Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

Diplomová práce

Hluková zátěž z dopravy na komunikacích v Třeboni

Autor(ka) práce: Bc. Jiří Kolář

Vedoucí práce: Ing. Marie Šístková, CSc.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne ....

Podpis

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou dopravního hluku emitovaného silniční dopravou ve třech vybraných lokalitách města Třeboň.

Ve všech třech zvolených lokalitách bylo provedeno měření dle stanovené metodiky a výsledky byly porovnány s již naměřenými daty z těchto lokalit. Výsledky byly konfrontovány s platnými legislativními předpisy a normami a byla navržena možná opatření pro snížení exponovaných hodnot.

Klíčová slova: Hluk, akustický tlak, silniční doprava, dopravní hluk

Abstract

The diploma thesis deals with the issue of traffic noise emitted by road traffic in three selected localities of the city of Třeboň. In all three selected locations, measurements were made according to the established methodology, and the results were compared with already measured data from these locations. The results were compared with valid legislative regulations and standards, and possible measures to reduce the exposed values were proposed.

Keywords: Noise, acoustic pressure, road transport, traffic noise

Poděkování

Tímto chci poděkovat zejména vedoucí mé diplomové práce Ing. Marii Šístkové, CSc. za její čas, ochotu a rady během konzultací a za zapůjčení přístrojového vybavení, bez kterého by nebyla tato práce možná.

Obsah

Úvod **7**

1 TEORETICKÁ ČÁST **8**

2 Doprava a její charakteristika **8**

2.1 Možnosti snížení hluku z dopravy 9

2.1.1 Klimatické podmínky a jejich vliv 9

2.1.2 Prostředky ke snižování hlukové zátěže 10

3 Hluk **18**

3.1 Definice hluku 18

3.2 Šíření zvuku 19

3.3 Hluk kolem nás 19

3.3.1 Vliv hluku na lidský organismus 20

3.3.2 Ekvivalentní hladina hluku LAeq 21

3.3.3 Možnosti a metody snížení hlukové zátěže 22

3.3.4 Hluk vznikající při provozu dopravního prostředku 23

3.4 Legislativní opatření Evropské unie ve vztahu k problematice hluku 24

4 Metodika a cíle práce **31**

4.1 Metodika měření 31

5 PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE **34**

5.1 Výsledky vlastní práce a diskuse 34

5.1.1 Stanoviště číslo 1 34

5.1.2 Stanoviště číslo 2 45

5.2 Stanoviště číslo 3 56

Diskuze **71**

Závěr práce **74**

6 Obrazová příloha **75**

Použité zdroje **78**

Seznam obrázků **82**

Seznam tabulek **83**

Seznam grafů **84**

Použité zkratky **87**

Úvod

Doprava má vedle svých nepopiratelných kladných vlastností i přínosů i své více či méně negativní aspekty, které ovlivňují obyvatelstvo vystavené těmto jevům. Mezi tato negativní hlediska patří emise z dopravy, včetně emitovaného hluku a vibrací. Následkem působení těchto faktorů vznikají negativní dopady na lidské zdraví, jako jsou stres, bolesti hlavy, poruchy spánku a další problémy.

Cílem této diplomové práce je objektivně určit úroveň hluku, kterému je obyvatelstvo v okolí vybraných zájmových lokalit ve městě Třeboň vystaveno. Hlavní část práce probíhala v terénu, kde byly měřeny hladiny hluku. Podle předpisů stanovených legislativou Evropské unie a nařízení vlády 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací nesmí hladina hluku překročit tzv. limitní úroveň.

Hodnota této limitní úrovně je stanovena na 70 dB pro komunikace uvnitř obytných zón v denní době (600-2200). V noční době (2200-600) je limitní úroveň stanovena na 60 dB. Měření dat pro praktickou část této práce probíhalo výhradně v denní době s limitní úrovní 70 dB. V práci jsou zhodnoceny výsledky měření a navrženy možné způsoby eliminace faktorů ovlivňujících tato měření.

1 TEORETICKÁ ČÁST

2 Doprava a její charakteristika

Doprava je v současnosti neodlučitelnou částí každodenního fungování společnosti. Doprava je děj umožňující rychlou přepravu osob, nákladu a dalších komodit na libovolné vzdálenosti. V současném životním stylu má doprava své nezastupitelné místo. Navzdory své nezastupitelnosti pro současné fungování společnosti nepřináší doprava pouze pozitiva. Mezi negativní faktory spojené s dopravou můžeme zařadit emitování hluku a spojené hlukové zátěže, emise spolu s dalšími přidruženými problémy.

Dopravu můžeme dělit podle několika hledisek, například dle druhu přepravované komodity (doprava osobní x nákladní). V následující tabulce je uvedené rozdělení dopravy osobní sloužící k přepravě osob [13].

Tabulka č. 1: Rozdělení osobní dopravy podle druhu přepravovaných komodit

AUTOBUSOVÁ	**Určená k přepravě většího počtu osob najednou**
OSOBNÍ	Přeprava menšího počtu osob v horizontu 5-9 osob
TROLEJBUSOVÁ	Velkokapacitní prostředek dopravy osob, k jehož pohonu slouží elektrický proud

Zdroj: [13].

Dle údajů Krajské správy Českého statistického úřadu v Českých Budějovicích bylo v Jihočeském kraji k 31. 12. 2014 celkem 313 628 osobních automobilů, které ujely celkem 6 149 kilometrů silnic a dálnic na území Jihočeského kraje [27].

V současnosti máme k dispozici data vztažená k 31. 12. 2021. Podle těchto údajů bylo v rámci Jihočeského kraje registrováno 385 938 osobních vozidel využívajících 6 149 km silnic. Z tohoto srovnání lze pozorovat, že počet vozidel v průběhu let stoupá, zatímco rozsah využitelné silniční sítě zůstává stejný!

V roce 2021 využilo 65,7 milionu cestujících služeb hromadné dopravy osob v rámci Jihočeského kraje [27].

2.1 Možnosti snížení hluku z dopravy

Hluk z dopravy je jedním z nejvýznamnějších negativních vlivů na životní prostředí. Silniční doprava je největším zdrojem hluku v městských oblastech [28].

Existuje celá škála možností, jak snížit hlukovou zátěž způsobenou dopravou. Tyto možnosti lze rozdělit do několika kategorií:

- První kategorií jsou opatření, která se provádějí již v rámci územního plánování před samotnou výstavbou. Tyto opatření se nazývají Urbanisticko-architektonická územní opatření.
- Druhou kategorií jsou opatření realizovaná v již existující dopravní infrastruktuře. Tato opatření se označují jako Urbanisticko-dopravní protihluková opatření.
- Třetí kategorií jsou opatření a zásahy prováděné správními orgány, jako jsou omezení rychlosti na určitých úsecích nebo omezení plynulosti dopravy v daném prostoru. Tyto opatření spadají do kategorie Legislativních opatření.
- Poslední kategorií jsou stavební úpravy prováděné na budovách vystavených hlukové zátěži a v oblastech s vysokou intenzitou šíření hluku. Tyto úpravy se nazývají Stavebně-technická opatření.

Z analýzy charakteristik těchto opatření vyplývá, že jejich nejlepší aplikace nastává během fáze projektování a před samotnou realizací dopravních staveb, kdy jsou nejúčinnější. V takovém případě mohou tyto kroky dosáhnout optimálních výsledků. Nicméně, existuje i kompromisní možnost, nazývaná Mezi stavebně-technická protihluková opatření, která zahrnují instalaci akusticky izolovaných bariér v trase šíření zvukových vln. Tím se usiluje o snížení intenzity hlukových vln při průchodu překážkou, jako jsou protihlukové stěny, zemní valy, hmotné objekty nebo pruhy vegetace s dostatečnou šířkou. [1, 4].

2.1.1 Klimatické podmínky a jejich vliv

Klimatické podmínky hrají důležitou roli při snižování hluku způsobeného dopravou. Avšak klimatické podmínky se významněji projevují až ve vzdálenosti zhruba 100 metrů od zdroje emitované hlukové zátěže. Určité klimatické podmínky mohou být signifikantní. Například přítomnost husté mlhy nebo sněhové pokrývky. Je prokázáno, že hustá mlha může vést k útlumu hlukové zátěže až o 30 dB/km. Stejně tak sněhová pokrývka ovlivňuje šíření zvukových vln.

Dále se na šíření hlukových vln podepisuje působení větru. Zejména v otevřených prostranstvích dochází k pohybu prostředí a unášení částic působením větru, což může ovlivnit změnu směru zvukové vlny. [1, 4].

Vliv těchto podmínek se určitě projevil na měření, která jsem prováděl v období od 11. do 15. března 2023. Výsledky měření byly ovlivněny povětrnostní situací, zejména značnými a pravidelnými poryvy větru v kombinaci s nízkou teplotou.

2.1.2 Prostředky ke snižování hlukové zátěže

Existuje rozdělení opatření pro snižování nebo eliminaci hlukové zátěže způsobené dopravou podle způsobu, jakým jsou tato opatření aplikována:

1. Aktivní opatření: Tato opatření jsou aplikována přímo na zdroj emitovaného hluku, jako například úpravy obrusných vrstev. Jsou zaměřena na aktivní omezení a redukci hluku přímo u jeho zdroje.
2. Pasivní opatření: Tato opatření jsou prováděna v trase šíření hluku, jako například instalace protihlukových stěn a valů. Tyto opatření fungují spíše jako pasivní bariéry, které snižují šíření hluku v okolí dopravních tras. [23, 25].

2.1.2.1 Protihluková úprava obrusných vrstev vozovky

Oblasti v blízkosti hlavních komunikací jsou vystaveny vysoké hladině hluku Pro formulaci účinných protihlukových opatření je zásadní predikce hluku ze silniční dopravy [29].

V dnešní době se používá několik technologických směrů při konstrukci vozovek a jejich svrchních, obrusných vrstev, které jsou známy jako nízkotučné technologie. Mezi tyto technologie patří například drenážní koberce, uzavřené malomezerovité vrstvy a úpravy makrotextury v tenké vrstvě.

V Evropě se v současnosti rozvíjejí technologie využívající pryž, konkrétně poloelastické povrchové úpravy s pryží. Předpokládá se, že použití této technologie může snížit hladinu hluku až o 10 dB při rychlosti 50 km/h. To z této technologie činí vhodnou volbu pro použití v komunikacích v městských oblastech.

Pro dynamické úseky komunikací, kde dochází k častému namáhání povrchu způsobenému intenzivním provozem, zejména častou akcelerací, decelerací, prudkými změnami směru a brzděním vozidel, je vhodné použití obrusných vrstev s upravenou texturou, upravených asfaltových koberců mastixového typu nebo jiných druhů

tenkovrstvých úprav. Tyto vybrané vrstvy jsou méně citlivé na mechanické namáhání provozem v porovnání se standardním silničním povrchem. [14, 17]

Vymývaný beton

Betonové povrchy jsou zpravidla funkční, uzavřené svrchní vrstvy bez velké, výrazné makrotextury. Tento technologický přístup zprvu pomáhá ke snížení emitované hlučnosti. Avšak vzhledem k vlastnostem daného materiálu je tento efekt bohužel pouze dočasný, dokud nedojde k opotřebení. Omezená odolnost vůči smršťování představuje jednu z nevýhod této technologie.

Cílem vývoje technologie vymývaného betonu bylo snížení vlivu vibrací a oscilací způsobených pneumatikami dopravních prostředků. [14, 17]

Nízkohlučné lité asfaltové koberce

Speciálním a specifickým typem asfaltových povrchů jsou mastixové asfaltové koberce s nízkou hlučností. Tato inovativní směs je ideální pro použití na frekventovaných komunikacích. Tato konstrukční technologie dokáže minimalizovat podélné nerovnosti, což vede k redukci emitovaného hluku až o přibližně 4 dB. V Rakousku a Německu byly nasazeny směsi označené LSMA 0/8 nebo LSMA 0/5, optimalizované pro všechny typy dopravy a rychlostní rozsahy, s cílem snížit hluk ve srovnání s tradičními odvodňovacími koberci. Tyto směsi jsou flexibilní a použitelné pro všechny úrovně dopravní zátěže.

Směsi s označením 0/5, charakterizované nízkou zrnitostí, jsou optimální pro snižování hluku z osobních vozidel, avšak mohou mít nižší odolnost při vysoké dopravní zátěži. Zkušenosti naznačují, že tyto směsi jsou vhodné pro silnice s mírnou dopravní zátěží, přičemž mohou snížit emitovaný hluk o 2,0-2,5 dB ve srovnání se standardní směsí SMA 0/8. Dalším typem lité asfaltové směsi je LOA 5D, známý jako „düsseldorfská asfaltová směs“, vyvinutý v Německu. Tato směs má podobný objem dutin jako běžné lité asfaltové směsi, ale dokáže snížit hluk až o 5 dB při rychlosti 50 km/h. Opakovaná měření po dvou letech nezaznamenala pokles schopnosti snižování hluku. [14, 17]

Technologie povrchové úpravy-nátěry povrchu

Nátěry povrchu jsou běžně používány na betonových vozovkách. Původně byla tato technologie vyvinuta pro vzletové a přistávací dráhy, které měly odlišné požadavky než běžné betonové silnice. Postupně se však ukázalo, že tato technologie má využití i na betonových dálnicích. Z hlediska hluku přispívá použití jemného

kameniva nebo kameniva jemné frakce ke snížení air-pumping efektu a částečně omezuje oscilaci pneumatik. [14, 17]

Hluk pohlcující jemné živičné koberce

Jedná se o technologii tenkých živičných koberců s tloušťkou maximálně 25 milimetrů. Tyto koberce se pokládají za tepla pomocí běžné mechanizace, jako jsou finišery. Původně byla tato technologie využívána ke zlepšení trakčních vlastností povrchu, ke zlepšení jeho protiskluzových vlastností a k vyrovnání nerovností na povrchu vozovek. Asfaltové koberce obsahující kamenivo o frakci 0/4 nebo 0/8 s roztečí nepřesahující 15 % objemu splňují požadavky na zrnitostní linie. [14, 17]

Drenážní asfaltové koberce s kamenivem (PA)

Pro tento typ povrchu je charakteristické použití největší zrnitostní frakce, a to minimálně 90 % hmotnosti drceného kameniva dané frakce, aby se dosáhlo maximální homogenity. Vysoká kvalita je vyžadována jak u použitého kameniva, tak u pojiva. Kvalitní kamenivo spolu s vysoce modifikovanými viskózními asfaltovými pojivy, které musí mít vynikající přilnavost a odolnost proti stárnutí, zvyšuje investiční náročnost. Hlavním rozdílem oproti směsi typu SMA je minimální podíl asfaltové malty. Aby se zabránilo roztékání pojiva, do směsi se přidávají vlákna fungující jako nosiče pojiva, což dále zvyšuje investiční náročnost. Nejčastěji používané směsi jsou směsi pro drenážní koberce z živičných směsí PA8, PA11 a PA16, přičemž optimální kompromis představuje směs PA11. Tyto směsi jsou vhodné pro dálniční a rychlostní komunikace v okolí městských aglomerací, avšak jsou náchylné na deformaci zrn kameniva. Směsi tohoto typu jsou účinné při snižování hluku při vyšších rychlostech. Novinkou je dvouvrstevný asfaltový drenážní koberec kombinující svrchní vrstvu PA8, která slouží jako ochrana proti znečištění, a spodní vrstvu PA16, která tvoří rezonanční pole pro zachycení hluku. Toto řešení bylo použito v Nizozemsku pod názvem KOMPAKTASFALT, kde zlepšený vrchní nátěr umožnil odstranění rizik spojených s předchozími metodami. Měření prokázala snížení hlukové zátěže o 6-8 dB. Očekávaná životnost této technologie je 10 a více let a je určena pro komunikace s rychlostí nad 50 km/h. [14, 17]

Protihlukové valy

Protihlukové bariéry se vytvářejí jako valy umístěné podél frekventovaných dopravních tras, buďto silnic nebo železnic. Tyto náspy často hostí vegetaci, jako jsou stromy, keře a trvalý trávník, což přispívá k estetickému sladění s okolním prostředím.

Pro konstrukci těchto protihlukových valů se často využívá zeminová navážka zpevněná pomocí geosyntetických materiálů, s cílem minimalizovat potřebný prostor pro jejich výstavbu. Tensartech Green Slope představuje vyztuženou zemní konstrukci určenou pro výstavbu protihlukových opatření na svazích s mírným a strmým sklonem až do 70 stupňů, která je pokryta zeleným povrchem. Tento systém se často využívá i v oblasti bytové a dopravní výstavby, přičemž zeminu fixuje korozivzdorná ocelová síť spojená s výztužnými bloky. Protihluková opatření mají za úkol absorbovat zvuk a často slouží k ochraně okolního prostředí před nadměrným hlukem. Je zásadní, aby tyto konstrukce splňovaly požadavky na stabilitu a pevnost a zároveň byly vhodně začleněny do vizuálního prostředí okolního prostředí. Protihlukové stěny se rozdělují podle několika kritérií:

Tabulka č. 2: Dělení protihlukových stěn

Typ protihlukové stěny	Hodnota možného snížení (dB)
Odrazivá protihluková stěna	Max. 4 dB
Absorpční protihluková stěna	4-8 dB
Vysoce absorpční protihluková stěna	Min. 8 dB

Zdroj: [15, 17]

Pro hodnocení zvukové absorpce protihlukových stěn je klíčová norma stanovená v souladu s ČSN EN 1793-1:1997. K posouzení absorpční schopnosti dané protihlukové stěny slouží hodnota DLα [dB]. Na základě této hodnoty se protihlukové stěny řadí do jedné ze pěti kategorií (viz tabulka č. 3). Dalším sledovaným parametrem u těchto konstrukcí je zvuková nepropustnost, která omezuje nebo zabraňuje šíření zvuku.

Tabulka č. 3: Tabulka kategorie zvukové pohltivosti protihlukových stěn

Kategorie	**DLα**
A0	Neurčeno
A1	<4
A2	4-7
A3	8-11
A4	>11

Zdroj: [15, 17]

Prostřednictvím protihlukových stěn lze snížit úroveň hluku až o 15 dB. Existuje široká škála materiálů a konstrukčních možností pro tyto stěny. Nicméně jejich

prostorové a výškové nároky jsou značné. Vzhledem k těmto požadavkům není možné je realizovat v omezených prostorech nebo do velkých výšek. Přesto jsou v České republice často využívány ke snižování hluku z dopravy. Typickým tvarem protihlukových stěn jsou svislé betonové dílce, přestože se při jejich konstrukci využívají i jiné materiály, jako je dřevo nebo plast. V omezené míře se experimentuje s recyklovanými materiály, jako je odpadní pryž, sklo nebo lehké kompozitní materiály, případně jejich kombinace. Beton však zůstává nejběžnějším stavebním materiálem pro protihlukové stěny. Často se používá systém betonových stěn, který se skládá z nosné a absorpční části. Nosná část je obvykle vyrobena z železobetonu podle normy ČSN EN 1794-1:1997 a je instalována ve svislé poloze. Průřez sloupku má obvykle tvar písmene H. Akustické vlastnosti protihlukové stěny jsou určeny společně s příslušným sloupkem. Pro zvýšení absorpčního účinku bývá povrch absorpční vrstvy mezi sloupky směrem k vozovce často vlnitý, což má vysoký absorpční účinek. Na straně odvrácené od zdroje hluku není provedení tak zásadní, může být hladké, profilované nebo opatřené povrchovou úpravou. Nejběžnějším materiálem pro absorpční vrstvu jsou lehké keramické kamenivo, drobnozrnný mezerovitý beton nebo dřevoplast. Alternativními materiály mohou být kovové panely z hliníku nebo oceli s povrchovou úpravou pozinkováním, dřevěné panely nebo panely z plastických hmot. V případě plastických materiálů je důležité, aby odolaly expozici UV záření, aby nedocházelo k jejich degradaci a kontaminaci okolního prostředí.

