

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

HMATOVÉ ÚPRAVY PRO NEVIDOMÉ  
A HLUKOVÁ ZÁTĚŽ OKOLÍ

Petr Rázek

Bakalářská práce

2017





Prohlašuji: Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

Tato diplomová práce byla realizována s využitím technologií Výukového a výzkumného centra v dopravě.

V Pardubicích dne 22. 5. 2017

Petr Rázek

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce, panu doc. Ing. Jaroslavu Matuškoví, Ph.D., za věnovaný čas, odbornou pomoc a cenné rady, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Pavlu Kuklovi, Ph.D. za platné rady a za strávený čas, při praktickém měření hlukové zátěže.

## **ANOTACE.**

Práce se zabývá zjišťováním úrovně hluku v okolí přechodů pro chodce vybaveného hmatně kontrastním vodícím pásem pro nevidomé. V první kapitole jsou charakterizovány osoby s postižením, principy jejich bezpečného a samostatného pohybu a také problematika hluku obecně. V druhé kapitole se autor zabývá teorií techniky měření hluku. Třetí kapitola je praktická část práce, kde jsou uvedeny důležité informace ke konkrétním měřením. V poslední kapitole autor vyhodnocuje získané data.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hmatové úpravy, nevidomé osoby, přechod pro chodce, vodící linie, hluk, zvuk, doprava, lidský sluch, hygienické limity, negativní účinky

## **TITTLE**

TACTILE TREATMENTS FOR BLIND PEOPLE AND THEIR IMPACT ON NEARBY

## **ANNOTATION**

The thesis deals with the detection of noise levels in the vicinity of pedestrian crossings equipped with a tactile contrasting guide belt for the blind. In the first chapter are characterized persons with disabilities, the principles of their safe and independent movement and the issue of noise in general. In the second chapter the author deals with the theory of noise measurement technique. The third chapter is a practical part of the work where important information about specific measurements is given. In the last chapter, the author evaluates the acquired data.

## **KEYWORDS**

Tactile treatments, blind people, crosswalk, guide line, noise, sounds, transportation, human hearing, hygienic limit, negative effects

# Obsah

SEZNAM TABULEK.....	9
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM GRAFŮ.....	11
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	12
ÚVOD .....	13
1 Problematika zdravotního postižení a hluku .....	14
1.1 Rozdělení osob dle typu postižení.....	14
1.2 Principy pohybu osob s postižením zraku.....	16
1.3 Hmatové úpravy pro nevidomé.....	17
1.4 Hluk.....	19
1.4.1 Základní definice zvuku .....	19
1.4.2 Základní definice hluku.....	20
1.4.3 Negativní účinky hluku .....	20
1.4.4 Zdroj hluku .....	21
1.4.5 Hluková zátěž.....	21
1.4.6 Povolené limity hlukové zátěže.....	23
2 Metodika měření hluku.....	26
2.2 Metoda SPB .....	26
2.3 Vnější podmínky .....	26
2.4 Obsah protokolu .....	27
2.5 Používané přístroje.....	28
2.6 Další aspekty nastavení měřicího přístroje .....	29
3 Měření hlukové zátěže.....	31
3.1 Realizace měření .....	31
3.2 Stanoviště č. 1 - Hůrka .....	34
3.3 Stanoviště č. 2 – Na Drážce .....	36

3.4	Stanoviště č. 3 - Hradecká.....	38
4	Vyhodnocení.....	40
4.1	Stanoviště č. 1 - Hůrka.....	40
4.2	Stanoviště č. 2 – Na Drážce .....	41
4.3	Stanoviště č. 3 - Hradecká.....	42
4.4	Celkové vyhodnocení.....	44
	Závěr .....	45
	Seznam použité literatury: .....	46

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Základní limity pro venkovní hluk .....	24
Tabulka 2: Stanoviště č. 1 – Hůrka .....	35
Tabulka 3: Stanoviště č. 2 - Na Drážce.....	37
Tabulka 4: Stanoviště č. 3 – Hradecká.....	39

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vodící pás pro nevidomé na přechodu pro chodce .....	19
Obrázek 2: Křivky stejné hlasitosti .....	22
Obrázek 3: Porovnání hlukové zátěže.....	23
Obrázek 4: Zvukoměr 2238 Mediator.....	28
Obrázek 5: Výška měřicího přístroje .....	32
Obrázek 6: Vzdálenost přístroje od pozemní komunikace .....	32
Obrázek 7: Praktické měření.....	33
Obrázek 8: Stanoviště č. 1 – Hůrka.....	34
Obrázek 9: Stanoviště č. 2 - Na Drážce .....	36
Obrázek 10: Stanoviště č. 3 – Hradecká .....	38

## **SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1: Stanoviště č. 1 - Hůrka .....	41
Graf 2: Stanoviště č. 2 – Na Drážce.....	42
Graf 3: Stanoviště č. 3 - Hradecká .....	43

## **SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

***SONS** – Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých ČR*

***ČSN** – Česká státní norma*

***dB** – Decibel, jednotka zvuku*

***SPB** – Statistical Pass-By, metoda měření hluku I*

***CPX** – Close-proximity, metoda měření hluku II*

***MHD** – Městská hromadná doprava*

## ÚVOD

Začlenění osob se zdravotním postižením do běžného života je věc, kterou všichni vnímají jako správnou a samozřejmou. Většina lidí si však neuvědomuje, jaké veškeré úpravy na pozemních komunikacích, chodnících, veřejných prostorech jako třeba nádraží, obchodní centrum, či v prostorech veřejné dopravy jako městská hromadná doprava, slouží osobám s tělesným anebo smyslovým postižením pro lepší orientaci, pohyb a bezpečnost. Jednou z takových úprav pro nevidomé osoby je vodící pás přechodu. Ten je nezbytný pro bezpečný a samostatný pohyb nevidomé osoby po přechodech pro chodce. S tím je ale spojen fyzický kontakt tohoto prvku s pneumatikami osobních, nákladních automobilů a jiných dopravních prostředků. Při přejíždění přes vodící pás přechodu může lidem, kteří bydlí v okolí veřejné komunikace, tento hluk způsobený dopravními prostředky, znepříjemnit život.

Téma této práce bylo zadáno Sjednocenou organizací nevidomých a slabozrakých České republiky (dále SONS) s cílem získat odborné podklady k posouzení hlukové zátěže vyvolané danou hmatovou úpravou na přechodech pro chodce. Důvodem zadání této práce byla stížnost obyvatel několika vesnic z Jihočeského kraje, které v nočních hodinách údajně rušil hluk vznikající při přejíždění automobilů přes zmíněnou hmatnou úpravu.

Cílem práce je vyhodnotit dodatečnou hlukovou zátěž vznikající v okolí přechodů pro chodce vybavených vodícím pásem přechodů pro nevidomé.

# 1 Problematika zdravotního postižení a hluku

V této kapitole se autor zaměřuje na skupinu lidí s postižením zraku a na úpravy, které slouží, pro jejich snadnější pohyb na pozemních komunikacích. V souvislosti s úpravami pro nevidomé a jejich vlivem na okolí, v otázce hlukové zátěže, jsou zmíněny i další druhy postižení osob, kteří se pohybují v městském prostředí a potřebují k tomu specifické úpravy. Osoby se zdravotním postižením využívají dopravní prostředky a veškeré dopravní cesty a existují úpravy, které by měly lidem s jakýmkoliv postižením pomoci a lidem bez postižení, co nejméně bránit v každodenním životě.

Dále se v této kapitole autor zaměřuje na problematiku hluku, charakterizuje rozdíl mezi zvukem a hlukem, negativní účinky způsobené hlukem, a dále zmíní maximální přípustné limity hluku v dopravě ve vztahu k okolí.

## 1.1 Rozdělení osob dle typu postižení

Pro lepší pochopení důvodů úprav pro osoby s postižením zraku, které mohou ovlivňovat dopravu, autor nejdříve rozdělí osoby podle typu postižení.

### Osoby s postižením zraku

Osobami s postižením zraku se v České republice zabývá především organizace SONS, která poskytuje zrakově postiženým osobám rady, zácvek, odstraňují jim bariéry, hledají zaměstnání a cvičí vodící psy. Právě na jejich žádost je psána tato práce. Tím podnětem byl případ, kdy lidem v obcích Nová Včelnice a Boršov v Jihočeském kraji byl nepříjemný zvuk, který byl způsobován fyzickým kontaktem vozidel s vodícím pásem pro nevidomé (více o hmatových úpravách pro nevidomé v kapitole 1.3).

Zrakové postižení je důsledek různého druhu a stupně snížených zrakových schopností. Lidé s postižením zraku se rozdělují na úplně nevidomé, prakticky nevidomé, což jsou lidi se zbytkem zraku a slabozraké, kteří se dále dělí na střední slabozrakost, silnou slabozrakost a těžkou slabozrakost. Osoby s poruchou zraku se dělí do jednotlivých skupin, které určují míru postižení zraku. Základním ukazatelem pro rozdělení do zmíněných skupin je tzv. vizus a velikost zorného pole.

Osoby s postižením zraku získávají informace a nahrazují nemožnost zrakového vjemu pomocí hmatu, prostřednictvím dlouhé bílé (slepecké) hole, na místech s úpravou povrchu pochozích ploch. Dále pomocí dotyku na místech, kde jsou informace psané Braillovým písmem, nebo sluchem, v prostorách, nebo na místech se systémem akustických úprav, jako je například akustická signalizace u přechodu, ozvučení vozidla MHD nebo akustický maják na

vstupu do odbavovací haly nebo jiných orientačně náročných prostorech určených pro veřejnost.

Veškeré informace, které zrakově postižené osoby získají, ať už pomocí hmatu, dotyku, či sluchu, mají především orientační charakter, kdy chodce upozorňuje na překážku, nebo naopak ujišťuje chodce o bezpečném okolí. Naopak absence této informativní úpravy na důležitém místě, může znehodnotit celý systém úprav v jejím okolí (1). Zásadním hmatným prvkem pro řešení této práce je vodící pás přechodu.

### **Osoby s postižením sluchu**

U osob s postižením sluchu je překážka v komunikaci a v získání potřebných informací, sloužící k zorientování. Z toho vyplývá, že je zapotřebí instalace zejména vizuálních informačních systémů, jako jsou vizuální informační tabule na veřejných prostorech. Tyto vizuální úpravy pro osoby neslyšící jsou odlišné od akustických úprav pro osoby s postižením zraku zejména v hlučnosti, kde akustické úpravy mohou vyvolávat hluk, které mohou rušit okolí. Pomůcky, které používají osoby s postižením sluchu, jsou sluchadla, kochleární implantát a indukční smyčka (2). V této práci vzhledem k vymezenému tématu dále není věnována pozornost.

### **Osoby hluchoslepé**

Jedná se o osoby, jejichž omezení pohybu, orientace a komunikace vychází z míry postižení sluchu a zraku. Nejedná se vždy o zcela neslyšící a zcela nevidomou osobu, jak si širší veřejnost myslí. Tyto osoby se dělí do jednotlivých skupin:

- osoby se souběžným postižením zraku a sluchu od narození nebo raného dětství,
- nevidomí od narození nebo raného dětství se získaným postižením sluchu v pozdějším věku,
- neslyšící od narození nebo raného dětství se získaným postižením zraku v pozdějším věku,
- osoby se získaným postižením zraku a sluchu během života, které má významný funkční dopad. (3)

Jako kompenzační pomůcku používají červenobílou hůl (označení hluchoslepé osoby jako účastníka silničního provozu podle vyhlášky č. 294/2015 Sb.) či slepeckého psa, ale nejčastěji průvodce nebo asistenta. (3) I některé hluchoslepé osoby (s lehčím postižením)

pohybující se samostatně s červenobílou holí, využívají vodící pásy přechodu. Je tedy zřejmé, že tato hmatová úprava má pro ně zásadní význam jako pro osoby nevidomé.

## **1.2 Principy pohybu osob s postižením zraku**

V životech každého z nás je zrak velmi důležitý zejména z důvodu prostorové orientace. Můžeme díky němu vnímat předměty kolem sebe, orientujeme se v prostoru a to bez dopomoci druhé osoby. Problematiku prostorové orientace řeší nejen osoby nevidomé, ale také slabozraké. Jedinci s tímto postižením se mohou stát mobilními pouze za předpokladu, že se zvládnou naučit techniku, která kompenzuje jeho znevýhodnění, a díky tomu se mohou bezpečně přemísťovat a mohou tak žít plnohodnotný život. Schopnost samostatně se přemísťovat je však potřeba neustále trénovat a dále rozvíjet. K samostatnému přemísťování jim pomáhají nejen kompenzační pomůcky ale také stavební úpravy, které zvyšují soběstačnost osob.

