráhy vlaku firmy Leo Express, a.s. jedoucího z Olomouce do Prahy (Pešková, 2016)



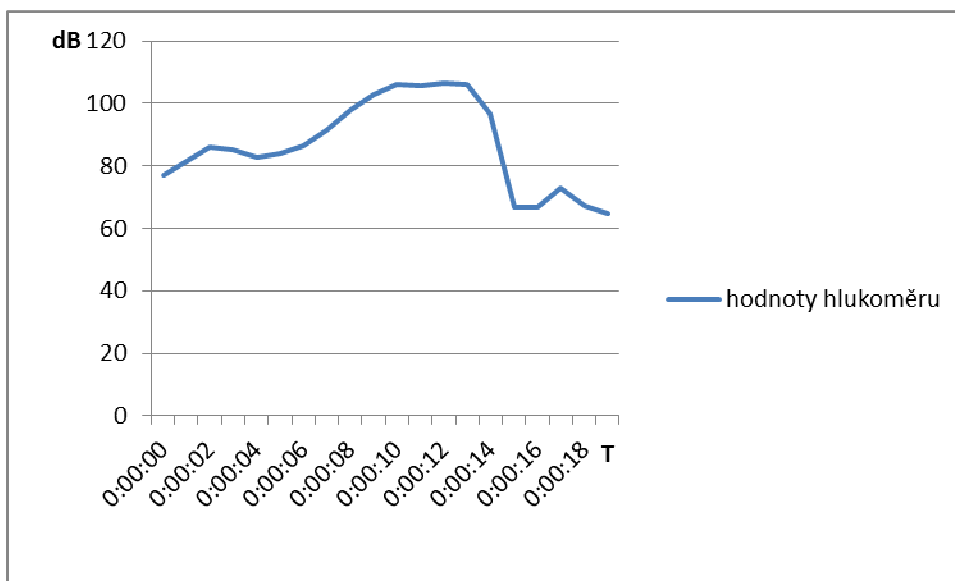
Obr. 16 Rychlík R 806 jedoucí z Břeclavi do Přerova (Pešková, 2015)



Obr. 17 Měření hluku brzdné dráhy rychlíku R 806 jedoucího z Břeclavi do Přerova (Pešková, 2016)



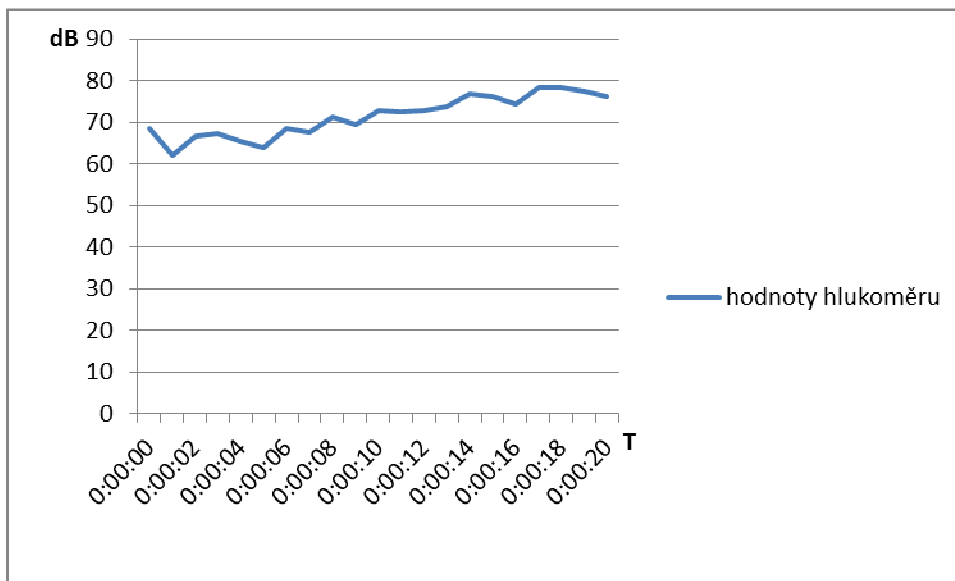
Obr. 18 Rychlík R 911 jedoucí ze Šumperku do Zábřehu na Moravě (Pešková, 2015)



Obr. 19 Měření hluku brzdné dráhy rychlíku R 911 jedoucího ze Šumperku do Zábřehu na Moravě (Pešková, 2016)



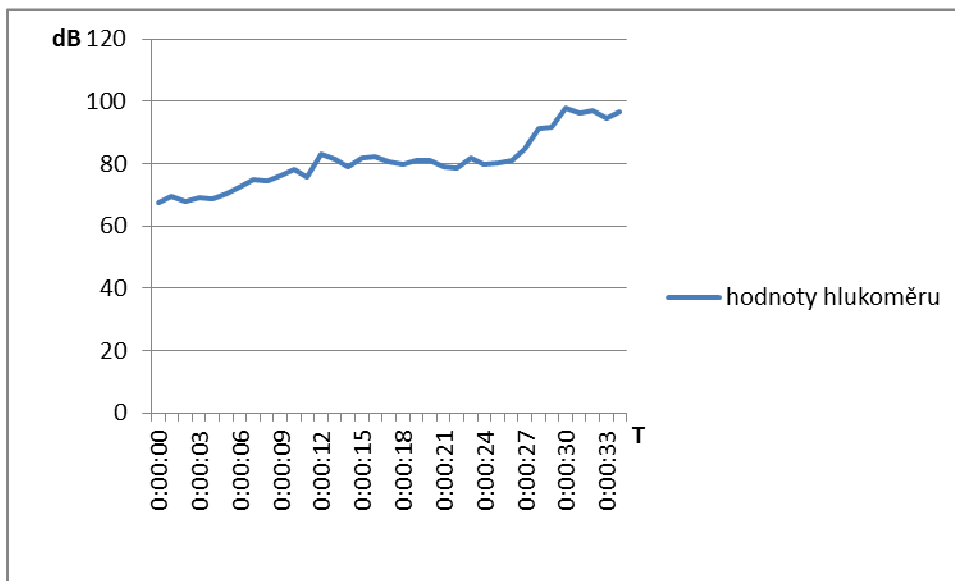
Obr. 20 Rychlík R 1131 jedoucí z Ostravy do Bruntálu (Pešková, 2015)



Obr. 21 Měření hluku brzdné dráhy rychlíku R 1131 jedoucího z Ostravy do Bruntálu (Pešková, 2016)



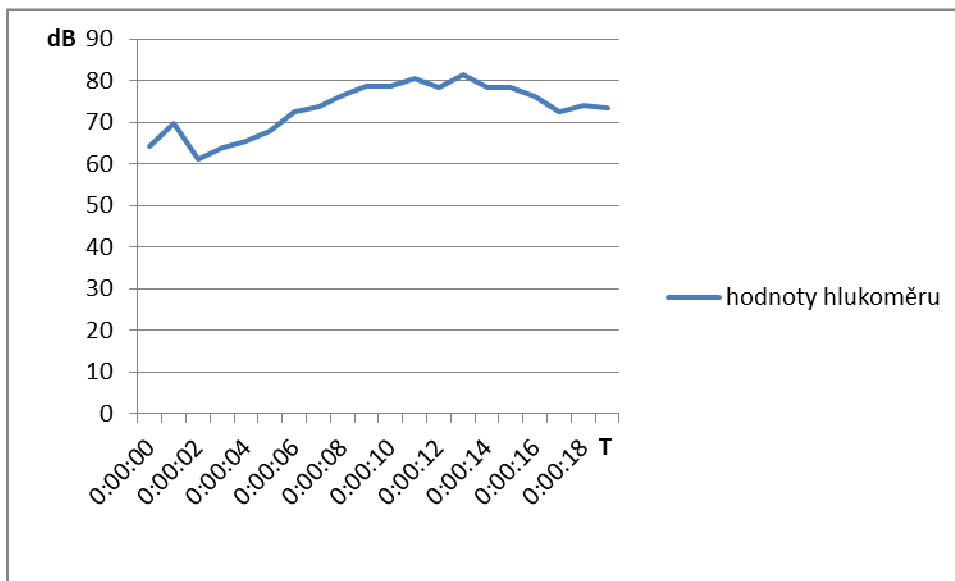
Obr. 22 Vlaková souprava EC 110 jedoucí z Prahy do České Třebové (Pešková, 2015)



Obr. 23 Měření hluku brzdné dráhy vlakové soupravy EC 110 jedoucí z Prahy do České Třebové (Pešková, 2016)



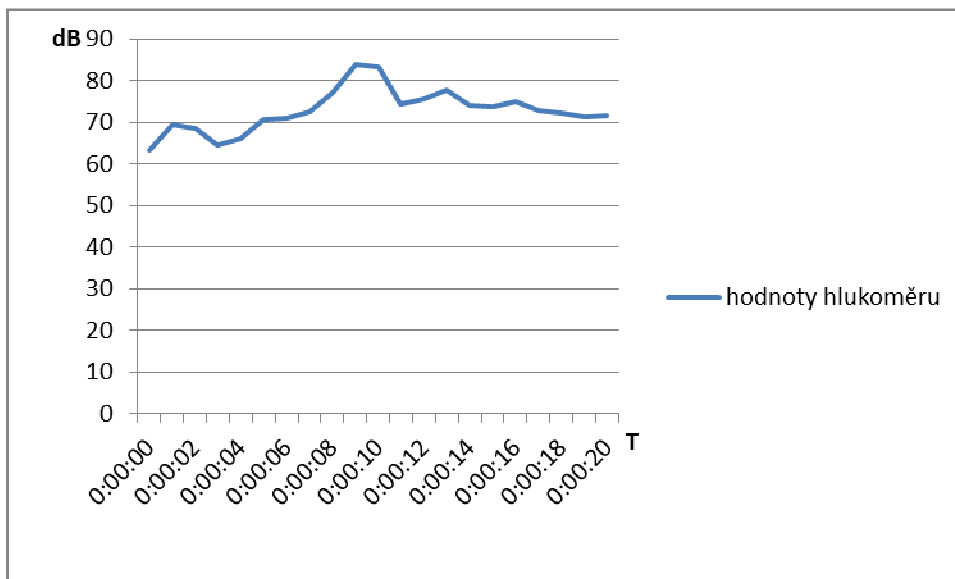
Obr. 24 Vlak Pendolino 509 jedoucí z Ostravy do Prahy (Černošek, 2015)



Obr. 25 Měření hluku brzdné dráhy vlaku Pendolino 509 jedoucího z Ostravy do Prahy (Pešková, 2016)



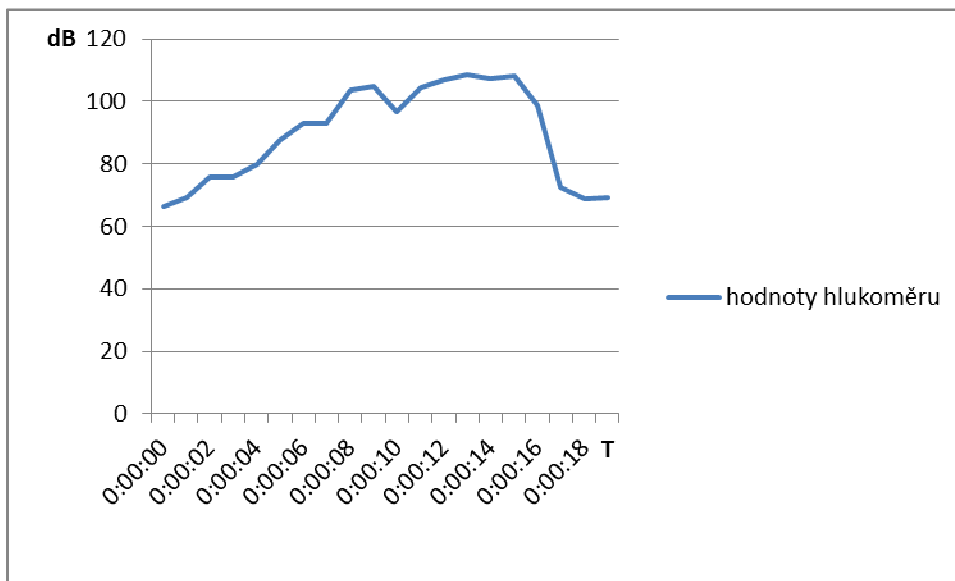
Obr. 26 Vlaková souprava IC 1009 firmy RegioJet, a.s. jedoucí z Olomouce do Ostravy (Černošek, 2015)



Obr. 27 Měření hluku brzdné dráhy vlakové soupravy IC 1009 firmy RegioJet, a.s. jedoucí z Olomouce do Ostravy (Pešková, 2016)



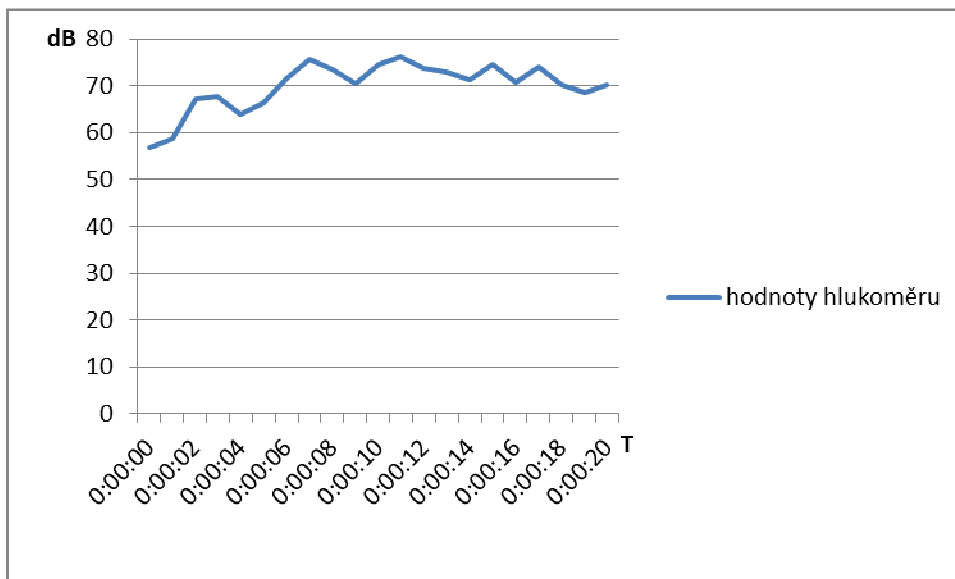
Obr. 28 Osobní vlak Pantograf 3831 jedoucí z Olomouce do Brodku u Přerova (Pešková, 2015)



Obr. 29 Měření hluku brzdné dráhy osobního vlaku Pantograf 3831 jedoucího z Olomouce do Brodku u Přerova (Pešková, 2016)



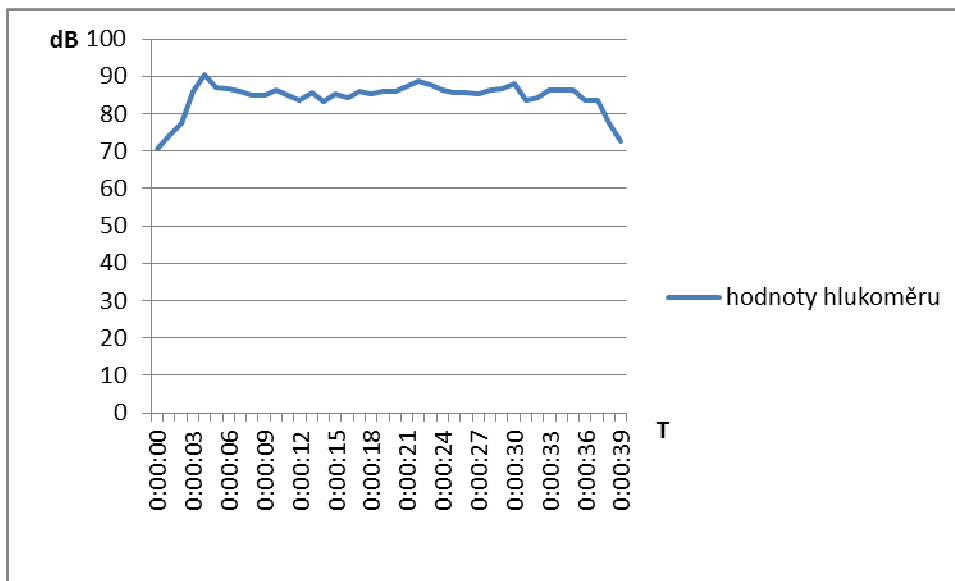
Obr. 30 Osobní vlak RegioPanter 3737 jedoucí z Olomouce do Šumperku (Pešková, 2015)



Obr. 31 Měření hluku brzdné dráhy osobního vlaku RegioPanter 3737 jedoucího z Olomouce do Šumperku (Pešková, 2016)



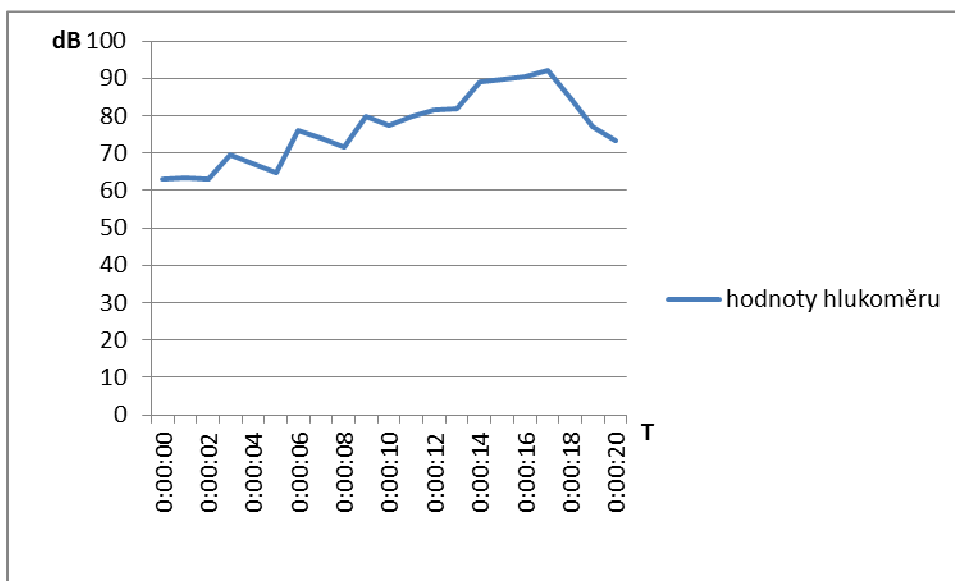
Obr. 32 Projíždějící nákladní vlak na Hlavním nádraží města Olomouce (Pešková, 2015)



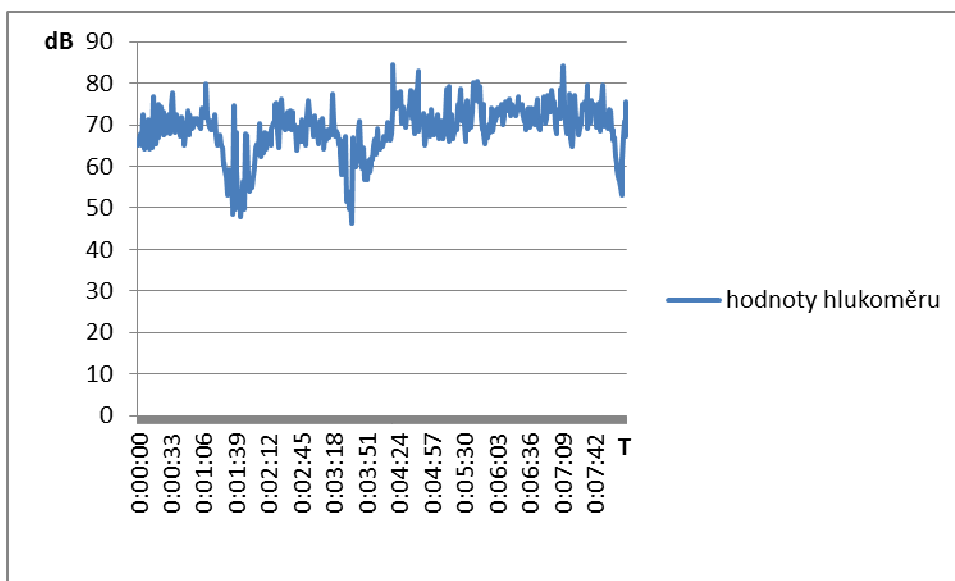
Obr. 33 Měření hluku průjezdu nákladního vlaku na Hlavním nádraží města Olomouce (Pešková, 2016)



Obr. 34 Osobní vlak RegioNova 14035 jedoucí z Olomouce do Senice na Hané (Černošek, 2015)



Obr. 35 Měření hluku brzdné dráhy osobního vlaku RegioNova 14035 jedoucího z Olomouce do Senice na Hané (Pešková, 2016)



Obr. 36 Měření hluku uvnitř osobního vlaku RegioNova jedoucího z vlakové stanice Nádraží město na Hlavní nádraží v Olomouci (Pešková, 2016)

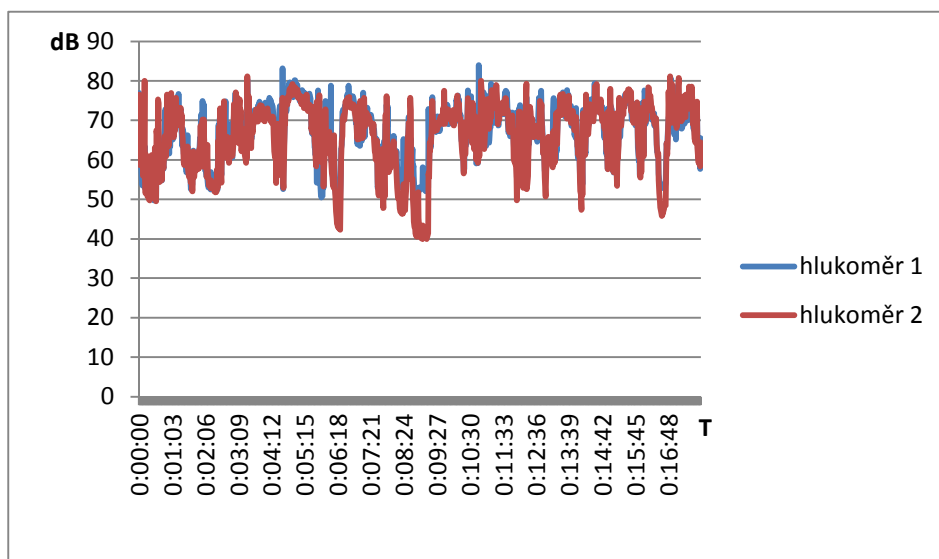
6.3 Měření hluku tramvajové dopravy

Tramvajová doprava společně s autobusovou dopravou tvoří stěžejní část integrovaného dopravního systému města Olomouce. Celkem je v provozu sedm tramvajových linek. Hluk byl měřen uvnitř tramvají ve všech možných směrech tramvajových tratí (viz **Obr. 37** – **Obr. 60**). Měření proběhla pomocí dvou hlukoměrů na stativech, první byl umístěn u kabiny řidiče a druhý v koncové části tramvaje. V původním plánu byl i třetí hlukoměr ve střední části, avšak z důvodu nedostatku výzkumníků se tak nestalo. Jejich rozmístěním měly být detekovány oblasti s nadměrným hlukem. Grafy dokladují průběh měření v obou směrech tramvajových linek od počáteční stanice ke konečné. Pro možné akustické srovnání starších a nových modelů byla pořizována u vytipovaných tratí i další měření. Průběh všech měření byl natáčen na digitální kameru pro vyloučení jiných možných zdrojů hluku z venkovního či vnitřního prostředí a následného lepšího vyhodnocování výsledků. Preferovány byly brzké ranní a pozdně večerní spoje, u těchto linek byla větší pravděpodobnost nižšího počtu cestujících. V úvahu budou brána i různá technická zařízení tramvají a jejich vliv na akustické mikroklima uvnitř dopravního prostředku. Měřena byla okamžitá akustická situace. V grafech označuji hlukoměrem 1 přístroj umístěný u kabiny řidiče a hlukoměrem 2 přístroj v koncové části tramvaje.