Rozdělení protihlukových stěn podle konstrukčních materiálů zahrnuje následující kategorie:

- Protihlukové stěny vyrobené z dřevocementových tvarovek.
- Protihlukové stěny sestavené z panelů vyrobených ze sklovláknového betonu.
- Protihlukové stěny sestavené z panelů vyrobených z recyklovaných plastů.
- Protihlukové stěny sestavené z hliníkových panelů. [13]

Nízkohlučné povrchy

Aplikace nízkohlučných povrchů na povrch vozovky je jedním z technických opatření, která jsou vhodná pro použití v intravilánech obcí a měst, kde není možné kvůli omezenému prostoru využít jiná stavební opatření, jako jsou protihlukové valy či stěny. Snížení hluku způsobeného provozem vozidel vznikajícího kontaktem mezi

povrchem silnice a pneumatikami vozidel je reálnou možností na straně zdroje emise hluku. Určité urbanistické a technologické aspekty spojené s protihlukovými stavebními opatřeními mohou být problematické a kontroverzní. Tyto obavy jsou s nízkohlučnými povrchy eliminovány, jelikož emise hluku, které by jinak vznikly, není nutné drahými metodami snižovat. Účinek tiššího povrchu je patrný téměř okamžitě po jeho aplikaci. Hluk generovaný kontaktem mezi pneumatikou vozidla a vozovkou je dominantní již při rychlosti okolo 40 km/h, a v takových podmínkách se aplikace nízkohlučných povrchů jeví jako účinné protihlukové opatření.

Meziperspektivními pokrytími vozovek, která snižují hluk, jsou:

- Asfaltový koberec tenký (AKT)
- Drenážní asfaltový koberec (AKD), včetně jednovrstvého i dvouvrstvého provedení
- Gumoasfaltový koberec (Rubtop)
- Různé technologie aplikace krytů na cementobetonových vozovkách, jako je například vymývaný cementový beton, který vytváří povrch s obnaženým kamenivem.

V následující tabulce č. 4 jsou uvedeny změny hladiny hlukové zátěže po aplikaci nízkohlučných povrchů. [21, 23]

Tabulka č. 4: Ukázka funkce nízkohlučných povrchů [3]

Obrusná vrstva vozovky	**Změna hladiny hluku v dB**
Cementový beton	+2,0
Cementový beton bez přebroušení ocelovými kartáči s hlazením v podélném směru vláčením juty.	-2,0
Zdrsněný litý asfalt	+2,0
Zdrsněný asfaltový beton nebo AKM	0,0

AB zrnitosti <0/11 a AKM zrnitosti 0/8 a 0/11 bez dodatečného podrcení	**-2,0**
Otevřený asfaltový koberec s mezerovitostí min.15% **-obj. zrnitosti 0/11**	-4,0
Otevřený asfaltový koberec s mezerovitostí min.20% **-obj. zrnitosti 0/11**	-5,0

3 Hluk

Hluk je rovněž klasifikován jako emise, stejně jako emise výfukových plynů, a hluk z dopravy je v současnosti podstatným problémem. Zdaleka největším zdrojem hluku je silniční doprava. V menší míře též doprava železniční a letecká. V mnoha oblastech naší země jsou problémy s hlukem a překračováním povolené hladiny hluku. Tyto problémy přetrvávají a je třeba je v blízké budoucnosti vyřešit. Mezi navrhovaná řešení patří rekonstrukce silniční infrastruktury a odstranění nadměrné a plynulé dopravy z měst a obcí přeložením nebo vybudováním obchvatových a objízdných tras. Mezi další metody patří postupná obměna vozového parku. Toto řešení se ovšem k současné situaci nejeví jako příliš nadějné. V roce 2022 dosáhlo průměrné stáří vozidel v České republice 15,93 let. Je ovšem otázkou, do jaké míry je tato statistika vypovídající. Odpovídajícím způsobem udržovaný vůz o stáří 16-20 let nemusí být nutně ekologickou hrozbou a zátěží. V registru vozidel je v současnosti 6 425 417 osobních automobilů. Poslední statistiky evropského sdružení ACEA uvádí průměrné stáří vozového parku za celou Evropskou unii 11,8 roku. Pro srovnání, Německo uvádí průměrné stáří vozového parku 9,8 roku, Francie 10,3 roku, Itálie 11,8 roku a Slovensko spolu s Polskem 14,3 roku. Jedním z cílů této diplomové práce je i navržení opatření pro snížení hlukové zátěže, podrobně se o něm zmíním v jedné z následujících částí této diplomové práce. [1, 3, 4]

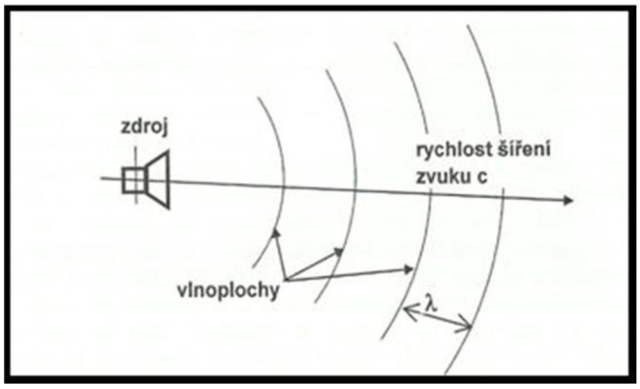
3.1 Definice hluku

Hluk lze obecně definovat jako akustický fenomén, který ruší, poškozuje nebo obtěžuje lidskou populaci. Jeho podstatou jsou mechanické vibrace a kmitání, které vytvářejí slyšitelný zvuk. Mechanické vibrace jsou způsobeny pohybem určitých částic v prostředí a přenášejí se z jednoho místa na druhé prostřednictvím pružného prostředí. Tyto částice neputují volně ve vzduchu, ale spíše kmitají kolem svých rovnovážných poloh. Frekvenční rozsah těchto vibrací je obvykle mezi 20 Hz až 20 kHz, což odpovídá přibližnému frekvenčnímu rozsahu lidského sluchu. [6]

3.2 Šíření zvuku

Akustické vlny se šíří ve formě malých vln. Čelo vlny je myšlená plocha, kde v daném okamžiku existují ve všech bodech stejné akustické podmínky.

Čelo vlny představuje místo, kam vlna v daném okamžiku dorazila. Vibrace částic vzduchu nebo jiného plynného prostředí způsobují stlačování nebo ředění těchto částic, což vede ke změně tlaku vzhledem k tlaku statickému. Tato změna koncentrace částic je lokálním jevem, který je charakterizován hodnotami akustického tlaku.



Obrázek č. 1: Akustické vlnění prostředím ve vlnoplochách

Zdroj: [4]

3.3 Hluk kolem nás

Hluk je fenomén, který je velmi obtížné jednoznačně definovat. Jeho povaha se především odvíjí od subjektivního vnímání jednotlivce. Jak již bylo zmíněno, definice hluku závisí především na subjektivním posouzení jednotlivce, který tento jev hodnotí. To, co jednoho člověka ruší jako hluk, může být pro jiného pouze hlasitá hudba či nevyrušující zvuk. V obecném smyslu lze hluk popsat jako nepříjemný zvukový vjem, který lidé buď vnímají, nebo jej aktivně potlačují. Narůstající hlučnost v životním prostředí má zřejmě negativní dopad nejen na psychické zdraví jednotlivců, ale také na ostatní živé organismy. Plány na ochranu životního prostředí se tak kromě znečištění ovzduší a kvality vody zaměřují i na problematiku hluku. V poslední době došlo k výraznému nárůstu hluku v životním prostředí, což je především důsledek celkového vzrůstu dopravy. Dřívější povozy tažené zvířaty a parní stroje, které byly kdysi přijímány vzhledem k jejich hlučnosti, jsou v současnosti často nahrazovány spalovacími motory s vyšším výkonem, přestože existuje přímá souvislost mezi mechanickým výkonem a hlučností. [4]

3.3.1 Vliv hluku na lidský organismus

V současné době je hluk jedním z nejrozšířenějších znečišťujících faktorů v pracovním i životním prostředí, což vede k rostoucímu počtu stížností od veřejnosti. Dlouhodobé vystavení hluku působí jako chronický stresor a přispívá k rozvoji kardiovaskulárních a dalších civilizačních onemocnění, u nichž je stres potvrzeným rizikovým faktorem [30]. Pokud jde o účinky hluku na lidský organismus, je třeba poznamenat, že vnímání hluku je u každého jedince subjektivní. Protože nikdo z nás není stejný, vnímáme hluk různě v závislosti na jeho intenzitě. Fyziologické účinky hluku na lidský organismus můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinou je přímý účinek na sluchové orgány. Druhou skupinou jsou psychologické účinky.

Při dlouhodobé expozici hlukové zátěži dochází k pozoruhodnému jevu, kdy se práh vnímání hluku organismem mění během prvních několika minut. Tělo se adaptuje a začne reagovat na nižší úrovni hlasitosti zvuku. Následná fáze, která následuje po této adaptaci, se nazývá sluchová únava. Sluchová únava dosahuje svého vrcholu obvykle po 7-10 minutách expozice. Během této fáze dochází ke změnám ve vnímání změn frekvencí, stejně jako ve vnímání hlasitosti a maskování zvuku.

Sluchová únava se pozvolna zlepšuje v průběhu několika hodin, někdy i dnů. Za škodlivou hranici se považuje ekvivalentní hladina hluku 85 dB, při hladině hluku nad 110 dB dochází k vážnému poškození sluchu. Příkladem osob vystavených tomuto nebezpečí jsou zaměstnanci v kotlárnách, výrobních dílnách, lakovnách, slévárnách, loděnicích, zkušebnách leteckých motorů, textilních továrnách a podobných provozech.

Vysokofrekvenční zvuky obvykle vnímáme jako tišší než hluboké zvuky. Nicméně krátkodobé akustické podněty, jako jsou výbuchy a detonace, mohou způsobit poškození sluchu. Tato situace se nazývá akustické trauma a její následky mohou být trvalé. Zvláště nebezpečným typem hluku může být úzkopásmový, impulzivní nebo vibrační hluk. Kromě poškození sluchu může hluk také ovlivnit psychiku jednotlivce a jeho centrální nervový systém.

I při úrovních hluku, které nedosahují škodlivých hodnot, což je asi 50 dB, mohou nastat změny, které ovlivňují autonomní a vegetativní nervový systém. Tento systém reguluje činnost cév, dýchání, trávení, hormonální rovnováhu a teplotu těla. Průběh onemocnění má typické znaky. V počáteční fázi dochází k tzv. ztrátě sluchu, která je doprovázena příznaky jako je tinnitus, pocit neslyšení, bolesti hlavy, nespavost

a palpitace srdce. Tyto symptomy však po 2-3 týdnech zmizí a postižený se plně adaptuje na hlučné prostředí, což je tzv. latentní stádium. Později, v různých časových intervalech, se mohou začít objevovat nepozorovatelné poruchy sluchu, které začínají ztrátou sluchu na vysoké tóny. Postižený si poruchu uvědomí obvykle tehdy, když porozumění řeči začne být obtížné, což signalizuje značný stupeň poškození. Pokud je expozice hluku trvalá (většinou několik let), může dojít až ke ztrátě sluchu. Tento stav nelze léčit a neexistuje pro něj lék. Je způsoben degenerací a odumíráním senzorických buněk a nervových vláken v důsledku dlouhodobého přetěžování a chronické únavy sluchu. Z fyziologického hlediska nedochází k adaptaci organismu na hlučné prostředí.

Hluk, kterému je lidský organismus vystaven, lze rozdělit do dvou základních úrovní:

Obtěžující účinek

Posouzení tohoto účinku je obtížné, protože je ovlivněn mnoha faktory, jako je zdravotní stav, emocionální stav a subjektivní vnímání. Co je pro jednoho jedince obtěžující a nepříjemné, může být pro druhého příjemné. Dále lze pozorovat, že zdroje hluku mají různé úrovně rušivosti. Například při porovnání hluku způsobeného silniční a leteckou dopravou je zjištěno, že hluk způsobený silniční dopravou je obvykle nižší [31].

Škodlivý účinek

Jde o účinky, které překračují zákonem stanovené limity pro emitovaný hluk a mohou způsobit zdravotní komplikace, pokud jsou jedinci expozici tohoto typu hluku vystaveni. Tyto účinky mohou ovlivnit náladu jedince, a dokonce způsobit trvalé změny ve sluchovém ústrojí člověka. Vystavení vysokým hladinám hluku a riziku akustického traumatu může také krátkodobě způsobit dezorientaci a ochrnutí. Příkladem mohou být granáty a výbušniny s neletálními účinky používané bezpečnostními složkami státu. [1, 3, 4, 26]

3.3.2 Ekvivalentní hladina hluku LAeq

Hladina hluku, vyjádřená v decibelech (dB), je upravována na základě frekvence pomocí pásmového váhového filtru, což se děje kvůli rozdílné citlivosti lidského ucha na různé frekvence zvuku. Nejběžněji používaným váhovým filtrem pro

hodnocení hluku z dopravy je filtr označený jako „A“. Vzhledem k proměnlivé povaze většiny hluku v reálném prostředí se k posouzení jeho vlivu používá průměrná hladina zvukové energie přenesené v určitém časovém úseku. Tato průměrná úroveň energie je označována jako ekvivalentní hladina hluku (LAeq). Riziko expozice hluku je poté vyhodnocováno stanovením maximálně přípustných hladin hluku. Tyto přípustné úrovně jsou stanoveny v nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. [3, 4]

3.3.3 Možnosti a metody snížení hlukové zátěže

Jak již bylo zmíněno, doprava je jedním z hlavních původců hlukové zátěže. Dalším původcem hlukové zátěže může být označen průmysl, ale jde spíše o lokální problém v místě, kde jsou tyto průmyslové lokace a větší koncentraci.
Existují tyto metody snižování hlukové zátěže:

Rozmístění a úprava zdrojů hluku

Již při navrhování zdrojů hluku je výhodné zohlednit hladinu hluku a hlukovou zátěž zdroje. Touto přípravou se vyhneme nutnosti dodatečných investic na snížení hlukové zátěže zdroje hluku.

Omezení zdrojů hluku

Úprava zdrojů hluku je velmi efektivním řešením, ale musí se brát v potaz při vývoji či výrobě stroje, strojní linky nebo zařízení. Pístové spalovací motory lze vybavit tlumiči hluku v sacích a výfukových traktech těchto agregátů. Další možností je použití tlumicích prvků, silentbloků nebo jiných tlumičů a tlumicích prvků ke snížení rezonance součástí, nežádoucích pohybů a vibrací plynoucích z těchto nežádoucích pohybů.

Další variantou je použití stabilizačních hřídelí. Důležitou roli hraje také materiálová stránka zdroje hluku. Je třeba zvážit, jaké vlastnosti má materiál, z něhož je vyroben zdroj hluku, jaká je jeho vnitřní struktura, stupeň zpracování a jaké jsou jeho akustické vlastnosti. Tyto faktory mohou významně ovlivnit schopnost materiálu pohlcovat či izolovat zvuk a tím i efektivitu snižování hluku. [4,5]

Změny prostředí zdroje zvuku

Úpravy okolí zdroje hluku jsou často investičně náročné a při návrhu zařízení je třeba se jim vyhnout. Jako příklad může sloužit dodatečná izolace interiéru vozidla od hluku hnacího ústrojí. Tento postup, ačkoli může účinně snížit vnímání hluku pro

uživatele, vyžaduje dodatečné materiály a komplikace v konstrukčním procesu, což může významně zvýšit náklady na výrobu vozidla. Při návrhu nových produktů je tedy lepší se zaměřit na snížení hluku přímo u jeho zdroje, například použitím efektivnějších tlumičů hluku nebo optimalizací designu strojních komponent pro minimalizaci vibrací. [5, 12]

Vhodné vzájemné situování

Vzájemné situování zdrojů hluku a exponovaných osob je důležité zejména při plánování nových stálých výrobních zařízení. Modernizace již není zpravidla možná nebo je spojena s nepřiměřenou investiční náročností. A tudíž nevýhodná. [5, 12]

Zvuková izolace

Základním předpokladem je instalace vhodného izolačního materiálu proti zvuku mezi místem, kde hluk vzniká, a obytným prostorem, nebo v případě přenosných zařízení, zejména mezi pracovním prostorem a okolím. V některých situacích je možné částečně omezit hluk v jeho zdroji od okolního prostředí umístěním stroje do prostoru vybaveného speciálními materiály, které absorbuje zvuk. Tímto způsobem lze sekundárně minimalizovat šíření hluku do okolí. [5, 12]

Prostorová akustika

V tomto případě je klíčové využití schopnosti různých materiálů pohlcovat zvuk a jejich aplikace v konstrukcích, které vyžadují vysokou akustickou účinnost. [5, 12]

Použití OOP (Osobní ochranné pomůcky)

Pokud není možné ovlivnit úroveň hluku stroje pomocí výše zmíněných metod, je nutné, aby obsluha stroje používala osobní ochranné pomůcky, jako jsou chrániče sluchu. Použití těchto osobních ochranných prostředků je legislativně vyžadováno. [5, 12]

3.3.4 Hluk vznikající při provozu dopravního prostředku

Nejčastějším zdrojem hluku u spalovacích motorů a kompresorů, zejména pístových, je neustálé kolísání tlaků během provozu motoru nebo kompresoru. Dále je důležité zohlednit hlučnost ostatních součástí nezbytných pro chod agregátu.

Hluk u pístových spalovacích motorů je především způsoben změnami provozní vůle klikového mechanismu. U vznětových motorů je významným zdrojem hluku vstřikovací čerpadlo, zatímco u motorů zážehových je hlavním zdrojem hluku magnetos přerušovaným zapalováním nebo odstředivé zapalovací šoupátko.

Motory vybavené časováním ventilů musí být vybaveny vhodným systémem automatického seřizování ventilové vůle. U motorů s turbodmychadlem se očekává provoz při vysokých otáčkách (až 100 000 ot. /min) při malých objemech. Tento hluk je způsoben změnami průtoku plynů a mechanickou vůlí v připojení hřídele.

Pokud jde o pístové kompresory, hlavním zdrojem hluku je obvykle proudění vzduchu v potrubí. Je nezbytné dobře izolovat sací potrubí a vybavit je tlumiči sání. Typ chlazení také významně ovlivňuje hlučnost agregátu.

Obecně můžeme říci, že kapalinou chlazené pístové agregáty se ve srovnání s agregáty chlazenými přímo vzduchem vyznačují nižší hlučností.

Při použití kapalinového chlazení je část vyzařovaného hluku absorbována kapalinou a ve většině případů dvojitým pláštěm tepelně namáhaných součástí agregátu. Vzduchové chlazení je sice konstrukčně jednodušší a lehčí, avšak snaha o úplný odvod tepla z namáhaných dílů často vede k rozšíření chladicích ploch s různými žebry, která mohou později způsobovat vibrace a vyšší hlučnost celého agregátu. [20, 23]

3.4 Legislativní opatření Evropské unie ve vztahu k problematice hluku

Jak jsem již zmiňoval v rámci předešlých kapitol této práce, je hluková zátěž nezanedbatelným problémem.

V námi sledované hlukové zátěži emitované silničním provozem se setkáváme se situací, při které dochází k prolínání pravomocí několika legislativních a zákonodárných orgánů. Silniční infrastruktura spadá do gesce Ministerstva dopravy České republiky. Problémy způsobené hlukem produkovaným silniční dopravou patří mezi zdravotní rizika a danou problematiku zaštiťuje naopak Ministerstvo zdravotnictví České republiky.