### **Osoby nevidomé (s dlouhou bílou holí)**

Pro svůj bezpečný a samostatný pohyb v městském prostředí potřebují hmatně kontrastní úpravy, které rozeznají slepeckou holí a dokáží podle těchto úprav vyhodnotit příslušné místo nebo situaci, v níž se nacházejí. Dalšími úpravami jsou zdroje akustických informací, které mají jak funkci orientační, tak informační. Tyto zařízení si nevidomí sami aktivují pomocí vysílače, který by měli nosit u sebe. V menší míře jsou také užívané štítky s krátkými informacemi v Braillově písmu. Pro řešení tématu této bakalářské práce má zásadní význam vodící pás přechodu, který se zřizuje jako součást vodorovného dopravního značení na orientačně složitých přechodech, jako jsou šikmé přechody, přechody delší než 8 metrů a přechody, jejichž vstup je v oblouku. Povrch těchto přechodů tvoří čtyři podélné proužky, které jsou nalepovány na vozovku a tak je hmatatelný pouze při užití kyvadlové kluzné techniky pomocí bílé hole.(1)

### **Osoby s lehčími formami postižení zraku**

Jedná se o osoby se zbytky zraku, osoby s barvoslepostí, šeroslepostí a dalšími vadami vidění. Tyto osoby používají dlouhou bílou hůl spíše výjimečně, a proto potřebují více než hmatné úpravy pro slepeckou hůl, úpravy barevně kontrastní. Barevně kontrastní značení daných prvků je upozorní na místa se zvýšeným rizikem, např. první a poslední schodišťový stupeň, úzké profily nebo prosklené (průhledné plochy) ve směru chůze (např. dveře do nákupních center znamenají tzv. „neviditelnou překážku“). (1)

## Osoby hluchoslepé

Ač se od osob nevidomých v mnohém liší, některé zásady pohybu mají společné. Pokud používají červenobílou hůl, pak se pohybují, stejně jako nevidomé osoby, pomocí hmatných úprav na pozemních komunikacích a vodicí pás přechodu užívají také. Ocenit mohou také jeho barevně kontrastní provedení (nejčastěji bílou nebo žlutou barvou). (1)

Tato podkapitola slouží pro lepší pochopení, k čemu potřebují osoby s postižením zraku různé hmatové úpravy, včetně vodicího pásu přechodu.

### 1.3 Hmatové úpravy pro nevidomé

Úpravy pro osoby s konkrétním postižením by měly co nejvíce napomoci v překonání všech překážek, s nimiž se mohou osoby setkat, ale zároveň by se nemělo stát, aby tyto úpravy zkomplikovaly dostupnost lidem bez postižení, nebo lidem s jiným druhem postižení. V této kapitole jsou uvedeny hmatové úpravy pozemních komunikací pro osoby se zrakovým postižením, které využívají a jsou pro ně nezbytnou součástí běžného života. Práce se zabývá pouze přechody pro chodce s vodicím pásem, protože právě tato úprava může mít za následek nepříjemný hluk, způsobený kontaktem s pneumatikou dopravního prostředku. Stručně jsou popsány i ostatní hmatové úpravy.

*System umělých vodicích linií je strukturovaný tak, aby umožňoval orientační řešení pokud možno ve všech standardních situacích, s nimiž se v běžném provozu na ulici, ve veřejně přístupných budovách a v dopravě setkáváme. Tam, kde jsou správně navrženy a realizovány, je jejich užití logické, jednoduché a přirozené a nemělo by průměrnému nevidomému či slabozrakému chodci činit potíže naučit se takové úpravy využívat (Dudr Viktor, Okamžik, 2011, str. 3).*

Jedná se především o signální pásy, varovné pásy, hmatné pásy, vodicí linie s funkcí varovného pásu na nových typech železničních nástupišť, vodicí pásy přechodu či výjimečně užívané drážkované vodicí linie v interiérech dopravních staveb (terminálů, odbavovacích hal apod.)

Při absenci přirozených vodicích linií např. zvýšeného obrubníku na rozhraní pochozí plochy a ostatní plochy (trávník aj.) je možné na chodnicích, příp. jiných pochozích plochách vytvářet vodicí linie umělé. Důležitý je kontrast oproti okolní dlažbě z důvodu, aby byla spolehlivě nalezena osobou pomocí bílé hole. Hmatový kontrast může být vytvořen dlažbou s výstupky o výšce 4 – 6 mm. (5) V této práci se řeší téma hluku, což v těchto případech není z důvodu, že tyto úpravy se nachází zejména v obytných a pěších zónách, kde je rychlost vozidel minimální a tím i způsobený hluk je zanedbatelný.

**Signální pás** slouží pro navedení nevidomého člověka od vodicí linie k přechodu, či jinému důležitému místu a k jeho navedení ve směru přecházení přes vozovku. Pokud signální pás mění směr, je upřednostňován (stejně jako u jiných hmatných úprav) pravý úhel. Dále je předpisem uloženo, že musí být pás barevně odlišen oproti okolní dlažbě s výjimkou památkově chráněných míst. (1)

**Varovný pás** odděluje na komunikaci bezpečný prostor od prostoru nebezpečného, např. na rozhraní mezi vozovkou a chodníkem v místech sníženého obrubníku na 80 mm a méně vzhledem k vozovce. (1)

**Hmatný pás** odděluje na cyklistické stezce pás určený pro cyklisty od pásu pro chodce ve stejné úrovni. (1)

**Vodicí pás přechodu** musí být dosažitelný bílou slepeckou holí, kde za pomoci signálního a varovného pásu se osoba se zrakovým postižením dostane k rozhraní vozovky s chodníkem. Vodicí pás přechodu je tvořen dvěma dvojicemi nebo trojicemi hmatných vodicích pásů vysokých 2-4 mm. Má za úkol vést nevidomé chodce v požadovaném směru (nejlépe v ose přechodu). Zřizuje se pouze na přechodech delších 8 m či na jinak komplikovaných přechodech jako například šikmé přechody, nebo přechody, do nichž se vstupuje z nároží o stanoveném poloměru oblouku. Aby vodicí pás přechodu měl pro nevidomou osobu skutečně vodicí funkci, musí být proveden hmatně kontrastně, nestačí pouze nástřikem na vozovce. Barevně se vodicí pás nedefinoval, ale nejčastěji se používají barvy bílá a žlutá. (1)

Z uvedených hmatových úprav vzniká hluk na vozovkách, zapříčiněných kontaktem s vozidlem, s byciklem, či jiným dopravním prostředkem. Největší hluk tvoří kontakt s vícenápravovými vozy, které ve městech pravidelně jezdí. Jedná se zásobovací vozidla, autobusy městské hromadné dopravy, nebo například osobní automobily s vleky.

Obrázek č. 1, zobrazuje vodicí pás přechodu, který je v této práci nejpodstatnější úpravou pro nevidomé osoby. Tento obrázek je sem vložen pro příklad, v jakých situacích se vodicí pás přechodu dává. V tomto případě se jedná o přechod, který je delší než 8 metrů. Je zde ale vložen i z důvodu, že není pouze správně zvolen přechod, na kterém místě má daná hmatová úprava být, ale i z důvodu ukázky, co je špatně. Při použití ostrůvku, kdy se nejedná o přechod pouze přes 2 jízdní pruhy, ale šířka se prodlouží, je nutné použít varovný pás lemovaný rovinnými deskami a signální pás po celou šířku ostrůvku. Konec ostrůvku má být označen opět varovným pásem, což v tomto případě není. To slouží pro upozornění nevidomé osoby, že se nachází na ostrůvku a druhý varovný pás slouží pro upozornění, že dál už je opět jízdní pruh.

Nejčastěji se používá vodící pás přechodu se dvěma trojicemi (celkem šesti) pásky, kde jsou po třech oddělené mezerou pro chodce z obou směrů nebo s celkem čtyřmi vodícími linkami oddělené po dvou. (6)



Obrázek 1: Vodící pás pro nevidomé na přechodu pro chodce

Zdroj: Autor

## 1.4 Hluk

Pojem hluk hraje velice významnou roli v každodenním životě lidí, kde může být jedním z faktorů například psychických problémů. V této kapitole je definováno, co pojem hluk znamená, jaké jsou největší rozdíly oproti výrazu zvuk, kdy se tyto dva pojmy velice často zaměňují, jak se přenáší hluk nebo i jak se dá hluk vnímat.

### 1.4.1 Základní definice zvuku

Vnímání zvuku patří ke každodenní rutině, kterou lidé berou jako samozřejmost. Některé zvuky jsou lidem příjemné a některé méně. Jedná se o to, s čím daný zvuk má člověk spojený a jaké na něj má vzpomínky. Na příklad někomu je nepříjemný zvuk vytvořený sportovními fanoušky, jiný to má spojené s odreagováním a tento zvuk v něm vzbuzuje pocit štěstí.

Zvukem se rozumí mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence, která se též nazývá kmitočet, což určuje počet opakování periodického děje za časový úsek, tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat se pohybuje od 16 Hz až po 20 000 Hz. Nižší frekvenci jsou schopni vnímat například sloni, vyšší naopak například netopýři. Stručněji lze zvuk popsat jako změnu tlaku probíhající rychleji než 20 krát za sekundu. Může se šířit vzduchem, ale i kapalinami, nebo pevnými látkami. Jediné místo, kde

se zvuk nešíří, je vakuum, čímž se stává dokonalou izolací a to z důvodu, že neobsahuje žádné částice. Technické pomůcky, které se využívají pro frekvence nižší či vyšší, než je lidský sluchový orgán schopen pojmout, jsou ultrazvuky, či infrazvuky. Ultrazvuk se používá pro zachycení frekvence vyšší než je 20kHz a využívá se především ve zdravotnictví při diagnostice vnitřních orgánů, či v oblasti technické diagnostiky, kdy je zapotřebí zjistit aktuální stav budovy. Infrazvuk není využíván, ale je zjištěno, že i když je sluchem neregistrovatelný, může lidem způsobit nevolnosti a ve velkém množství dokonce infarkt.

Rychlost šíření zvuku je stanovena na 344 m/s. Velikost rychlosti jakou se šíří zvuková tlaková vlna je závislá na hustotě prostředí ve kterém se právě nachází  $\rho$  [ kg /m<sup>3</sup> ], teplotě  $t$  [ °C ], tlaku  $p$  [ Pa ] a u vzduchu i na jeho vlhkosti. (7)

Zvuk je pro člověka pozitivní na poslech, což může být řeč či hudba, hluk v člověku vzbuzuje negativní pocity a většinou je to spojené s vysokou hlasitostí, nebo třeba pláčem jiné osoby.

#### **1.4.2 Základní definice hluku**

Jak bylo zmíněno v kapitole 1.4, každá osoba má hranici mezi nepříjemným hlukem a příjemným zvukem jinou a na každého může působit stejný zvuk jinak. Každý si představí pod pojmem hluk například hlasitou hudbu, hluk způsobený dopravou ve městě, nebo na různých sportovištích. Nadměrný hluk může mít negativní účinky na lidský organismus.

Hluk je popisován, jako každý nepříjemný zvuk, který má negativní účinky na okolí, nebo na lidský organismus. Negativním účinkem na lidský organismus se rozumí změna nálady, zhoršení psychického stavu, či závažnější onemocnění. (7)

#### **1.4.3 Negativní účinky hluku**

Mezi nejrozšířenější negativní účinky na osoby způsobené hlukem je poškození sluchového aparátu, které při vysokém akustickém tlaku, což se pohybuje okolo 130 dB u dospělých lidí, může dojít k poranění bubínku, sluchových kůstek, nebo blanitého labyrintu. V oblastech v okolí letišť či hlučných průmyslových závodů lze často sledovat zvýšené procento populace s ischemickou poruchou srdeční, která způsobuje srdeční infarkt. Méně závažná, ale za to mnohem více rozšířená, je porucha spánku způsobená opět nadměrným hlukem způsobený zejména častou dopravou ve městech v nočních hodinách. Porucha spánku vzniká při průměrném hluku 45dB a má pak přímý vliv na pozdější známky deprese, nebo obezity. (8)

Jak je z této kapitoly zřejmé, hluk má přímý vliv lidský organismus, a proto je důležité eliminovat veškeré podněty, které mohou souviset se vznikem hluku.