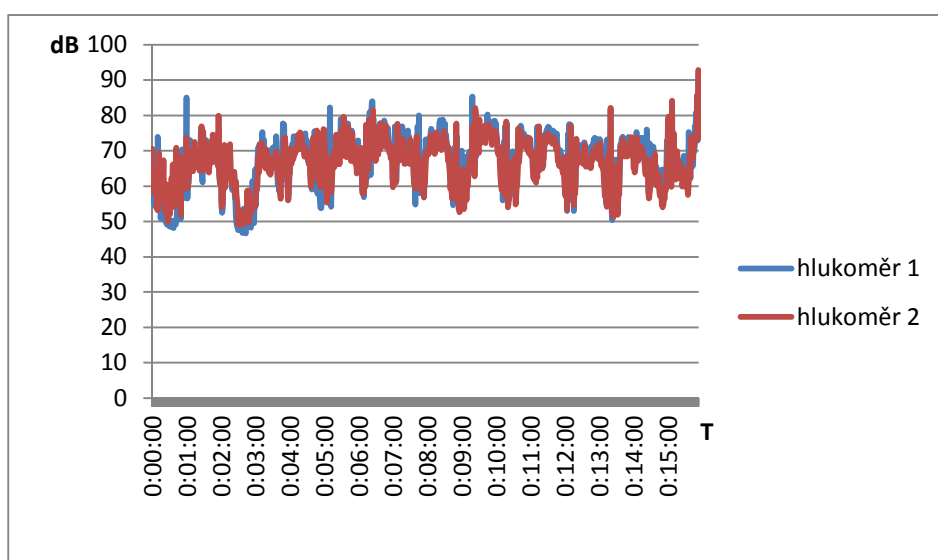
Tramvaj č. 1



Obr. 37 Tramvaj typu INEKON TRIO (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



Obr. 38 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 1 typu INEKON TRIO - počáteční zastávka Fibichova - konečná zastávka Nová Ulice (Pešková, 2016)

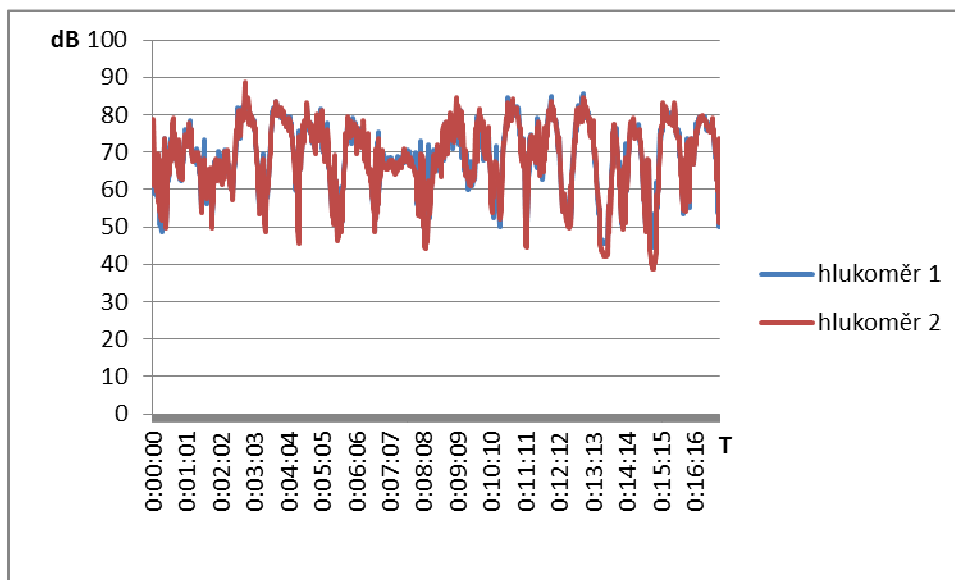


Obr. 39 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 1 typu INEKON TRIO - počáteční zastávka Nová Ulice – konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

Tramvaj č. 2



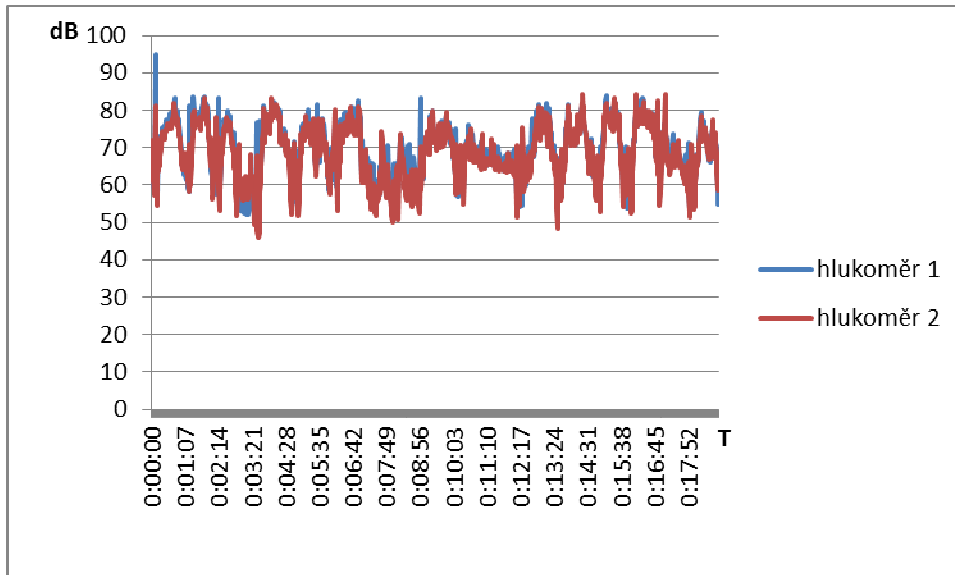
Obr. 40 Tramvaj typu Vario LF.E (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



Obr. 41 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 2 typu Vario LF.E - počáteční zastávka Fibichova - konečná zastávka Neředín, krematorium (Pešková, 2016)



Obr. 42 Tramvaj typu ČKD T3 RP (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)

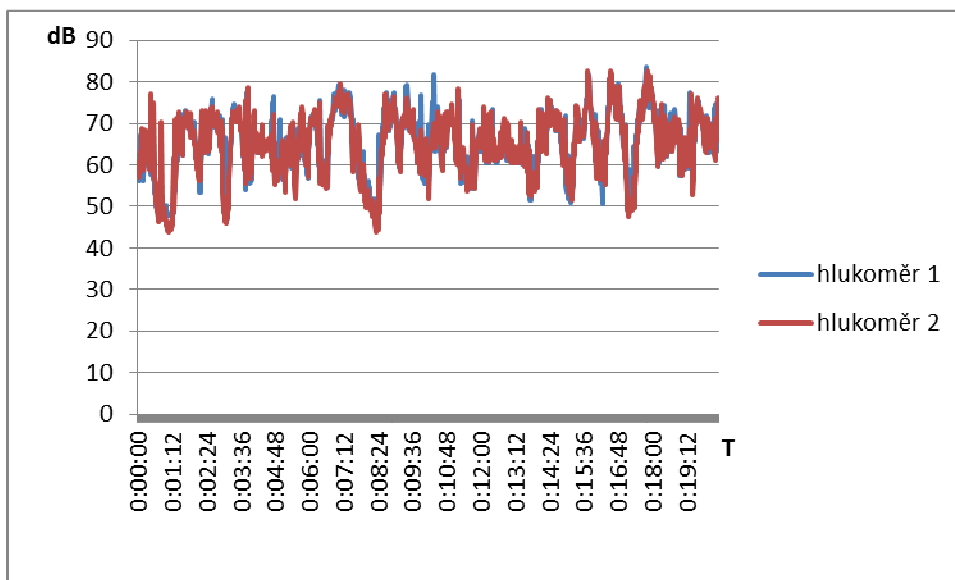


Obr. 43 Měření hluku ve starší tramvaji č. 2 typu ČKD T3 RP - počáteční zastávka Neředín, krematorium - konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

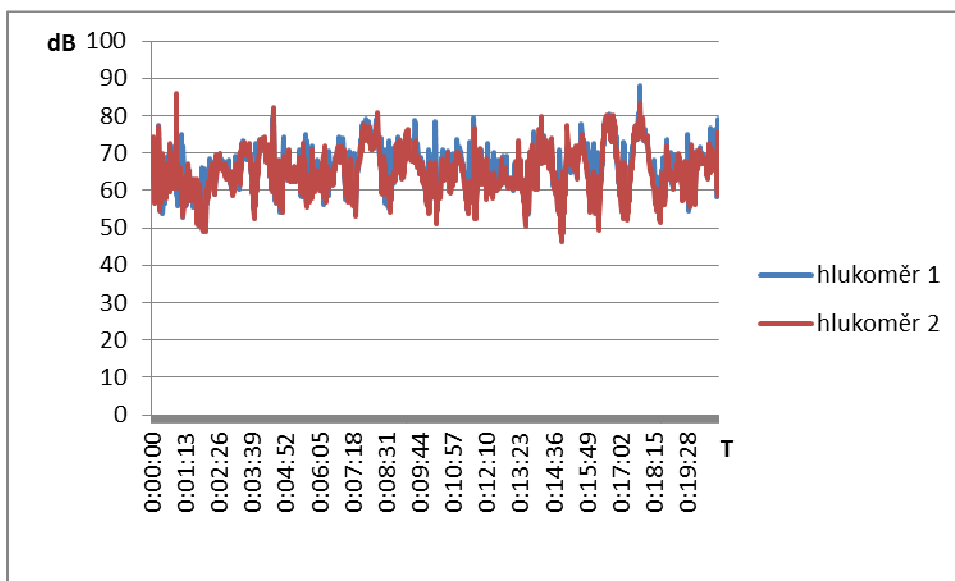
Tramvaj č. 3



Obr. 44 Tramvaj typu Vario LF plus (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)

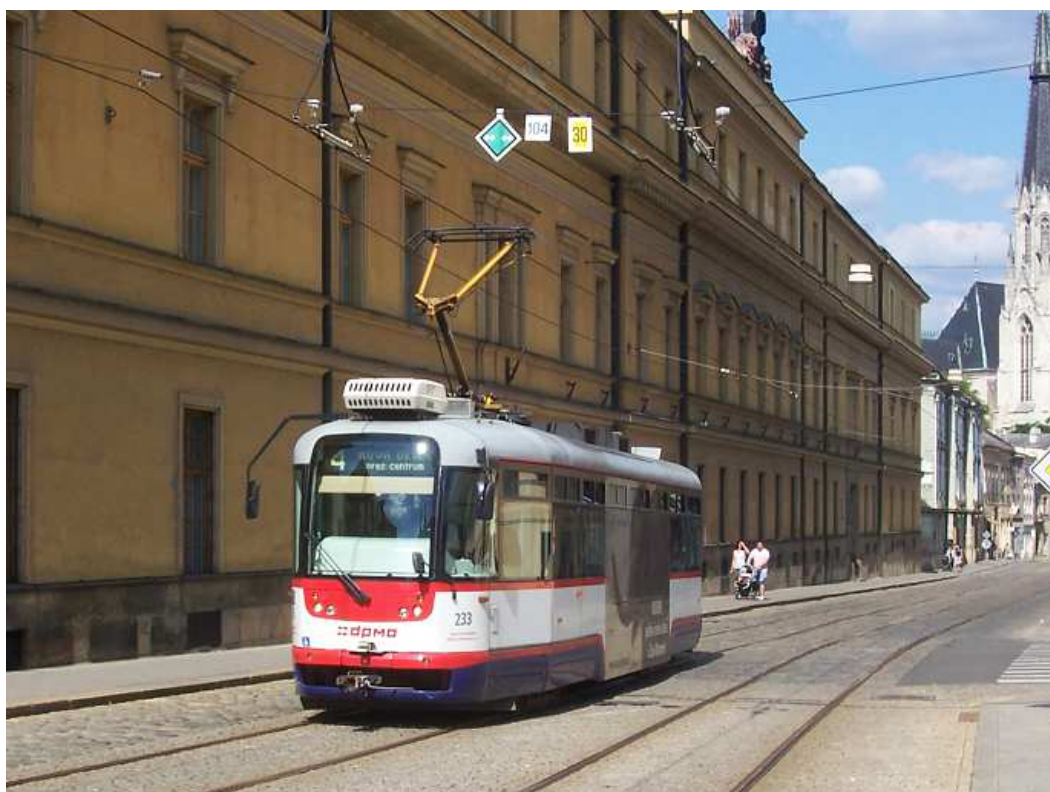


Obr. 45 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 3 typu Vario LF plus - počáteční zastávka Fibichova - konečná zastávka Trnkova (Pešková, 2016)

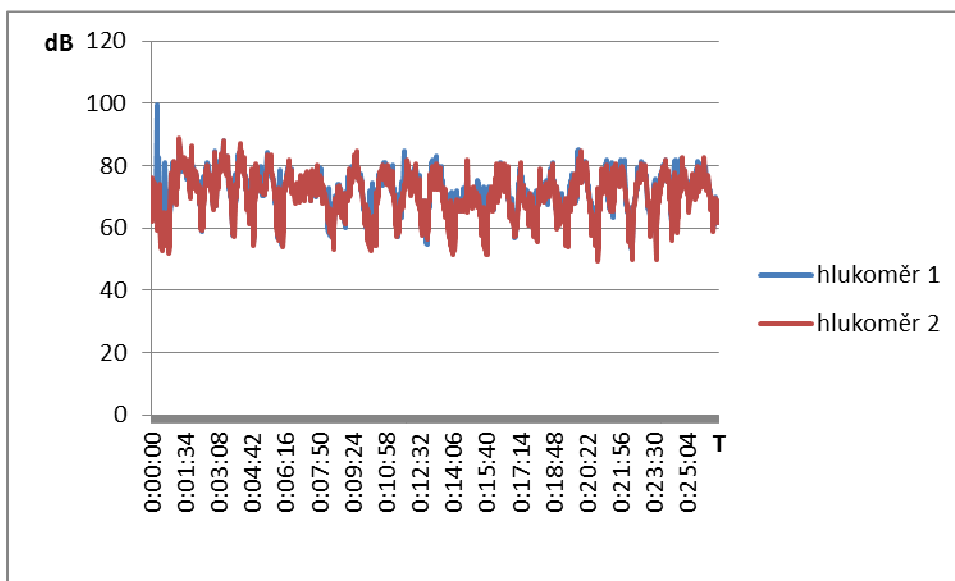


Obr. 46 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 3 typu Vario LF plus - počáteční zastávka Trnkova - konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

Tramvaj č. 4



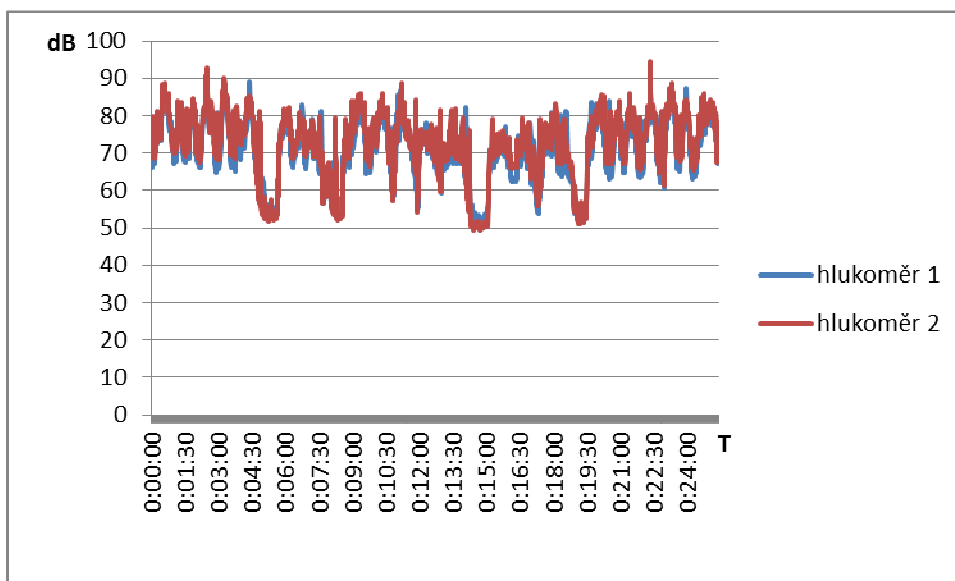
Obr. 47 Tramvaj typu Vario LFR.E (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



Obr. 48 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 4 typu Vario LFR.E - počáteční zastávka Pavlovičky - konečná zastávka Nová Ulice (Pešková, 2016)



Obr. 49 Tramvaj typu ČKD T3 RP (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)

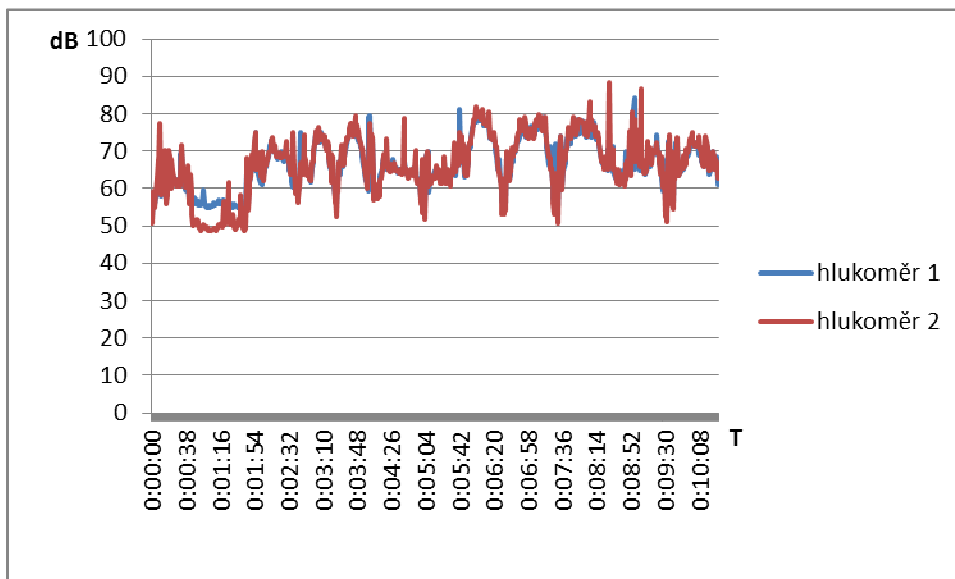


Obr. 50 Měření hluku ve starší tramvaji č. 4 typu ČKD T3 RP - počáteční zastávka Pavlovičky - konečná zastávka Nová Ulice (Pešková, 2016)