Nesmíme ovšem zapomenout na fakt, který je pro danou problematiku též podstatný. Jde o princip EUR-lex, znamenající, že evropské právo a legislativa je nadřazena národním legislativám členských států.

Do dané problematiky zasahuje i agenda jiných organizací, nejen na evropské úrovni. Dle WHO, Světové zdravotnické organizace, je hluk druhá nejzávažnější škodlivina ohrožující lidské zdraví svým působením.

Vzhledem k principu nadřazenosti evropské legislativy se může stát, že brzy bude veškerou protihlukovou legislativu pro jednotlivé národní státy určovat Evropská unie prostřednictvím svých legislativních orgánů.

V následujících odstavcích bych rád blíže přiblížil některá významná opatření a předpisy užívané jak v české legislativě, tak i ukázku legislativy Evropské unie pokrývající problematiku dopravního hluku.

Společným průsečíkem daných legislativních opatření a nařízení je opatření a postup, který nazýváme strategické hlukové mapování. [26, 29]

Strategické hlukové mapování

Strategické hlukové mapování je opatření a proces, jehož smyslem je snižování exponovaného hlukového zatížení. Jedná se o výpočtovou metodu spojenou s vytvořením 3 D hlukových map. Výpočtovou metodou jsou určena místa s největší expozicí hlukové zátěže a míst, kde dochází k překračování mezních hodnot. Daná místa jsou dále podrobně zkoumána a stávají se součástí tzv. akčních plánů.

Součástí těchto akčních plánů jsou návrhy konkrétních opatření na snížení hluku v kritických místech a zároveň na udržení nízkých zjištěných hodnot v místech, kde je expozice hlukové zátěži nízká. Návrhy opatření v rámci těchto akčních plánů jsou přístupné veřejnosti. Jde o rozdíl oproti hlukovým studiím, která jsou zpracovávána za zadání a podnět zadavatele – měst, obcí, průmyslových podniků. Tyto studie jsou majetkem zadavatele a není jeho povinností tyto studie poskytnout či zpřístupnit široké veřejnosti.

Pro strategické hlukové mapování je významná směrnice z roku 2002. Evropská směrnice 2002/49/ES stanovuje časový interval pětiletých cyklů. Každých pět let je třeba sledovat hlukovou situaci v oblastech a okolí významných zdrojů hluku, mapovat situaci a navrhovat možná a vhodná opatření ke snížení této hlukové zátěže a celkovému zlepšení situace v těchto sledovaných kritických místech.

Cílem směrnice 2002/49/ES je stanovit společný přístup k definici priorit v oblasti hluku. Tento společný přístup zahrnuje prevenci a omezení škodlivých a rušivých dopadů hluku v exteriéru. Mezi opatření patří:

1) Stanovení úrovně expozice hluku v exteriéru pomocí postupů hlukového mapování, které jsou v celé Evropské unii shodné.

2) Informování veřejnosti o hluku a jeho dopadech na obyvatele. Na základě získaných výsledků jsou členskými státy přijímána opatření prostřednictvím akčních plánů.

Společný přístup členských států k hodnocení hluku je umožněn díky použití jednotné metodiky, která zahrnuje společné hlukové ukazatele, známé jako "deskriptory hluku". Těmito deskriptory se míní určité charakteristiky hluku. Jejich specifikem je, že mezní hodnoty těchto deskriptorů jsou stanoveny individuálně každým členským státem. Mezi deskriptory hluku patří:

- Ldvn – Tento ukazatel představuje míru celkového hluku během celého dne, večera a noci, a je označován též jako Lden.
- Ld – Tento ukazatel reprezentuje úroveň hluku pouze během dne.

Ukázka mezních limitních hodnot:

Tabulka č. 5: Hladiny mezních hodnot

Ln (dB)	Ldn (dB)	MEZNÍ HODNOTY
60 dB	70 dB	Silniční doprava
65 dB	70 dB	Železniční doprava
50 dB	60 dB	Letecká doprava
40 dB	50 dB	Průmyslová činnost

Zdroj: vlastní zpracování

Mezní hodnoty nevyjadřují hygienické limity hluku stanovené zákonem č. 272/2011 Sb. o Ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Cykly měření hluku (SHM) jsou periodická měření prováděná jednotlivými státy Evropské unie s pětiletým odstupem. Posloupnost a podmínky jednotlivých cyklů SHM jsou následující:

1. kolo SHM nařízené směrnicí stanovilo termín do 30.6.2007. Do tohoto data bylo požadováno zpracování hlukových map pro aglomerace s více než 250 000 obyvatel, pro všechny hlavní silniční tahy s provozním vytížením 6 000 000 vozidel/rok, hlavní železniční tahy s vytížením 60 000 vlakových souprav/rok a hlavní letiště daného členského státu s alespoň 50 000 vzletů a přistání ročně.

2. kolo SHM, po uplynutí 5letého cyklu, stanovilo termín do 30.6.2012 s již přesnějšími požadavky. Hlukové mapy byly nyní zpracovány pro aglomerace již

s minimálně 100 000 obyvatel, hlavní silniční tahy s provozním vytížením 3 000 000 vozidel/rok, hlavní železniční tahy s vytížením 30 000 vlakových souprav/rok.

Pro leteckou dopravu zůstala kritéria stejná, tedy 50 000 vzletů a přistání ročně pro hlavní letiště členského státu. Pro další kola SHM zůstávají požadované parametry stejné. [26, 28, 30, 31]

Metodika výpočtů

Následující strategie byly vybrány členskými státy Evropské unie pro první tři fáze SHM (strategického hlukového mapování). [26, 29]

Silniční doprava

Členské státy Evropské unie rozhodly použít francouzskou metodiku výpočtu označovanou jako "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)", která je specifikována v *"Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 6 Mai 1995, Article 6"*, a dále v normě *"XPS 31-133"* ve francouzském znění a aktualizacích. [26, 29]

Železniční doprava

Pro první tři kola SHM byla vybrána nizozemská národní norma pro výpočet, která byla zveřejněna v dokumentu *"Reken – en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai 1996"*, vydávaném ministerstvem Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer dne 20. listopadu 1996. Tato norma, známá jako "RMR II", je podrobována pozdějším novelizacím. [26, 29]

Letecká doprava

Pro první tři fáze SHM byla zvolena norma ECAC/CEAC doc. 29, nazvaná *"Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports"*, z roku 1997, která podléhá pozdějším aktualizacím a novelizacím. [26, 29]

Průmyslový hluk

Pro první tři fáze SHM byla zvolena norma ISO 9613-2 s názvem *"Acoustics – Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation"*, která je podrobována pozdějším novelizacím a aktualizacím.

V roce 2015 byla přijata Směrnice Evropské komise 2015/996, která stanovuje společné metody hodnocení hluku podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES. Tato směrnice zavádí novou jednotnou metodiku výpočtu strategického hlukového mapování v členských zemích Evropské unie, známou jako CNOSSOS-EU.

Ode dne vydání směrnice 19.5.2015 mohly státy dle této směrnice postupovat. Od 31.12.2018 pro ně platí povinnost tyto metody používat.

Právní legislativa v oblasti hluku v České republice

V rámci České republiky máme řadu právních předpisů a norem vztažených k problematice hlukové zátěže. Tato legislativa se ve vztahu k občanovi projevuje formou a prostřednictvím vyhlášek, nařízení i zákonů.

Zákon č. 258/2000 Sb. o Ochraně veřejného zdraví

Zákon č. 20/1966 Sb., který pochází z 60. let 20. století, byl nahrazen zákonem č. 258/2000 Sb. Ten upravuje vztahy jednotlivců k veřejnému zdraví, včetně jejich práv a povinností, a vztahy k ochraně a podpoře veřejného zdraví, stejně jako pravomoci orgánů působících v oblasti veřejného zdraví. Tento zákon stanovuje pravomoci a pravomoci jednotlivých zainteresovaných orgánů. V kontextu diplomové práce jsou klíčové zejména paragrafy § 30-34, které určují právní povinnosti provozovatelů zdrojů hluku a právní postavení orgánů státní správy odpovědných za ochranu před hlukem. Paragraf 30 stanovuje hygienické limity hluku, které jsou blíže definovány vládním nařízením č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Další důležitou vyhláškou je vyhláška č. 523/2006, která se týká hlukového mapování. Tato vyhláška stanovuje mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů, a rovněž podmínky účasti veřejnosti při jejich přípravě.

Vyhláška č. 561/2006 Sb. o stanovení seznamu aglomerací pro účely hodnocení a snižování hluku

Vyhláška č. 561/2006 Sb. určuje seznam aglomerací pro hodnocení a snižování dlouhodobého průměrného hlukového zatížení, včetně grafického znázornění a jejich vymezení. Tento seznam zahrnuje aglomerace Prahu, Brno a Ostravu, které mají nad 250 000 obyvatel.

Ústí nad Labem, Teplice, Plzeň, Liberec a Olomouc jsou další aglomerace s počtem obyvatel nad 100 000, které jsou zahrnuty do vyhlášky.

Kromě toho jsou dalšími zákony ovlivňujícími problematiku hlukové zátěže:

- Zákon č. 106/1999 Sb. o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 123/1998 Sb. o právu na informace o životním prostředí.

Občanský zákoník, který byl dříve znám jako zákon č. 40/1964 Sb. a nyní po novelizaci v roce 2012 jako NOZ (Nový občanský zákoník) č. 89/2012 Sb.

Orgány veřejné správy spojené s hlukovou agendou:

- Krajské hygienické stanice (KHS) jsou zřizovány zákonem č. 258/2000 Sb. o Ochraně veřejného zdraví.

Krajské hygienické stanice (KHS) fungují jako správní orgány, a mají v gesci vydávání různých rozhodnutí, povolení a osvědčení. Mezi typické příklady patří proces povolení nadlimitních zdrojů hluku. Toto povolení je přímo vydáváno Krajskými hygienickými stanicemi.

Úkoly státní správy v rámci ochrany veřejného zdraví zahrnují státní zdravotní dozor. Krajské hygienické stanice dále provádí hodnocení a řízení zdravotních rizik negativního ovlivnění zdravotního stavu obyvatelstva spolu s řízením místních projektů ochrany veřejného zdraví (EPS 2008).

Činnost krajského hygienika je významná v rámci obecního rozvoje a plánování výstavby. Územní a stavební řízení s rizikem vysoké emitace hlukové zátěže je ve fázi povolování zcela závislé na stanovisku krajského hygienika. Krajský hygienik schvaluje územní plány. [26, 29]

Hluk vznikající prouděním okolního vzduchu, aerodynamický hluk

Tato hlučnost narůstá spolu s veličinou rychlosti, a proto ji při malých rychlostech nebereme v potaz. [3, 4]

Hlučnost pneumatik

Hlučnost způsobená odvalováním pneumatik po vozovce se významně projevuje až při rychlosti 25 km/h a vyšší. Při nižších rychlostech nebere běžně v potaz. Tento hluk vzniká při obtékání vzduchu okolo rotující pneumatiky a také při nárazech dezénu pneumatiky na povrch vozovky. V případě pracovních strojů je vhodné používat silniční nebo komunální pneumatiky, které mají podobný dezén jako pneumatiky osobních vozidel, ale jsou odolnější a poskytují větší styčnou plochu. Hlučnost pneumatik se zvyšuje při nedostatečném nahuštění, což způsobuje deformaci běhounu pneumatiky a tření o povrch komunikace. [3, 4]

4 Metodika a cíle práce

Cílem této práce bylo kompletní zhodnocení hlukové zátěže ve třech vybraných lokalitách a zhodnocení veškerých aspektů, které s touto zátěží souvisí. V literární rešerši se zaměřit na problematiku dopravního hluku a aspekty, které tento druh hluku podmiňují.

Pro měřené lokality vybrat stanoviště pro měření hlukové zátěže a v každém z nich změřit emitovaný hluk z dopravy a provést součet projetých motorových vozidel za sledovaný časový úsek, pořídit fotografický záznam spolu s měřením hlukové zátěže a sčítáním dopravy. Při překročení limitní hladiny hlukové zátěže navrhnout vhodná opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu.

4.1 Metodika měření

K měření hlukové zátěže z dopravy byly vybrány celkem 3 lokality (viz obr. č. 2 – č. 4) ve městě Třeboň, které byly dále označeny jako stanoviště. Na každém stanovišti probíhalo měření 7 dní (každý den 1 hodinu). Výsledná ekvivalentní hladina LAeq hodnotila úroveň hluku za časový úsek jedné hodiny. V čase probíhajícího měření hluku bylo také provedeno hodnocení intenzity dopravy sledováním projetých motorových vozidel v obou směrech dopravní komunikace, což znamená určením druhu projetých vozidel a jejich počtu.

Měřicí přístroj a jeho umístění

Pro měření byl použit přístroj pro měření zvukové hladiny dle EN 61672-1 "Zvukoměry: Technické požadavky" zvukoměr BrüelKjaer 2270 s váhovým filtrem A, se seznamem naměřených hodnot.

V případě komunikace šlo o umístění ve vzdálenosti 1 metru od hrany komunikace, u níž byla hluková zátěž měřená. Mikrofon byl nasměrován kolmo na dráhu projíždějících vozidel a umístěn ve stabilní výšce 1,5 metru pomocí trojnohého stativu. Pro měření doporučených vzdáleností byl použit svinovací metr. Mezi mikrofonem, přístrojem a zdrojem hluku nebyly žádné překážky. Obsluha přístroje byla během probíhajícího měření ve vzdálenosti 2 metry od přístroje. Měření nebylo prováděno při rychlosti větru větší než 5 m/s, při teplotě menší než 0 °C, za mlhy nebo deště. Pro měření doporučených vzdáleností byl použit svinovací metr.

Samotné vyhodnocení bylo provedeno notebookem typu Acer Aspire 5542G.

Charakteristika stanovišť

Pro účely měření byla zvolena stanoviště dopravních komunikací 1. a 2.tříd, stejně jako komunikace ve správě obcí. Všechny komunikace byly se suchým asfaltovým povrchem prostým nečistot.

Stanoviště číslo 1

Stanoviště číslo 1 bylo vybráno v katastru obce Třeboň. Jedná se o úsek silnice 1. třídy I/34 procházející městem Třeboň a spojující České Budějovice a Jindřichův Hradec (viz obr. č. 2). V Třeboni se tato komunikace kříží s významným tahem číslo I/24 (E49), který spojuje Třeboň a Veselí nad Lužnicí a umožňuje pokračování do Prahy. Pro měření byl vybrán úsek před výše zmíněným křížením ve směru Č. Budějovice, který je po obou stranách vybaven protihlukovou stěnou.

Obrázek č. 2: Stanoviště číslo 1- silnice I. třídy I/34

Zdroj: vlastní zpracování

Stanoviště číslo 2

Stanoviště číslo 2 se nachází v katastru obce Třeboň. Jedná se o úsek silnice 2. třídy II/154 procházející ulicí Novohradská v Třeboni. Silnice II/154 spojuje Třeboň s Novými Hrady, Horní Stropnicí, Benešovem nad Černou a Kaplicí. Měření bylo prováděno v úseku této komunikace ve směru do Třeboně, která vede přímo po hrázi rybníka Svět.

Stanoviště číslo 3

Stanoviště číslo 3 je poslední stanoviště ve městě Třeboň. Jedná se o úsek silnice I. třídy I/24 (E49) před hranicí obce Třeboň v rámci místní průmyslové zóny a v zóně budoucí výstavby rodinných domů. Vybrané stanoviště pro měření bylo vybráno ve směru na Veselí nad Lužnicí a Prahu.

Obrázek č. 3: Stanoviště číslo 2- silnice II. třídy II/154

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 4: Stanoviště číslo 3; Zdroj: vlastní zpracování

5 PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE

5.1 Výsledky vlastní práce a diskuse

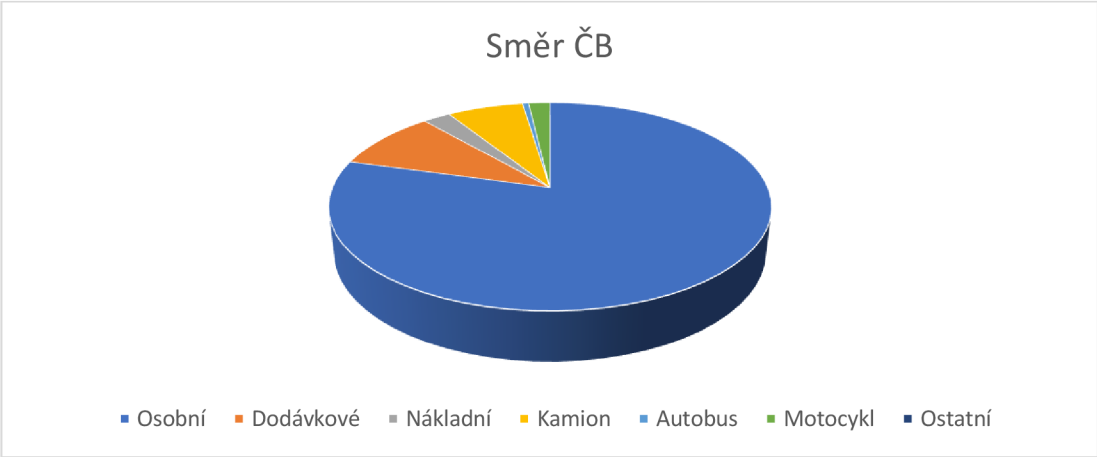
Výsledky sledování intenzity dopravy na vybraných a sledovaných dopravních komunikacích jsou zaznamenány v tabulkách (č. 3–23) a vizualizovány také graficky. Naměřené hladiny akustického tlaku (hladiny hlukové zátěže) na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na jednotlivých stanovištích jsou zobrazeny ve výstupech z měření v grafické podobě, která odpovídá datům získaným z měřicího přístroje – zvukoměru BrüelKjaer 2270. Grafy prezentují naměřené hlukové úrovně v různých frekvenčních pásmech na levé straně a histogram zobrazující četnost výskytu naměřených úrovní během měřené doby (jedné hodiny) na pravé straně. Tyto grafy jsou umístěny pod tabulkami a grafy, které vyhodnocují intenzitu sledované dopravy pro jednotlivá stanoviště a dny měření.