#### 1.4.4 Zdroj hluku

Lidé se se zdroji hluku setkávají každý všední den, ať už na ulici při běžném životě, nebo v práci. Podle průzkumu je hluk způsoben ze 40 % z pracovní činnosti a 60 % z mimopracovní činnosti. (9) Všeobecně se ale zdroj hluku dá rozdělit do jednotlivých skupin:

- dopravní hluk – jednotlivé módy dopravy (silniční, železniční, letecká ... atd.),
- hluk v pracovním prostředí – rozdělení dle typu povolání a nástrojů, které jsou potřeba (strojírenství – obráběcí stroje... apod.),
- hluk související s bydlením – hluk běžného fungování (televize, výtah, splachování záchodu, myčka, pračka... atd.),
- hluk související s trávením volného času – dětské hřiště, poutě, koncerty a mnoho dalšího. (9)

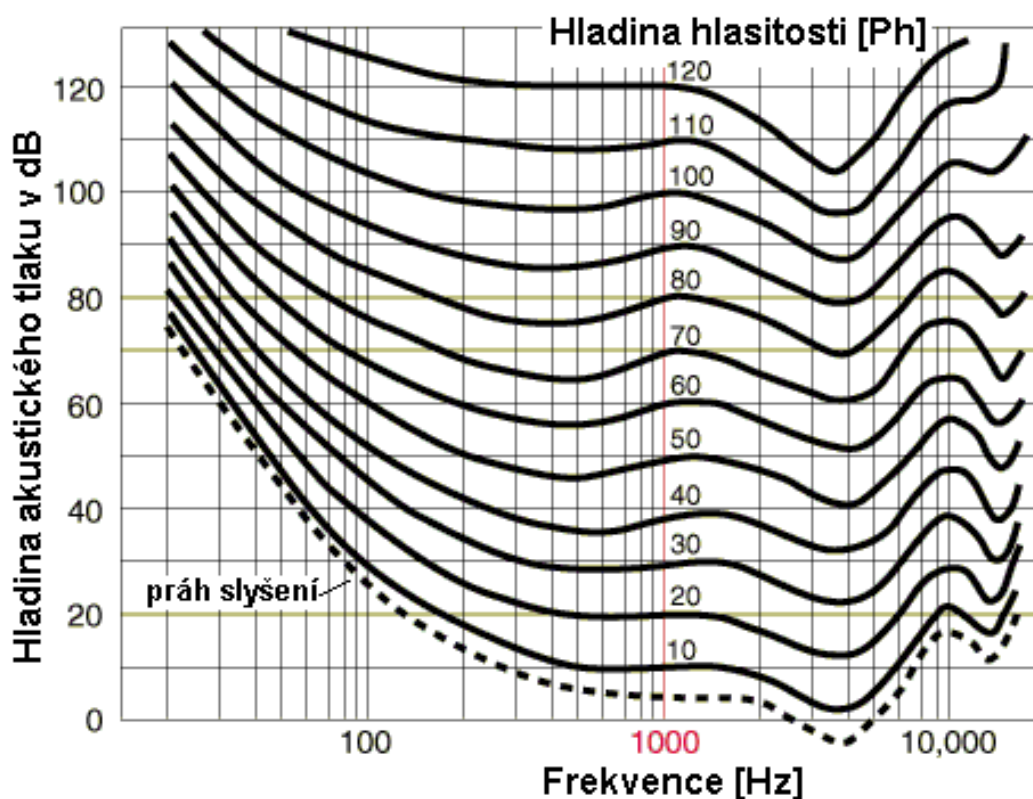
V silniční osobní dopravě a v silniční nákladní dopravě je největším zdrojem hluku hnací jednotka vozidla a s ní související části. Při vyšších rychlostech se hlavním zdrojem hluku stávají pneumatiky a jejich styk s vozovkou. Důležitým faktorem u hluku způsobený pneumatikou vozidla je tlak uvnitř pneumatik. Pneumatiky, které mají správný tlak, vytváří hluk větší než pneumatiky, které mají tzv. podhuštěná kola. To je zřejmé zejména při kontaktu s nerovností na vozovce. Tím je zmíněna další složka, která způsobuje hluk v silniční dopravě. Jakákoliv nerovnost, která se nachází na vozovce, čímž může být hmatový prvek pro nevidomé, zpomalovací pás, nebo různé nedostatky na komunikaci způsobené klimatickými podmínkami nebo dlouhodobým opotřebením, způsobují hluk. Dalšími složkami, které tvoří hluk v dopravě, jsou brzdy, anebo třeba náklad, který vozidlo právě veze. Hluk silničního vozidla také významně ovlivňuje jeho technický stav.(10)

Pro praktickou část je tato podkapitola nezbytná, protože poukazuje na skutečnost, že hluk může ovlivnit spousta zmíněných faktorů.

#### 1.4.5 Hluková zátěž

Každá činnost produkuje zvuk a lidský sluchový orgán je schopen vnímat pouze zvuk, které má frekvenci vlnění od 20 Hz do 20 kHz. Nižší nebo vyšší frekvence vlnění již lidský sluch není schopen rozeznat a používají se různá zařízení. Zvuk se ale neměří pouze ve frekvenci, neboli v počtu opakování jednotlivých vlnění za časový úsek, ale také v hladině intenzity neboli hlasitosti. Obecně známou jednotkou, která popisuje hladinu intenzity zvuku, je decibel (dále dB). (11)

Jak lze vidět na obrázku č. 2, je důležité pro pochopení celé problematiky hluku si uvědomit, že dB je logaritmická jednotka a referenční bod je 20  $\mu\text{Pa}$ , to znamená, že zvýšení hladiny akustického tlaku o 20 dB představuje zvýšení akustického tlaku na desetinásobek. V případě hladiny 20 dB je akustický tlak 200  $\mu\text{Pa}$ , při hladině 40 dB je akustický tlak 2000  $\mu\text{Pa}$ . Logaritmická stupnice se používá proto, že lépe odpovídá sluchovému vjemu člověka, než stupnice lineární.

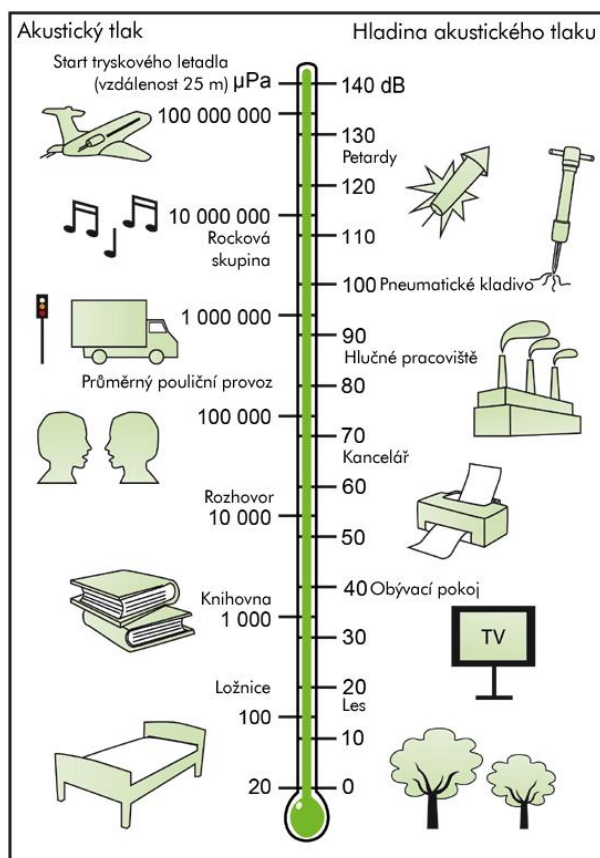


Obrázek 2: Křivky stejné hlasitosti

Zdroj: (19)

Na obrázku č. 3 je možné vidět, jak jednotlivé prostory a činnosti mají rozdílné intenzity zvuku a je zřejmé, že na hranicích nějakých 120 dB se jedná již o nebezpečný hluk pro okolí a hlavně pro lidský organismus, což způsobuje například start tryskového letadla. Naopak nejnižší hodnoty lze naměřit v knihovně, či v přírodě, kde se akustický tlak pohybuje v rozmezí od 10 do 30 dB.

Pro tuto práci je nejdůležitější hladina akustického hluku v rozmezí 60 – 80 dB, kdy do této škály zapadá průměrný pouliční provoz.



Obrázek 3: Porovnání hlukové zátěže

Zdroj: (19)

### 1.4.6 Povolené limity hlukové zátěže

V současné době silniční dopravu každý považuje za potřebnou a nikdo se nepozastavuje nad tím, že ostatním lidem může hluk zapříčiněný právě touto dopravou znepříjemňovat život. Proto se musela udělat opatření, která by měla hluk omezit a lidem, kteří bydlí v okolí frekventovaných komunikací zjednodušit bydlení. Jedním ze zásadních opatření jsou maximální přípustné limity hluku, které zásadně omezily hluk způsobený silniční dopravou.

V silniční dopravě jsou dva druhy negativního hluku, které vytvoří vozidlo. Jedním je tzv. vnitřní hluk, který pokud je nepřiměřený, negativně působí na řidiče. Pro tuto práci bude ale zásadní tzv. vnější hluk, který může mít negativní dopad na lidi, kteří bydlí v okolí komunikace. Zdroj hluku je popsán v kapitole 1.4.4.

Ochrana lidského zdraví před hlukem je zakotvena v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. Tato problematika je konkrétně zmíněna v §§ 30-34 tohoto zákona společně s problematikou vibrací, ale pro tuto práci bude stěžejní pouze hluk. V prvním paragrafu (§ 30) je definovaná povinnost osobám používajícím či provozujícím dopravní prostředky, které

produkuje hluk, aby nepřekračovali dané hygienické limity. V druhé části prvního paragrafu je definován hluk jako zvuk, který překračuje stanovené limity. Dále je zmíněno, že z vážných důvodů lze hygienické limity překročit na základě povolení příslušného orgánu, avšak to nesmí dosahovat extrémních hodnot. Třetí paragraf (§ 32a) říká, že měření hluku podle tohoto zákona může provádět pouze osoba s osvědčením. Poslední paragraf (§ 34) dělí z hlediska měření a hodnocení hluku a vibrací den na denní a noční dobu. (12)

Jak bylo zmíněno ve druhé části paragrafu, ne vždy limity musí být dodržovány. Jsou případy, kdy limitní hodnoty na komunikacích v okolí obydlených pozemcích, jsou pravidelně překračovány. Vlastník komunikace slibuje obyvatelům snížení hluku například stavbou nových komunikací, čímž zaručí snížení hluku na stávající komunikaci. Často ale tyto sliby končí u plánování. Mezi legální dočasné povolení překračování limitních hodnot, jsou například stavební práce, které nelze jinak provést. (13)

Jak lze vidět v tabulce č. 1, jsou limitní hodnoty rozděleny na dvě části dne, od 6:00 do 22:00 se jedná o denní část a od 22:00 do 6:00 se jedná o část noční. Tím se liší maximální přípustné limity přibližně o 5- 15 dB. Dále je v tabulce zmíněna tzv. stará hluková zátěž, čímž se myslí rozumí stav hlučnosti způsobený silniční a železniční dopravou, který nastal před koncem roku 2000.

Tabulka 1: Základní limity pro venkovní hluk

<b>Venkovní hluk</b>	<b>Den (6:00-22:00)</b>	<b>Noc (22:00-6:00)</b>
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
<b>Pro hluk z hlavních silnic</b>	<b>60 dB</b>	<b>50 dB</b>
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: (13)

Pro dosažení těchto hlukových limitů se používají například protihlukové stěny, sloužící ke snížení hluku ze silničního provozu a zabraňují přímému přenosu zvuku vzduchem. Staví se zejména ve městech u hlavních pozemních komunikací, u železničních tratí a u dálnic. Mezi největší výhody těchto protihlukových stěn je prostorová nenáročnost, rychlá montáž a v případě havárie rychlá demontáž, variabilní vzhled, ekologická přínosnost a barevná a materiálová pestrost. Cena těchto stěn se pohybuje kolem 11 – 15 % z celkové ceny stavby

komunikace. Druh stěny může být betonový, či železobetonový, dále z recyklovaných plastů, ze dřeva, nebo z plexiskla. (14)

Další variantou je drenážní koberec, který je používán kvůli své otevřené pórovitosti, a tím přispívá k tlumení hluku z kontaktu pneumatiky s vozovkou.