Tramvaj č. 5



Obr. 51 Tramvaj typu Vario LF plus (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)

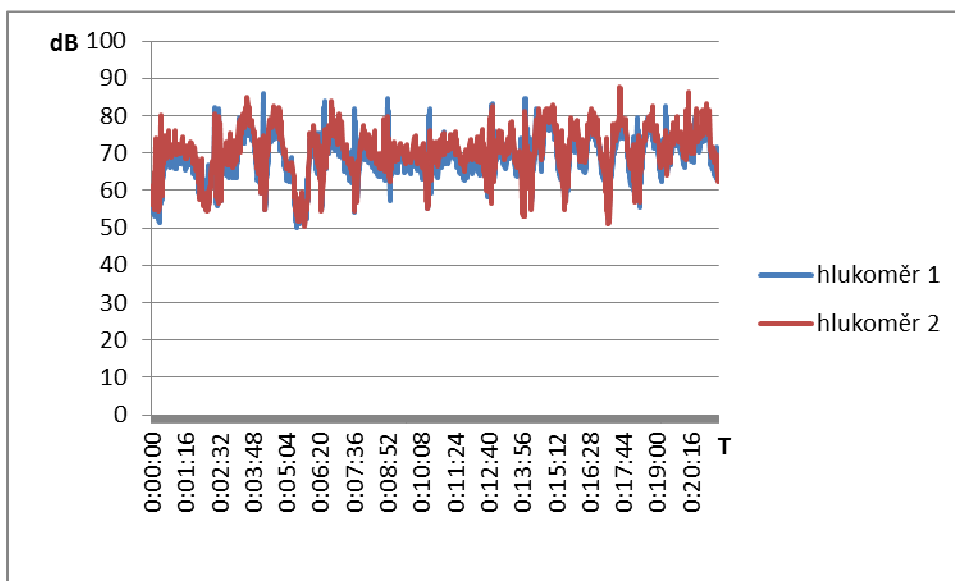


Obr. 52 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 5 typu Vario LF plus - počáteční zastávka Trnkova - konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

Tramvaj č. 6



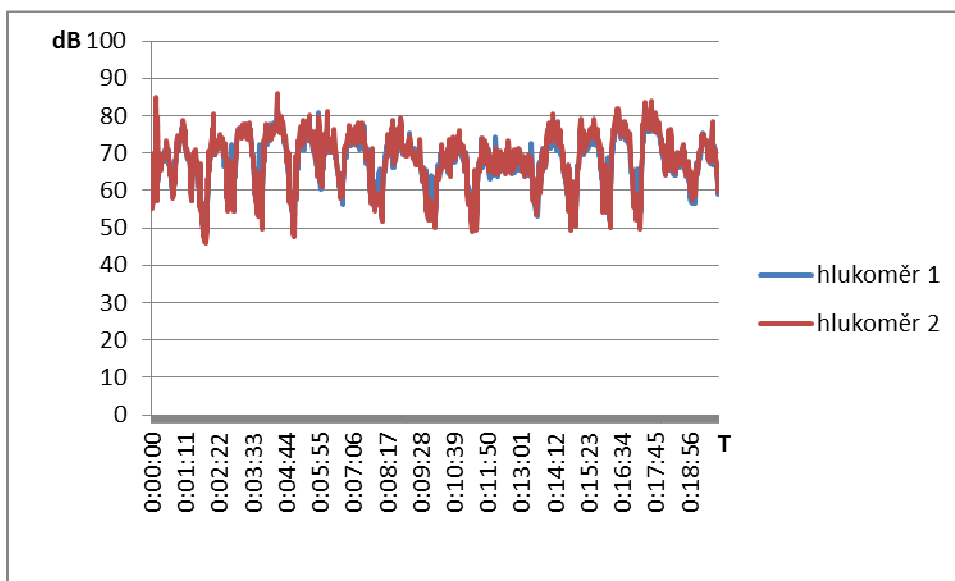
Obr. 53 Tramvaj typu ČKD T3 RP (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



Obr. 54 Měření hluku ve starší tramvaji č. 6 typu ČKD T3 RP - počáteční zastávka Fibichova - konečná zastávka Nová Ulice (Pešková, 2016)



Obr. 55 Tramvaj typu Vario LF.E (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)

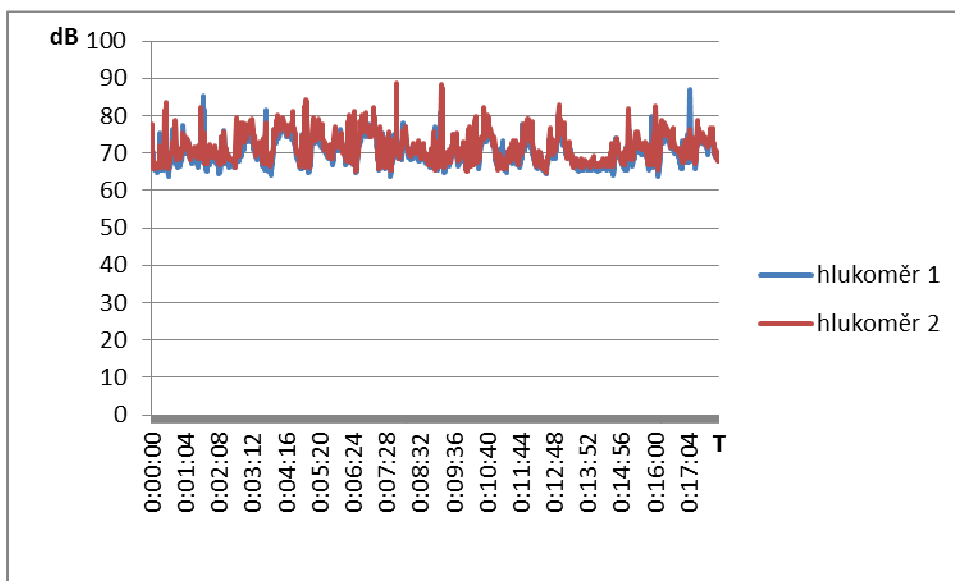


Obr. 56 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 6 typu Vario LF.E - počáteční zastávka Nová Ulice- konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

Tramvaj č. 7



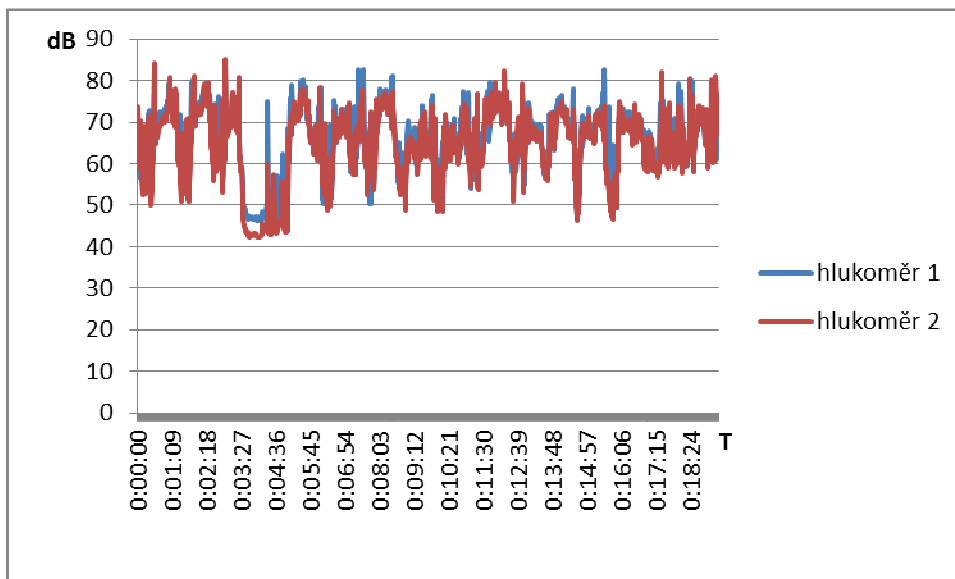
Obr. 57 Tramvaj typu ČKD T3 SUCS (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



Obr. 58 Měření hluku ve starší tramvaji č. 7 typu ČKD T3 SUCS - počáteční zastávka Fibichova - konečná zastávka Neředín, krematorium (Pešková, 2016)



Obr. 59 Tramvaj typu Škoda03T - Astra (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



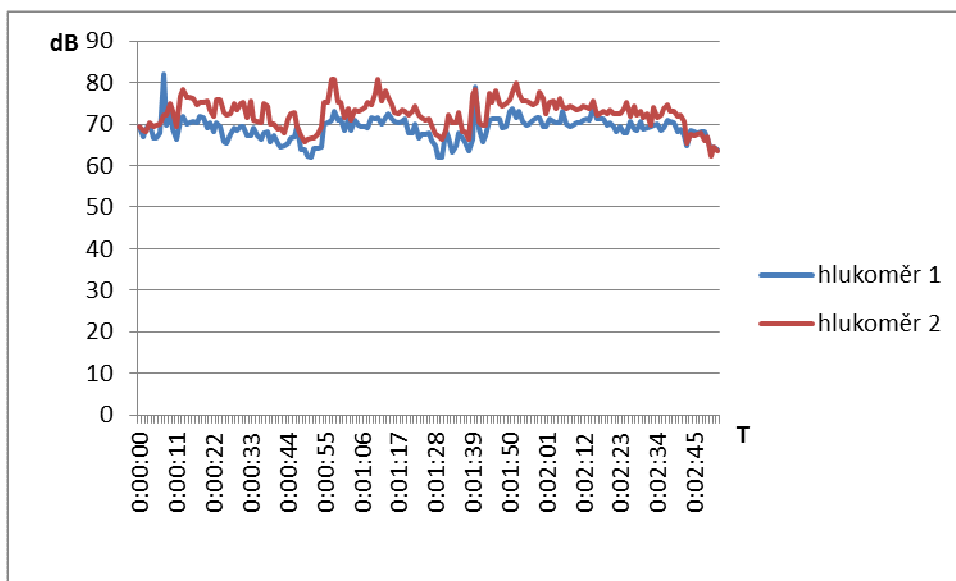
Obr. 60 Měření hluku v nízkopodlažní tramvaji č. 7 typu Škoda03T – Astra - počáteční zastávka Neředín, krematorium - konečná zastávka Fibichova (Pešková, 2016)

6.4 Měření hluku autobusové dopravy

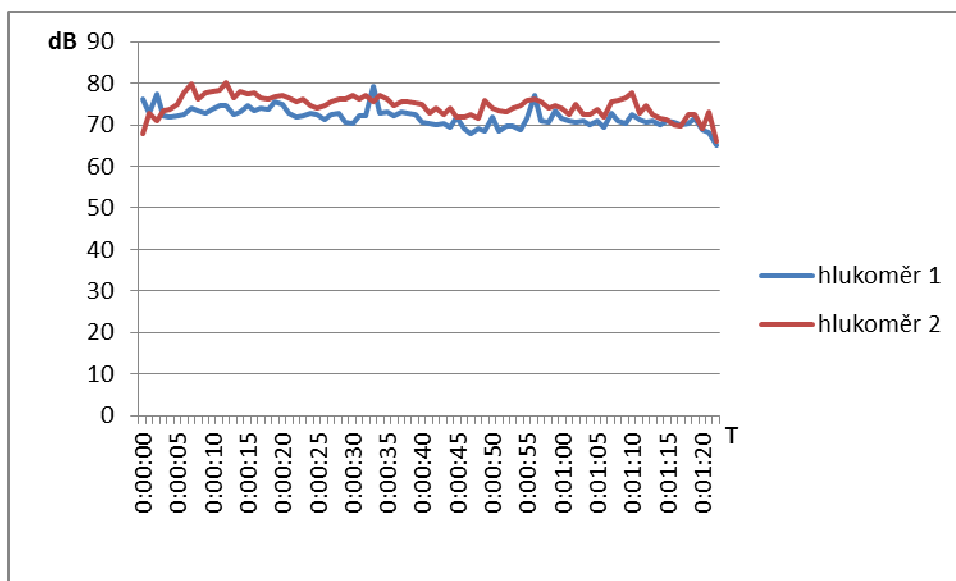
Autobusová doprava je využívána obyvateli k dopravě po městě Olomouci i do okolních vesnic. Výhodou je nezávislost na výstavbě kolejí oproti tramvajové dopravě. V provozu je 23 autobusových linek. Výzkum byl proveden v předem vybraných autobusových linkách 12, 14, 16, 19 a 27 (viz. **Obr. 61** – **Obr. 81**). Preferována byla vytižená spojení, měření proběhla v autobusech mezi zastávkami Hlavní nádraží směr Vejdovského a Tržnice směr Náměstí Hrdinů. U autobusové dopravy měla být zaznamenána maximální hluková situace uvnitř dopravního prostředku, s tím souvisí i vybraná doba měření okolo třetí hodiny odpoledne, avšak měření nesměla zasahovat do běžného chodu dopravy a žádným způsobem omezovat cestující. V dopravním prostředku byly umístěny dva hlukoměry na stativech, první u kabiny řidiče (označen jako hlukoměr 1) a druhý v koncové části (označen jako hlukoměr 2), třetí měl snímat akustickou situaci ve středové části vozidla, ale z důvodů nedostatku zapojených osob, nebyl tento přístroj použit. Stejně jako u tramvajové dopravy byla využita digitální kamera pro následné snadnější vyhodnocování získaných dat. Měřena byla tzv. okamžitá akustická situace. Předpokladem výzkumu bylo, že novější typy autobusů jsou akusticky přijatelnější.



Obr. 61 Nízkopodlažní autobus č. 12 typu Solaris Urbino 12 (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



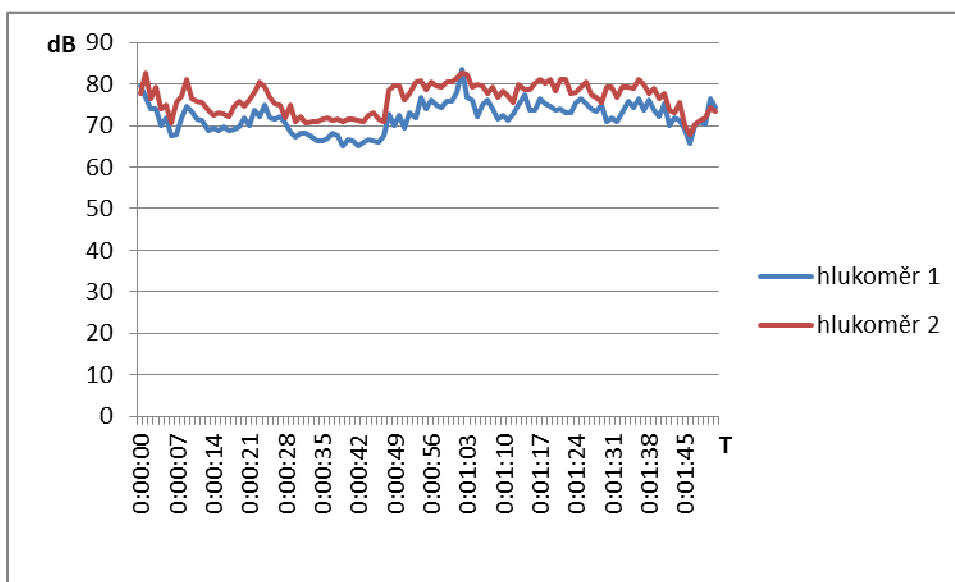
Obr. 62 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 12 typu Solaris Urbino 12 - směr Hlavní nádraží – Vejdovského (Pešková, 2016)



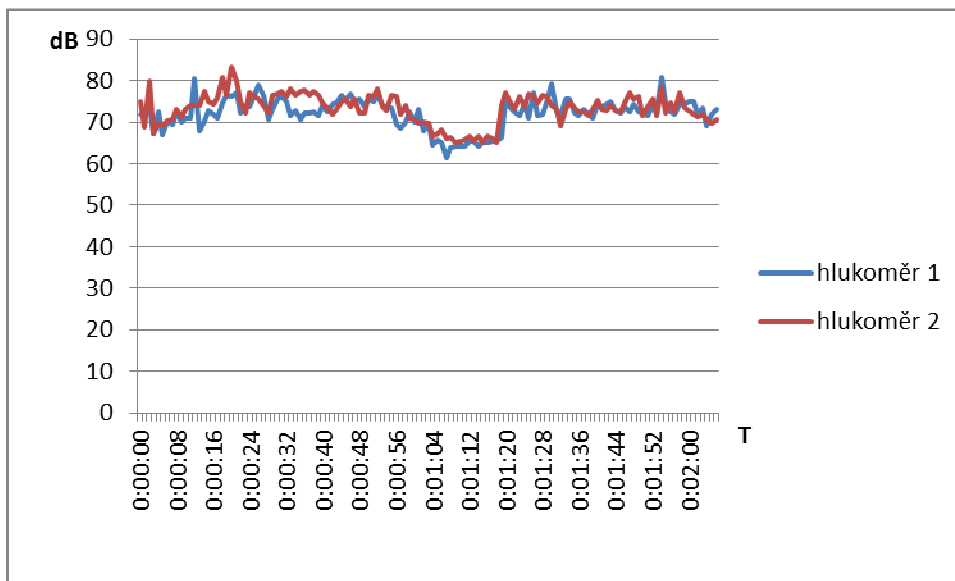
Obr. 63 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 12 typu Solaris Urbino 12 - směr Vejdovského – Hlavní nádraží (Pešková, 2016)



Obr. 64 Autobus č. 14 typu Karosa B 952 (zdroj: www.mhdnahane.net)



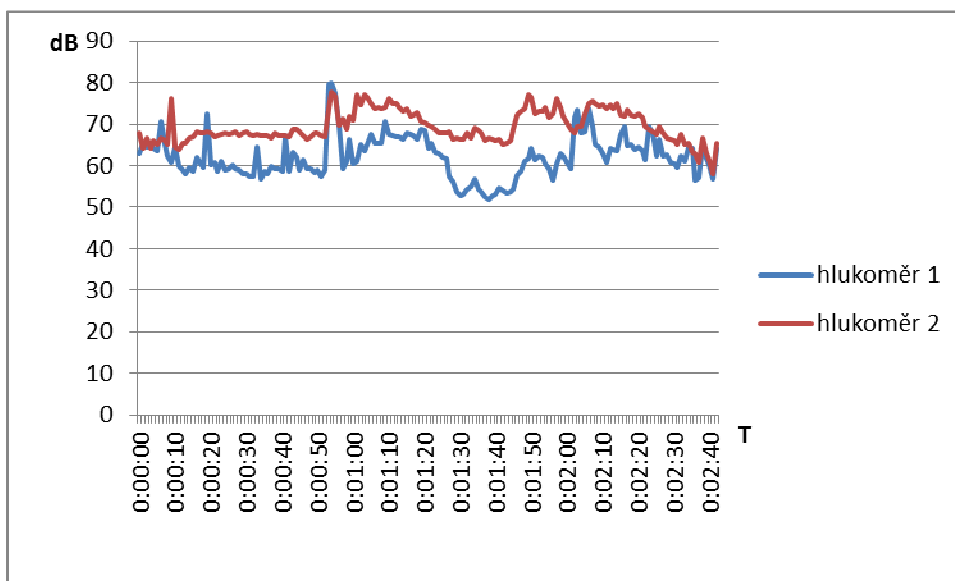
Obr. 65 Měření hluku v autobuse č. 14 typu Karosa B 952 - směr Náměstí Hrdinů – Tržnice (Pešková, 2016)



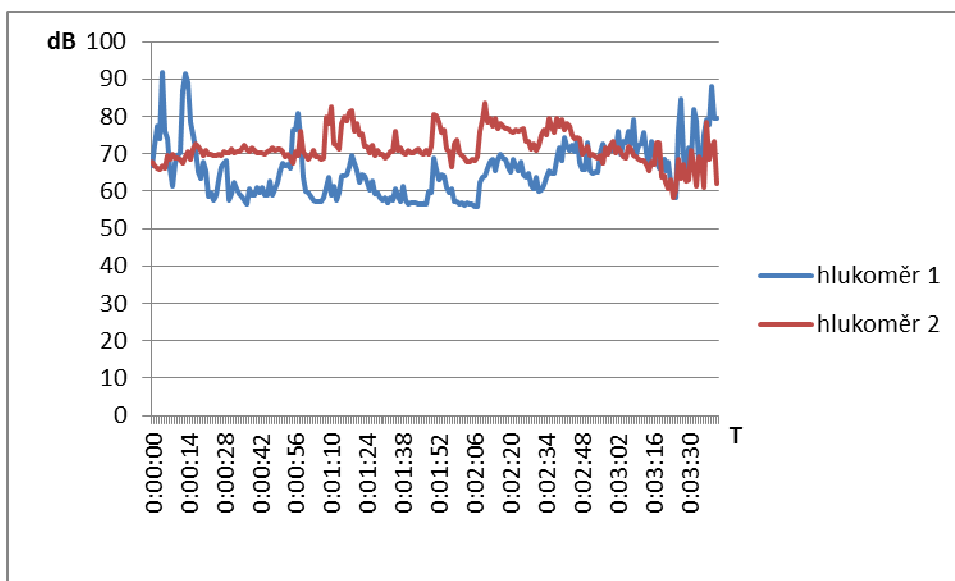
Obr. 66 Měření hluku v autobuse č. 14 typu Karosa B 952 - směr Tržnice - Náměstí Hrdinů (Pešková, 2016)