5.1.1 Stanoviště číslo 1

Tabulka č. 6: výsledky měření na stanovišti 1 (středa)

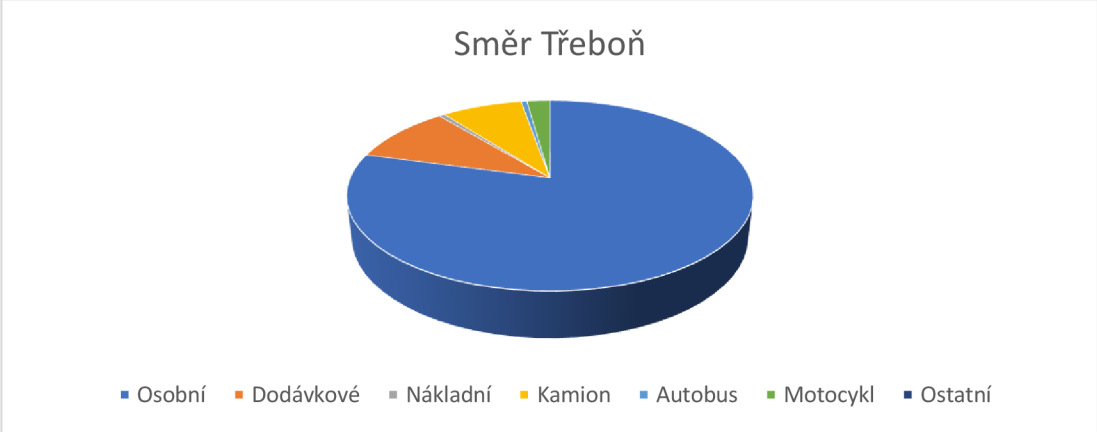
Stanoviště 1 22.3.2023	**Směr ČB**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	299	290
Dodávkové	35	36
Nákladní	9	2
Kamion	25	28
Autobus	2	2
Motocykl	7	8
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



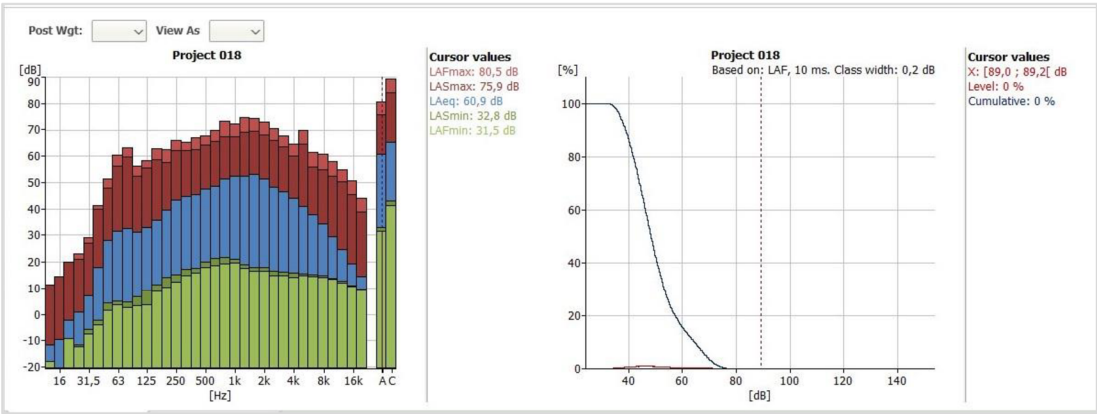
Graf č. 1: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 2: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 3: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (středa)

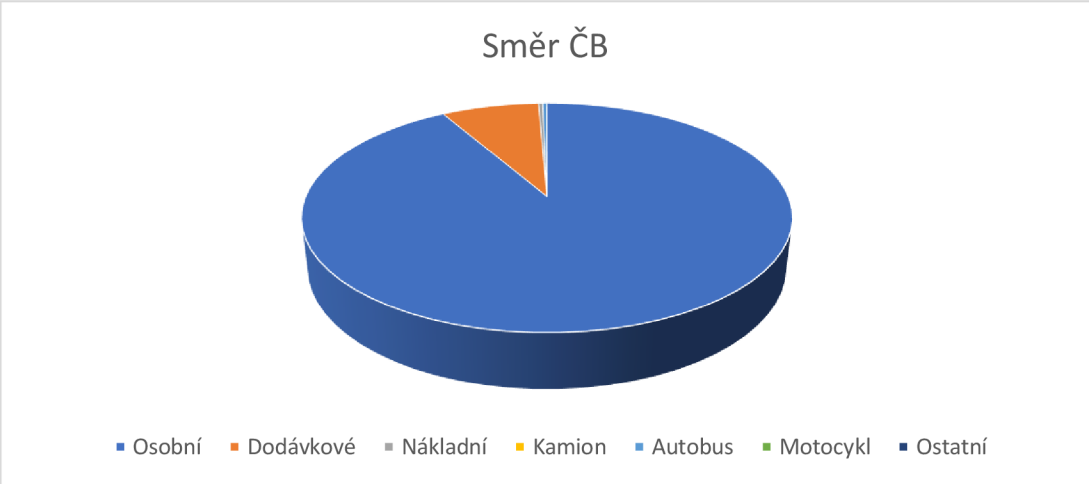
Zdroj: vlastní zpracování

Jak lze vidět z výsledků výše umístěného grafu č. 3, naměřená celková ekvivalentní hladina LAeq dosahovala hodnotu 67,2 dB, ale nepřesáhla limitní hodnotu danou zákonem 70 dB.

Tabulka č. 7: Výsledky měření na stanovišti č. 1 (sobota)

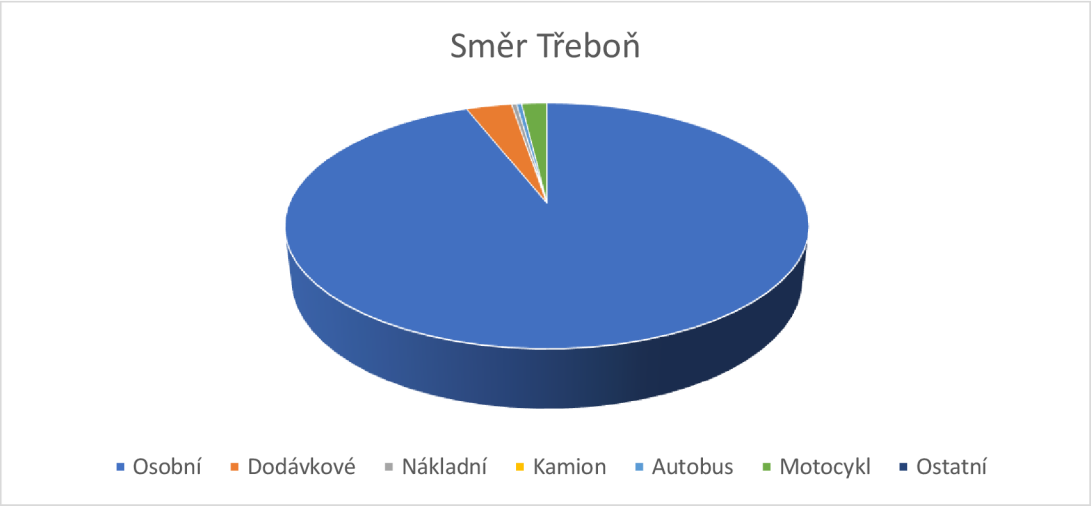
Stanoviště 1 25.3.2023	**Směr ČB**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	276	253
Dodávkové	23	9
Nákladní	1	1
Kamion	0	0
Autobus	1	1
Motocykl	0	5
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



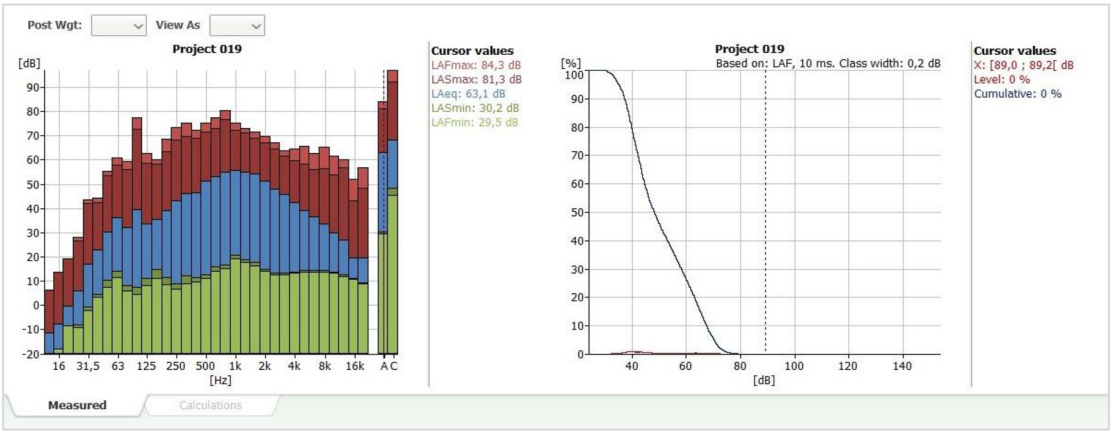
Graf č. 4: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 5: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 6: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (sobota)

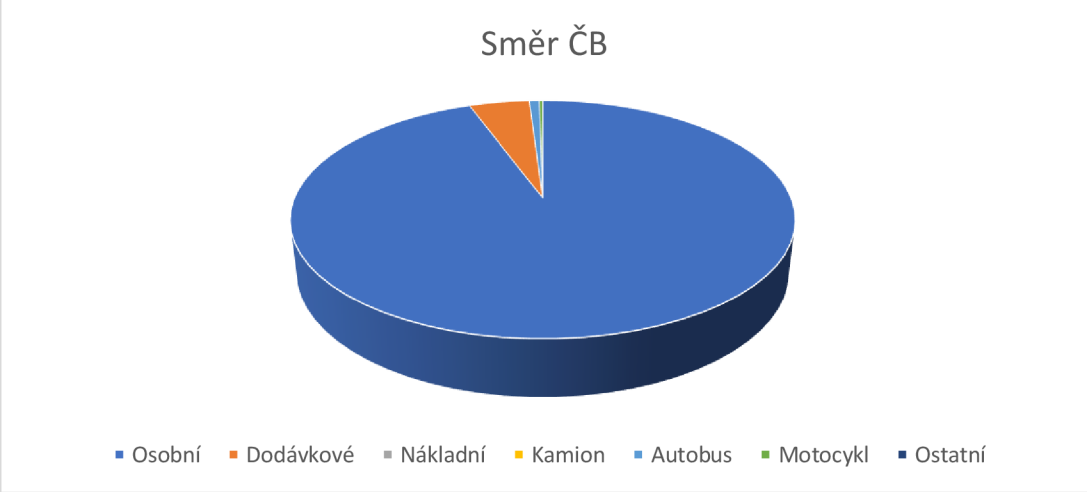
Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu č. 6 je zřejmé, že celková ekvivalentní hladina LAeq dosáhla hodnoty 63,1 dB. Tato hodnota nepřekročila limity hluku z dopravy stanovené zákonem.

Tabulka č. 8: Výsledky měření na stanovišti 1 (neděle)

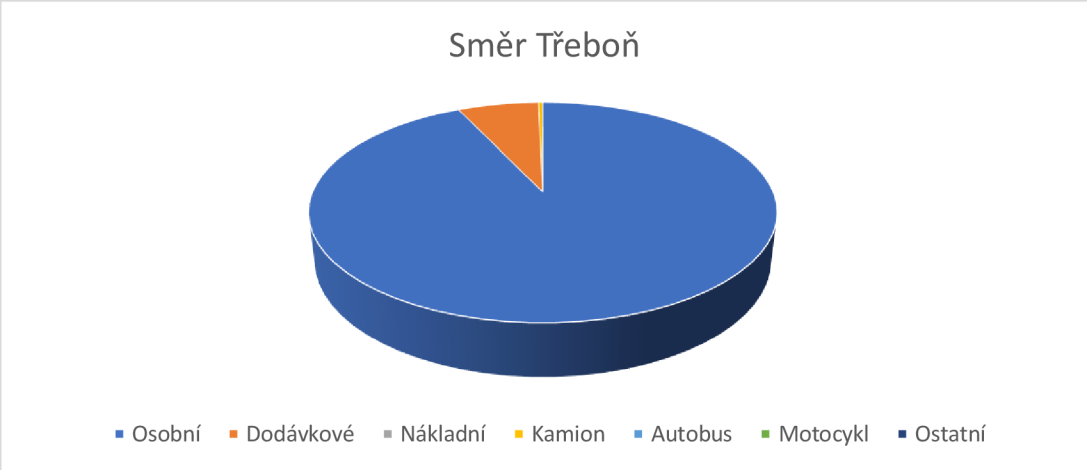
Stanoviště 1 26.3.2023	Směr ČB	Směr Třeboň
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	368	264
Dodávkové	18	19
Nákladní	0	0
Kamion	0	1
Autobus	3	0
Motocykl	1	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



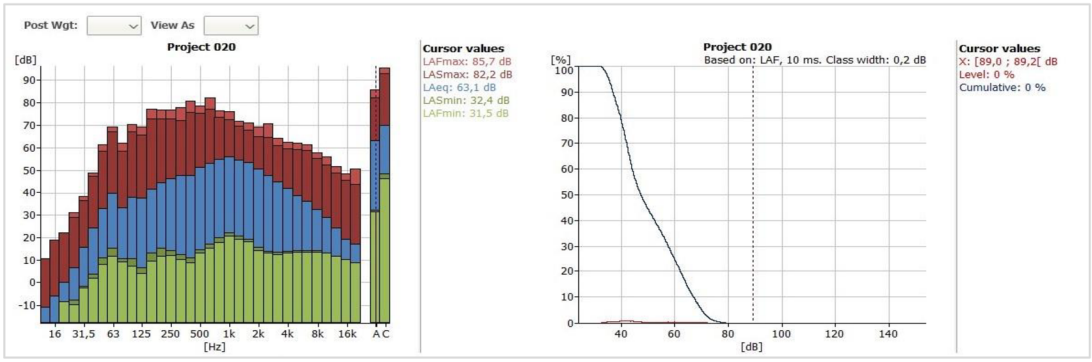
Graf č. 7: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 8: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 9: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (neděle)

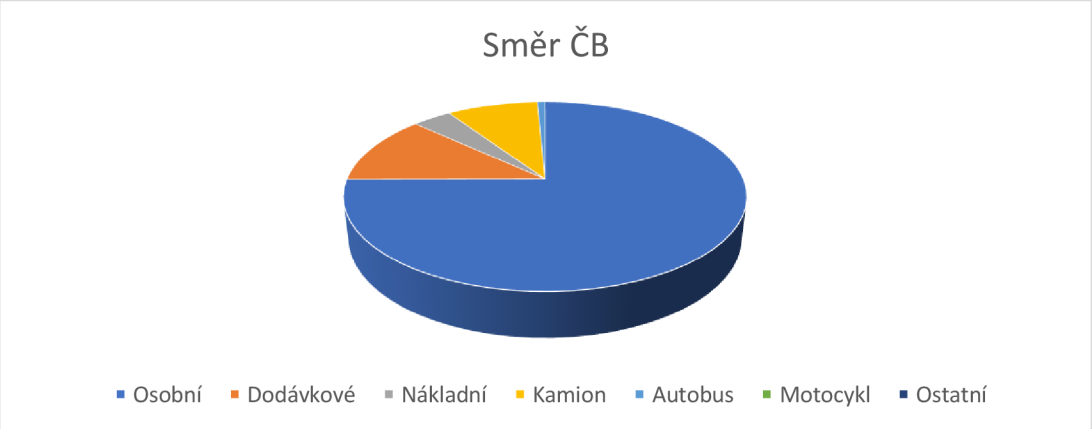
Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků prezentovaných v grafu č. 9 je zřejmé, že naměřené hodnoty hluku LAeq 63,1 dB nepřekročily limity hluku z dopravy stanovené zákonem.

Tabulka č. 9: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (pondělí)

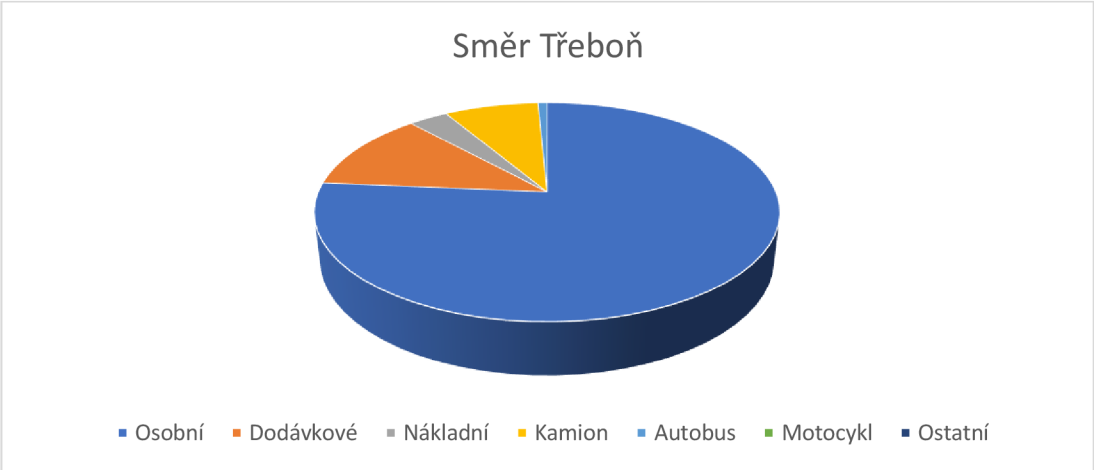
Stanoviště 1 27.3.2023	**Směr ČB**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	302	304
Dodávkové	48	47
Nákladní	15	13
Kamion	35	31
Autobus	3	3
Motocykl	0	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



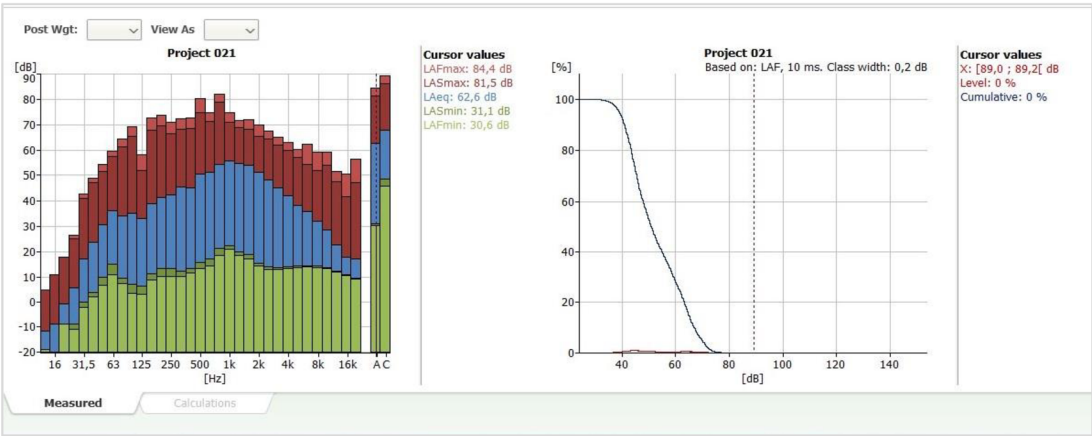
Graf č. 10: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 11: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 12: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (pondělí)

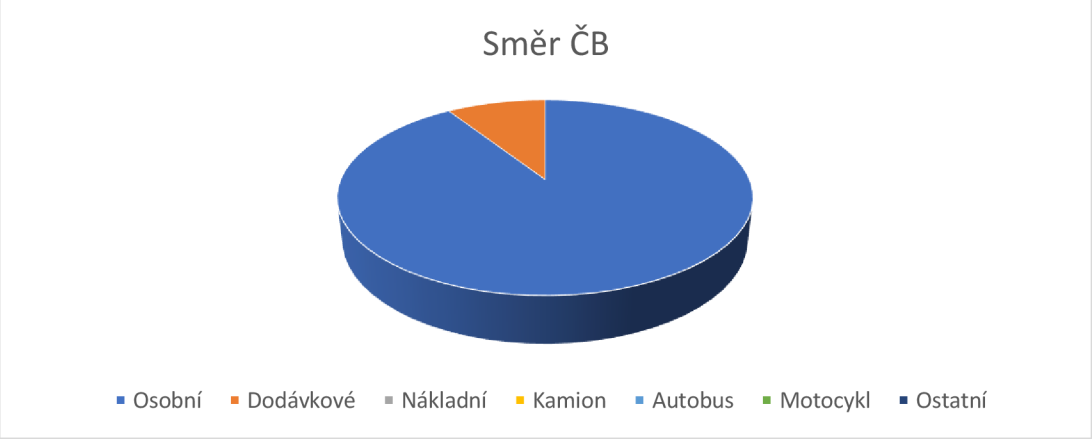
Zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z výsledků v grafu č. 13, celková ekvivalentní hladina LAeq dosahovala hodnoty 62,6 dB.