Praktická část této práce probíhá v okolí hlavních silnic tudíž v přibližné hodnotě 60 dB v denním provozu. Podstatné pro tuto práci však je, že z technických důvodů nebylo na konkrétních přechodech pro chodce v praktické části možno uskutečnit všechny podmínky stanovené v normě ČSN ISO 11819-1. Jednou z podstatných podmínek je vzdálenost měřicího přístroje od pozemní komunikace, která je stanovena na 7,5 m, ale autor v praktické části této práce měřil 1,6 m od komunikace. Z toho důvodu nebude možné naměření hodnoty porovnat s limitními hodnotami. Více k podmínkám měření je popsáno v kapitole Metodika měření hluku.

## 2 Metodika měření hluku

V této kapitole je cílem vybrat nejvhodnější metodu měření hluku v okolí přechodů pro chodce. Z důvodu, že na podobné téma jsou napsány již 2 odborné práce, dají se použít zkušenosti z prací Miloše Horáka (10) a Marka Mullera (15). Metodiky, které byly použity v jejich pracích, jsou zmíněny a využity v této práci.

### 2.2 Metoda SPB

Metoda Statistical Pass-By (dále jen SPB) je metoda, která se používá na měření hluku statickou metodou při průjezdu. Základním podkladem pro měření metodou SPB je norma ČSN ISO 11819-1, část 1. Druhou částí normy je metoda, která se využívá pro metodu měření valivého hluku a je metoda Close-proximity (dále jen CPX). Metoda CPX je využívána častěji a slouží pro přesný srovnávací monitoring hlučnosti povrchů komunikací. Je také používána pro dlouhé časové sledování. Nevýhodou metody CPX je, že nebere v potaz akustické vlastnosti vozovky, protože se zaměřuje pouze na odvalování pneumatiky.

Pro měření na přechodech pro chodce bude ale lépe využitelná statická metoda SPB, která byla zvolena i z důvodu menší technické náročnosti, ale i z důvodu vhodnějšího vlivu hluku šířícího se v okolí komunikace. Norma stanovuje vzdálenost umístěného mikrofonu od vozovky na vzdálenost 7,5 m. V praxi to však není vždy zcela proveditelná vzdálenost na měření, proto je důležité, jestli je v plánu více míst měření, stanovit konstantní vzdálenost, která bude uskutečnitelná na všech místech. Norma stanovuje i výšku, ve které se staticky měří, na 1,2 m. Norma upravuje dále dopravní prostředky do kategorií, aby nebylo měření hluku pouze jedno číslo, ale aby bylo rozlišeno, kdo způsobil jaký hluk. Kategorie dopravních prostředků podle normy jsou osobní automobily, těžká dvounápravová a těžká vícenápravová vozidla. Do měření hluku se nezapočítávají vozidla jako bagry, traktory či vozidla integrovaného záchranného systému se zapnutými majáky, které enormně převyšují povolené limity hluku. (15)

### 2.3 Vnější podmínky

Metoda SPB má nevýhodu v ovlivnění výsledku okolním terénem. Proto zvolené místo má významný vliv na výslednou hladinu hluku. Jedná se o problematiku pohlcení zvukových vln, nebo odrazy a celkové zkreslení naměřeného výsledku. Norma ČSN ISO 11819-1, část 1 stanovuje, že zkoušená část vozovky musí být rozlehlá nejméně 30 m na obě strany od měřícího zařízení a zkoušená část vozovky musí být v dobrém stavu a čistá (nepokryta listím, či sněhem). Další nevýhodou metody SPB je velký vliv klimatických podmínek na výslednou

naměřenou hodnotu. V praxi jakákoliv klimatická podmínka upraví naměřenou hodnotu. Proto je vždy snaha o měření za ideálních podmínek, což je vlhkost vzduku v rozmezí 10 – 20%, teplota vzduchu minimálně 5 °C a rychlost větru maximálně 5 m/s. Dalšími vlivy jsou například mlha, déšť, sníh, které mění vlastnosti povrchu vozovky. Produkovaná hluk ve styku pneumatiky s vozovkou pokrytou sněhem či deštěm je jiný oproti suché vozovce. (16)

## 2.4 Obsah protokolu

Obsahem protokolu se myslí vše, co by nemělo chybět v oficiálním prohlášení o měření hluku:

3

1. identifikaci instituce provádějící měření vč. jména osob a jejich způsobilosti,
2. identifikaci objednatele měření,
3. datum a dobu měření,
4. použité měřicí a výpočtové metody,
5. použité přístrojové vybavení, podrobnosti o jeho kalibraci a druzích provedených analýz,
6. identifikace a popis měřeného zdroje (zdrojů) hluku,
7. umístění měřicích míst,
8. výsledky všech akustických měření nebo výpočtů hluku, včetně nejistoty, týkajících se měřeného zdroje i hluku pozadí,
9. nejistoty a odkaz na postup stanovení nejistoty měření.

Protokol o měření musí dále obsahovat, pokud jsou významné:

1. meteorologické podmínky během měření (rychlost větru, vlhkost, teplota vzduchu atd.),
2. topografie terénu, popis šíření hluku,
3. provozní a zátěžové podmínky zdroje nebo zdrojů,
4. referenční a měřicí časové intervaly,
5. další významné zdroje hluku, které nebyly předmětem měření. (17)

V praktické části bakalářské práce je z tohoto obsahu protokolu použit datum a doba měření, použité metody měření, přístrojové vybavení a podrobnosti jejich kalibrace. Zmíněno je popis a přesný počet zdroje hluku i přesné umístění měřicích míst. Nejdůležitější složkou protokolu obsahu a také této praktické části jsou výsledky všech měření. Dále jsou zmíněny meteorologické podmínky během měření. Všechny složky, které jsou použity, považuje autor za důležité.

Do praktické části naopak není použita žádná identifikace instituce provádějící měření ani instituce, která si měření objednala. Nejsou použity žádné nejistoty a topografie terénu. Autor vyhodnotil, že tyto složky z obsahu nejsou stěžejní pro dobrou informovanost ohledně praktického výstupu této práce.

## 2.5 Používané přístroje

Pro měření hladin akustického tlaku byl použit zvukoměr 2238 Mediator od výrobce Brüel & Kjaer. Jedná se o snadno ovladatelný základní zvukoměr třídy I. Ve venkovním prostředí by měl být, při větším větru, použit ochranný kryt z molitanu proti větru. Celý zvukoměr a celá jeho konstrukce musí odpovídat příslušným normám pro zvukoměry. Aby hodnoty zobrazené na displeji přesně odpovídaly hladině akustického tlaku v dB v místě měřicího mikrofону, musí být zvukoměr správně kalibrován.

Dalším důležitým faktorem je zajistit, aby nebyl zvukoměr vystaven extrémním vnějším vlivům. Například velké vibrace, extrémně vysoká nebo nízká teplota, elektrická nebo magnetická pole mohou mít rušivý vliv na výsledek měření. Zvukoměry se vyrábí v různém provedení pro jednoduchá základní měření, dále pro měření více parametrů současně a nakonec malé kapesní analyzátoři zvuku s velkým výkonem a frekvenční analýzou v reálném čase. Před začátkem každého měření, je za potřeby přístroj kalibrovat a to před a po každém měření, aby rovněž nedošlo ke zkreslení hodnot. Paměť zvukoměru je 2 Mb pro uložení až 511 záznamů měření. Další zajímavostí o přístroji je, že má dynamický rozsah až 80 dB (18).



Obrázek 4: Zvukoměr 2238 Mediator

Zdroj: Autor

Na obrázku č. 4, je ukázán zvukoměr 2238 Mediator, kterým bude prováděna praktická měření hluku. Jak lze vidět na obrázku, displej přístroje po zastavení, či pozastavení měření ukáže naměřenou maximální a minimální hodnotu.

V horní části lze vidět rozsah měření, který probíhal v rozsahu od 30 dB do 110 dB (tedy zmíněných 80 dB). V dolní části displeje lze vidět celkový čas měření. Nejdůležitějším výstupem je ekvivalentní hodnota značená  $L_{AEO}$ , která pro tuto práci bude stěžejní.

## **2.6 Další aspekty nastavení měřicího přístroje**

Pro praktickou část práce je důležité uvést následující charakteristiky vztahující se k samotnému měření hladiny hluku, respektive k objasnění nastavení měřicího zařízení. To má zásadní význam pro kvalitu a použitelnost naměřených výstupů.

### **Vzorkování**

Hladiny akustických signálů měřených zvukoměrem jsou různé v závislosti na čase. Při měření se klade velký důraz na to, aby výsledný údaj zvukoměru odpovídal změnám hladiny měřeného signálu. V případech, kdy rychlé změny hladiny signálu provází stejně rychlé proměny údaje indikačního zařízení, je prakticky nemožný odečet výsledných hodnot. Proto byly mezinárodními normami stanoveny dvě standardní charakteristiky měřicího a indikačního zařízení zvukoměrů a jim odpovídající časové konstanty, označované „rychle (F)“ a „pomalu (S)“. V případě „rychlého“ vzorkování je časová konstanta krátká 0,125 s a tudíž výsledný odečet neudává tak ustálený výsledek. Naopak „pomalé“ vzorkování má časovou konstantu dlouhou (1 s) a to přispívá k dokonalejší integraci rychlých změn měřených hladin signálů a tedy i k ustálenějšímu výstupu ve zvukoměru.

V případě měření hlukové zátěže v této práci bylo použito vzorkování „rychlé“, protože i přesto, že je méně přesné oproti „pomalému“, tak výsledek je dostačující pro prováděný experiment.

### **Váhový filtr**

Moderní zvukoměry jsou vybaveny nejméně jedním z váhových filtrů, ale zpravidla umožňují měření i bez jejich použití. Pro další práci postačí objasnit váhový filtr A, který je použit při praktickém měření. Váhový filtr A je používán ve chvíli, kdy je nízká hladina akustického tlaku. Filtr tedy zpracovává měřený signál se zřetelem na pokud možno dokonalý odhad převrácené křivky stejné hlasitosti v případech nízkých hladin akustického tlaku.

### **Ekvivalentní hladina hluku**

Hluk je nebezpečný a nezávisí jen na intenzitě, ale i na délce jeho trvání. Na příklad, hluk 100 dB, který trvá 1 hodinu a zbývajících 7 hodin je hluk konstantní 70 dB. V tu chvíli je průměrná hodnota 73,75 dB, ale ekvivalentní hodnota je 91 dB. Ekvivalentní hodnota tedy ukazuje a hodnotí nebezpečnost a škodlivost hluku. Ekvivalentní hladina, určená při použití váhového filtru A, se zpravidla označuje  $L_{AEQ}$ , což je pro tuto práci nejdůležitější hodnota, která je výslednou hodnotou měření.

### **3 Měření hlukové zátěže**

Měření probíhalo současně na 2 místech, kde jedno z míst bylo ihned u přechodu s vhodným (správně provedeným – hmatně kontrastním) vodicím pásem pro nevidomé a druhé místo bylo přibližně 50 m od přechodu, aby bylo možné porovnat při stejné hustotě provozu hladinu hluku a rozdíl výsledků v obou měřících zařízeních na přechodu a mimo přechod. Vhodný přechod s vodicím pásem pro nevidomé je na rovné komunikaci, která není nijak poškozena a hluk tedy způsobují dopravní prostředky a jejich samotný kontakt s vodicím pásem. Přechod by neměl být v blízkosti křižovatek, kde dochází k odbočování a rozjezdům vozidel a naopak k jejich zpomalování. Vodicí pás pro nevidomé by měl být vystouplý 2-4 mm nad vozovku pro dobré vedení osoby s postižením zraku. Celkem bylo vykonáno měření na 3 místech, kdy všechna místa byla v Pardubicích na frekventovaných komunikacích, které splňovaly parametry pro použitelný vodicí pás přechodu, kvalitní vozovku.