Obr. 67 Nízkopodlažní autobus č. 16 typu Solaris Urbino 18 (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



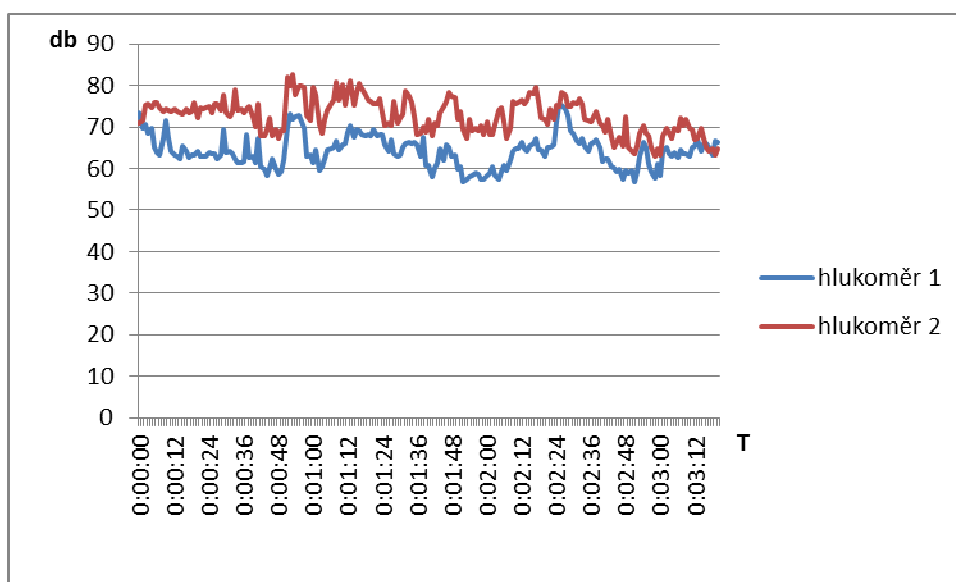
Obr. 68 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 16 typu Solaris Urbino 18 - směr Náměstí Hrdinů – Tržnice (Pešková, 2016)



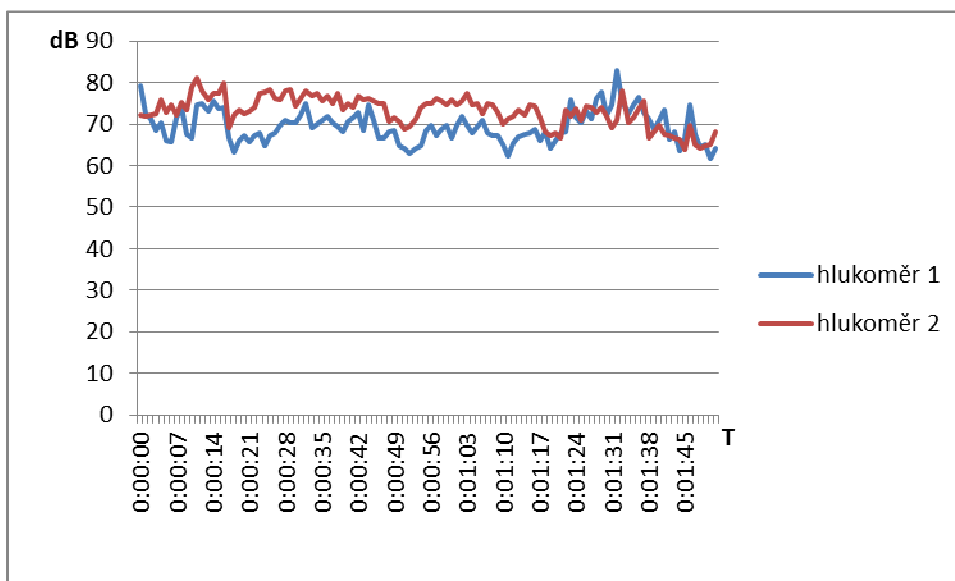
Obr. 69 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 16 typu Solaris Urbino 18 - směr Tržnice - Náměstí Hrdinů (Pešková, 2016)



Obr. 70 Autobus č. 16 typu Karosa B 961 (zdroj: <http://mhdzive.cz>)



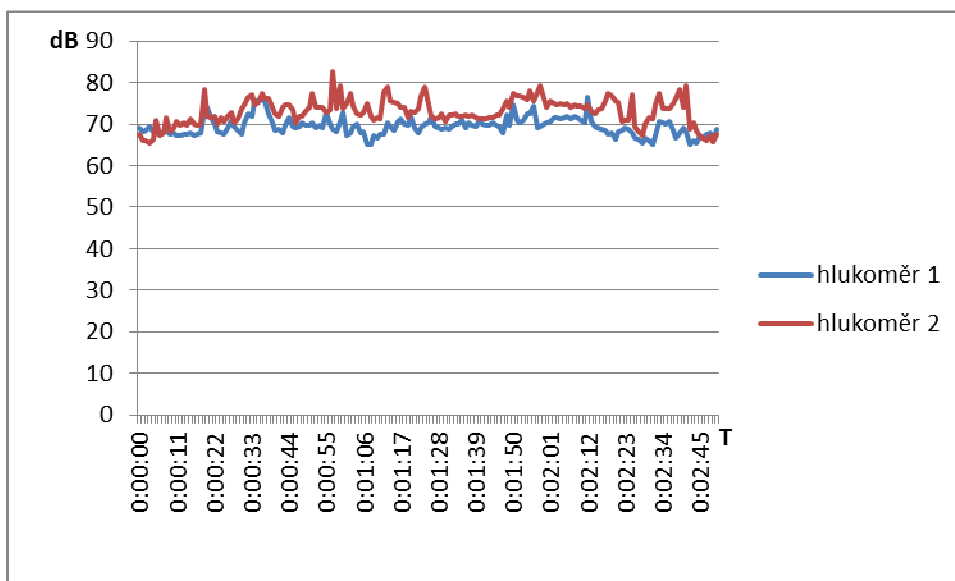
Obr. 71 Měření hluku v autobuse č. 16 typu Karosa B 961 - směr Náměstí Hrdinů – Tržnice (Pešková, 2016)



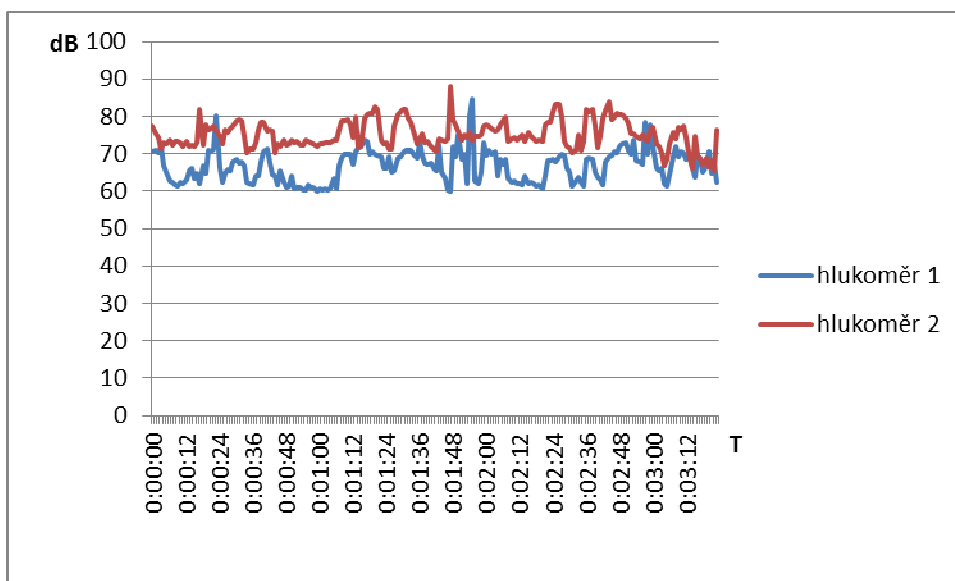
Obr. 72 Měření hluku v autobuse č. 16 typu Karosa B 961 - směr Tržnice - Náměstí Hrdinů (Pešková, 2016)



Obr. 73 Nízkopodlažní autobus č. 19 typu Solaris Urbino 18 (zdroj: www.mhd-olomouc.cz)



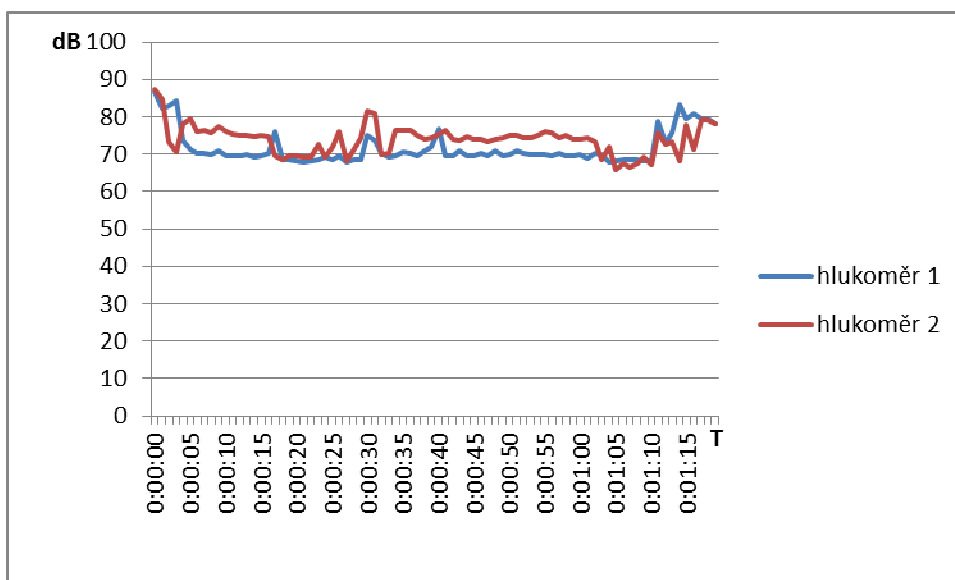
Obr. 74 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 19 typu Solaris Urbino 18 - směr Hlavní nádraží – Vejdovského (Pešková, 2016)



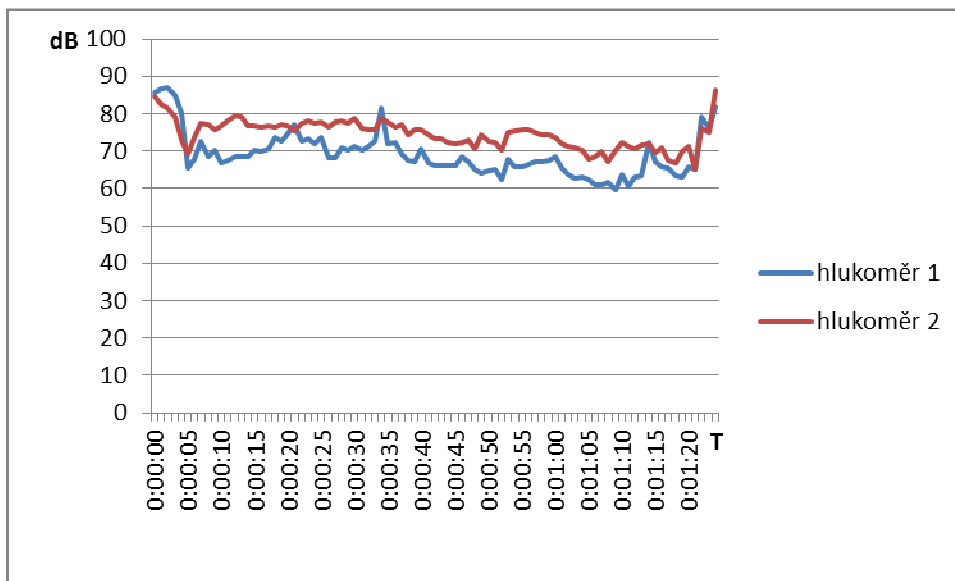
Obr. 75 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 19 typu Solaris Urbino 18 - směr Vejdovského – Hlavní nádraží (Pešková, 2016)



Obr. 76 Autobus č. 19 typu Karosa B 941 (zdroj: <http://mhdhk.wgz.cz>)



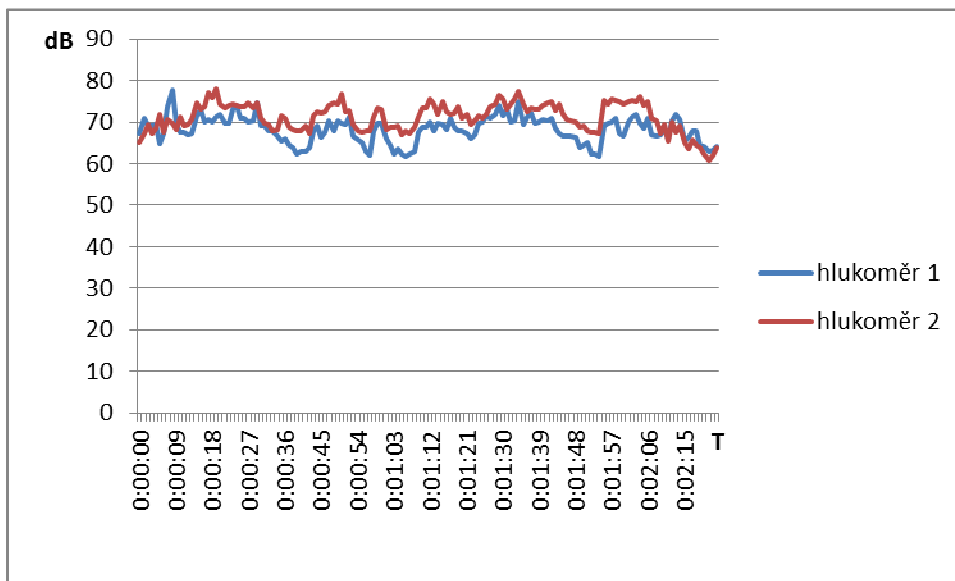
Obr. 77 Měření hluku v autobuse č. 19 typu Karosa B 941 - směr Hlavní nádraží – Vejdovského (Pešková, 2016)



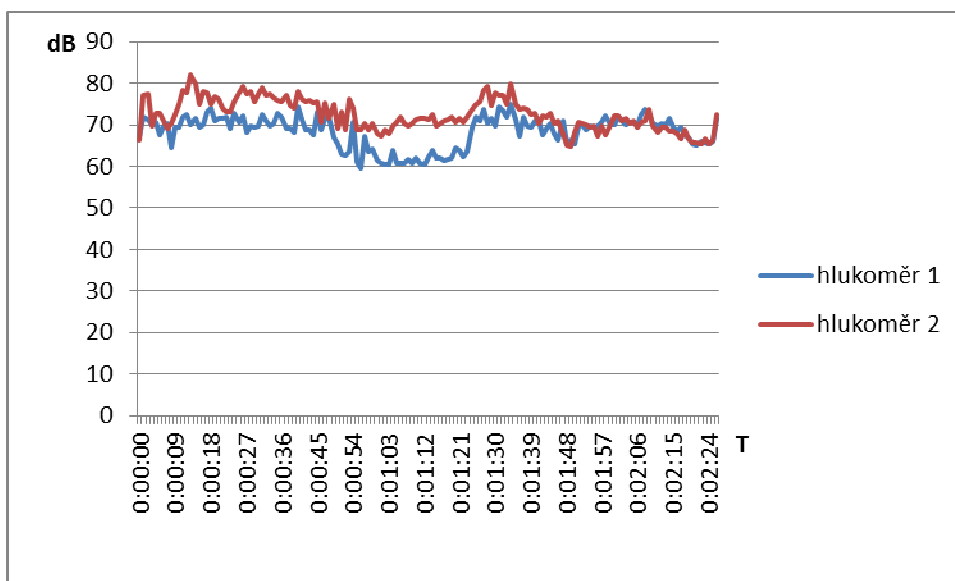
Obr. 78 Měření hluku v autobuse č. 19 typu Karosa B 941 - směr Vejdovského – Hlavní nádraží (Pešková, 2016)



Obr. 79 Nízkopodlažní autobus č. 27 typu Solaris Urbino 12 (zdroj: <http://galerie-autobusu.cz>)



Obr. 80 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 27 typu Solaris Urbino 12 - směr Náměstí Hrdinů – Tržnice (Pešková, 2016)



Obr. 81 Měření hluku v nízkopodlažním autobuse č. 27 typu Solaris Urbino 12 - směr Tržnice - Náměstí Hrdinů (Pešková, 2016)

6.5 Měření hluku letecké dopravy

Na Olomouckém letišti v Neředíně proběhla měření v dopoledních hodinách, v podmínkách umožňujících vzlet (viz **Obr. 82** – **Obr. 88**). Velikostí letiště je i omezena hustota letecké dopravy. Důležitou součástí letiště je heliport. Slouží převážně pro přepravu pacientů v kritickém stavu do Fakultní nemocnice v Olomouci. Změřen byl vzlet vrtulníku z heliportu z povolené vzdálenosti, oblast je obehnaná plotem a vstup za něj je zakázán. Dále následovala dvě měření průletu vrtulníku a letadla kategorie ultralight v oblasti Neředín. Hluková zátěž letiště závisí na frekvenci jeho užívání, při pořádání leteckých dnů se hluková zátěž města prostřednictvím letecké dopravy rapidně zvyšuje. Start letadel či vrtulníků je akusticky náročný. Okamžitá akustická situace byla měřena kalibrovaným měřidlem na stavivu. Obtěžující může být především pro obyvatele bydlící v blízkosti letiště.