Tabulka č. 10: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (úterý)

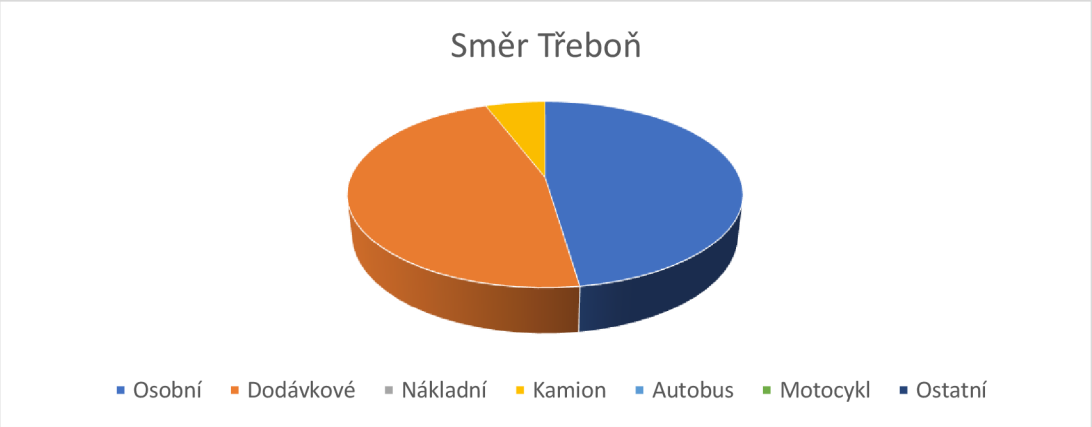
Stanoviště 1 28.3.2023	Směr ČB	Směr Třeboň
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	129	125
Dodávkové	13	8
Nákladní	0	0
Kamion	0	1
Autobus	0	0
Motocykl	0	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



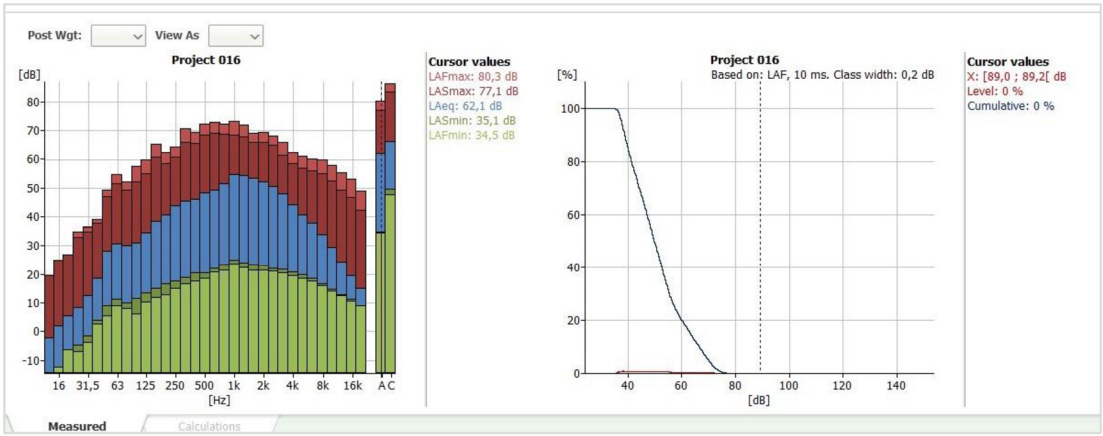
Graf č. 13: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 14: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 15: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (úterý)

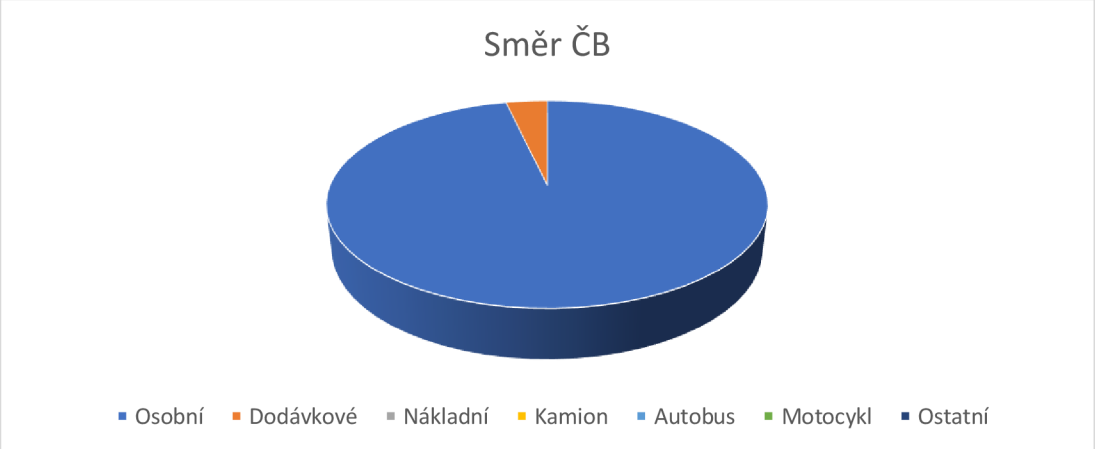
Zdroj: vlastní zpracování

Graf č. 16 ukazuje, že celková ekvivalentní hladina LAeq dosáhla hodnoty 62,1 dB, která nepřesáhla limity hluku z dopravy stanovené zákonem.

Tabulka č. 11: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (středa)

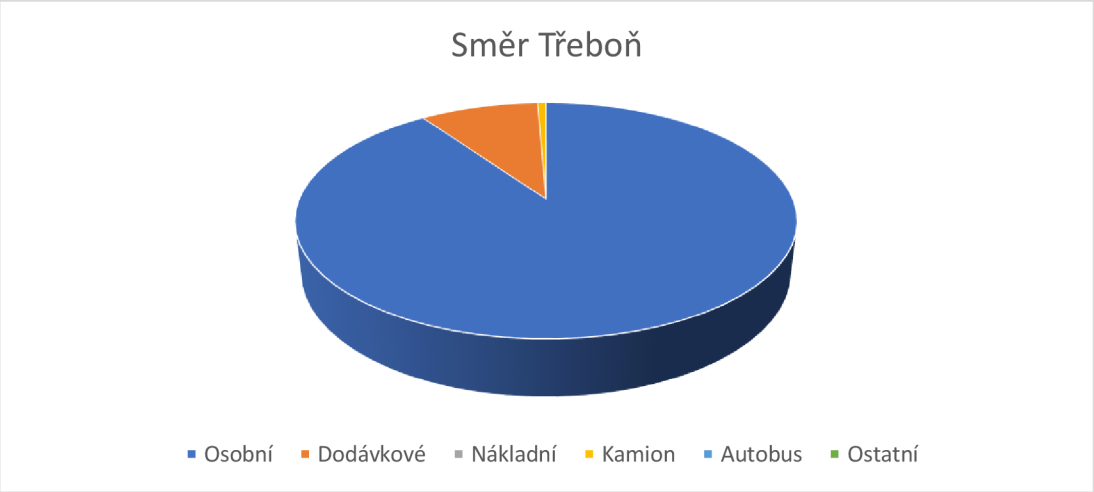
Stanoviště 1 29.3.2023	**Směr ČB**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	187	139
Dodávkové	7	14
Nákladní	0	0
Kamion	0	1
Autobus	0	0
Motocykl	0	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



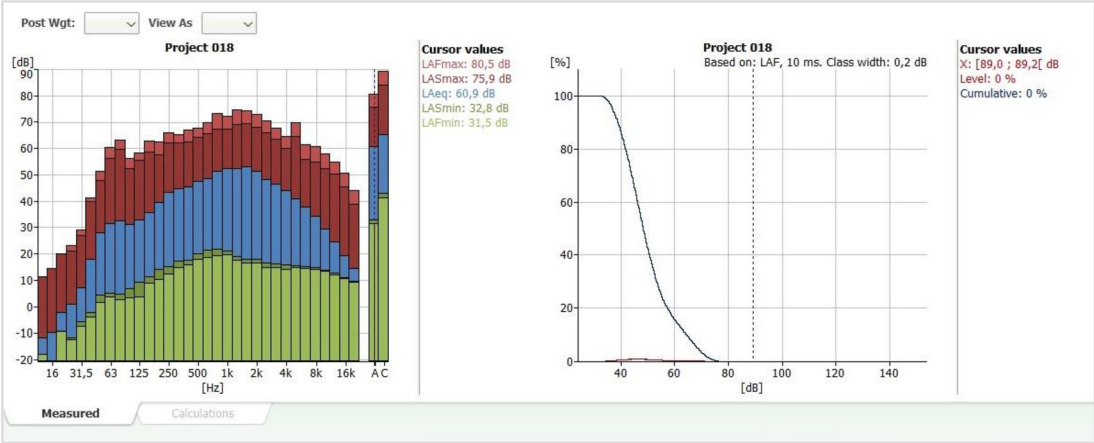
Graf č. 16: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 17: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 18: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (středa)

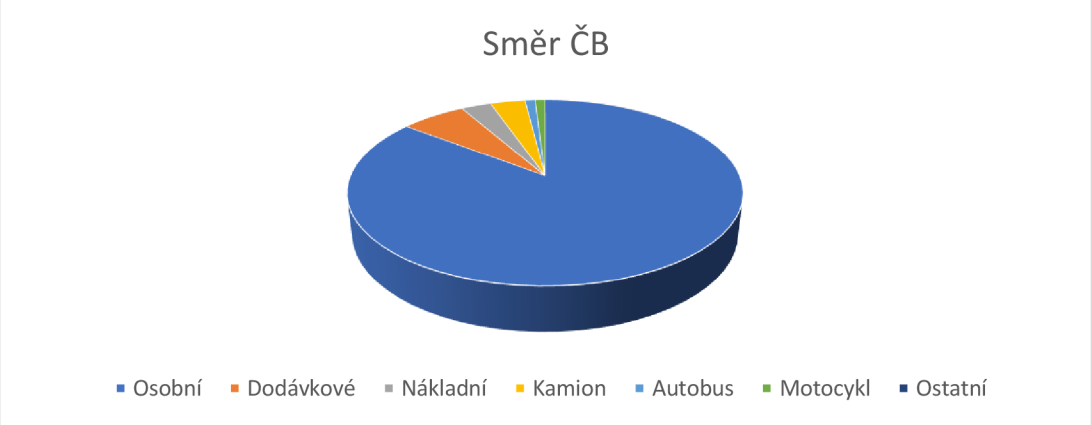
Zdroj: vlastní zpracování

Z grafu č. 19 lze vyčíst, že celková ekvivalentní hladina LAeq dosáhla hodnoty 60,9 dB, což nepřekročilo limity hluku z dopravy stanovené zákonem.

Tabulka č. 12: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (čtvrtek)

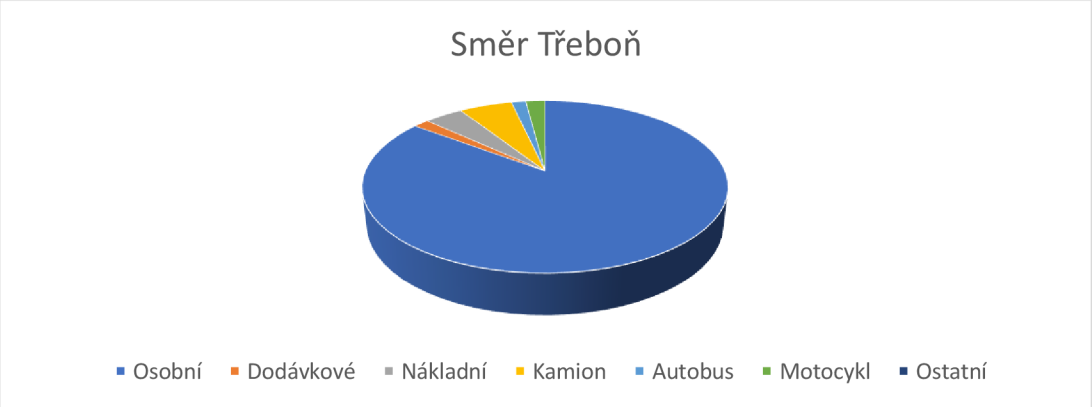
Stanoviště 1 30.3.2023	Směr ČB	Směr Třeboň
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	176	168
Dodávkové	13	17
Nákladní	6	8
Kamion	7	11
Autobus	2	3
Motocykl	2	4
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



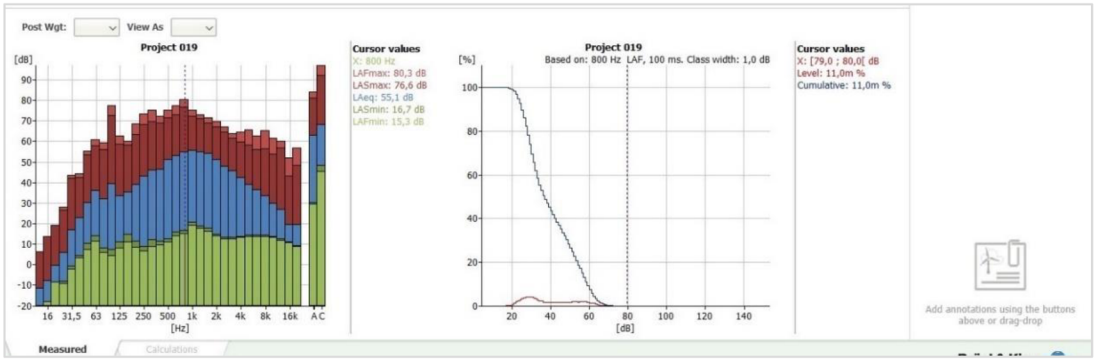
Graf č. 19: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 20: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (čtvrtek)

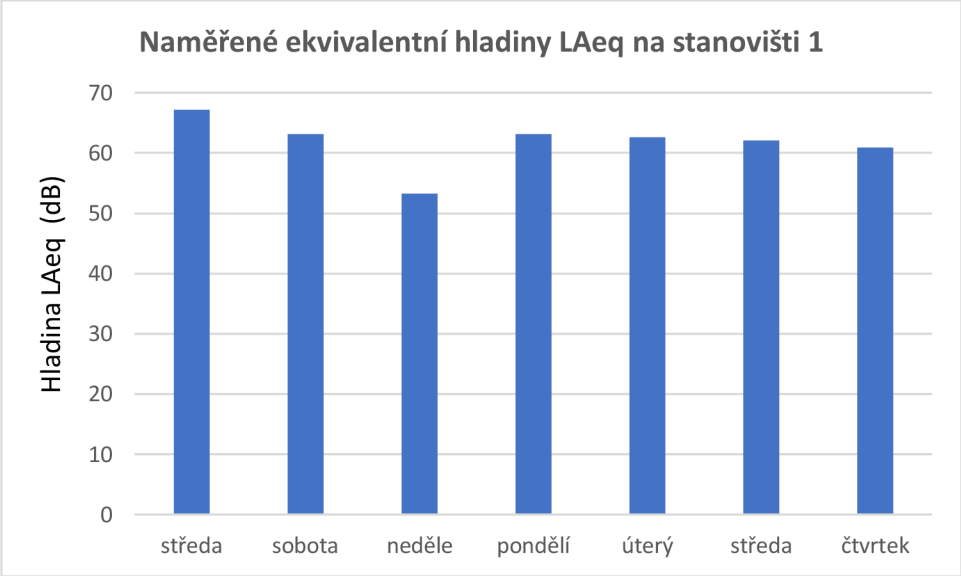
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 21: Výstup z měření (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků v grafu č. 21 je zřejmé, že naměřená celková ekvivalentní hladina LAeq dosáhla hodnoty 60,9 dB.



Graf č. 22: **Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovních dnů a dnů klidu**

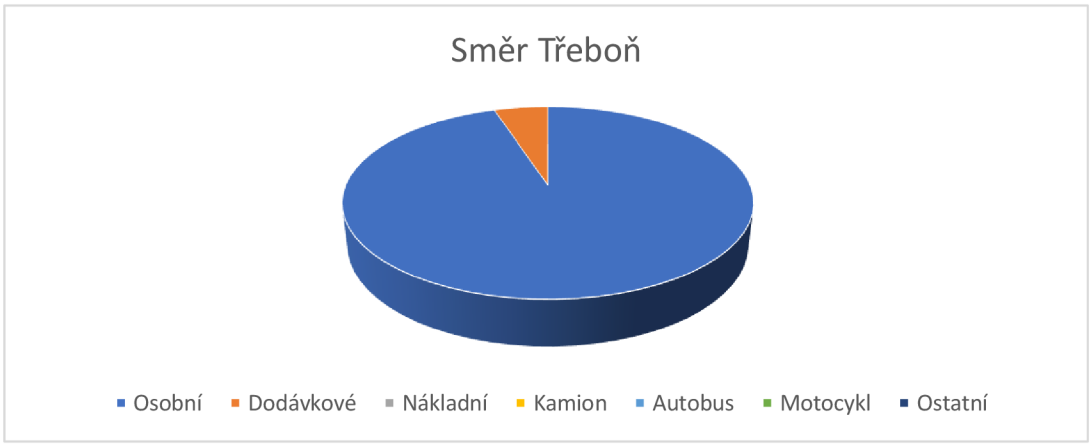
5.1.2 Stanoviště číslo 2

Tabulka č. 13: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (sobota)

Stanoviště 1 30.3.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	131	130
Dodávkové	7	4
Nákladní	0	0
Kamion	0	0
Autobus	0	0

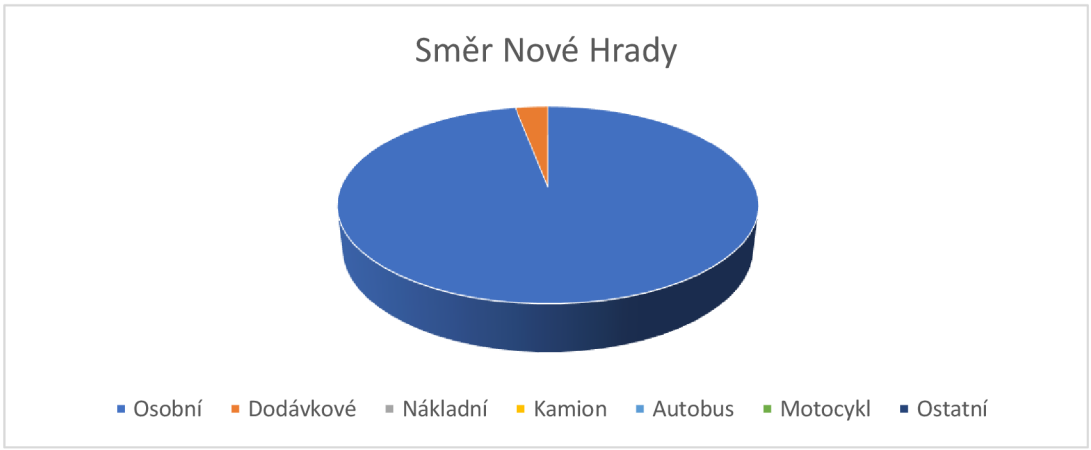
Motocykl	0	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



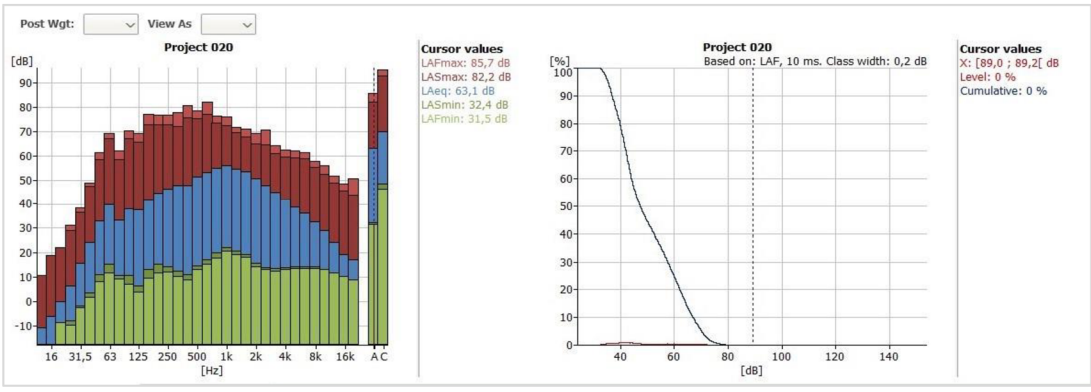
Graf č. 23: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 24: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 255: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (sobota)

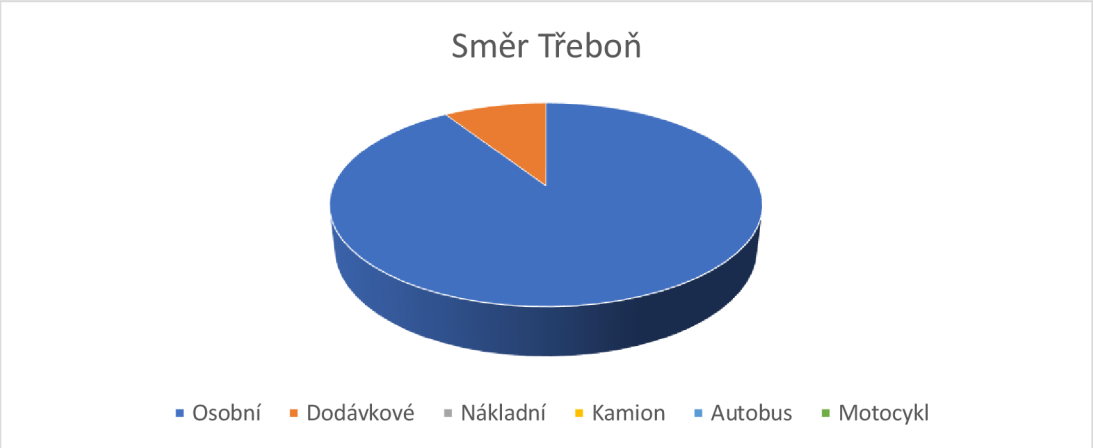
Zdroj: vlastní zpracování

Podle grafu číslo 25 je patrné, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 63,1 dB.