Pro úplnost je třeba uvést, že vzhledem k dostupným (použitým) měřícím přístrojům jsou výsledky měření spíše orientační a nelze je použít pro soudní spory nebo v podobných případech, a to hlavně z důvodu zkrácení period měření (jedna měřící perioda trvala 10 minut) a zjednodušení podmínky proti normě ČSN ISO 11819-1 (vzdálenost od vozovky byla z technických důvodů místo 7,5 m pouze 1,6 m)

#### **3.1 Realizace měření**

Prvním krokem, který byl nutný před měřením, bylo najít vhodný přechod pro chodce s vhodným vodicím pásem pro nevidomé. Takový přechod pro chodce musí být na přehledném místě, nejlépe vzdálen od různých křižovatek, komunikace by měla být čistá, suchá a nijak nepoškozená. Takových přechodů pro chodce se v Pardubicích, nevyskytuje velké množství, a proto byla komplikace najít použitelná místa pro měření. Před začátkem praktického měření hlukové hladiny, bylo zapotřebí správně kalibrovat měřící přístroj, nastavit tzv. váhový filtr a nastavit vzorkování, které bylo definováno v kapitole 2.6. Poté, co byl přístroj nastaven, bylo třeba ověřit funkčnost a poté byl přístroj připraven k použití.

Dále je nutností zkontrolovat teplotu vzduchu, aby nebyla nižší než 5° C, rychlost větru (maximálně 5 m/s) a kontrolu povrchu vozovky. Zvukoměr musel být umístěn do výšky 1,2 m nad vozovku a 1,6 m vzdálen od vozovky. S umístěním zvukoměru probíhalo také vhodné umístění videokamery pro zřetelný záznam intenzity provozu a typu projíždějících vozidel.

Jak lze na obrázku č. 5 a č. 6 vidět, přístroj na měření hluku je ve vzdálenosti a ve výšce od pozemní komunikace ve stanovených kritických hodnotách v předchozím odstavci.



Obrázek 5: Výška měřicího přístroje

Zdroj: Autor

Jednotlivá měření probíhala přesně odměřených 10 minut. Měření probíhalo 10 minut bez přerušení, nebral se ohled na velikost a hlučnost vozidel, protože v denních i nočních hodinách projíždějí vozidla různorodá. Proto bylo rozhodnuto, že zvukoměr bude měřit nepřetržitě i v případě vozidel městské hromadné dopravy, či kamionů. Po skončení měření bylo veškeré vybavení složeno a přeneseno na další stanoviště, kde byl postup stejný.



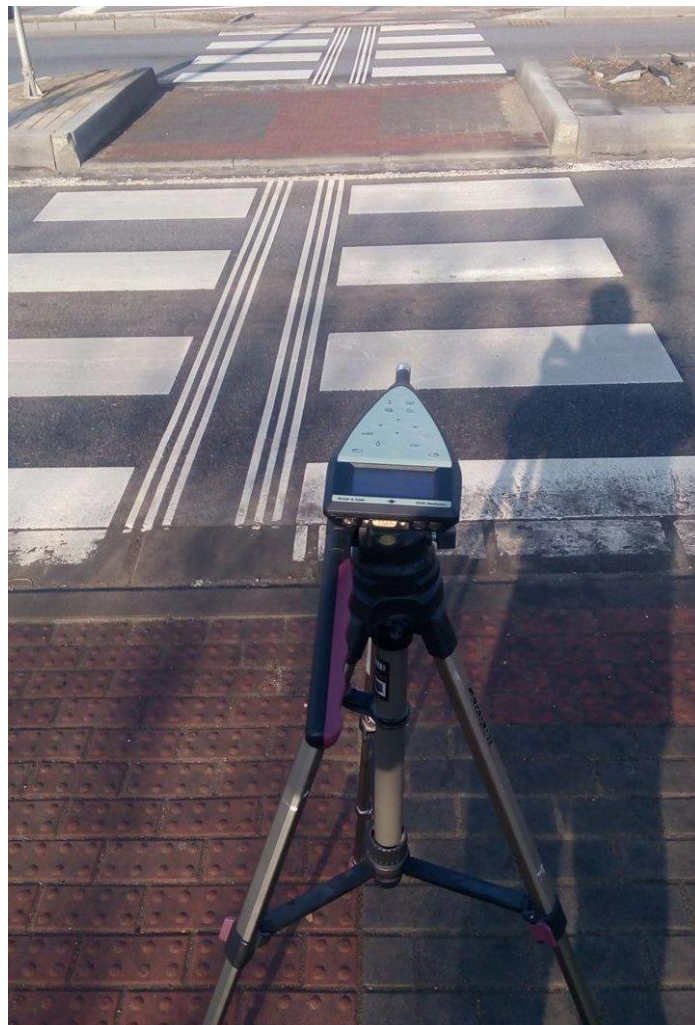
Obrázek 6: Vzdálenost přístroje od pozemní komunikace

Zdroj: Autor

Jak lze vidět na obrázku č. 7, komunikace na přechodu a v jeho okolí nebyla znečištěna ani poškozena, tudíž vozidla nezpůsobovala hluk jiný než svou jízdou a kontaktem s vodicím pásem přechodu.

Důležitou informací je, jak již bylo zmíněno v kapitole 1.4.6, že z technických důvodů nešlo na přechodech pro chodce dodržet podmínku, která je stanovena v normě ČSN ISO 11819-1, kde je stanovena vzdálenost pro měření hluku 7,5 m od středu pruhu. V našich podmínkách byla stanovena jednotná vzdálenost 1,6 m od vnitřního obrysu vodorovného značení komunikace. Při velkém počtu vozidel je rozdíl mezi naměřenou hodnotou ze 7,5 m a ze vzdálenosti 1,6 m znatelná. Z toho důvodu nebude možné naměření hodnoty porovnat s limitními hodnotami z kapitoly 1.4.6. Hodnoty, které autorovi při měření vyšly, však bude zajímavé porovnat mezi sebou.

Z každého měření byly získány 2 hodnoty, kdy první naměřená hodnota je získána z měřicího přístroje u přechodu pro chodce, druhá naměřená hodnota je získána z přístroje vzdáleného přibližně 50 m od daného přechodu.

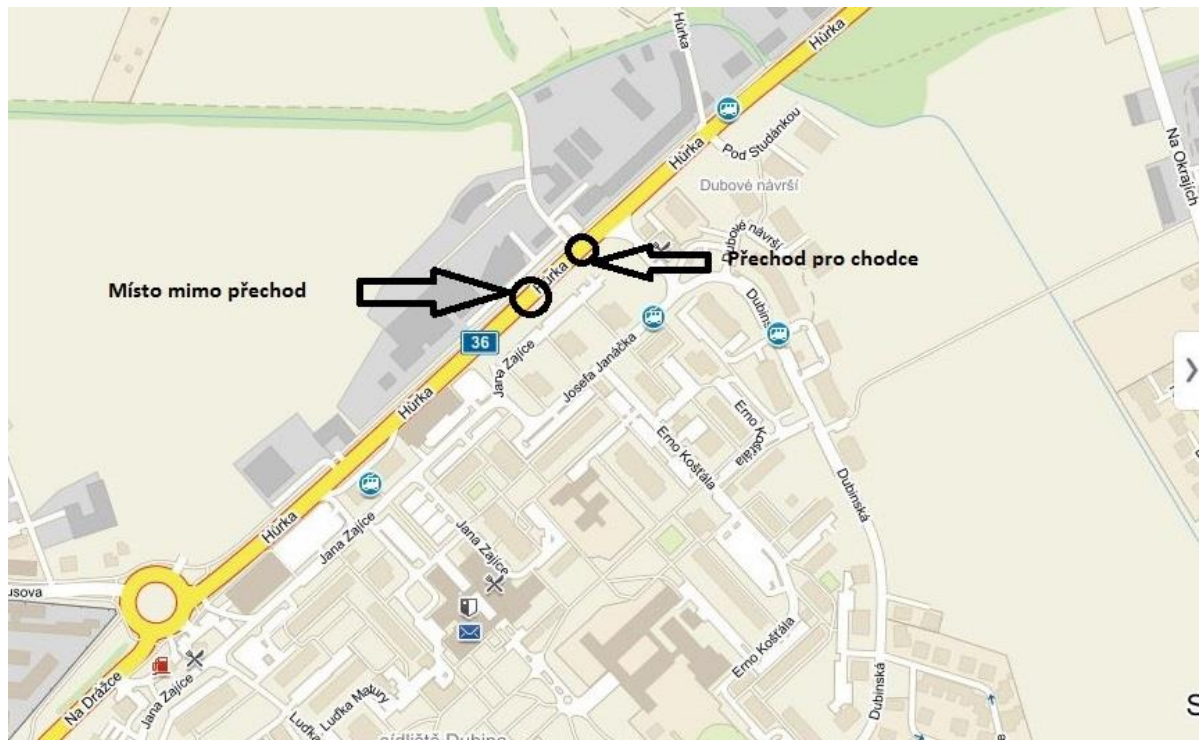


Obrázek 7: Praktické měření

Zdroj: Autor

### 3.2 Stanoviště č. 1 - Hůrka

Stanoviště č. 1 se nachází na komunikaci I. třídy, na kraji Pardubic v místní části Dubina, směrem na Sezemice. Tato místní komunikace se nazývá Hůrka. Místo bylo vybráno z důvodu kvalitního vozového pásu, relativně vysoké intenzity vozidel, které projíždí přes tento přechod při vjezdu do Pardubic, ale i při odjezdu z města. Maximální povolená rychlost na tomto úseku je 50 km/h, tudíž je pro jednoduchost uvedena konstantní rychlost 50 km/h. Na obrázku č. 8 je mapový podklad se značeným místem, na kterém probíhalo měření. Černými šipkami jsou zvýrazněna místa, kde konkrétně probíhala měření. Na obrázku je zřejmé, že přechod pro chodce byl v blízkosti křižovatky, ale po konzultaci se zúčastněnými u měření bylo rozhodnuto, že procento odbočujících vozidel bude pravděpodobně nízké a proto zpomalení a tudíž kontakt s vozovým pásem pro nevidomé v malé rychlosti, které způsobí menší hluk, bude započítáno do celkové ekvivalentní hodnoty.



Obrázek 8: Stanoviště č. 1 – Hůrka

Zdroj: (20)

V tabulce č. 2 lze vidět důležité údaje u jednotlivých měření, jako například datum, teplotu vzduchu, rychlost větru. Dále jsou v tabulce uvedeny nastavení měřicího zařízení a intenzita vozidel, kde první hodnota udává počet osobních automobilů a hodnota v závorce udává počet nákladních vozidel za sledované období (10 minut). Pro tuto práci je nejdůležitější řádek poslední s konkrétními výstupy, což jsou ekvivalentní hodnoty naměřené na přechodu pro chodce a mimo něj.