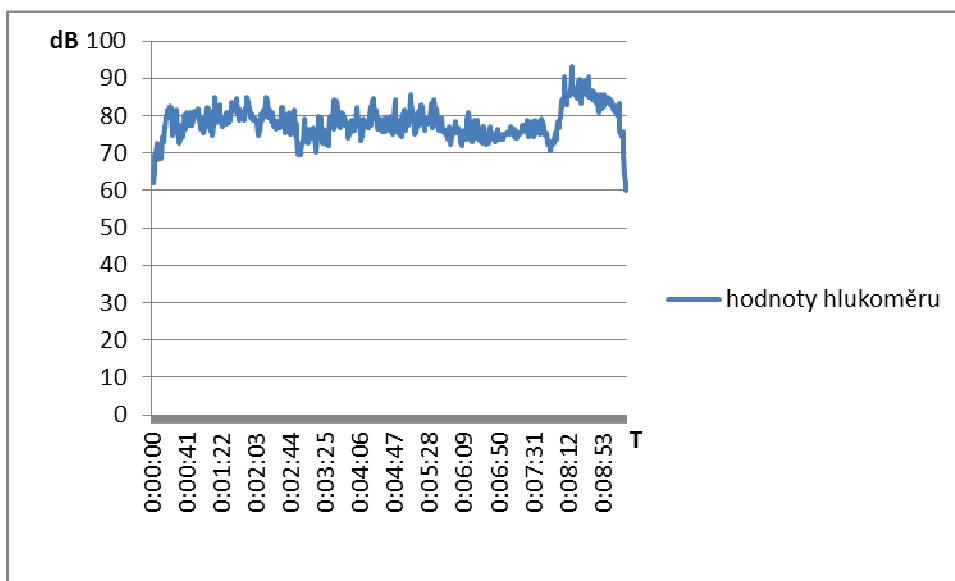
Obr. 82 Olomoucké letiště Neředín (Pešková, 2016)



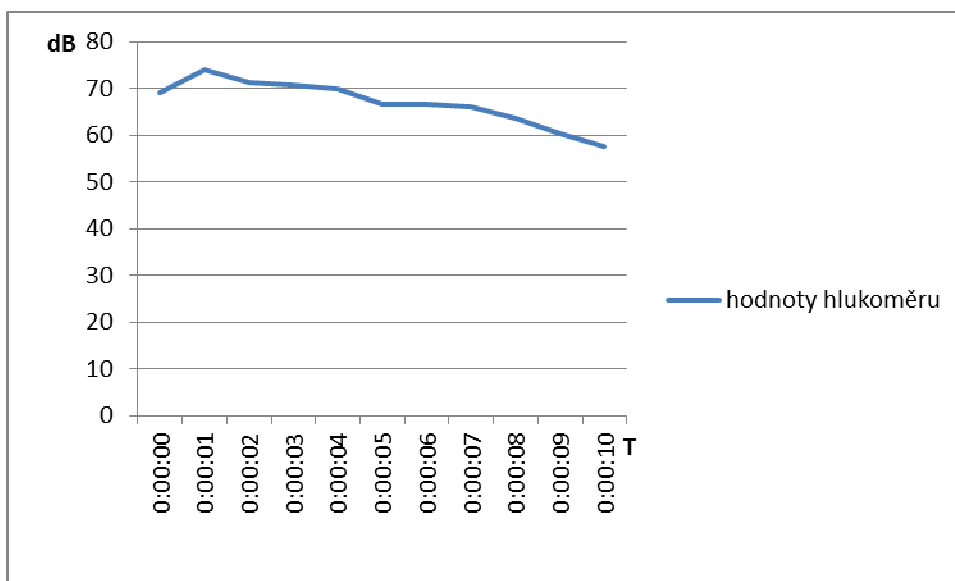
Obr. 83 Olomoucký heliport (Pešková, 2016)



Obr. 84 Vrtulník Bell 427 na Olomouckém letišti Neředín (Pešková, 2016)



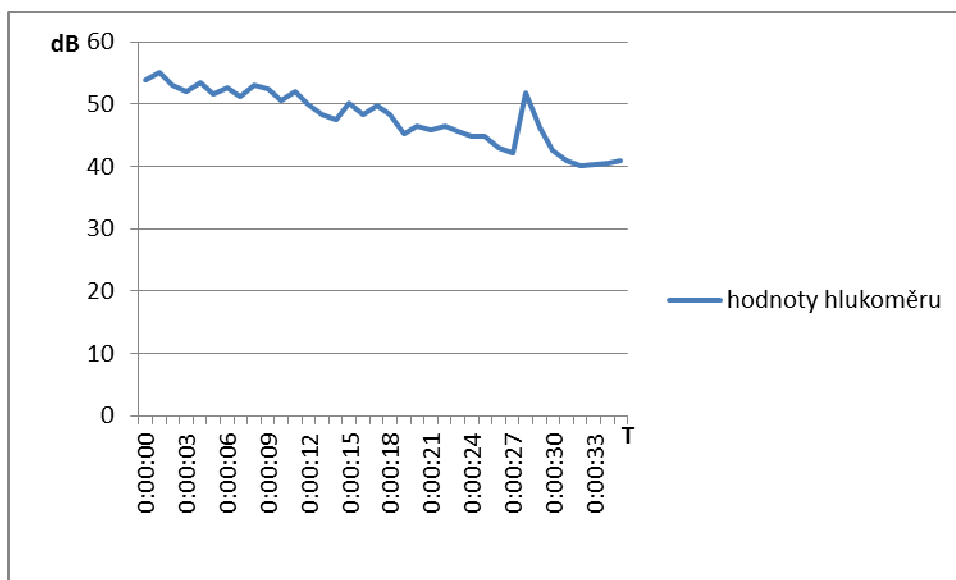
Obr. 85 Měření hluku při startu vrtulníku Bell 427 na Olomouckém heliportu (Pešková, 2016)



Obr. 86 Měření hluku při průletu vrtulníku Bell 427 na Olomouckém letišti Neředín (Pešková, 2016)



Obr. 87 Letadlo Cessna 172 na Olomouckém letišti Neředín (Pešková, 2016)

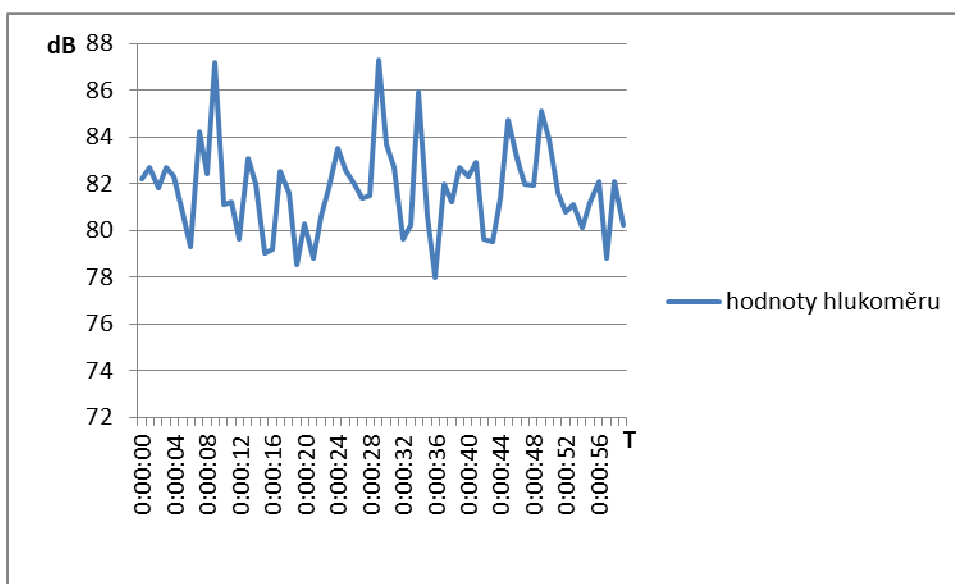


Obr. 88 Měření hluku při průletu letadla Cessna 172 na Olomouckém letišti Neředín (Pešková, 2016)

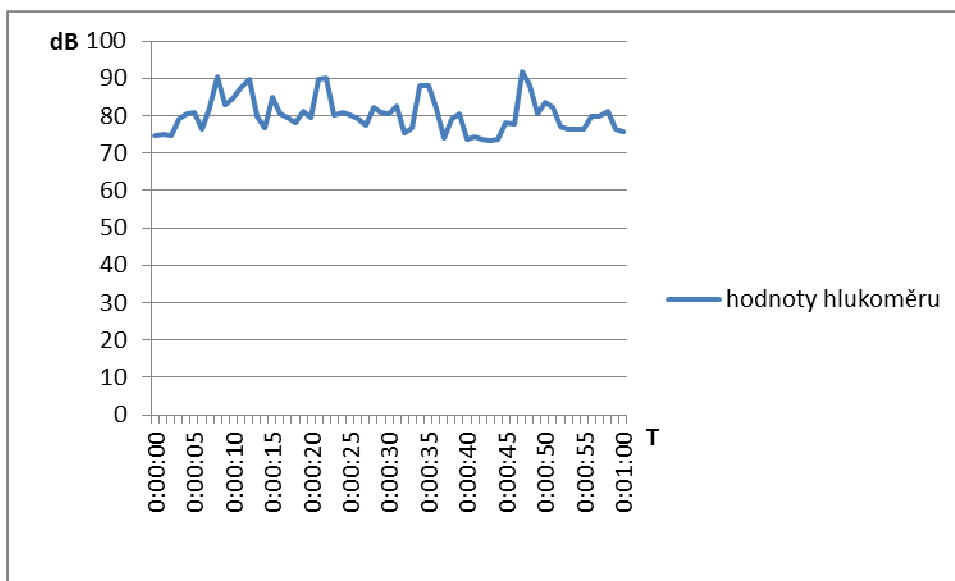
6.6 Další možné zdroje hluku

Průmysl

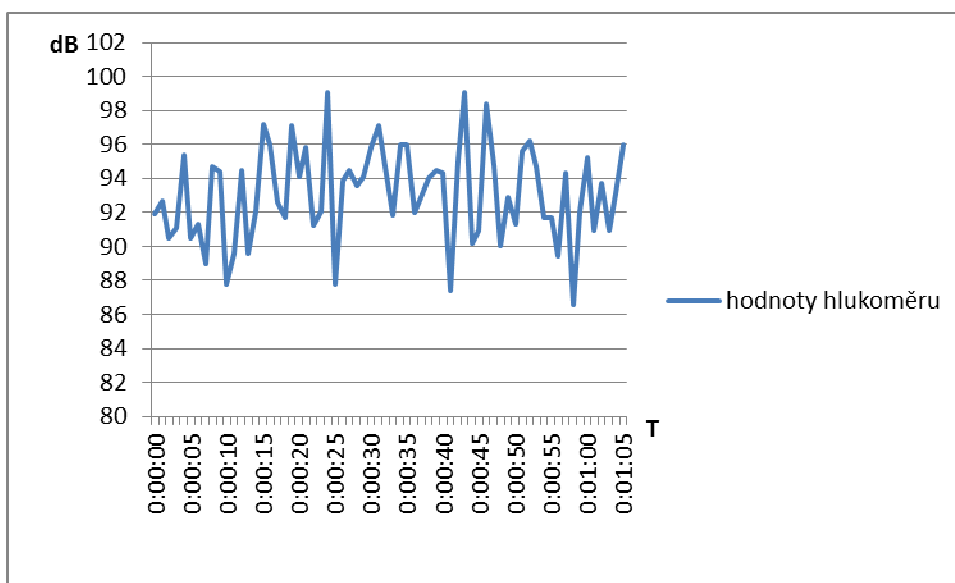
Ekonomika města Olomouce je založena na průmyslovém odvětví, oblastmi s vyšší koncentrací průmyslu jsou městské části Holice, Hodolany, Chválkovice a Nemilany. Měření hluku proběhlo ve firmě Exerion Precision technology Olomouc s.r.o., která se zaměřuje na strojírenskou výrobu (viz **Obr. 89 – Obr. 93**). Umožněno mi bylo změřit některé akusticky zajímavé technologické postupy: hluk laseru Trumatic 600L při běžném chodu a při vysekávání děr do plechu, broušení kovového roštu, údržba plochy vypalovacího laseru True 3030 a zvuk přístroje na skládání papíru – Stacker. Měřena byla okamžitá akustická situace po dobu jedné minuty kalibrovaným hlukoměrem na stativu. Dále je doloženo měření ve venkovních prostorech motorové řezačky (viz **Obr. 94**). Složitostí této oblasti je povinná pracovní doba, po kterou jsou lidé těmto vlivům vystaveni. Firma poskytuje u hlukově náročných operací ochranné pomůcky pro zaměstnance a povinné přestávky např. u broušení, kde vibrace a nadlimitní hodnoty hluku mohou mít negativní dopad na lidské zdraví.



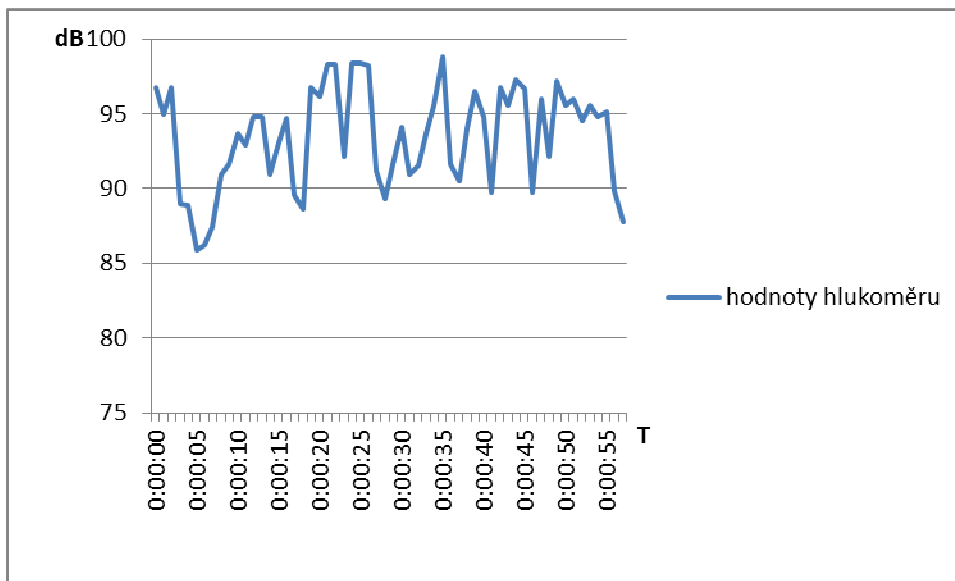
Obr. 89 Měření hluku běžného chodu laseru Trumatic 600L (Pešková, 2016)



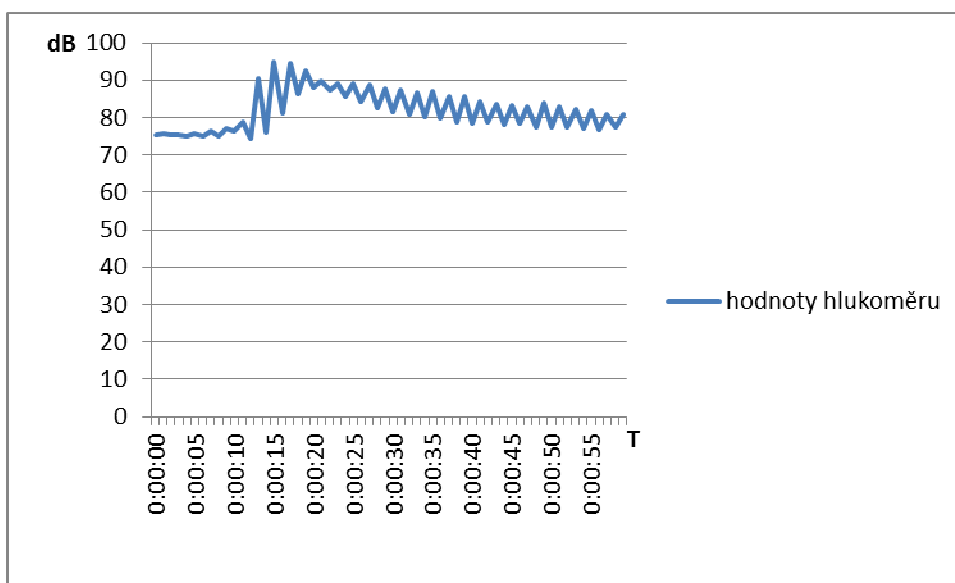
Obr. 90 Měření hluku laseru Trumatic 600L při vysekávání děr do plechu (Pešková, 2016)



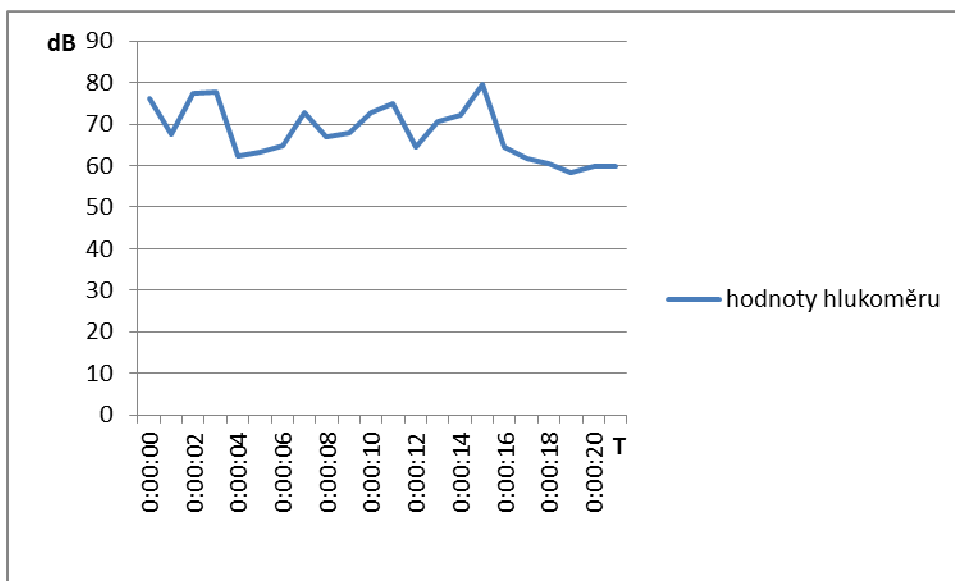
Obr. 91 Měření hluku při údržbě plochy vypalovacího laseru True 3030 (Pešková, 2016)



Obr. 92 Měření hluku broušení kovového roštu (Pešková, 2016)



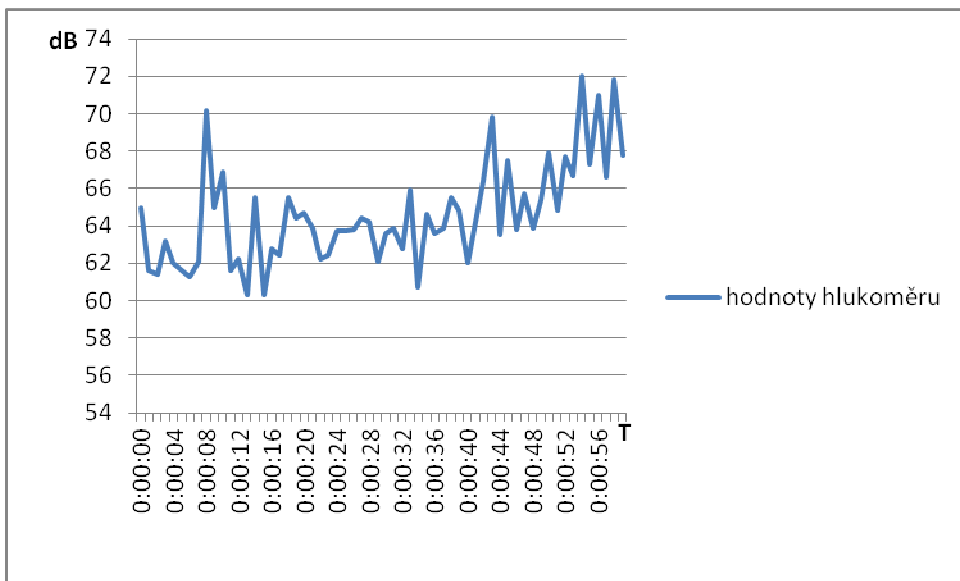
Obr. 93 Měření hluku při testování přístroje na skládání papíru (Pešková, 2016)



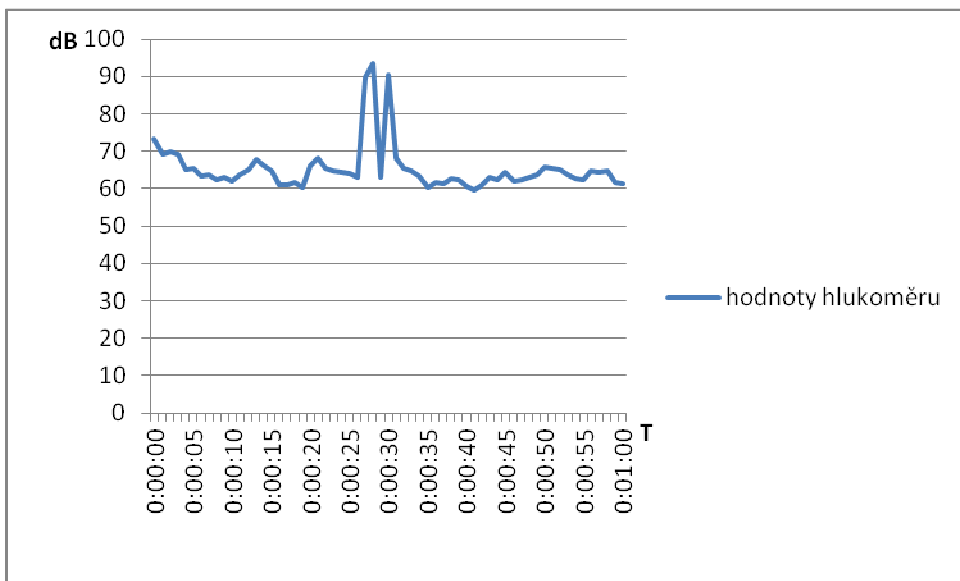
Obr. 94 Měření hluku motorové řezačky (Pešková, 2016)

Nákupní centra

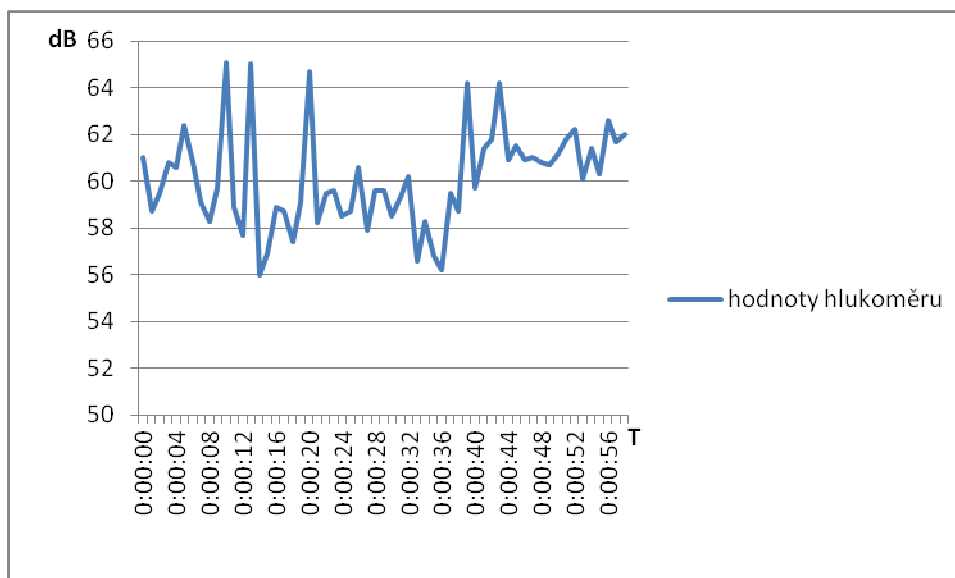
Olomouc se pyšní řadou obchodních center, kritickými oblastmi jsou převážně v období velkých týdenních nákupů obyvatel před začínajícím víkendem. Centra pořádají řadu akcí směřovaných na zákazníka, také neustále puštěná hudba v obchodech může být obtěžující pro občany. Změřena byla nastalá akustická situace ve čtyřech největších nákupních centrech (viz **Obr. 95 – Obr. 98**): Olympia Olomouc (v blízkosti Velkého Týnce) Galerie Šantovka (u Tržnice), Centrum Haná (směrem na Brno) a Globus s obchodním centrem Olomouc City. Měření proběhlo pomocí kalibrovaného hlukoměru umístěného na stativu v pracovní dny ve večerních hodinách, aby byla změřena optimální akustická situace v obchodním centru a výsledky měření byly srovnatelné s ostatními nákupními centry.