Tabulka č. 14: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (neděle)

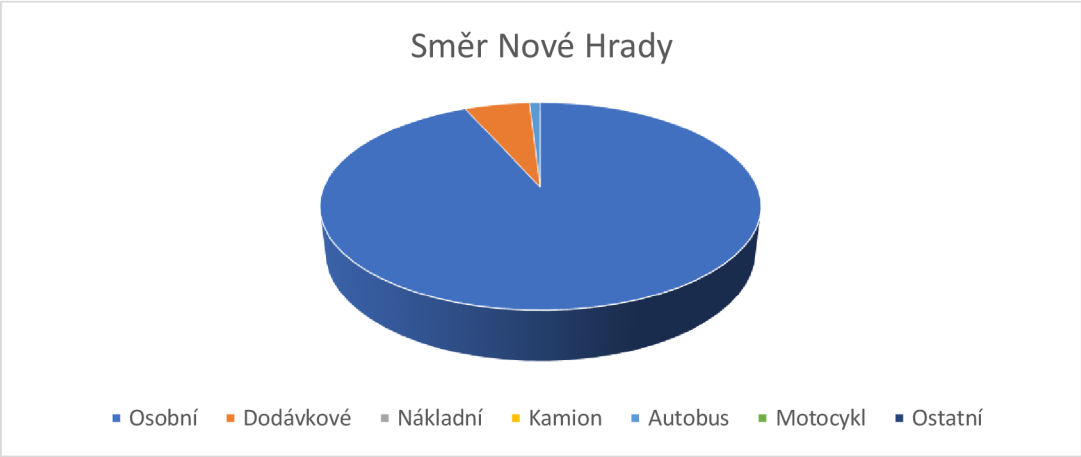
Stanoviště 2 2.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	109	98
Dodávkové	11	6
Nákladní	0	0
Kamion	0	0
Autobus	0	1
Motocykl	0	0
Ostatní	1	0

Zdroj: vlastní zpracování



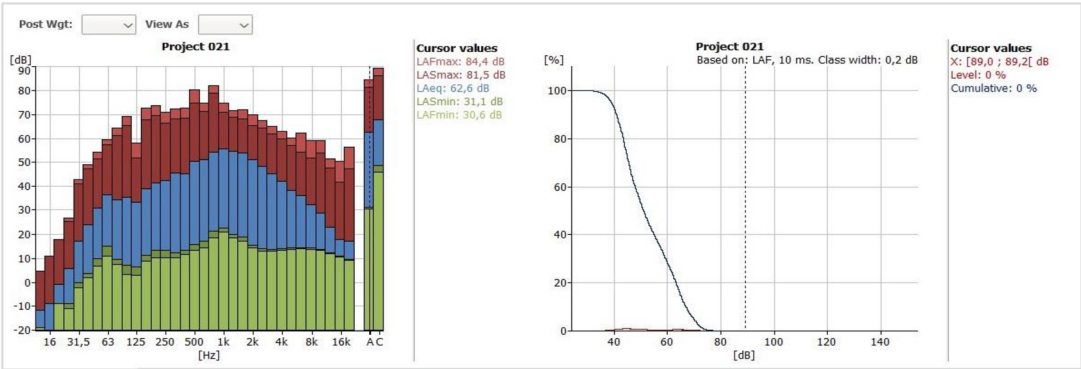
Graf č. 26: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 27: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 28: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (neděle)

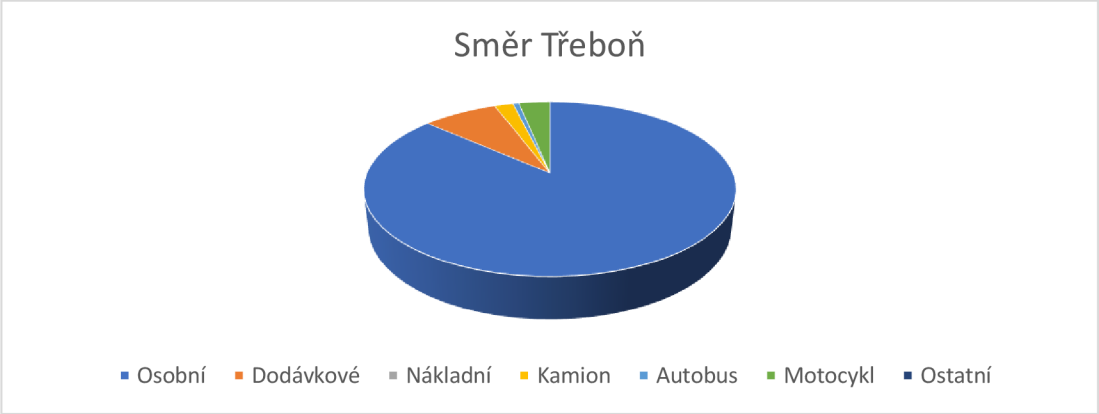
Zdroj: vlastní zpracování

Podle prezentovaných dat v grafu č. 28 lze konstatovat, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla 62,6 dB a nepřekročila předepsané limity hluku v dopravě.

Tabulka č. 15: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (pondělí)

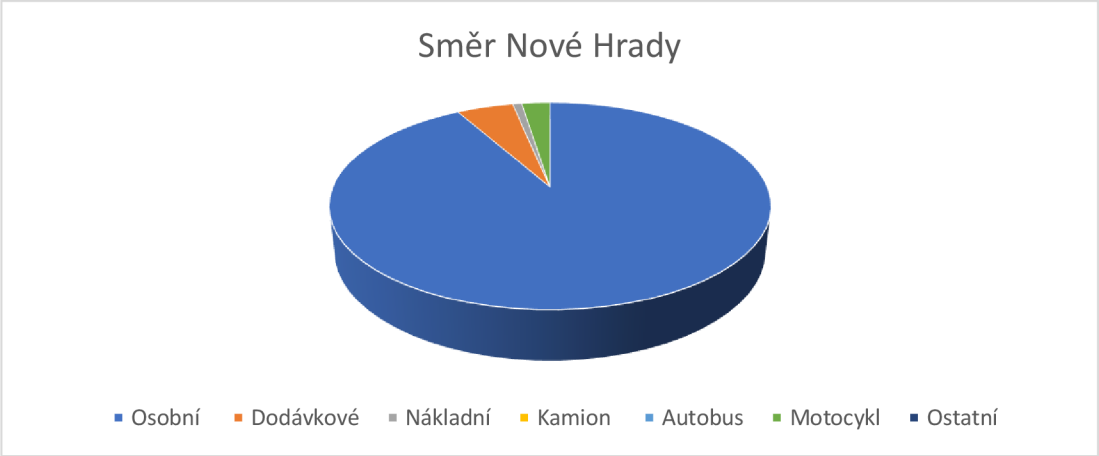
Stanoviště 2 3.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	134	112
Dodávkové	12	6
Nákladní	0	1
Kamion	3	0
Autobus	1	0
Motocykl	5	3
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



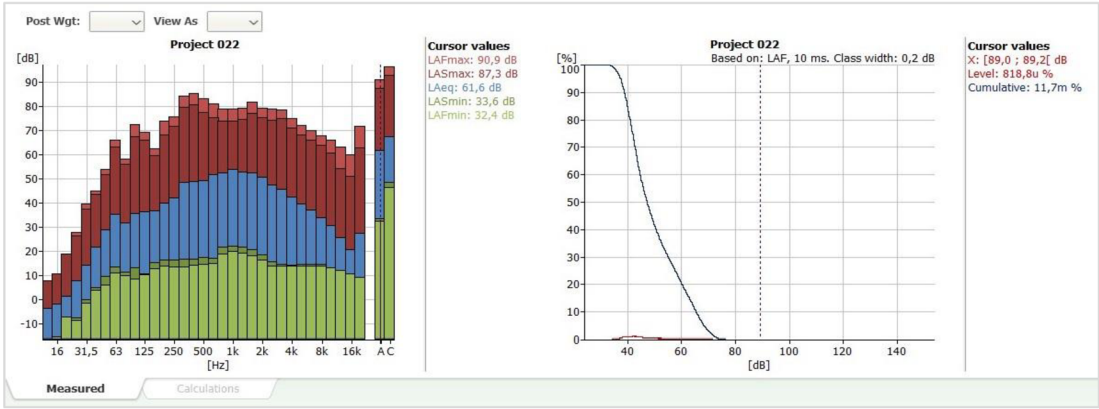
Graf č. 29: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 30: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 31: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (pondělí)

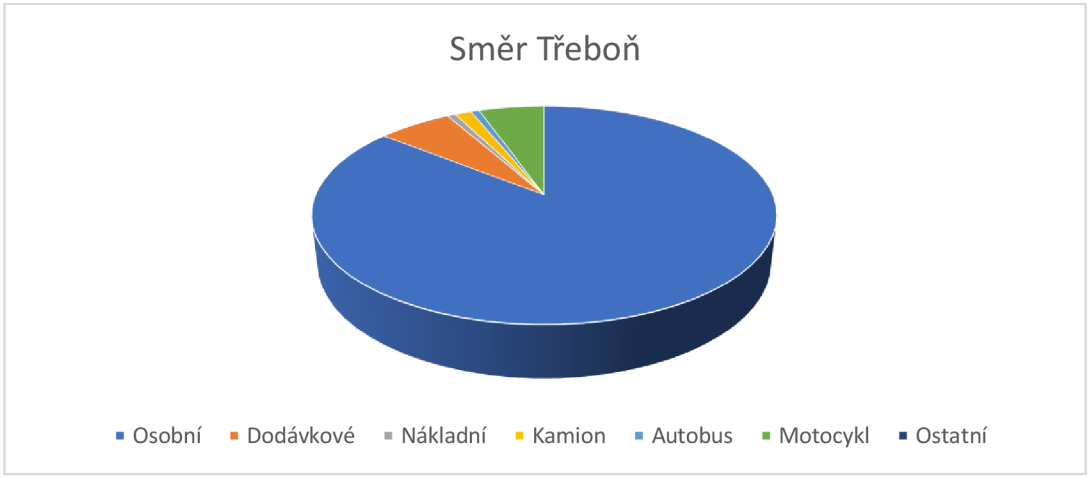
Zdroj: vlastní zpracování

Podle grafu číslo 31 je patrné, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 61,6 dB a byla v souladu s předepsanými limity hluku v dopravě.

Tabulka č. 16: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (úterý)

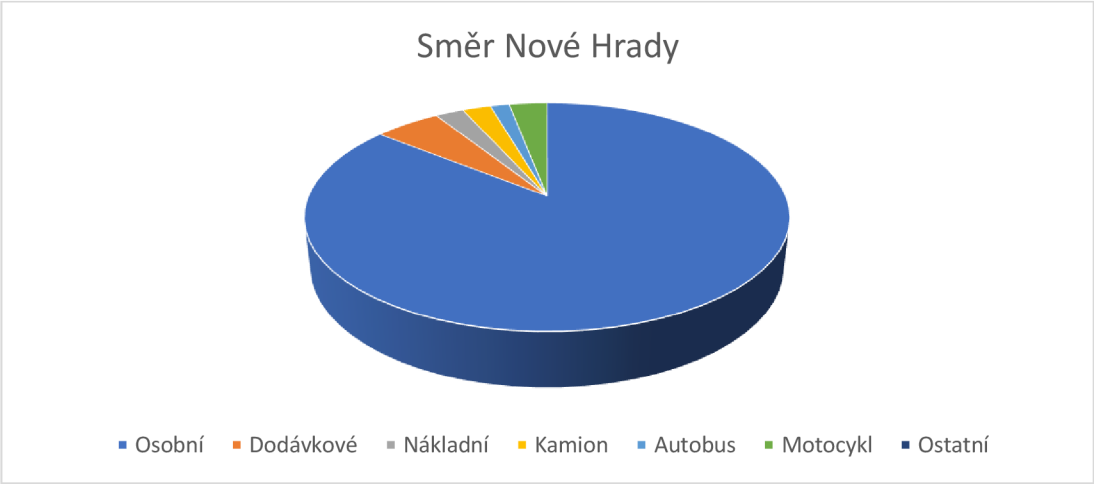
Stanoviště 2 4.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	126	114
Dodávkové	9	7
Nákladní	1	3
Kamion	2	3
Autobus	1	2
Motocykl	8	4
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



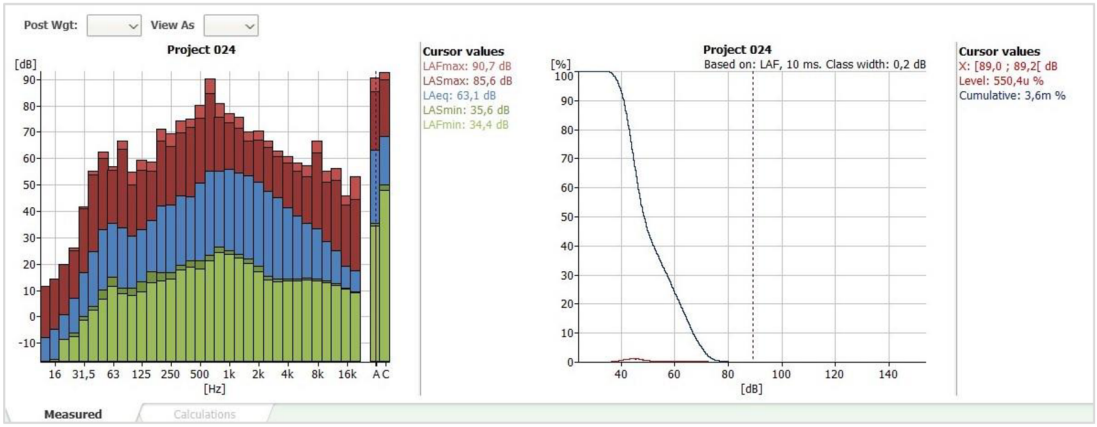
Graf č. 32: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 33: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 34: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování

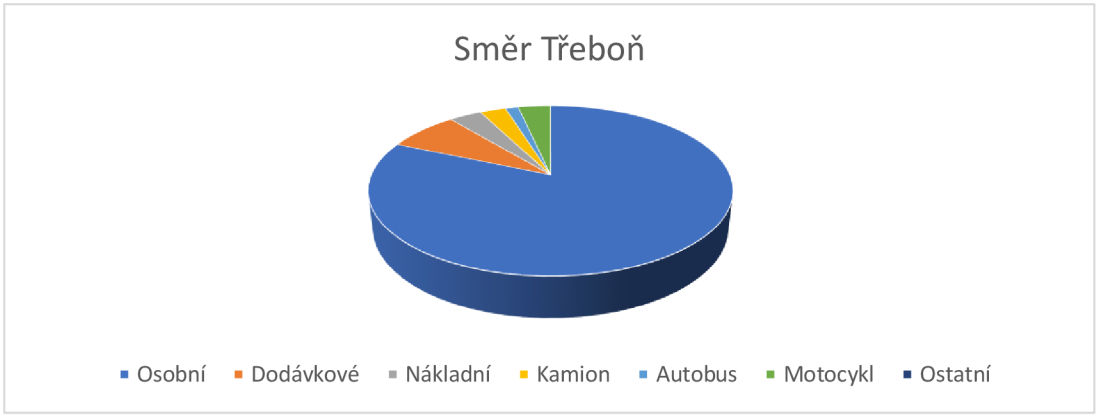
Podle prezentovaných dat v grafu č. 34 lze vidět, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 63,1 dB, a tedy nepřekročila stanovené limity hluku v souladu se zákonem pro dopravu.