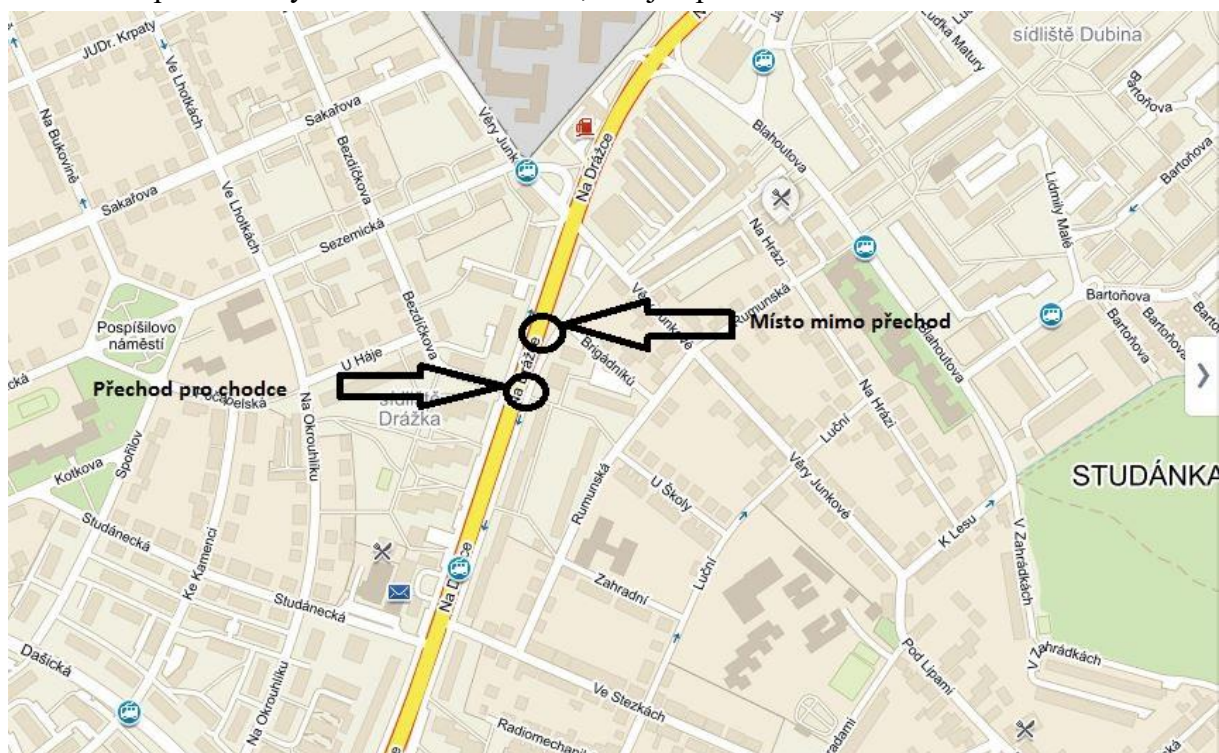
Tabulka 2: Stanoviště č. 1 – Hůrka

Ulice Hůrka	1. měření			2. měření			3. měření			4. měření		
	16. února 2017			3. května 2017								
Datum	16. února 2017			3. května 2017								
Místo měření	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod
Délka měření	10 minut											
Intenzita vozidel	41(7)	50(5)	46(2)	57(6)	47(7)	43(4)						
Použitý přístroj	Zvukoměr 2238 Mediator (výrobce Brüel & Kjaer)											
Váhová křivka	A											
Měřicí rozsah	30 – 110 dB											
Vzorkování	Rychlé											
Předpokládaná rychlost vozidel	50 km/h											
Teplota vzduchu/ rychlost větru	5° C / 0,2 m/s			15° C / 4 m/s								
Ekvivalentní hladina	71,0 dB	69,9 dB	69,6 dB	70,4 dB	69,8 dB	69,4 dB	69,0 dB	69,8 dB	69,0 dB	68,8 dB		

Zdroj: Autor

### 3.3 Stanoviště č. 2 – Na Drážce

Druhé stanoviště se nachází v Pardubicích na hlavní silnici, která se jmenuje Na Drážce. Toto místo bylo vybráno opět z důvodu kvalitního vodícího pásu pro nevidomé a z důvodu panelových domů nedaleko daného přechodu pro chodce (na rozdíl od předchozí lokality v nezastavěném území – bez vysokých staveb v bezprostřední blízkosti přechodu). Hluk v okolí panelových domů se totiž šíří a odráží jinak, než v okolí, kde se žádná stavba nenachází. Na obrázku č. 9 je mapový podklad se značeným místem, na kterém probíhalo měření. Černými šipkami jsou zvýrazněna místa, kde konkrétně probíhala měření. První až třetí měření probíhalo na přechodu ve směru na sídliště Dubina, respektive na zmíněnou silnici Hůrka, na které se nacházelo naše první stanoviště. Důvod, proč druhá část měření byla uskutečněna na druhé straně přechodu směrem ke křižovatce směrem do centra města, byl, že zvuk, který byl způsoben kontaktem vozidla s vodícím pásem v této části přechodu, byl znatelně hlasitější i při měření na protější straně přechodu. Rychlost byla zvolena jako u prvního stanoviště podle maximální povolené rychlosti v tomto úseku, což je opět 50 km/h.



Obrázek 9: Stanoviště č. 2 - Na Drážce

Zdroj: (20)

V tabulce č. 3 lze, stejně jako v předchozí tabulce, vidět důležité údaje u jednotlivých měření, nastavení měřicího zařízení a intenzita vozidel, kde první hodnota udává počet osobních automobilů a hodnota v závorce udává počet nákladních vozidel za sledované období (10 minut). V posledním jsou konkrétní výstupy, což jsou ekvivalentní hodnoty naměřené na přechodu pro chodce a mimo něj.

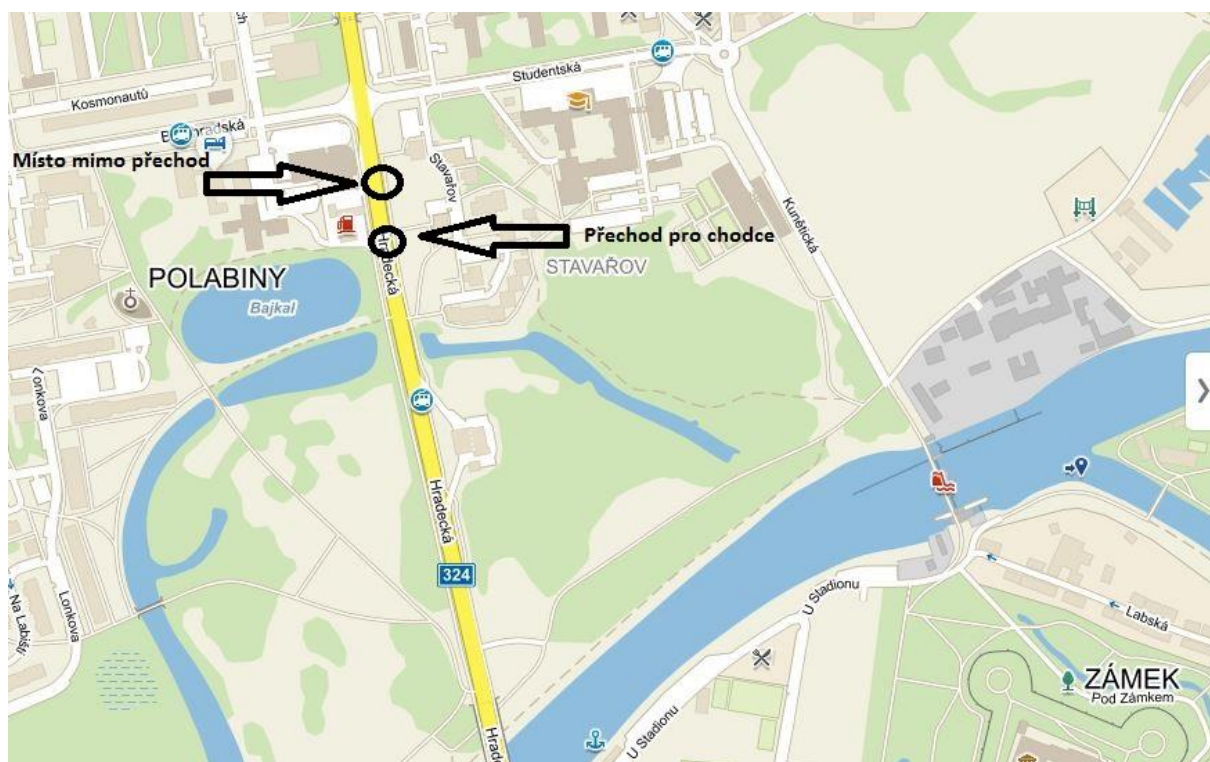
Tabulka 3: Stanoviště č. 2 - Na Drážce

Ulice Na Drážce		1. měření			2. měření			3. měření			4. měření			5. měření		
		16. února 2017			8. března 2017			10 minut			10 minut			10 minut		
Datum	8. března 2017															
Místo měření	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod	Přechod	Mimo přechod
Délka měření	10 minut															
Intenzita vozidel	73(4)	75(3)	78(6)	78(6)	68(8)	68(8)	89(5)	89(5)	94(7)	94(7)	94(7)	94(7)	94(7)	94(7)	94(7)	94(7)
Použitý přístroj	Zvukoměr 2238 Mediator (výrobce Brüel & Kjaer)															
Váhová křivka	A															
Měřicí rozsah	30 – 110 dB															
Vzorkování	Rychlé															
Předpokládaná rychlost vozidel	50 km/h															
Teplota vzduchu/ rychlost větru	5° C / 0,2 m/s 7° C / 1,4 m/s															
Ekvivalentní hladina	69,9 dB	69,6 dB	70,7 dB	70,2 dB	70,8 dB	70,2 dB	70,2 dB	70,8 dB	70,2 dB	70,2 dB	71,3 dB	71,1 dB	71,9 dB	71,7 dB	71,9 dB	71,7 dB

Zdroj: Autor

### 3.4 Stanoviště č. 3 - Hradecká

Třetí stanoviště, které bylo zvoleno pro měření, je přechod u Univerzity Pardubice, v ulici Hradecká, přibližně 80 m od autobusové zastávky MHD na Stavařově. Tento přechod byl zvolen z důvodu velmi kvalitního vozového pásu a z důvodu velké intenzity provozu, na dvoupruhové komunikaci. Dalším důvodem byl jiný druh povrchu vozovky, který je v této ulici použit. Na obrázku č. 10 je opět, jako u předešlých dvou stanovišť, mapový podklad se značeným místem, na kterém probíhalo měření. Černými šipkami jsou zvýrazněna místa, kde konkrétně probíhala měření. V ulici Hradecká byl použit takzvaný drenážní koberec, který je označován PB. Označuje se také jako „septající koberec“, který, jak z názvu vyplývá, je výjimečný svou otevřenou pórovitostí, a tím přispívá k tlumení hluku z kontaktu pneumatika-vozovka. Na předešlých dvou vozovkách byl použit asfaltový beton či asfaltový koberec mastixový, které jsou běžně používány. Stanovená rychlost vozidel byla jako u prvního a druhého stanoviště stanovena na 50 km/h.



Obrázek 10: Stanoviště č. 3 – Hradecká

Zdroj: (20)

V tabulce č. 3 lze, stejně jako v předchozí tabulce, vidět důležité údaje u jednotlivých měření. Rozepsané údaje, které lze najít v tabulce, jsou popsány nad tabulkou č. 2.

Tabulka 4: Stanoviště č. 3 – Hradecká

Ulice Hradecká		1. měření			2. měření			3. měření			4. měření		
		8. března 2017			3. května 2017								
Datum		8. března 2017			3. května 2017								
Místo měření		Přechod	Mímo přechod	Přechod	Mímo přechod	Přechod	Mímo přechod	Přechod	Mímo přechod	Přechod	Mímo přechod	Přechod	Mímo přechod
Délka měření		10 minut											
Intenzita		152(3)			132(10)			160(12)			188(7)		
Použitý přístroj		Zvukoměr 2238 Mediator (výrobce Brüel & Kjær)											
Váhová křivka		A											
Měřicí rozsah		30 – 110 dB											
Vzorkování		Rychlé											
Předpokládaná rychlost vozidel		50 km/h											
Teplota vzduchu/ rychlost větru		7° C / 1,4 m/s			15° C / 4 m/s								
Ekvivalentní hladina		71,0 dB	70,0 dB	72,5 dB	71,8 dB	71,7 dB	70,1 dB	71,7 dB	71,7 dB	71,7 dB	69,9 dB		

Zdroj: Autor

## 4 Vyhodnocení

Tato kapitola uvádí vyhodnocení praktického měření hlukové zátěže v okolí předem vybraných přechodů pro chodce s kvalitním vodícím pásem pro nevidomé. Celkem byla zvolena 3 stanoviště, kde ke každému stanovišti je vložena tabulka s důležitými údaji. Každé měření, jak již bylo poznamenáno v kapitole 3, trvalo 10 minut. Do celkového způsobeného hluku jsou započítána všechna vozidla, protože kterákoliv vozidla mohou jet i v noci, kdy hluk obtěžuje okolní obyvatelstvo. Hodnoty na všech stanovištích se nachází v pásmu od 68,8 dB do 72,5 dB.