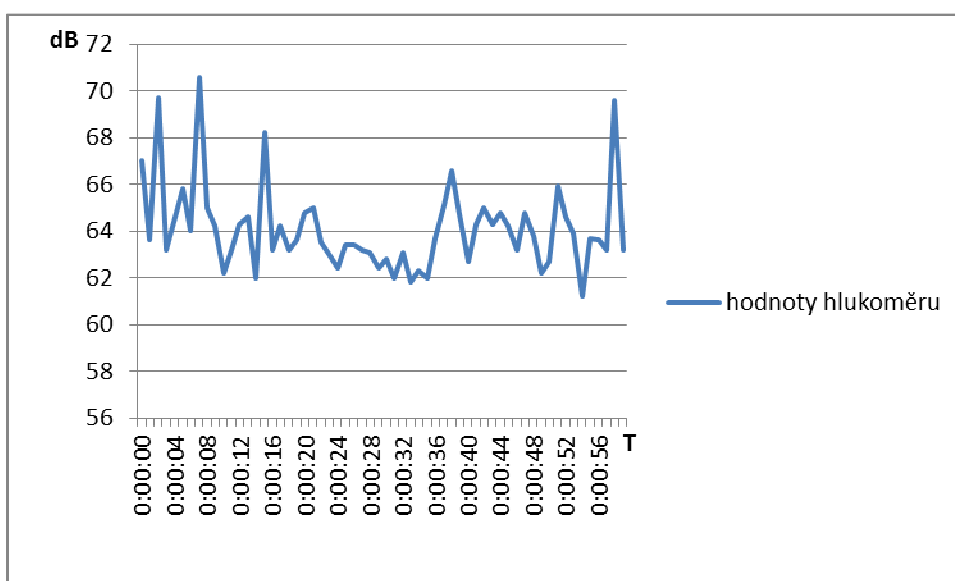
Obr. 95 Měření hluku v nákupním centru Olympia Olomouc (Pešková, 2016)



Obr. 96 Měření hluku v nákupním centru Galerie Šantovka (Pešková, 2016)



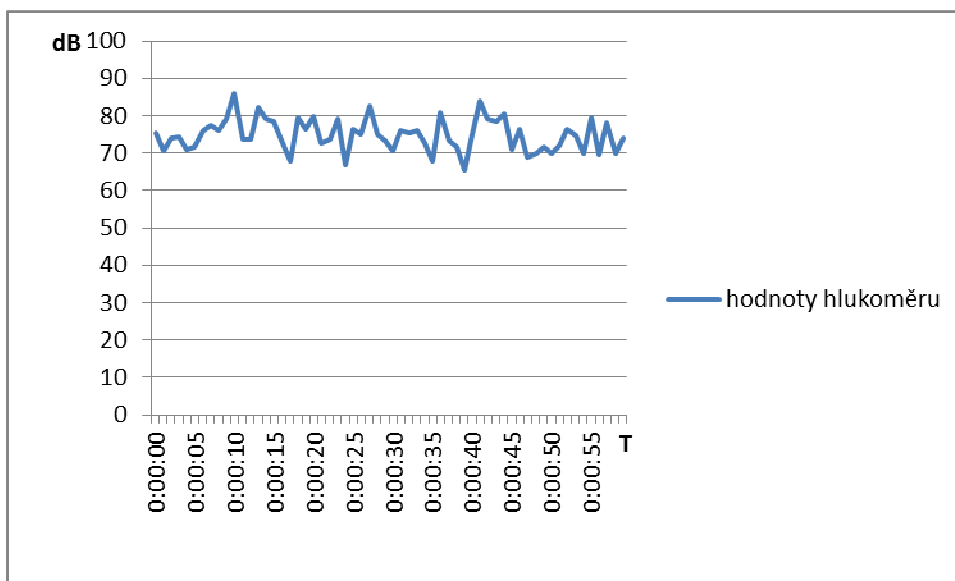
Obr. 97 Měření hluku v nákupním centru Centrum Haná (Pešková, 2016)



Obr. 98 Měření hluku v nákupním centru Olomouc City (Pešková, 2016)

Mateřská školka

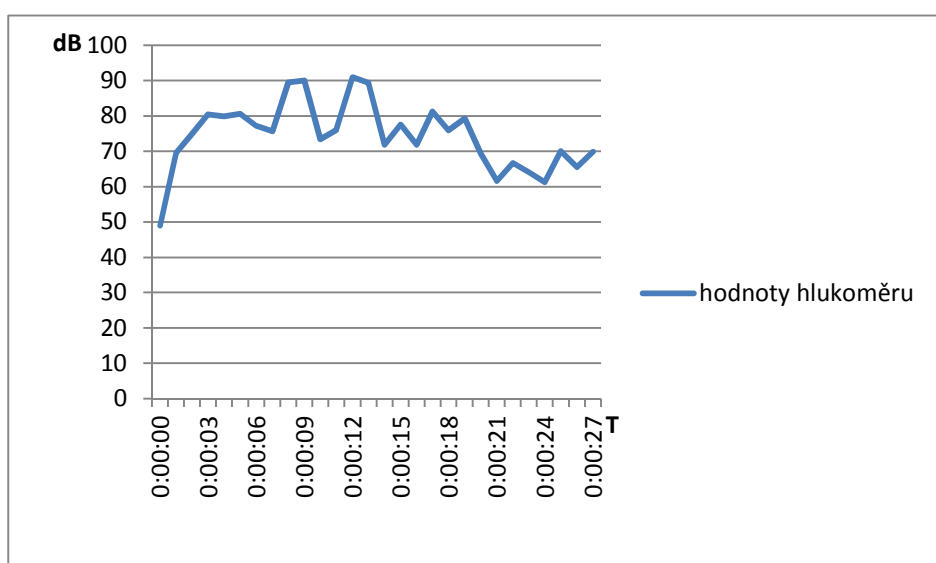
Hluk v mateřské školce byl měřen uvnitř budovy, v místnosti, kde se nacházelo 15 dětí předškolního věku s jejich učiteli (viz **Obr. 99**).



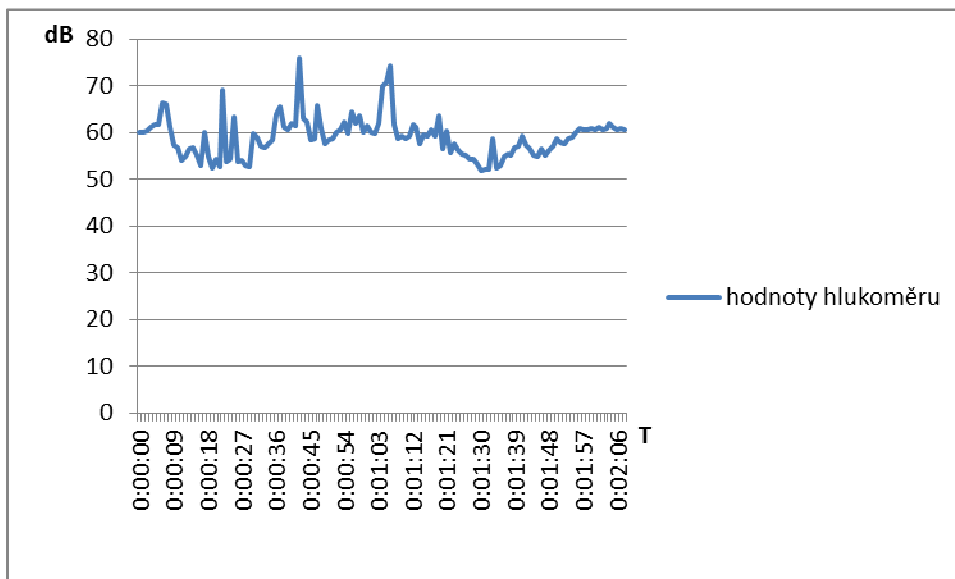
Obr. 99 Měření hluku v mateřské školce (Pešková, 2016)

Operní zpěv

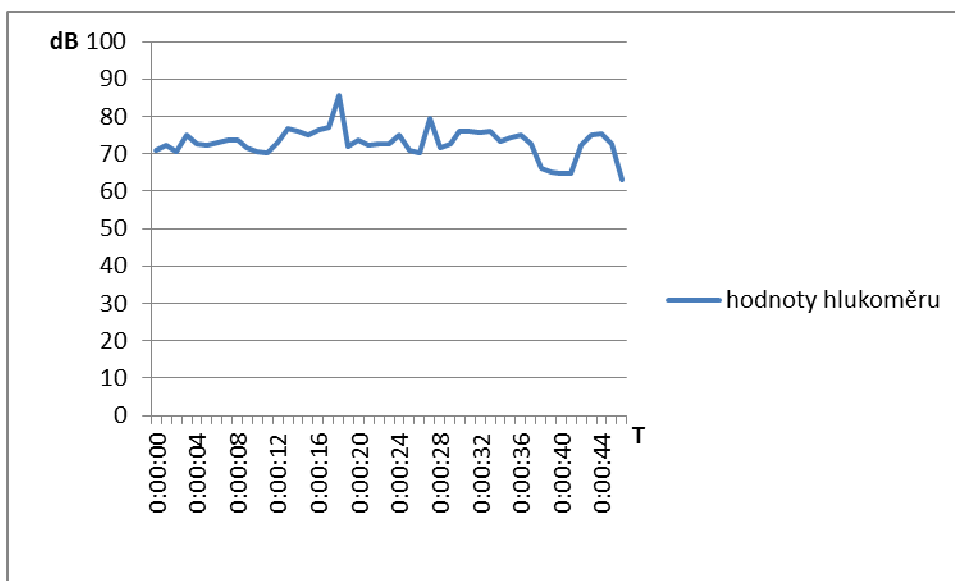
Pro zajímavost byl změřen hluk v divadle při operním představení (viz **Obr. 100**). Hlukoměr byl umístěn zhruba deset metrů od jeviště. Snímán byl zvuk operního zpěvu podobu třiceti sekund.



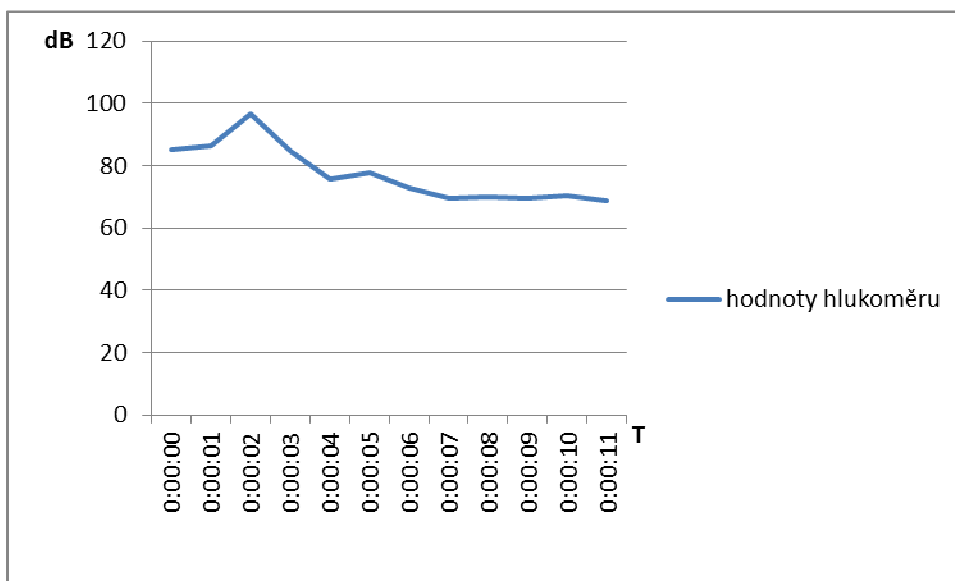
Obr. 100 Měření hluku v divadle – operní zpěv (Pešková, 2016)



Obr. 101 Měření hluku technických služeb – sběr smíšeného odpadu popelářským vozem (Pešková, 2016)

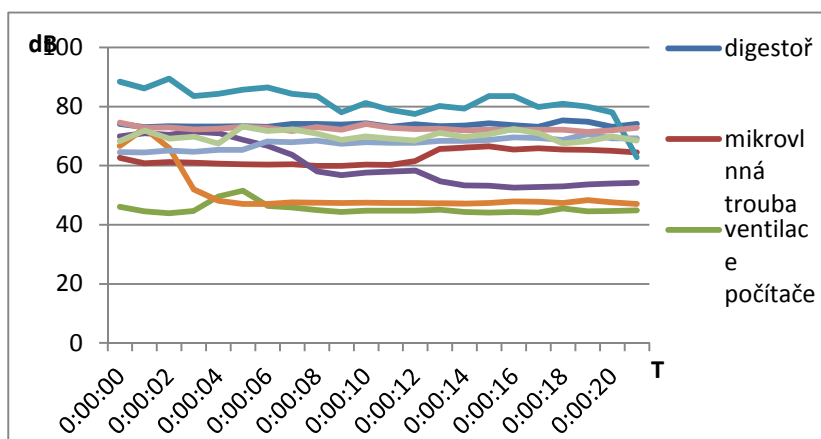


Obr. 102 Měření hluku technických služeb – sběr tříděného odpadu popelářským vozem (Pešková, 2016)



Obr. 103 Měření hluku sanitního vozidla městské záchranné služby (Pešková, 2016)

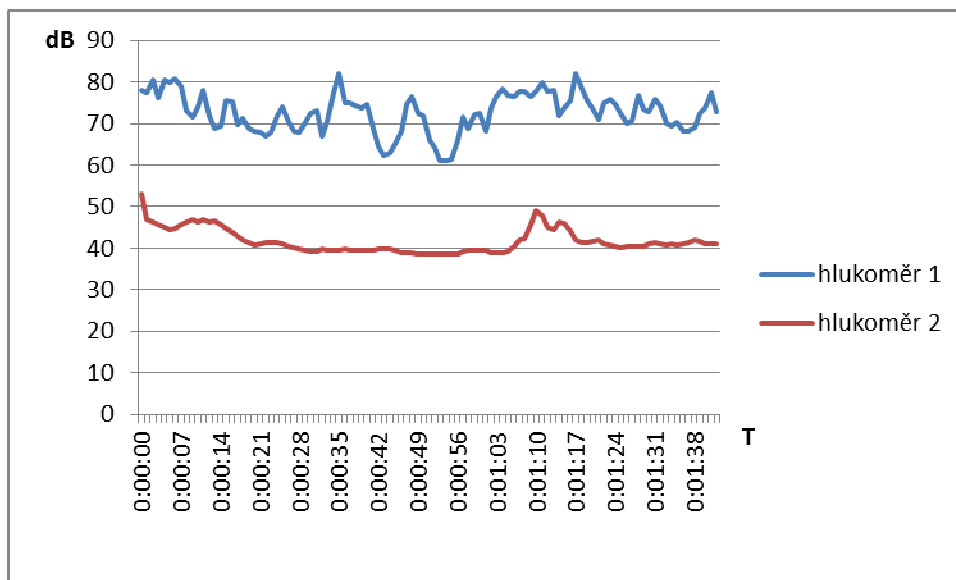
Kalibrovaným hlukoměrem byly změřeny akustické hodnoty normálních činností každodenního života. Pro názorné srovnání byly umístěny veškeré získané údaje do jediného grafu (viz **Obr. 104**).



Obr. 104 Měření hluku v domácnosti (Pešková, 2016)

Měření hluku silniční dopravy na lokalitě Velkomoravská probíhalo ve dvou fázích (viz **Obr. 105**). V první řadě byl změřen v optimální dobu normální hluk provozu komunikace. V březnu roku 2015 započala rozsáhlá rekonstrukce této silnice, vyměněn

byl i povrch vozovky na tichý asfalt. Hlukoměrem 1 označuji první fázi měření (Velkomoravská s plným provozem) a hlukoměrem 2 označuji druhou fázi měření (lokality Velkomoravská při uzavěře komunikace).



Obr. 105 Měření hluku silniční dopravy na lokalitě Velkomoravská bez provozu a s provozem (Pešková, 2016)

6.7 Hodnocení výsledků měření hluku

Vlaková doprava

Pro názorné srovnání vlakových souprav jsou v tabulce uvedeny maximální, minimální a průměrné hodnoty každého měření hluku brzdných drah vlaků (viz **Tab. 6**). Nejvyšší maximální a průměrná hodnota byla naměřena u osobního vlaku Pantograf číslo 3831 jedoucího z Olomouce do Brodku u Přerova, naproti tomu nejnižší naměřenou hodnotou se může pyšnit osobní vlak RegioPanter 3737 jedoucí z Olomouce do Šumperku. Za nejtišší vlak lze považovat dle akustického průběhu celého měření vlak firmy Leo Express, a.s. jedoucí z Olomouce do Prahy. Výsledky měření poukazují, že stáří vlakové soupravy má přímý vliv na jeho hlučnost. Osobní vlaky typu Pantograf jsou v provozu již od roku 1974, vlaky RegioPanter začaly postupně nahrazovat tyto zastaralé elektrické jednotky. Vlakové soupravy Leo Express, a.s. jsou v provozu teprve od roku 2012. Musíme brát v úvahu i další parametry, které mohly zapříčinit tento stav jako je př. hmotnost vlaku (počet osob uvnitř vlaku), počet vagonů či rychlost vlakové soupravy, při které započalo brždění. Více zatížená spojení jsou v hlavních směrech na Prahu a Ostravu, jejich obsazenost je tedy vyšší. Nové typy vlakových souprav mohou dosahovat zpravidla vyšších rychlostí (až 160 km/h), proto musí snižovat rychlost postupně po delší dobu před vjezdem na nádraží, k brždění nedochází náhle a při vyšších rychlostech. Nezanedbatelnou roli zde hraje technický stav vlaků, stav brzd a doba plnění a vyprazdňování brzdových válců. Nové lokomotivy vyrobeny novými technologickými postupy mívají lepší vybavení. Nejkratší dobu pro úplné zastavení potřebují rychlíky, pak osobní vlaky a nejdelší nákladní vlaky. Pouhý průjezd nákladního vlaku vyvolal hluk o hodnotě 90 dB, při dlouhodobé exponovanosti osob akustickým vlnám této velikosti může dojít až k únavě mozkové kůry a mohou napomoci k vzniku infarktu myokardu. Hluk uvnitř dopravního prostředku by neměl přesahovat 80 dB, což městská vlaková linka RegioNova splňuje, průměrná hodnota celé jízdy byla 68,92 dB. Hlavní nádraží v Olomouci patří mezi hlučné oblasti města Olomouce.