Tabulka č. 17: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (středa)

Stanoviště 2 5.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	119	123
Dodávkové	11	13
Nákladní	5	9
Kamion	4	9

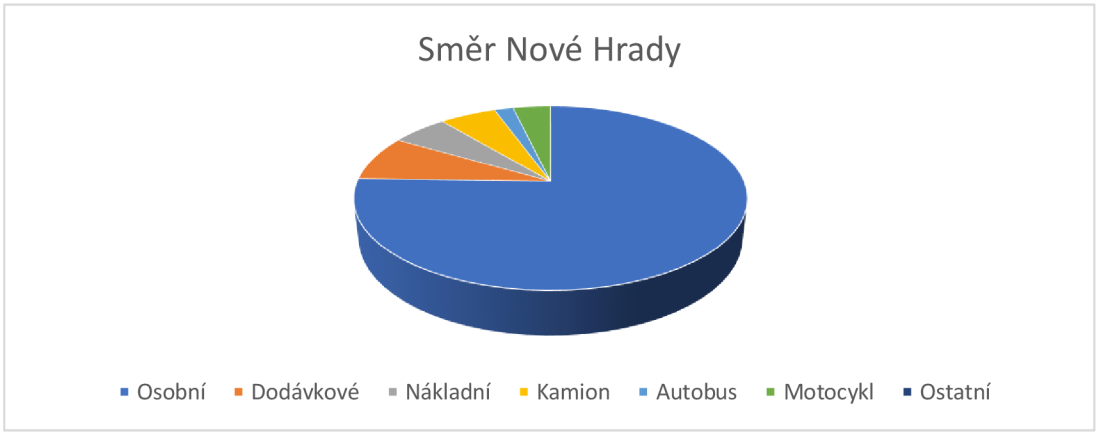
Autobus	2	3
Motocykl	5	6
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



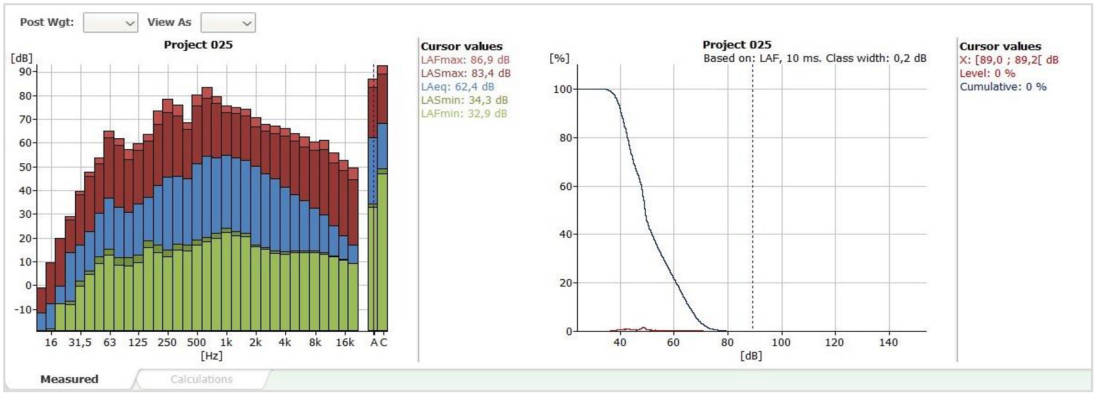
Graf č. 35: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 36: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (středa)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 37: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (středa)

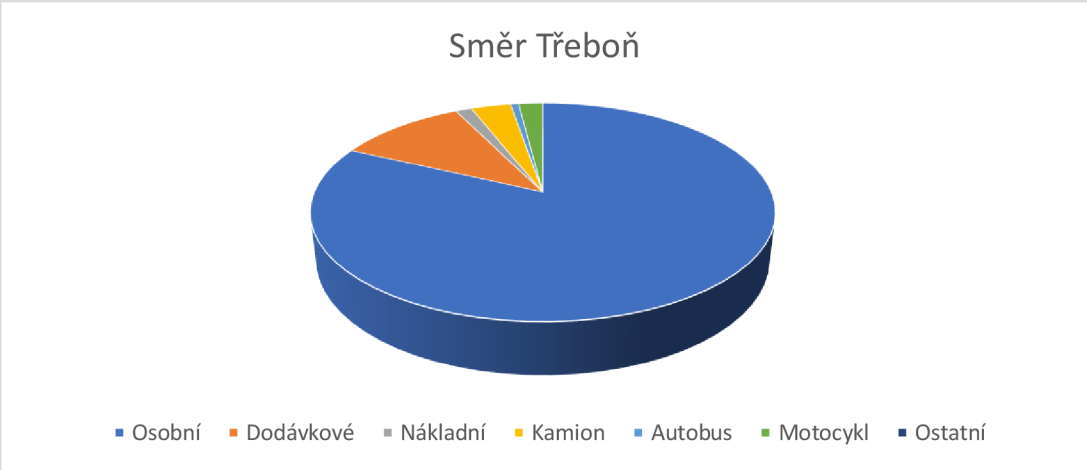
Zdroj: vlastní zpracování

Podle prezentovaných dat v grafu č. 37 lze vyčíst, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 62,4 dB a zůstala pod stanovenými limity hluku v souladu se zákonem pro dopravu.

Tabulka č. 18: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (čtvrtek)

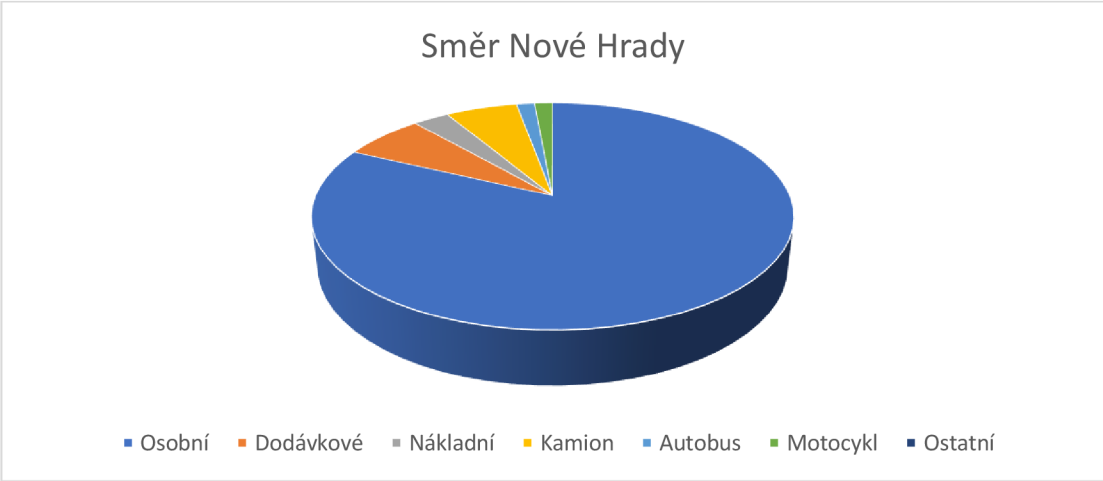
Stanoviště 2 6.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	123	114
Dodávkové	16	9
Nákladní	2	4
Kamion	5	8
Autobus	1	2
Motocykl	3	2
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



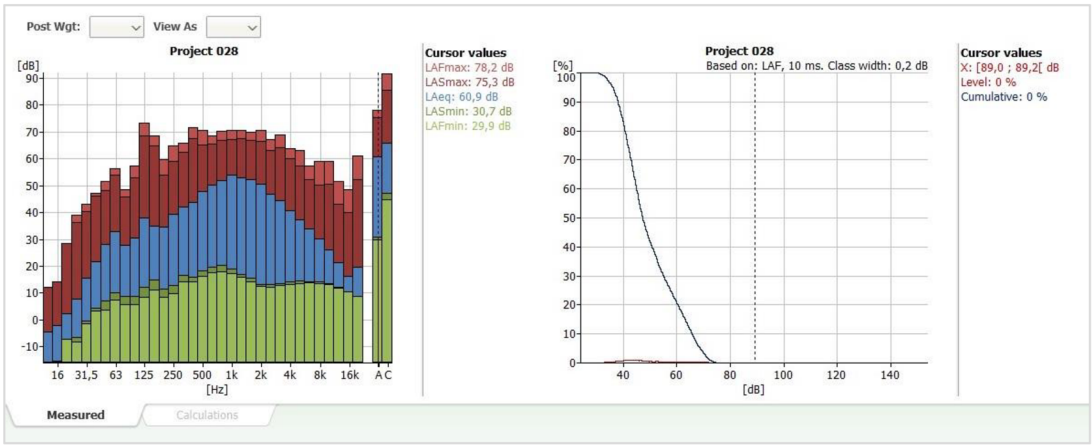
Graf č. 38: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 39: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 40: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování

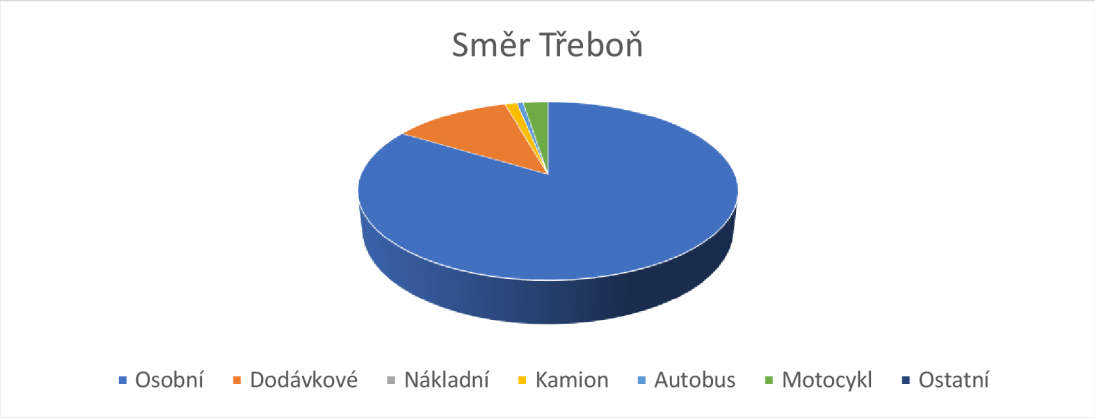
Podle prezentovaných výsledků v grafu č. 40 lze konstatovat, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 60,9 dB a zůstala pod předepsanými limity hluku stanovenými zákonem pro dopravu.

Tabulka č. 19: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (pátek)

Stanoviště 2 7.4.2023	**Směr Třeboň**	**Směr Nové Hrady**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	133	121
Dodávkové	19	12
Nákladní	0	1
Kamion	2	1

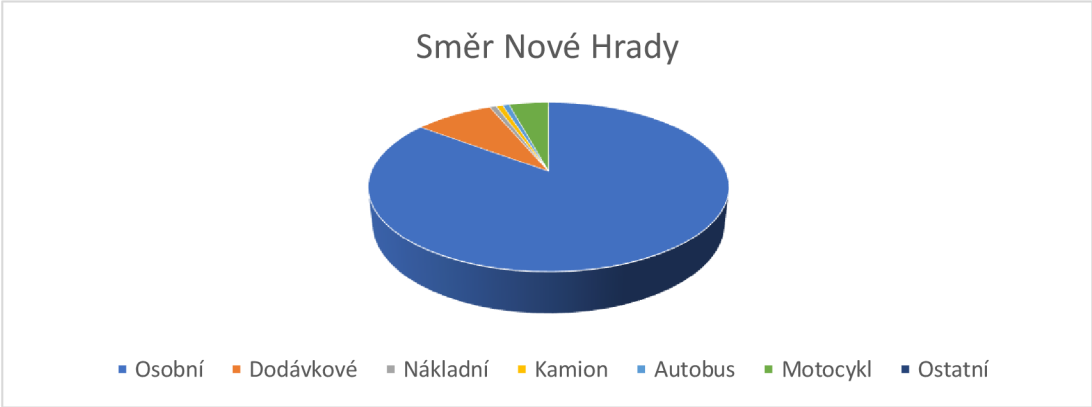
Autobus	1	1
Motocykl	4	6
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



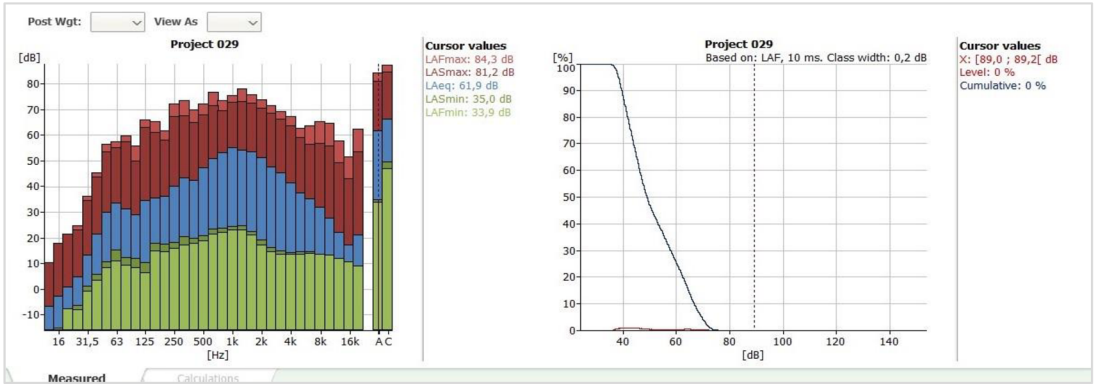
Graf č. 41: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 42: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pátek)

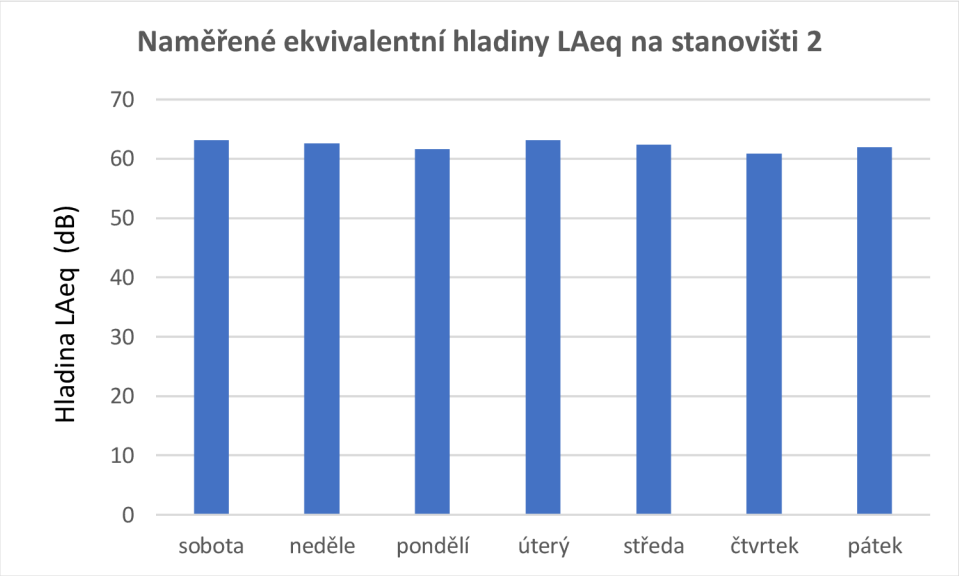
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 43: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování

Podle naměřených hodnot v grafu č. 43 lze identifikovat, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 61,9 dB.



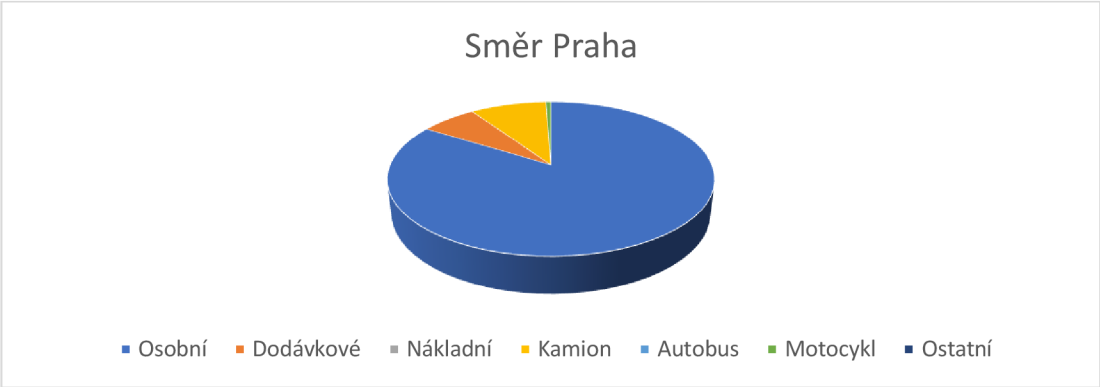
Graf č. 44: **Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovní dnů a dnů klidu**

5.2 Stanoviště číslo 3

Tabulka č. 20: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (čtvrtek)

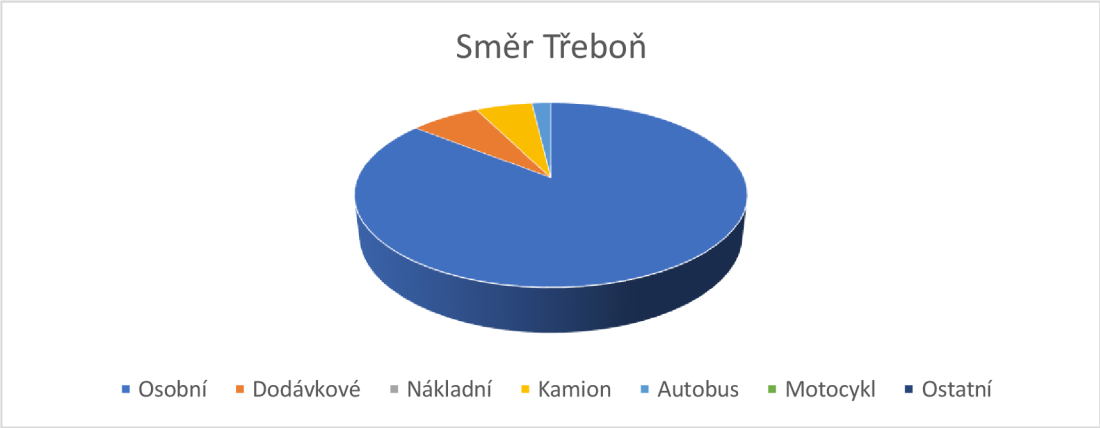
Stanoviště 3 2.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	140	138
Dodávkové	11	11
Nákladní	0	0
Kamion	15	9
Autobus	0	3
Motocykl	1	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



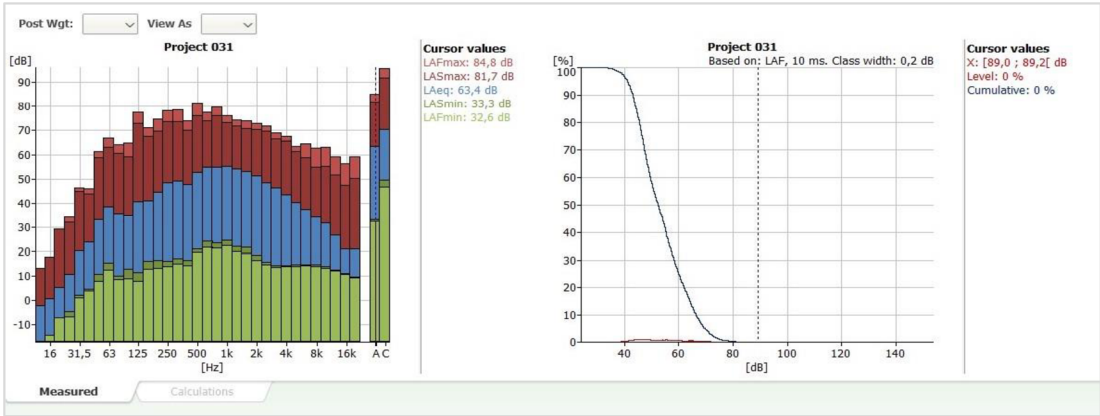
Graf č. 45: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 46: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (čtvrtek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 47: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (čtvrtek)

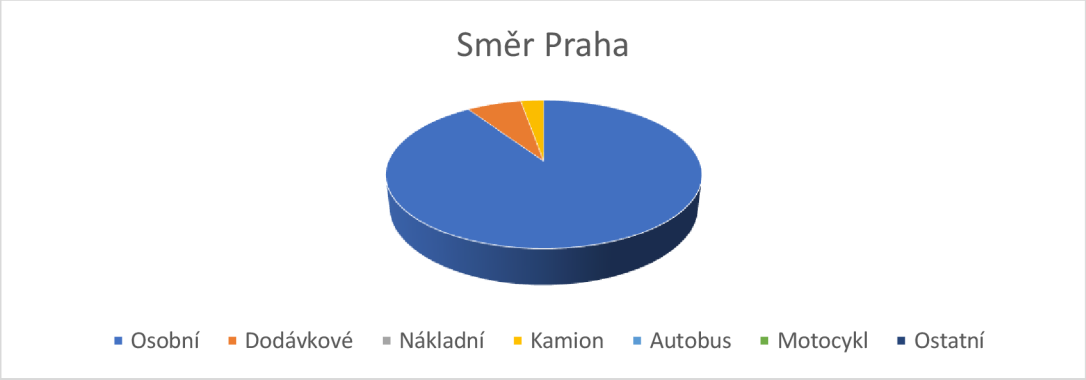
Zdroj: vlastní zpracování

Podle záznamů výše umístěného grafu č. 47 je zřejmé, že naměřená hodnota celkové ekvivalentní hladiny LAeq dosáhla úrovně 63,4 dB.