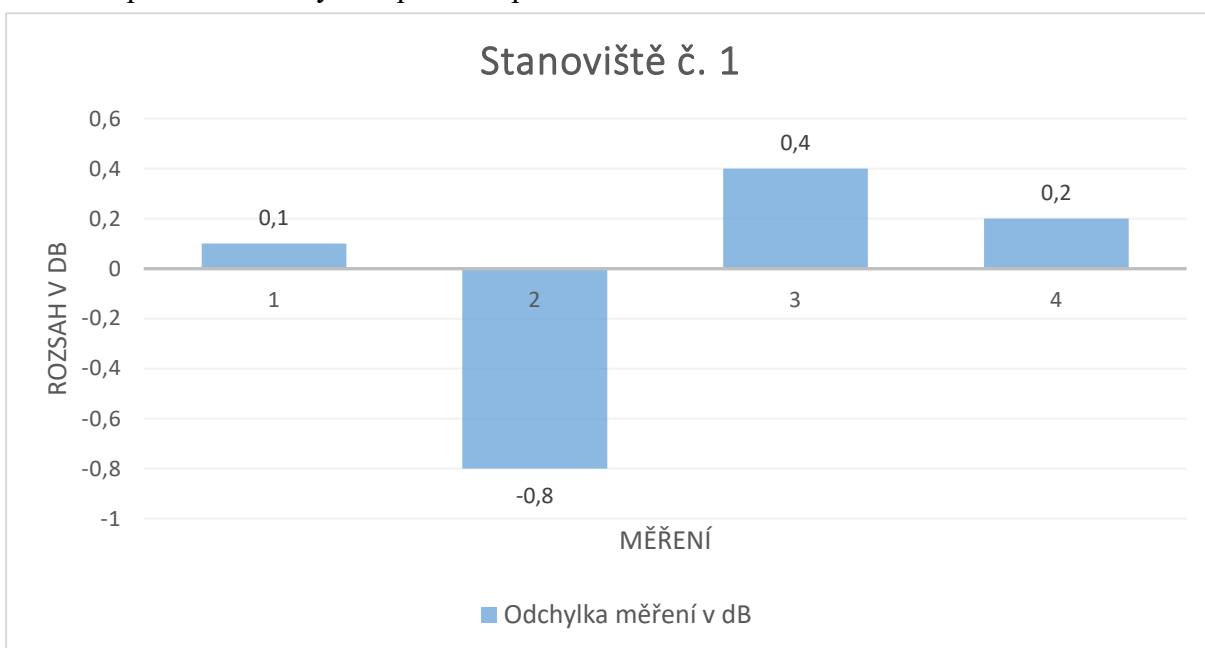
### 4.1 Stanoviště č. 1 - Hůrka

Z tabulky č. 2 lze vyčíst, že první měření proběhlo již 16. února v časovém intervalu od 9:30 do 10:30. Tento den byl zvolen z důvodu, že teplota vzduchu překročila minimum, což je 5° C. Při prvním měření vyšly hodnoty na přechodu pro chodce vyšší o 0,1 dB. Ekvivalentní hodnota druhého měření mimo přechod je vyšší než na přechodu. Hodnoty byly naměřeny 69,6 dB na přechodu pro chodce a 70,4 dB mimo přechod, což vytvořilo odchylku -0,8 dB. To mohlo být způsobeno odbočkou, která se nachází v prostoru mezi přechodem pro chodce a místem, kde se měřil hluk mimo přechod. Do této odbočky při druhém měření vjelo celkem 8 automobilů, které tuto odchylku mohli způsobit, protože projeli kolem měřicího zařízení mimo přechod, ale přes přechod pro chodce nepřešli.

Další dvě měření proběhla 3. května v časovém intervalu 10:15 – 11:00, kdy teplota vzduchu byla 15° C. Třetí naměřená odchylka na tomto přechodu byla 0,4 dB, kdy na přechodu pro chodce byla naměřena hodnota 69,8 dB a mimo přechod pro chodce 69,4 dB. Poslední odchylka byla 0,2 dB, kdy hodnota hluku na přechodu byla 69,0 dB a mimo přechod 68,8 dB.

Rozdílné u měření z 16. února a z 3. května je ten, že při měření 3. května jsme měli k dispozici 2 měřicí přístroje a tudíž při 3. a 4. měření máme jednotný údaj o počtu projetých automobilů, kdežto u prvního měření jsme měli k dispozici pouze jeden přístroj, tak jsou 2 hodnoty intenzity vozidel ke každému měření. Další měření však následovalo ihned po předchozím, tudíž počet vozidel byl obdobný. Dalším zajímavým parametrem je informace o minimální a maximální naměřené hodnotě. V prvních dvou měření byla nejvyšší naměřená hodnota 94,5 dB a minimální naměřená hodnota byla 47,9 dB. Maximální naměřené hodnoty v 10 minutových intervalech jsou způsobeny průjezdem hlasitých vozidel, například motocyklem či sanitkou se zapnutými majáky. To se stalo konkrétně 3. května při měření, že projelo vozidlo záchranné služby se zapnutými majáky a naměřená hodnota vystoupila na

zmíněných 94,5 dB. Minimální naměřené hodnoty jsou způsobeny naopak okamžiky, kdy žádné vozidlo v danou chvíli neprojelo. Minimální naměřená hodnota je považovaná za hluk okolí nezpůsobená žádným dopravním prostředkem.



Graf 1: Stanoviště č. 1 - Hůrka

Zdroj: Autor

Na grafu č. 1 lze vidět odchylky z měření, které vychází z hodnot z tabulky č. 2. Svislé hodnoty značí rozsah nebo rozdíl naměřené úrovně hluku v decibelech a jednotlivé sloupce ukazují výsledné odchylky při prvním až čtvrtém měření.

Jak lze tedy vyčíst z tabulky č. 2 a z grafu č. 1, nejvyšší kladný rozdíl je 0,4 dB při třetím měření. Nejvyšší celkový rozdíl 0,8 dB, ale v záporné hodnotě, protože vyšší hodnota byla naměřena mimo přechod. Možným důvodem bylo odbočení 8 vozidel ještě před přechodem pro chodce. Důležitou informací je také počet vozidel. Průměrný počet vozidel za interval 10 minut bylo 47,5 osobních automobilů a 5,5 nákladních (či jinak hlučnějších) vozidel (autobus MHD apod.). Konkrétní počty vozidel jednotlivých měření lze najít v tabulce č. 2.

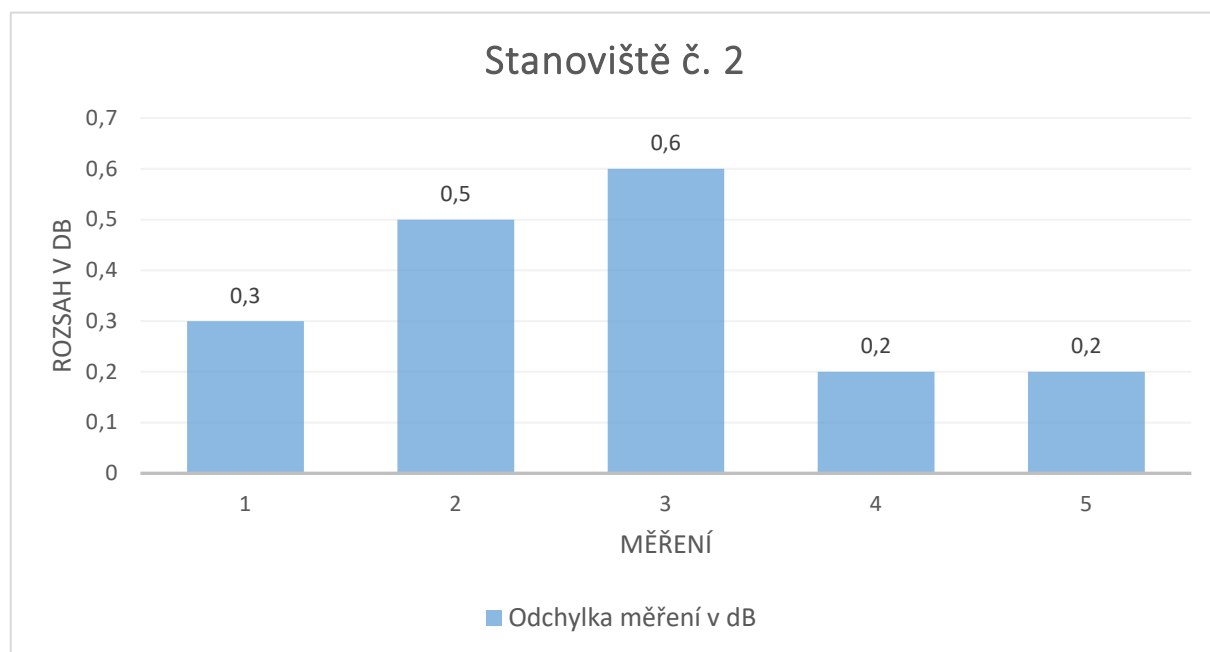
## 4.2 Stanoviště č. 2 – Na Drážce

Stanoviště č. 2 bylo rozděleno podle umístění měřicího zařízení. První tři odchylky jsou z měření směrem k sídlišti Dubina a 4. a 5. měření je ve směru ke křižovatce do centra města Pardubice. To je i důvod, proč naměřených hodnot a z toho vypočtených odchylek je o jednu víc než u zbývajících dvou stanovišť. Důvod změny strany přechodu je zmíněn v kapitole 3.3, bylo jím zvučnější vodící pás na přechodu a vyšší provoz vozidel, což je vidět i na naměřených hodnotách.

První měření proběhlo 16. února v 10:45 dopoledne při teplotě 5° C. Změřená hodnota na přechodu pro chodce byla 69,9 dB a mimo přechod 69,6 dB, což je odchylka 0,3 dB.

Zbývající měření proběhla 8. března při teplotě 7° C v časovém rozmezí 12:00 – 13:30. Při druhém měření na přechodu byla naměřena výsledná hodnota 70,7 dB a mimo přechod 70,2 dB což způsobilo odchylku 0,5 dB a při třetím měření vyšla obdobná hodnota na přechodu 70,8 dB a 70,2 dB mimo přechod, což způsobilo odchylku 0,6 dB. Po změně strany, při čtvrtém měření byla naměřena na přechodu hodnota 71,3 dB a mimo přechod hodnota 71,1 dB a při pátém měření 71,9 dB a 71,7 dB, což způsobilo odchylky pokaždé 0,2 dB. Minimální naměřená hodnota ze všech měření v okolí na druhém stanovišti v ulici Na Drážce byla 45,3 dB a maximální naměřená hodnota byla 87,6 dB.

Na grafu č. 2 lze vidět stejně jako na grafu 1 odchylky z měření, které vychází z hodnot z tabulky č. 2. Svislé hodnoty značí rozsah decibelů a jednotlivé sloupce ukazují výsledné odchylky při prvním až čtvrtém měření.



Graf 2: Stanoviště č. 2 – Na Drážce

Zdroj: Autor

Jak lze z dat z tabulky č. 2 a z nich vytvořeného grafu vyčíst, nejvyšší odchylka vzniklá z naměřených hodnot 0,6 dB. Jako na předchozím stanovišti je důležité zmínit informaci obsahující počet vozidel. Průměrný počet vozidel za interval 10 minut bylo 79,5 osobních automobilů a 5,5 nákladních (či jinak hlučnějších) vozidel. Pro konkrétní počty vozidel při jednotlivých měření na stanovišti Na Drážce lze najít v tabulce č. 3.

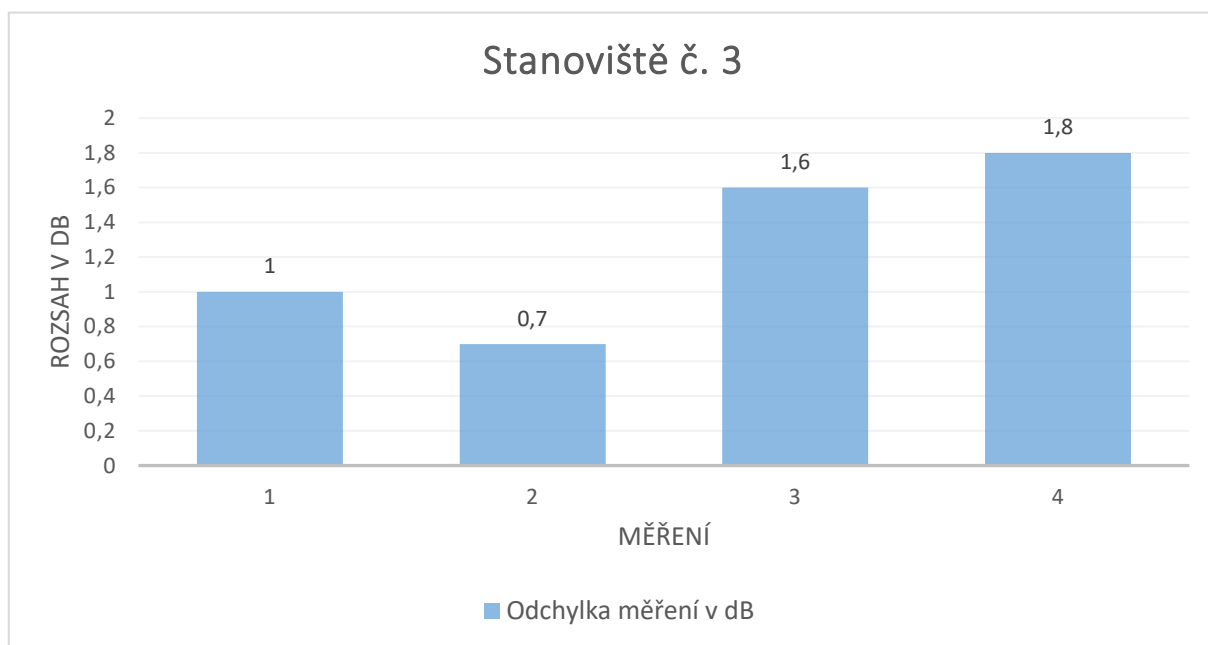
### 4.3 Stanoviště č. 3 - Hradecká

Měření na třetím stanovišti bylo rozděleno na 2 části podle dnů měření. První a druhé měření byla provedena 8. března od 13:30 do 14:15 h při teplotě 7° C, kdy první naměřená hodnota na přechodu byla 71,0 dB a mimo přechod 70,0 dB, což je odchylka 1 dB. Při druhém měření byla odchylka 0,7 dB z hodnot, které po měření vyšly na přechodu 72,5 dB a 71,8 dB

mimo přechod. Třetí a čtvrté měření bylo provedeno 3. května od 9:00 do 10:00 při teplotě 15° C. Třetí měření na přechodu pro chodce dalo hodnotu 71,7 dB a mimo přechod 70,1 dB, což způsobilo odchylku 1,6 dB a čtvrté měření způsobilo, po naměřených hodnotách 71,7 dB na přechodu a 69,9 dB mimo přechod, odchylku 1,8 dB.