Tab. 6 Výsledky měření brzdných drah vlakových souprav

Typ vlakové soupravy	Maximální naměřená hodnota (dB)	Minimální naměřená hodnota (dB)	Průměrná hodnota (dB)
Express Žiliny	96,6	68,3	76,65
Leo Express, a.s.	72	60,3	66,75
Rychlík R 806	82	59,5	70,46
Rychlík R 911	106,6	64,9	86,75
Rychlík R 1131	78,4	62,1	71,45
Vlak EC 110	98	67,4	80,72
Pendolino 509	81,5	61,2	73,29
RegioJet, a.s.	83,9	63,3	72,8
Pantograf 3831	108,4	66,2	89,53
RegioPanter 3737	76,1	56,9	69,95
RegioNova	92,3	63,1	76,69

Zdroj: Pešková, 2016

Tramvajová doprava

V závorkách u typu tramvají jsou uvedena čísla konkrétních tramvajových linek. Přehled naměřených průměrných, maximálních a minimálních hodnot je rozdělen do dvou tabulek (viz **Tab. 7** a **Tab. 8**), v první se nachází naměřené hodnoty hlukoměru u kabiny řidiče a druhá tabulka zaznamenává průběh hodnot z koncové části tramvaje. Z předchozích grafů lze vyčíst, že průběh linek hlukoměru 1 a hlukoměru 2 se téměř kopíruje, což znamená, že hluková zátěž zkoumaných oblastí je srovnatelná, rozdíl mezi průměrnými hodnotami celého průběhu měření mezi hlukoměrem 1 a 2 se pohybuje od 0,06 dB do 1,84 dB. Nejvyšší maximální hodnota byla naměřena hlukoměrem 1 v tramvaji typu Vario LFR.E linky číslo 4 (99,6 dB) a hlukoměrem 2 v tramvaji typu ČKD T3 RP linky číslo 4. V tramvaji číslo 2 (typu Vario LF.E) byla naměřena nejnižší

minimální hodnota 44,5 dB, u hlukoměru 2 to byla tramvaj číslo 2 (typu ČKD T3 RP) 38,8 dB. V oblasti u řidiče lze typ Vario LF plus (linky číslo 3) s 64,7 dB označit za nejtichší model tramvaje dle akustického průběhu celého měření, z druhé tabulky můžeme vyčíst, že jím je typ Škoda03T – Astra (linky číslo 7) s 64,26 dB, avšak tramvaj Vario LF plus za ním zaostává o pouhých 0,38 dB. Mezi nejhlučnější typy tramvají patří Vario LFR.E linky číslo 4 s 71,31 dB a ČKD T3 RP téže tramvajové linky s 72,15 dB. Výsledek poukazuje na zvýšenou hlučnost tratě linky č. 4. K tomuto výsledku mohlo přispět vedení spojení přes centrum města, kde jsou stále podél kolejiště kostky především u tramvajové zastávky U Dómu, zde musí řidiči dodržovat nižší povolenou rychlost, dále stav tratě a konkrétních vozů. U modelu Vario LFR.E bylo použito některých dílů ze starších tramvají typu T3, což může mít za následek nastalý akustický diskomfort, navíc tramvaje Vario mají otočný podvozek umožňující rychlejší průjezd obloukem, který sice nepoškozuje koleje, ale rychlost průjezdu může mít za následek zvýšenou hlučnost. Tramvaje ČKD T3 RP jsou modernizované vozy starších typů tramvají T3 SUCS, jsou více úsporné, avšak akustika interiéru je znatelně horší. Vario LF plus je v provozu od roku 2013, je nejmodernějším a nejtichším typem. Tramvaje jezdí po nově vystavěné trati končící stanicí Trnkova, výborný stav kolejiště má pozitivní vliv na hlukovou situaci uvnitř tramvaje. Nízkopodlažní tramvaj Škoda03T – Astra linky č. 7 je v provozu od r. 1999. Stáří, stav vozu a trasa linky vedená mimo centrum města napomohla k jejímu tichému chodu. Aktuálně jsou některé úseky tramvajových tratí modernizovány a přestavovány, měření proběhla před těmito úpravami. Kritickými oblastmi v rámci tramvajových tratí v Olomouci jsou (viz volná Příloha 2 **Obr. 1b**): Tržnice s vyšší hustotou dopravy i koncentrací obyvatel, dlouhý rovný úsek mezi zastávkami Vejdovského a Envelopa, kde tramvaj může dosáhnout vyšších rychlostí, stejná situace je mezi zastávkami Hlavní Nádraží a U Bystřičky a mezi stanicemi Šibeník a Pražská. Dalšími problematickými úseky jsou zatáčky: u Okresního soudu, před odbočením na konečnou tramvajovou zastávku Nová Ulice a úsek u stanice Nádraží město při přejezdu kolejí vlaku. Hlukově náročnější lokalitou je i úsek poblíž zastávky U Sv. Mořice, která se nachází blízko centra města, zastávka U Dómu (podél kolejí jsou položeny kostky), kopec před stanicí Autobusové nádraží podchod a zastávka Wolkerova, kde se tramvajová trať kříží s vlakovou.

Tab. 7 Výsledky měření - hlukoměr u kabiny řidiče v tramvaji (Pešková, 2016)

Typ tramvaje	Maximální naměřená hodnota (dB)	Minimální naměřená hodnota (dB)	Průměrná hodnota (dB)
INEKON TRIO (1)	92,4	46,6	67,38
Vario LF.E (2)	87	44,5	68,52
ČKD T3 RP (2)	95	51,1	69,35
Vario LF plus (3)	83,5	47,3	64,7
Vario LFR.E (4)	99,6	52,6	71,31
ČKD T3 RP (4)	92	51,3	70,78
Vario LF plus (5)	84,3	52,4	66,51
ČKD T3 RP (6)	86,8	49,9	68,46
Vario LF.E (6)	84,7	51	67,77
ČKD T3 SUCS (7)	87,1	63,8	70,18
Škoda03T – Astra (7)	82,7	46,3	65,66

Zdroj: Pešková, 2016

Tab. 8 Výsledky měření - hlukoměr v koncové části tramvaje

Typ tramvaje	Maximální naměřená hodnota (dB)	Minimální naměřená hodnota (dB)	Průměrná hodnota (dB)
INEKON TRIO (1)	92,8	48,9	66,29
Vario LF.E (2)	84,3	45,8	68,35
ČKD T3 RP (2)	88,6	38,8	68,46
Vario LF plus (3)	85,9	46,3	64,64
Vario LFR.E (4)	88,7	49,3	70,23
ČKD T3 RP (4)	94,4	49,5	72,15
Vario LF plus (5)	88,4	48,7	66,42
ČKD T3 RP (6)	87,8	50,4	70,3
Vario LF.E (6)	85,9	46	68,3
ČKD T3 SUCS (7)	88,9	64,9	71,34
Škoda03T – Astra (7)	85,1	42,2	64,26

Zdroj: Pešková, 2016

Autobusová doprava

Celkově bylo změřeno 5 rozdílných typů autobusů, u každého modelu jsou uvedena čísla autobusových linek v závorkách. V tabulkách jsou přehledně zaznamenány výsledky výzkumu (viz **Tab. 9** a **Tab. 10**). Všechny autobusy jezdí na naftový pohon. Křivky průběhu měření potvrzují značný rozdíl v naměřených hodnotách mezi hlukoměry. Měřidlo v zadní části vozidla jasně vykazuje vyšší hodnoty než přístroj v přední části. Hlučnost zkoumaných oblastí je tedy odlišná. Příčinou tohoto jevu může být umístění pohonné jednotky právě do zadní části vozidla, která znatelným způsobem navyšuje hlučnost chodu autobusu. Nejvyšší maximální hodnota a nejnižší minimální hodnota byla naměřena v obou případech u autobusu typu Solaris Urbino 18. V provozu je již od roku 2005, pro možný velký počet cestujících je nasazován především na vytížená spojení linek př. 16 a 19. Tento fakt napovídá, že vyšší koncentrace pasažérů uvnitř vozu mohla zapříčinit tuto nastalou hlukovou situaci v součinnosti s jeho velikostí. Naproti tomu tichá místa v záznamu mohla způsobit nižší rychlost autobusu z důvodu komplikovanějšího manévrování při zatáčení při délce osmnácti metrů. V průměru lze za nejtišší typ autobusu považovat taktéž Solaris Urbino 18, postupně nahrazuje zastaralé typy autobusů Ikarus a Karosa. Nejhlučnějším modelem je Karosa B 952. Předpoklad výzkumu, že novější dopravní prostředky budou mít tišší chod, než autobusy staršího data výroby, se měřením potvrdil. Karosa B 952 je starším vozidlem s mechanickou převodovkou, je nástupcem vozu B 932.

Letecká doprava

Vzhledem k velikosti a frekvenci užívání letiště tato oblast nepatří mezi kritická místa se zvýšenou hlukovou zátěží v Olomouci. Při startu vrtulníku hodnoty hlukoměry přesáhly 90 dB ovšem pouze ve vrcholech, průlet letadla Cessna či vrtulníku sice navýší hluk v prostředí, ale ne zásadním nebo ohrožujícím způsobem.

Ostatní zdroje hluku

U průmyslových podniků závisí akustická situace především na druhu činnosti, různé úkony vyvolávají hluk o odlišných intenzitách. Hlukově náročnou aktivitou je broušení kovových dílů, při němž vzniká až nadlimitní zvuk a vibrace, podnik tedy poskytuje zaměstnanci osobní ochranné pomůcky a hlukové bezpečnostní přestávky,

kdy si zaměstnanec může odložit např. sluchátka a tato doba je započítána do pracovní směny. Naměřené hodnoty nemohou být srovnány se státem stanovenými limity, jelikož měření neprobíhala po stanovenou dobu a předepsanými měřidly. Zaměstnanci ve výrobě (v průmyslové sféře) jsou vystaveni markantnějším hluku než osoby pracující například v kancelářích. Nákupní centra nevykazují vysoké hladiny hluku, avšak stále se měnící zdroje hluku jsou bezpochyby obtěžující. Nejvyšší maximální hodnotu hlukoměr zaznamenal v nákupním centru Galerie Šantovka a nejnižší minimální hodnotu v nákupním středisku Centrum Haná, které je také v průměru nejtišším nákupním centrem s 60,1 dB. Nejhluchnějším nákupním centrem je Galerie Šantovka, ale akustický průběh celého měření nasvědčuje tomu, že akustické mikroklima uvnitř center je srovnatelné, pohybuje se okolo šedesáti decibelů. Služby pro občany, jako je např. odvoz komunálního a tříděného odpadu, jsou především obtěžující z důvodů konání v brzkých ranních hodinách (viz. **Obr. 101** a **Obr. 102**). Měření na lokalitě Velkomoravská jasně ukazují, že doprava významným způsobem navyšuje normální akustickou situaci, i přes tichý asfalt byl navýšen hluk v prostředí v nejméně o 20 dB a maximálně o 40 dB. Další zdroje hluku jsou uvedeny pro zajímavost, abychom si uvědomili, jaké činnosti nám mohou narušovat akustickou pohodu.

Hluková mapa silniční dopravy

Hluková mapa nám ukazuje kritické oblasti silniční dopravy ve městě Olomouci. Akustická zátěž je nadměrná především podél velkých a frekventovaných komunikací. Mezi nejhluchnější oblasti patří ulice Foerstrova a Velkomoravská (viz Příloha 1 **Obr. 1** a **Obr. 2**), kde vede silnice R35, dále ulice Brněnská (R46) a ulice Tř. Svobody a Kosmonautů (centrum města).

Tab. 9 Výsledky měření - hlukoměr u kabiny řidiče v autobusu

Typ autobusu	Maximální naměřená hodnota (dB)	Minimální naměřená hodnota	Průměrná hodnota (dB)
Solaris Urbino 12 (12)	81,9	62	70,32
Karosa B 952 (14)	83,7	61,5	72,07
Solaris Urbino 18 (16)	91,7	51,9	63,93
Karosa B 961 (16)	83,1	56,9	66,93
Solaris Urbino 18 (19)	84,7	59,9	68,05
Karosa B 941 (19)	86,9	59,7	70,38
Solaris Urbino 12 (27)	77,6	59,5	68,22

Zdroj: Pešková, 2016

Tab. 10 Výsledky měření - hlukoměr v zadní části autobusu

Typ autobusu	Maximální naměřená hodnota (dB)	Minimální naměřená hodnota	Průměrná hodnota (dB)
Solaris Urbino 12 (12)	80,8	65,9	74,08
Karosa B 952 (14)	83,3	65,1	74,79
Solaris Urbino 18 (16)	83,5	57,9	70,3
Karosa B 961 (16)	82,7	61,4	72,84
Solaris Urbino 18 (19)	88	65,4	74,05
Karosa B 941 (19)	87,3	65,2	74,22
Solaris Urbino 12 (27)	81,9	60,9	71,73

Zdroj: Pešková, 2016

7 ZÁVĚR

Diplomová práce popisuje aktuální hlukovou situaci ve městě Olomouci se speciálním zaměřením na akustické mikroklima uvnitř dopravních prostředků městské hromadné dopravy (autobusy, tramvaje, vlaky). Teoretická část uvádí čtenáře do této problematiky a legislativy díky sumarizaci odborné literatury zabývající se tímto tématem. Praktická část se věnuje v malé míře analýze již vytvořených strategických hlukových map a terénnímu výzkumu, na základě kterého byly vytipovány kritické oblasti se zvýšenou hlukovou exponovaností. Zjišťována byla pouze okamžitá hluková zátěž nespádající pod státem stanovené limity, proto je dán důraz na kapitolu týkající se negativních účinků hluku na lidský organismus. Měřeny byly rozličné zdroje hluku se zaměřením na možné obtěžující účinky hlukových imisí na člověka.

Stáří vozidel je směrodatné ve vztahu k jejich hlučnosti, u autobusů, tramvajů i vlaků byla měřením potvrzena teze, že starší modely jsou akusticky náročnější, než ty pozdějšího data výroby. Výzkum poukazuje na rozdílnou akustiku vnitřního prostředí u autobusů a tramvajů. Hluková situace v tramvajích je srovnatelná v přední i koncové části. U autobusů je značný nárůst hluku v zadní části dopravního prostředku, kde se nachází hnací jednotka, která je zdrojem nadměrného hluku. Terénní výzkum poukazuje na zvýšenou hlučnost tramvajové tratě linky č. 4, za což může vedení tratě centrem města. Nejtiššími modely dopravních prostředků dle výzkumu jsou vlaky firmy Leo Express, a.s., tramvaje Vario LF plus a autobusy Solaris Urbino 18, nejhlučnějšími typy jsou osobní vlaky typu Pantograf, tramvaje ČKD T3 RP a Karosy B 952. Hnací jednotka, technický stav vozidla, jeho rychlost, hmotnost, povrch svršku a okolní prostředí jsou další podstatné aspekty ovlivňující akustiku dopravního prostředku, v blízké budoucnosti proběhne rekonstrukce úseku tramvajové trati od Náměstí Republiky po Žižkovo náměstí, jedná se hlučný úsek trati.

Celkově bylo detekováno 12 oblastí s vyšší hlukovou zátěží v rámci tramvajových tratí v Olomouci, které jsou zanesené v přiložené mapě, jsou jimi dlouhé úseky, kde tramvaje dosahují vyšších rychlostí (trať mezi zastávkami Vejdovského a Envelopa, Hlavní Nádraží a U Bystřičky, Šibeník a Pražská), zatáčky (u Okresního soudu, v blízkosti zastávky Nová Ulice), stanice v centru města (Tržnice, U Sv. Mořice),

kostky podél kolejiště (U Dómu), přejezdy přes vlakové koleje (Nádraží město, Wolkerova) a stoupání před stanicí Autobusové nádraží podchod.

Hluk ze silniční dopravy je nejmarkantnější v ulicích Foerstrova a Velkomoravská, kde vede silnice R35, ulice Brněnská (R46) a ulice Tř. Svobody a Kosmonautů.

Pro obohacení diplomové práce proběhla spolupráce s odbornými institucemi řešící danou problematiku: s Krajskou hygienickou stanicí v Olomouci, s Krajským úřadem Olomouckého kraje (Odbor dopravy a silničního hospodářství), s Magistrátem statutárního města Olomouce. Díky firmě Exerion Precision technology Olomouc s.r.o. a Dopravnímu podniku města Olomouce, a.s. mohl proběhnout terénní výzkum.

Hluková zátěž měst roste, avšak nastalá situace je státem korigována. Prostředí zatížené nadměrnými hlukovými imisemi má negativní dopad na lidský organismus i životní prostředí. Doprava významným způsobem navyšuje akustické klima města společně s dalšími zdroji hluku z různých sfér života, kritická jsou i místa se zvýšenou koncentrací osob, avšak město Olomouc je díky své velikosti zatíženo přiměřeně.

SUMMARY

The thesis describes the current noise situation in Olomouc, with a special focus on acoustic microclimate inside the transport means of public transport (buses, trams, trains). The theoretical part introduces the reader to this issue through legislation and summarization of scientific literature on this topic. The practical part is devoted to a small extent the analysis already formed strategic noise maps and field research. It was detected only instantaneous noise pollution. Special chapter was dedicated the negative effects of noise on human organism. Was detected a critical area of increased exposure of noise. Were measured various noise sources focusing on possible intrusive noise emissions originator.

Data from the research show the age of vehicles is important, because the older models are acoustically than new ones. Research points to the different acoustics of the indoor environment on buses and trams. Noise situation in trams is comparable in both the front and end parts. Noisier part of bus is the rear of the vehicle, due to engine compartment noise. Field research points to increased noise tramways lines no. 4, because lead through town center.

Quietest models of vehicles according to the research are Leo Express trains, trams Vario LF Plus and Solaris Urbino 18. Noisiest types are passenger trains type Pantograph, trams T3 CKD RP and bus Karosa B 952. Drive unit, surface, the technical condition of vehicles, its speed, weight, environment and other dimensions are important for acoustic situation in vehicle.

Critical areas on tram lines are long stretches where trams reach higher speeds (route between stops Vejdovského and Envelopa, Hlavní nádraží and U Bystřičky, Šibeník and Pražská), bend (near Okresní soud, in the vicinity of Nová Ulice), station in the city center (Tržnice, U Sv. Mořice) cobbles along the rails (U Dómu), crossing over the train tracks (Nádraží město, Wolkerova) and pitch in front of the station Autobusové nádraží podchod.

Noise from road traffic is most evident in the streets Velkomoravská and Foerstrova, where leads R35, street Brněnská (R46) and Tř. Svobody and Kosmonautů.

Part of the information was provided by expert institutions solving a given problem: with Krajská hygienická stanice v Olomouci, with Krajský úřad Olomouckého kraje (Odbor dopravy a silničního hospodářství), with Magistrát statutárního města Olomouce.

Actually noise situation in Olomouc is sustainable, but people must mind on environment and acoustic comfort which have a great influence on his health. The same sound caused on various poeple various emotions. I love jazz, but for some people it is only annoying noise. Urban noise pollution is growing, but this particular situation is corrected by the state.

Transport significantly increases the acoustic atmosphere of the city together with other sources of noise from all walks of life and places with higher concentration of people are critical, but the city of Olomouc is due to its size load is reasonable

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

Knižní zdroje

1. *Akustická a protiotřesová opatření: 800-714*. Praha: ÚRS Praha, [1991?]- . Katalog popisů a směrných cen stavebních prací. Cenová soustava ÚRS. Katalog PSV.
2. BERAN, Vlastimil. *Chvění a hluk*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2010. ISBN 978-80-7043-916-6.
3. BERNADR, Michal a Pavel DOUCHA. *Právní ochrana před hlukem*. Praha: Linde Praha, a.s., 2008. ISBN 978-80-7201-736-2.
4. Česká republika. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. In: 2000. 2000. Dostupné z: <http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-c-258-2000-sb-o-ochrane-verejneho-zdravi/> (dodělat v textu)
5. DUDOVÁ, Jana. *Právní aspekty ochrany veřejného zdraví před environmentálním hlukem*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6522-2.
6. JEDELSKÝ, Jan. *Vyhodnocování dílčích zdrojů hluku a vibrací spalovacího motoru*. Brno, 2002. Disertační. Vysoké učení technické v Brně.
7. JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0928-0.
8. KOLB, Walter. *Živé ploty a stěny: ochrana proti hluku a nežádoucím pohledům*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2514-7.
9. LIBERKO, Miloš. *Hluk v prostředí: Problematika a řešení*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2004. ISBN 80-7212-271-1.
10. MIŠUN, Vojtěch. *Vibrace a hluk*. Vyd. 2., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-3060-5.
11. NOVOTNÝ, Lubor. *Hlučnost dopravy*. Brno, 1972.
12. NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Praha: ČVUT, 1995. ISBN 80-01-02246-3.
13. PEŠKOVÁ, Kristýna. *Vliv vegetace na šíření hluku ve městě Olomouci*. Olomouc, 2012. Bakalářská. Univerzita Palackého v Olomouci.
14. PROKEŠ, Jiří. *Stručný průvodce po letišti Olomouc - Neředín*. Olomouc, 2009.
15. SCHENK, Christian, Chris DECKER a Harald GRUBER. *Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích*. 1. vyd. [Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce], 2010. ISBN 978-80-86973-14-2.
16. SKOTNICOVÁ, Iveta, Miloslav ŘEZÁČ a Jiří VAVERKA. *Odhlučnění staveb*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 8073660709.
17. SMUTNÝ, Jaroslav. *Moderní metody analýzy hluku a vibrací aplikované na kolejovou dopravu*. Brno, 1998. Disertační. Vysoké učení technické v Brně.

18. TÝFA, Lukáš a Libor LÁDYŠ. *Metodika stanovení korekcí emisí hluku v závislosti na konstrukci železničního svršku v podmínkách České republiky*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 978-80-01-05373-7.
19. VAŇKOVÁ, Marie. KOLEKTIV. *Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí*. Brno: PC-DIR, spol. s r.o., 1996. 2. ISBN 80-214-0818-9.
20. WEISZ, Michal. *Měření a numerické modelování hluku a vibrací železničního kola*. Ostrava, 2014. Disertační. VŠB - Technická univerzita Ostrava.

Internetové zdroje

21. Akční hlukový plán pro hlavní pozemní komunikace-Olomoucký kraj. In: *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. Praha: EKOLA group, spol. s r. o., 2008 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/2C319A4F-2C0E-4301-9DF6-9BE00A48043E/0/OL_Akcní_plan_FINAL.pdf
22. Aktuálně z dopravního podniku města Olomouce. MHD ŽIVĚ: Váš rychlý přehled o dopravě [online]. Olomouc: Michal Šlejtr, 2015 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: 33. http://mhdzive.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=439:aktualne-z-dopravniho-podniku-mesta-olomouce&catid=27&Itemid=101&template=mhdzive_res
23. Akusting [online]. Brno: Studio NetAction.cz, 2016 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.akusting.cz/>
24. Česká republika. Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *2006*. 2006. Dostupné z: http://www.khsova.cz/01_legislativa/files/148_2006.pdf
25. Česká republika. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *č.272/2011 Sb.* 2011. Dostupné z: http://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/legislation/files/272_2011.pdf
26. DP města Olomouce - BUS. In: MHD na HANĚ [online]. Olomouc: Jiří Vavrda, 2003 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://www.mhdnahane.net/index.php?stranka=b952.1714_773&menu=foto_dpmo_bus
27. FOLTA, Michal. Na Nové Sady už jezdí tramvaje. Olomouc [online]. Olomouc: Statutární město Olomouc, 2013, 29. 11. 2013 [cit. 2015-11-26]. Dostupné z: <http://www.olomouc.eu/tramvajova-trat/aktuality/15121>
28. GEOportal. *GEOportal* [online]. 2010 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
29. Krajská správa ČSÚ v Olomouci. *Český statistický úřad* [online]. 2016 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/xm/mesta_a_obce
30. MHD-OLOMOUC.CZ Galerie. *MHD-OLOMOUC.CZ* [online]. Olomouc: PPeřa, 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://mhd-olomouc.cz/galerie/>

31. Olomouc 17.2.2011. MHD v Hradci Králové [online]. Olomouc: MHD v Hradci Králové, 2011 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://mhdhk.wgz.cz/rubriky/fotogalerie/dalsi-mesta/olomouc-17-2-2011>
32. Solaris Urbino 12. Galerie-autobusu.cz [online]. Olomouc: Aleš Havlas, 2016 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://galerie-autobusu.cz/Fotka~Solaris~Urbino_12~44~1/
33. Výsledky sčítání dopravy na dálniční a silniční síti ČR v roce 2010. In: *ŘSD ČR* [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2010 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/content/doc/71-04.jpg>
34. Zajímavosti - statistické údaje. In: Dopravní podnik města Olomouce, a.s. [online]. Olomouc: Dopravní podnik města Olomouce, a.s., 2013 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.dpmo.cz/default.asp?str=zajimavosti>

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1

Obr. 1 Strategická hluková mapa aglomerace Olomouc (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)

Obr. 2 Strategická hluková mapa aglomerace Olomouc - městské části Povel, Nová Ulice, Slavonín a Holice (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)

Obr. 3 Strategická hluková mapa železniční dopravy aglomerace Olomouc (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)

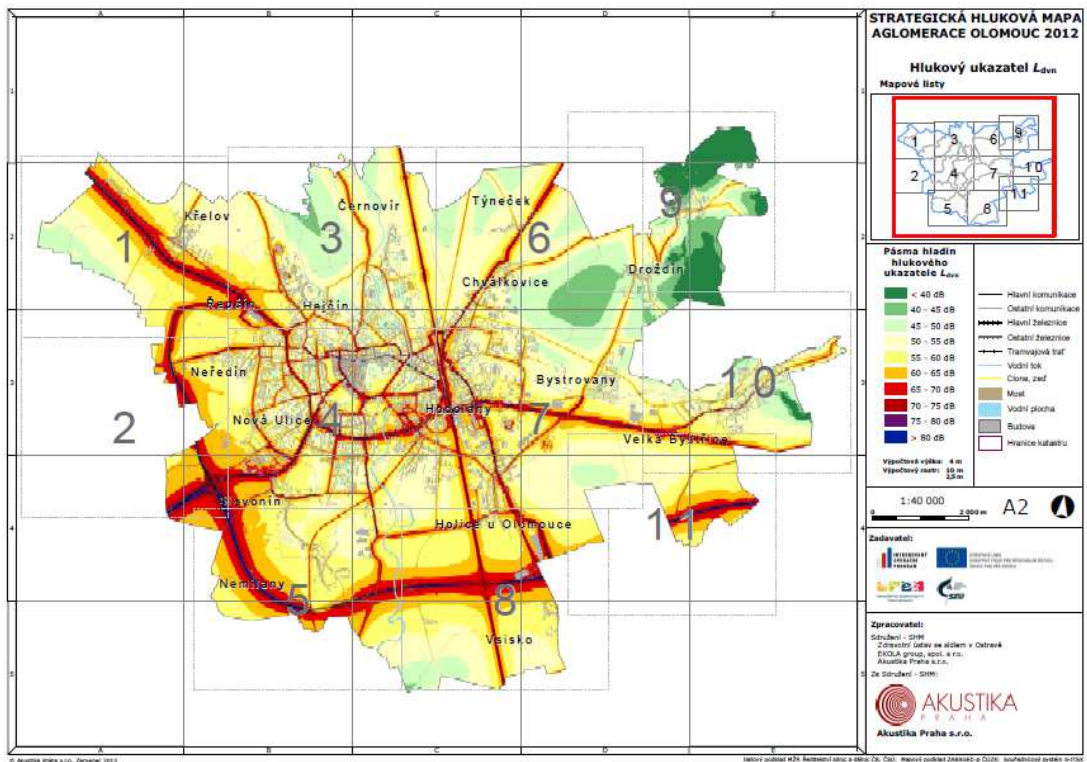
Obr. 4 Strategická hluková mapa průmyslových zdrojů aglomerace Olomouc v městských částech Holice, Chválkovice, Hodolany (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)

Obr. 5 Graf vytvořený v programu 8005 (Pešková, 2015)

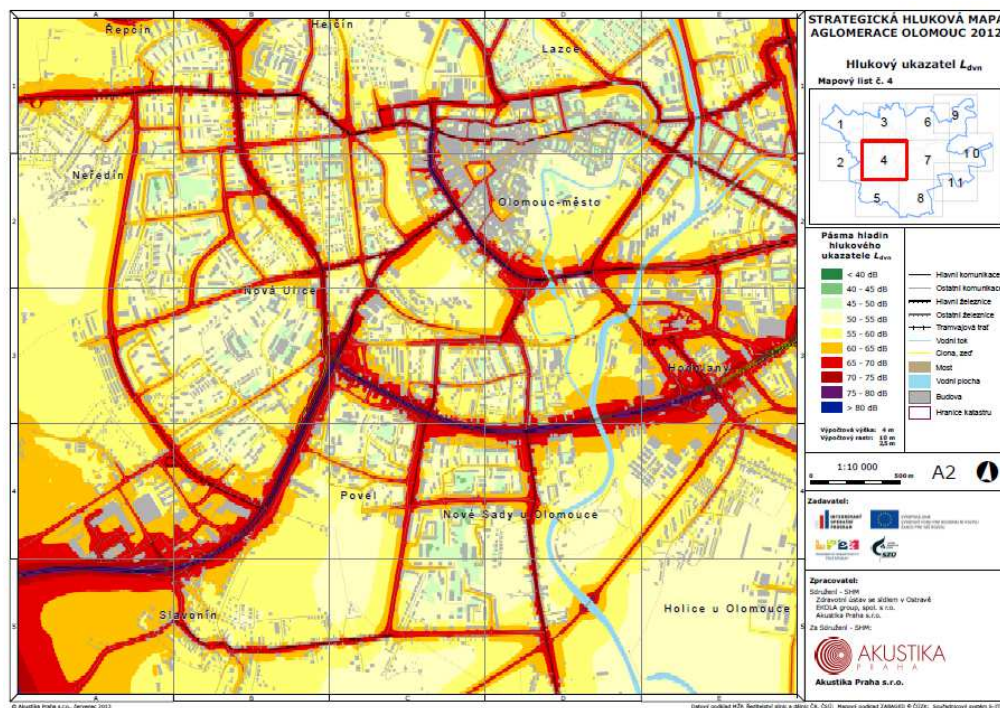
Obr. 6 Graf vytvořený v programu 8005 se špatnými údaji o datu a čase způsobené chybou přístroje (Pešková, 2015)

PŘÍLOHA 2 (volná)

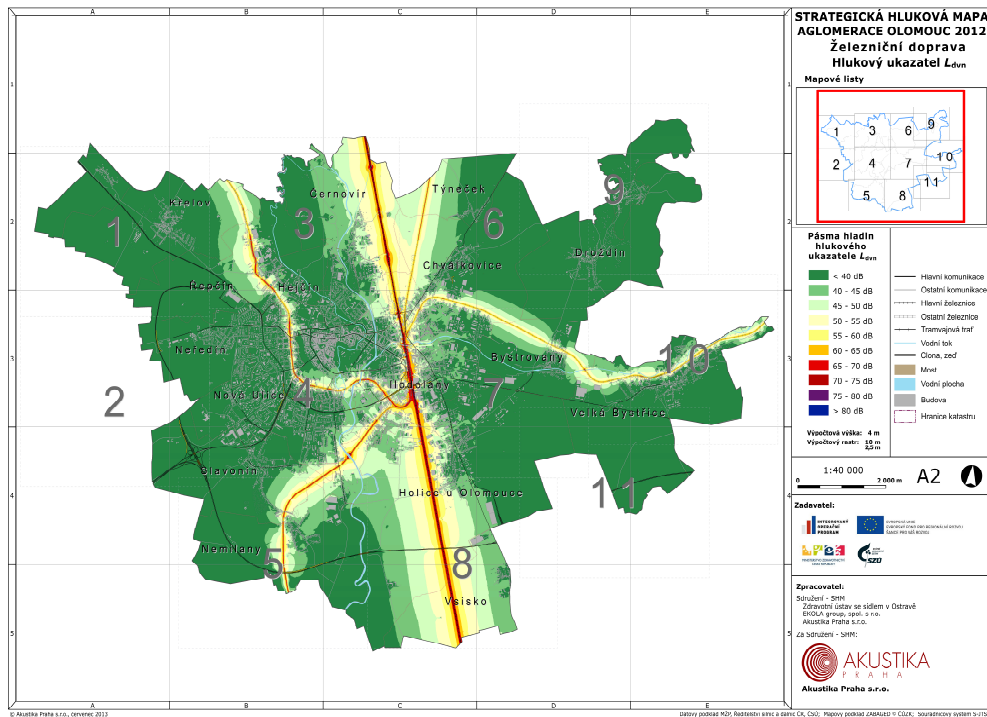
Obr. 1b Úseky tramvajových tratí města Olomouce s výskytem nadměrného hluku



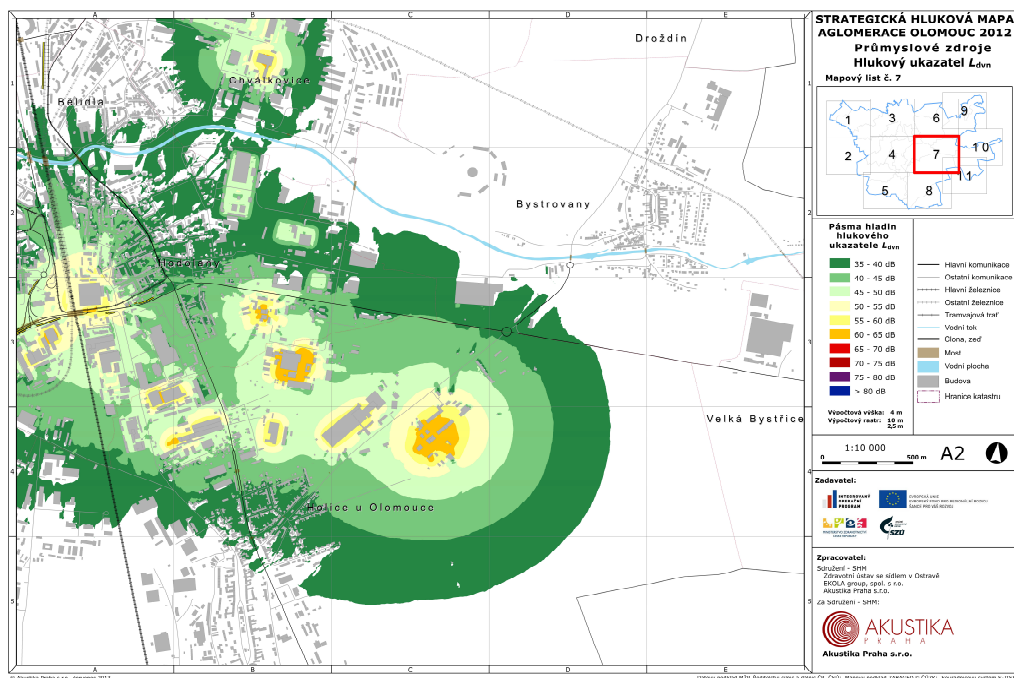
Obr. 1 Strategická hluková mapa aglomerace Olomouc (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)



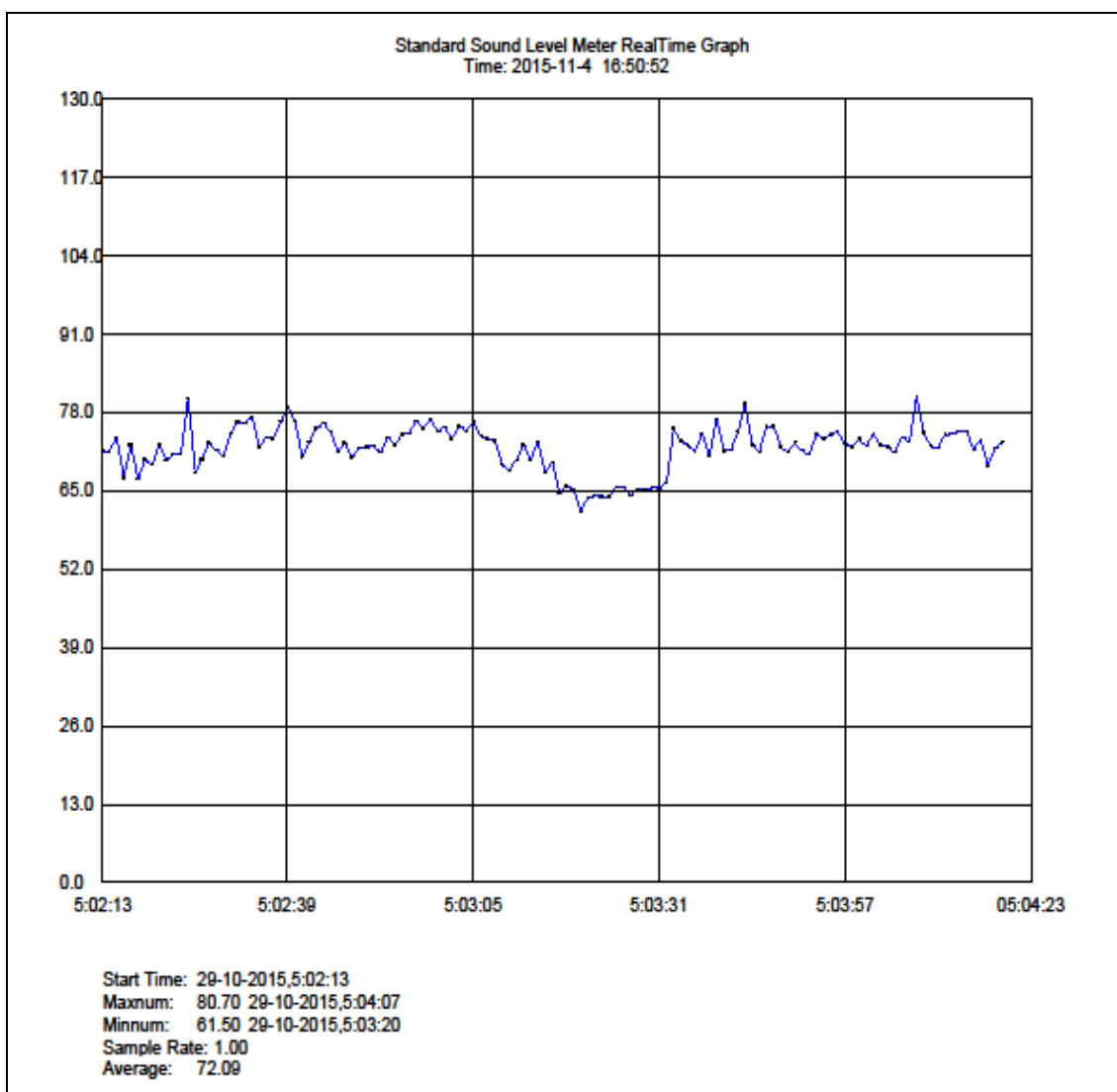
Obr. 2 Strategická hluková mapa aglomerace Olomouc - městské části Povel, Nová Ulice, Slavonín a Holicí (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)



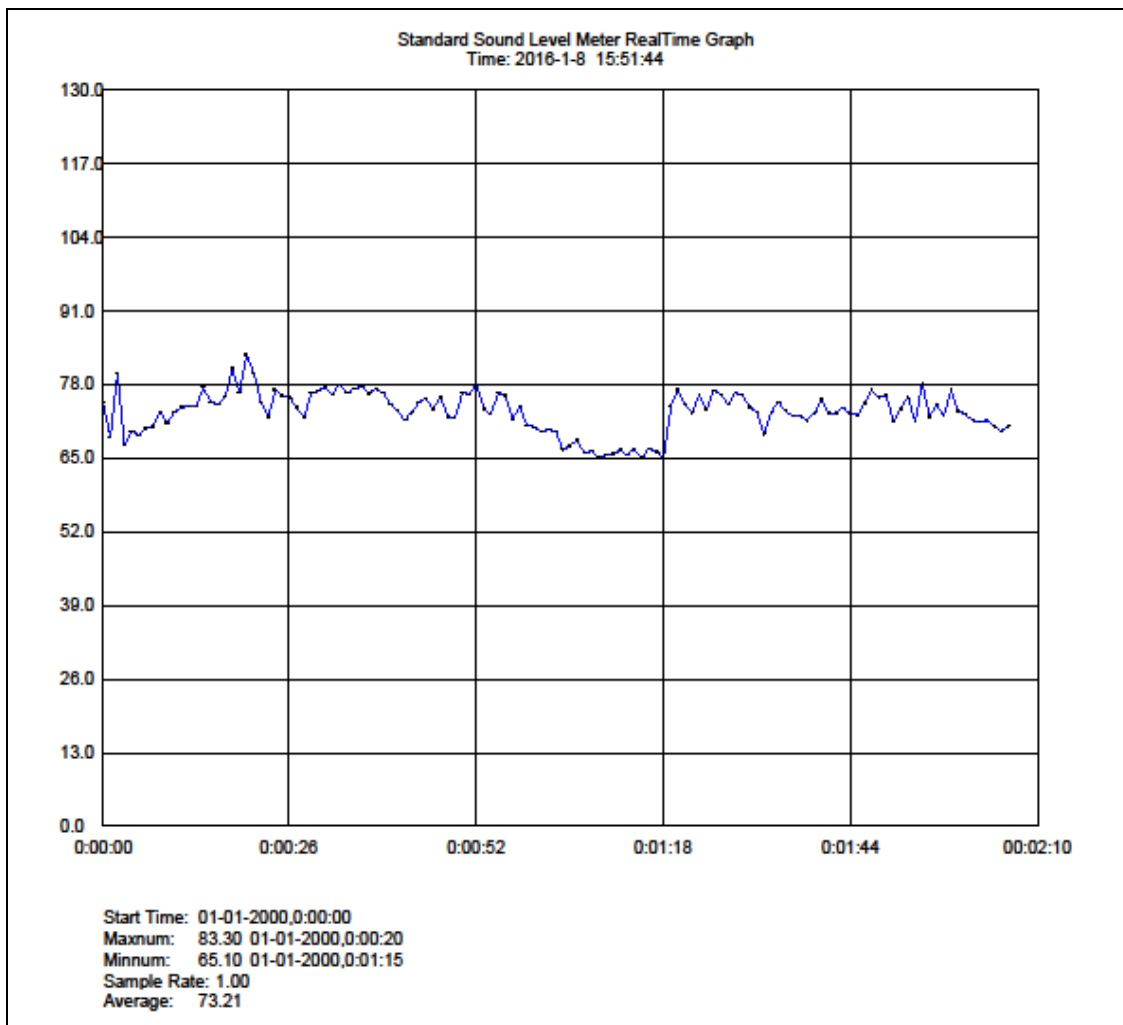
Obr. 3 Strategická hluková mapa železniční dopravy aglomerace Olomouc (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)



Obr. 4 Strategická hluková mapa průmyslových zdrojů aglomerace Olomouc v městských částech Holice, Chvalkovice, Hodolany (Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2012)



Obr. 5 Graf vytvořený v programu 8005 (Pešková, 2015)



Obr. 6 Graf vytvořený v programu 8005 se špatnými údaji o datu a čase způsobené chybou přístroje (Pešková, 2015)