Na stanovišti č. 3 jsou největší naměřené odchylky mezi jednotlivými ekvivalentními hodnotami. Tento rozdíl může být zapříčiněn nejvyšším vodícím pásem pro nevidomé ze všech tří stanovišť a vyšším počtem vozidel, který projel za 10 minut. Nejvyšší naměřená hodnota byla 92,6 dB a nejnižší byla 50,4 dB.

Na grafu č. 3 lze vidět stejně jako na předchozích grafech odchylky z měření, které vychází z hodnot z tabulky č. 3. Svislé hodnoty značí rozsah decibelů a jednotlivé sloupce ukazují výsledné odchylky při prvním až čtvrtém měření.



Graf 3: Stanoviště č. 3 - Hradecká

Zdroj: Autor

Na stanovišti č. 3 byla nejvyšší naměřená odchylka 1,8 dB, což je v porovnání s předešlými stanovišti velký rozdíl. Důvodů může být několik, jak již bylo zmíněno v kapitole 1.4.4, jako například hluk způsobený hnací jednotkou vozidla, hustota vzduchu v pneumatikách, nerovnosti na vozovce, brždění vozidla nebo naopak rozjezd. Dalším důvodem by mohlo být, že měření probíhalo na dvouprroudové komunikaci, ale i časové rozmezí zejména u třetího a čtvrtého měření, které probíhalo v dopoledních hodinách, což způsobilo vyšší počet osob (přibližně o 15 více než při prvních dvou měřeních), které používalo daný přechod. Rozjezd vozidel je hlučnější než plynulá jízda vozidla, tudíž i to by mohl být důvod zvýšené hlasitosti odchylky. Jako na předchozím stanovišti je důležité zmínit informaci obsahující počet vozidel. Průměrný počet vozidel za interval 10 minut bylo 158 osobních

automobilů a 8 nákladních (či jinak hlučnějších) vozidel. Konkrétní počty vozidel při jednotlivých měřeních na stanovišti č. 3 v ulici Hradecká lze najít v tabulce č. 4.

#### **4.4 Celkové vyhodnocení**

Při měření, které prováděl autor práce, vznikla nejvyšší odchylka hlukové zátěže 1,8 dB, která ale mohla být zapříčiněna velkým množstvím faktorů, přes častější rozjezdy, velký počet automobilů, vyšší počet „hlučných“ vozidel apod. Nejmenší odchylka je 0,1 dB, kdy se jedná o zanedbatelnou hodnotu. Za zmínku stojí také jedna výsledná odchylka hluku -0,8 dB, která byla naměřena na stanovišti č. 1, kdy tento výsledek mohlo ovlivnit 8 vozidel, které projeli kolem měřicího zařízení mimo přechod, ale před přechodem zabočili z hlavní silnice do areálu Technických služeb nebo k autosalonu. Na stanovišti č. 1 využívá přechod pro chodce malé množství chodců, nýbrž v tomto konkrétním měření 16. února, bylo napočítáno 7 chodců, kteří použili přechod a vozidla musela zastavit a znovu se rozjet, což je další faktor hluku.

Porovnat naměřené hodnoty s výsledky z této práce s výsledky práce Mullera (15), který se zabýval hlukem, který způsobují zpomalovací prahy, lze velice obtížně. Ekvivalentní hodnoty v práci (15) se pohybovaly v rozmezí 59 dB – 62 dB, což je téměř o 10 dB méně než v této práci. Prvním faktorem, proč může být rozdíl tak znatelný je, že průměrný počet vozidel za 10 minutový interval přes zpomalovací práh byl kolem 30, kdežto v této práci například v posledním měření na stanovišti č. 3 projelo téměř 200 vozidel. Další faktor je, že rychlost vozidel přes zpomalovací prahy se pohybovala okolo 20 km/h, kdežto v této práci je rychlost vozidel 50 km/h. Z toho důvodu se autor rozhodl, že porovnáním údajů s jinou prací, se dále zabývat nebude.

## Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit dodatečnou hlukovou zátěž vznikající v okolí přechodů pro chodce vybavených vodícím pásem přechodů pro nevidomé. Pro dosažení cíle bylo mj. nezbytné nastudování problematiky metodiky měření hluku, vybrat vyhovující místa pro experiment a provést opakovaná měření.

Celkem bylo na 3 místech s různou intenzitou provozu (41 – 188 osobních vozidel/periodu a 2 - 12 vozidel „velkých“ – hlučných/periodu) provedeno 4-5 měření. Každá měřicí perioda trvala 10 minut. Z naměřených hodnot vyplývají tyto poznatky:

Celková odchylka hladiny hluku na přechodu s vodícím pásem a mimo přechod se pohybuje v rozmezí 0,1 – 1,8 dB. V jednom případě byl naměřen záporný přírůstek hladiny hluku (- 0,8 dB), což lze považovat za anomálii a autor do celkového závěru nezahrnuje.

Zjištěné hodnoty hluku závisí na více faktorech, které by bylo vhodné dále zkoumat v případě požadavků na zcela přesné výstupy. Mezi tyto faktory patří např. hluk způsobený hnací jednotkou vozidla (rozjezdy či plynulá jízda), hustota vzduchu v pneumatikách, nerovnosti na vozovce, hluk způsobený bržděním, či jakýkoliv náklad, který může vozidlo vést.

Při hodnocení absolutní hodnoty naměřeného hluku je třeba vzít v úvahu skutečnost, že měřidlo bylo z praktických důvodů umístěno ve vzdálenosti 1,6 m od kraje přechodu nikoliv normou ČSN ISO 11819-1 požadovaných 7,5 m. Vzhledem ke zvolené metodice zjišťování hlukové zátěže v této práci – sledování rozdílů hladin hluku - nemá tato skutečnost zásadní význam.

Cíl byl splněn, protože byly získány výsledné odchylky hlukové zátěže, které způsobuje vodící pás. Autor se však domnívá, že omezování hluku z dopravy je potřeba řešit komplexně a nezaměřovat se na jeden potenciální zdroj. Navíc se jedná o opatření, které zajišťuje bezpečnost nevidomých osob na přechodu pro chodce. Po provedených měřeních je autor přesvědčen, že hluk způsobený vodícím pásem pro nevidomé není nadměrný

Autor doufá, že tato práce – první svého druhu pro Sjednocenou organizaci nevidomých a slabozrakých ČR – může nejen ukázat na řádové hodnoty zvýšení hladiny hluku u daných přechodů, ale také na další faktory, které je třeba vzít v úvahu při dalším měření.

## Seznam použité literatury:

- (1) MATUŠKA, Jaroslav. *Bezbariérová doprava*. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2009. ISBN 978-80-86530-62-8
- (2) *Šance Dětem* (online). Praha: Motějzíkova, 2016 (cit. 2016-11-14). Dostupné z: <http://www.sancedetem.cz/cs/hledam-pomoc/deti-se-zdravotnim-postizenim/deti-se-sluhovym-postizenim/technicke-kompenzacni-pomucky-pro-deti-se-sluhovym-postizenim.shtml>
- (3) *LORM: Společnost pro hluchoslepé* (online). Praha: Blahoutova, 2015 (cit. 2016-11-14). Dostupné z: <http://www.lorm.cz/pro-hluchoslepe/definice-hluchoslepoty/>
- (4) *Encyklopedie BOZP* (online). Výzkumný ústav bezpečnosti práce Praha, 2007-02-12, (cit. 2016-11-14). Kapitola Zorné pole
- (5) *Okamžik* (online). DUDR, 2011 (cit. 2016-11-22). Dostupné z: [http://www.okamzik.cz/view/okamzik/Kurzy\\_zp/Studijni\\_materialy\\_osvetovy\\_pracovnik/V.Dudr\\_Opatreni\\_na\\_podporu\\_samostatneho\\_a\\_bezpecneho\\_pohybu\\_ZP\\_\\_na\\_ulici\\_a\\_v\\_doprave.pdf](http://www.okamzik.cz/view/okamzik/Kurzy_zp/Studijni_materialy_osvetovy_pracovnik/V.Dudr_Opatreni_na_podporu_samostatneho_a_bezpecneho_pohybu_ZP__na_ulici_a_v_doprave.pdf)
- (6) MATUŠKA, Jaroslav. *Základní principy pohybu, orientace a komunikace OOSPO – PREZENTACE* [online prezentace] Pardubice [prezentováno 2016]. (cit. 2016-1-5). Dostupné z: <http://portal.upce.cz>
- (7) SMETANA, Ctirad. *Hluk a vibrace: měření a hodnocení*. Praha: Sdělovací technika, 1998. ISBN 80-901936-2-5.
- (8) *Statní zdravotní ústav: SZU* (online). Praha: Vandasova Zdenka, 2014 (cit. 2016-11-30). Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/hluk>.
- (9) *Statní zdravotní ústav: SZU* (online). Praha: Vandasova Zdenka, 2009 (cit. 2016-11-30). Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdroje-hluku-a-jeho-mereni>.
- (10) HORÁK Miloš, *Vliv povrchu pozemních komunikací na hlukovou zátěž okolí*, Pardubice: diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2014. 85 l., 2 l. příl. Vedoucí diplomové práce Pavel Kukla.
- (11) *Fyzika.jreichl.com: Encyklopedie fyziky* (online). REICHL Jaroslav, 2008 (cit. 2016-12-02). Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/208-zakladni-definice>.
- (12) 258/2000 Sb. *Zakonyprolidi* [online]. (cit. 2017-03-31). Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>
- (13) *Hluk a Emise* [online]. (cit. 2017-03-31). Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/limity/>
- (14) *Algon: Protihlukové stěny* [online]. 2013 (cit. 2017-03-31). Dostupné z: <http://gabiony-protihlukove-steny-ocelove-konstrukce.algon.cz/algon-protihlukove-steny-profil.php>

- (15) MULLER Marek, *Vliv zpomalovacích prahů na hluk v okolí komunikace*, Pardubice: bakalářská práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2016. 59 l. Vedoucí diplomové práce Pavel Kukla.
- (16) NOVÝ, Richard, *Hluk a Chvění*. Praha: České vysoké učení technické, 2009, 400 s. ISBN 978-80-01-04347-9.
- (17) Protokol měření hluku. *NRL* [online]. (cit. 2016-06-01). Dostupné z: <http://www.nrl.cz/Home/Page/Metodicky-n%C3%A1vod-nrl>.
- (18) Zvukoměr 2238 Mediator. *Spectris* [online]. (cit. 2017-01-08). Dostupné z: <http://mereni-a-analyza-signalu-hluku-a-vibraci.spectris.cz/zvukomery/zvukomer-2238-mediator/>
- (19) Nebezpečný hluk. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005. ISBN 80-903604-8-3.
- (20) Mapy [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>