Tabulka č. 21: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (pátek)

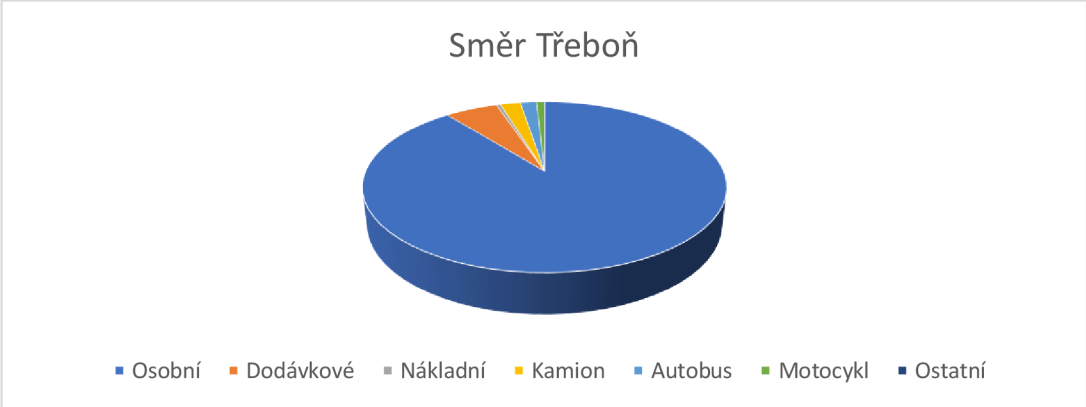
Stanoviště 3 3.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	162	209
Dodávkové	12	13
Nákladní	0	1
Kamion	5	5
Autobus	0	4
Motocykl	0	2
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



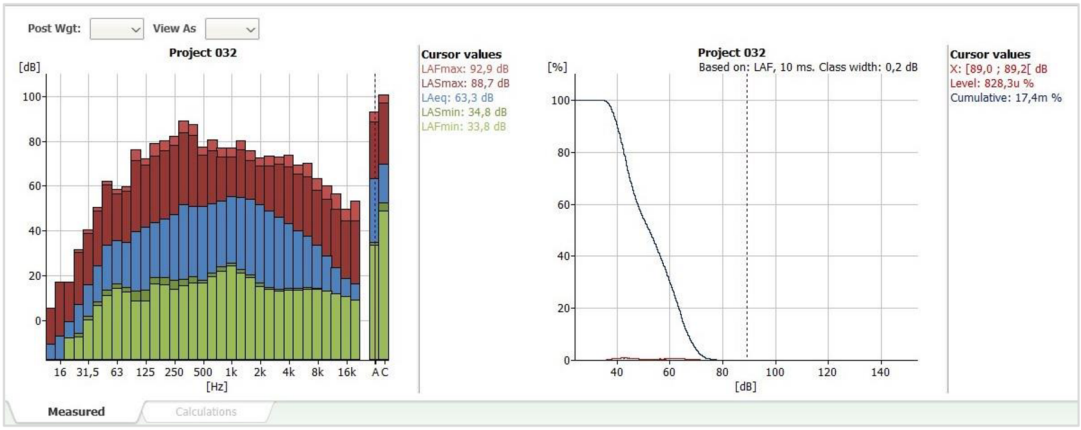
Graf č. 48: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 49: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 50: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pátek)

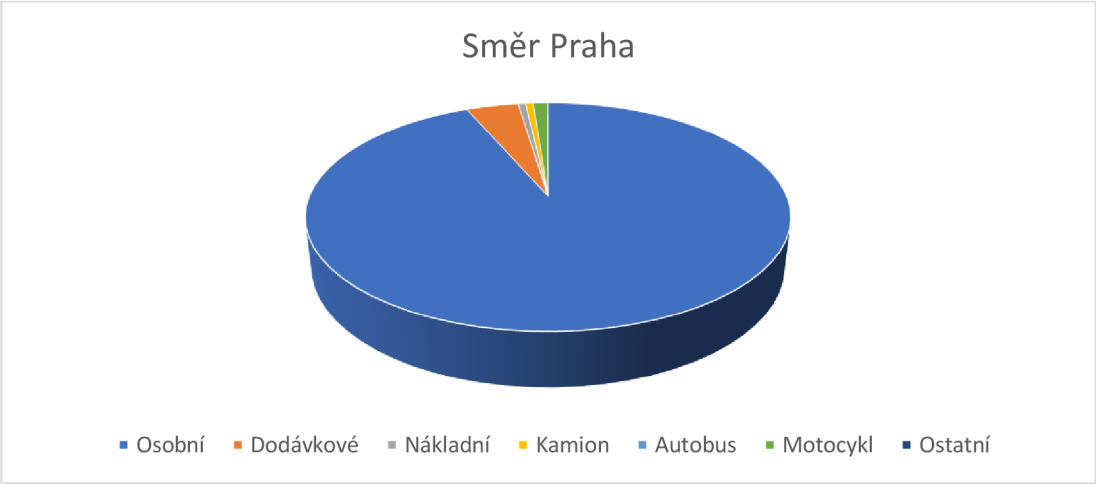
Zdroj: vlastní zpracování

Jak ukazuje výše umístěný graf č. 50, naměřená hodnota celkové ekvivalentní hladiny LAeq dosáhla hodnoty 63,3 dB, tedy nepřekročila zákonem dané limity hluku z dopravy.

Tabulka č. 22: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (sobota)

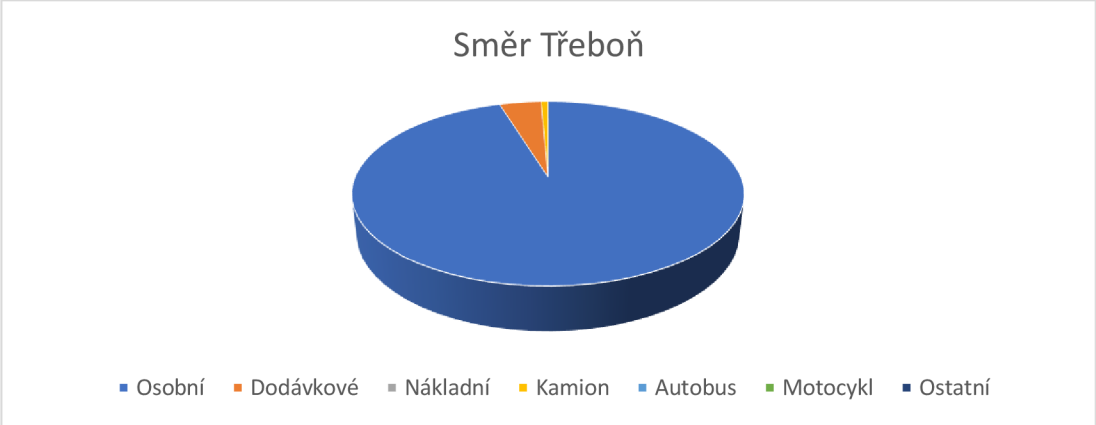
Stanoviště 3 4.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	158	140
Dodávkové	7	6
Nákladní	1	0
Kamion	1	1
Autobus	0	0
Motocykl	2	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



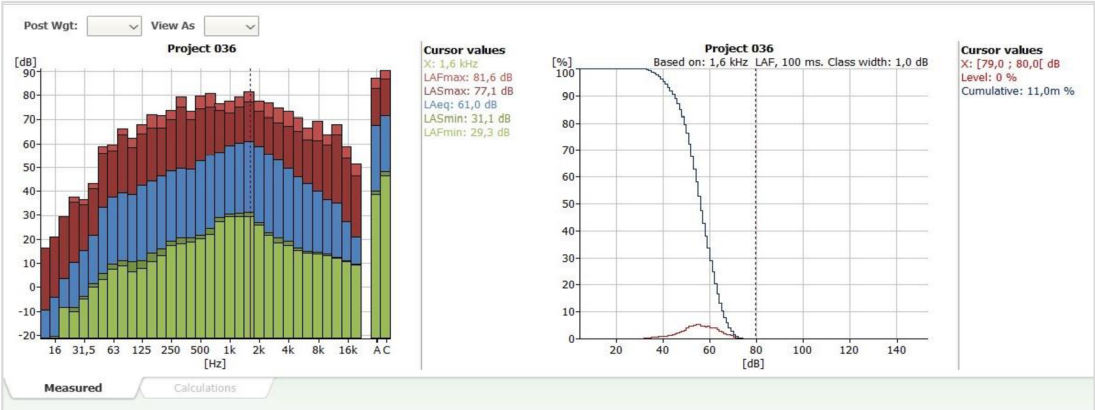
Graf č. 51: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 52: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (sobota)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 53: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (sobota)

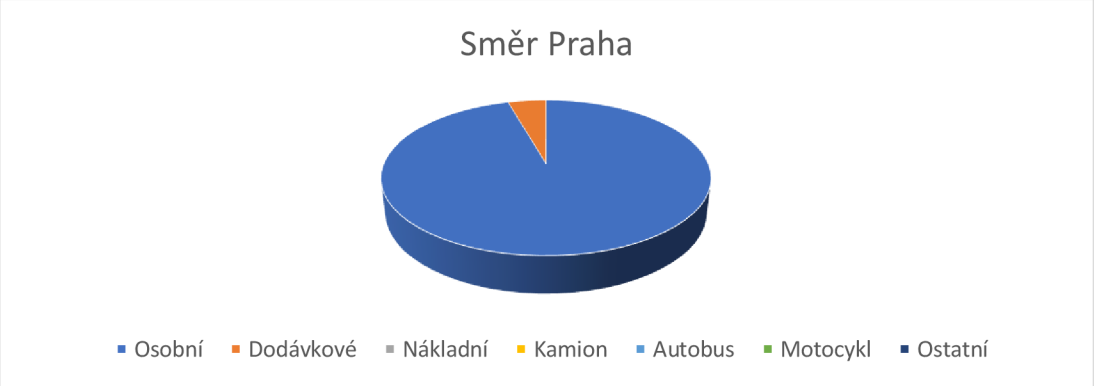
Zdroj: vlastní zpracování

Podle naměřených dat v grafu č. 53 lze určit, že hodnota celkové ekvivalentní hladiny hluku (LAeq) dosáhla 61,0 dB.

Tabulka č. 23: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (neděle)

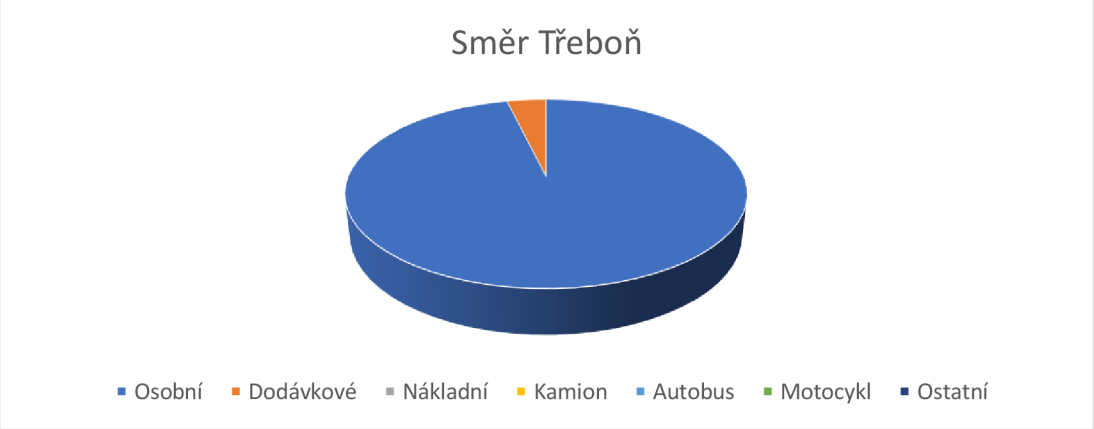
Stanoviště 3 5.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	194	154
Dodávkové	9	6
Nákladní	0	0
Kamion	0	0
Autobus	0	0
Motocykl	0	0
Ostatní	1 elektromobil	1 hybrid

Zdroj: vlastní zpracování



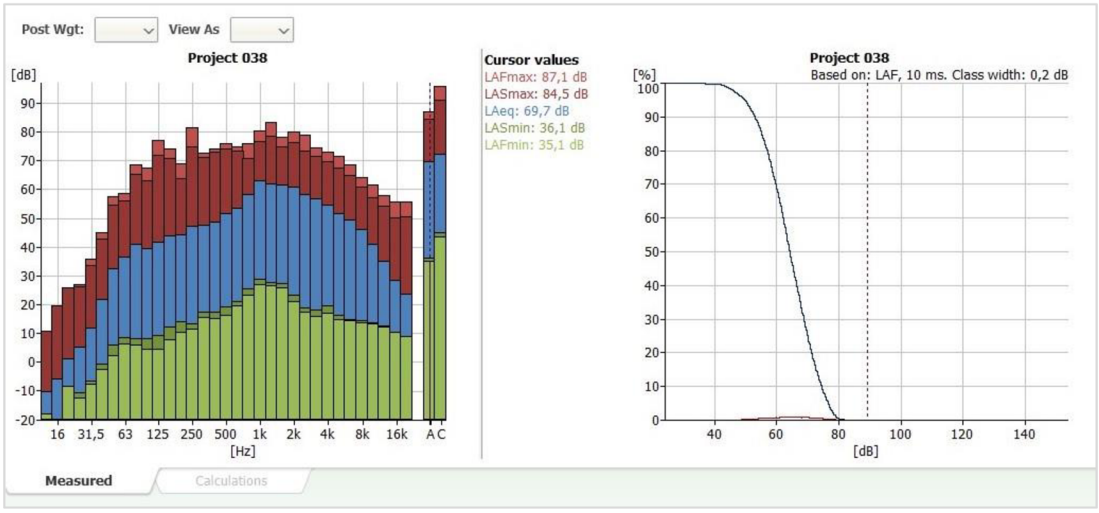
Graf č. 54: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 55: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (neděle)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 56: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (neděle)

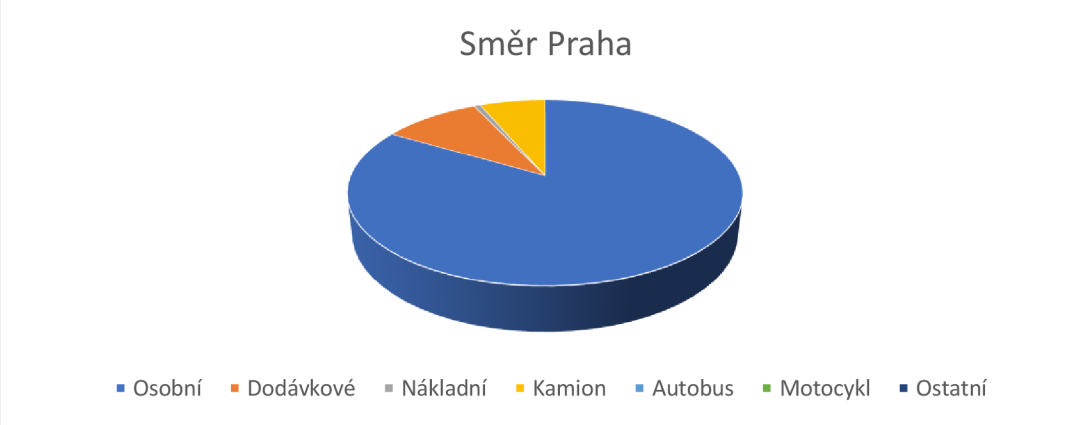
Zdroj: vlastní zpracování

Podle naměřených údajů v grafu č. 56 je patrné, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 69,7 dB, což se téměř přibližuje hraniční hodnotě 70 dB stanovené zákonem č. 272/2011 Sb.

Tabulka č. 24: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (pondělí)

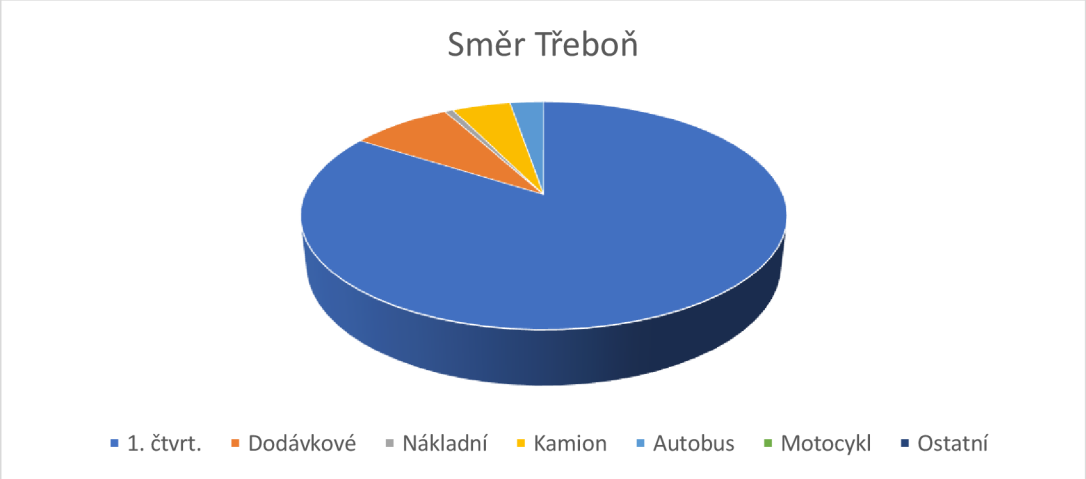
Stanoviště 3 6.3.2023	Směr Praha	Směr Třeboň
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	131	126
Dodávkové	15	12
Nákladní	1	1
Kamion	10	7
Autobus	0	4
Motocykl	0	0
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



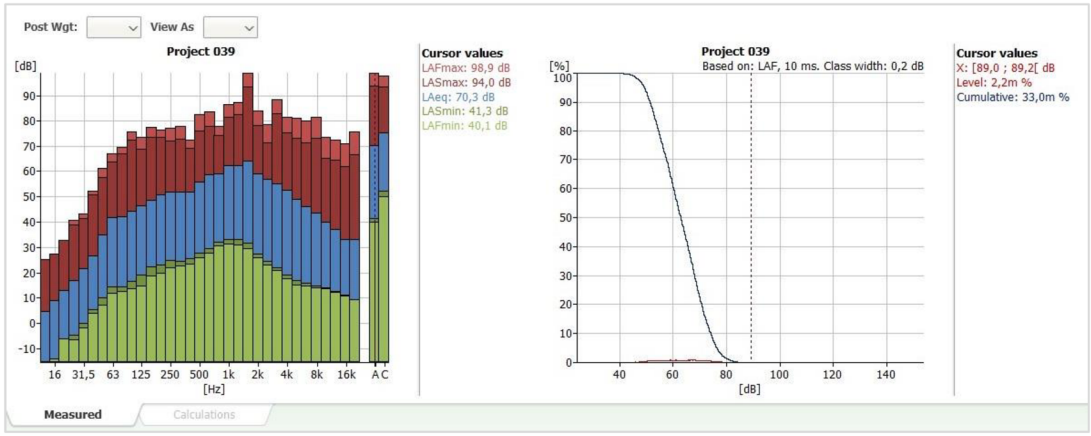
Graf č. 57: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 58: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pondělí)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 59: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pondělí)

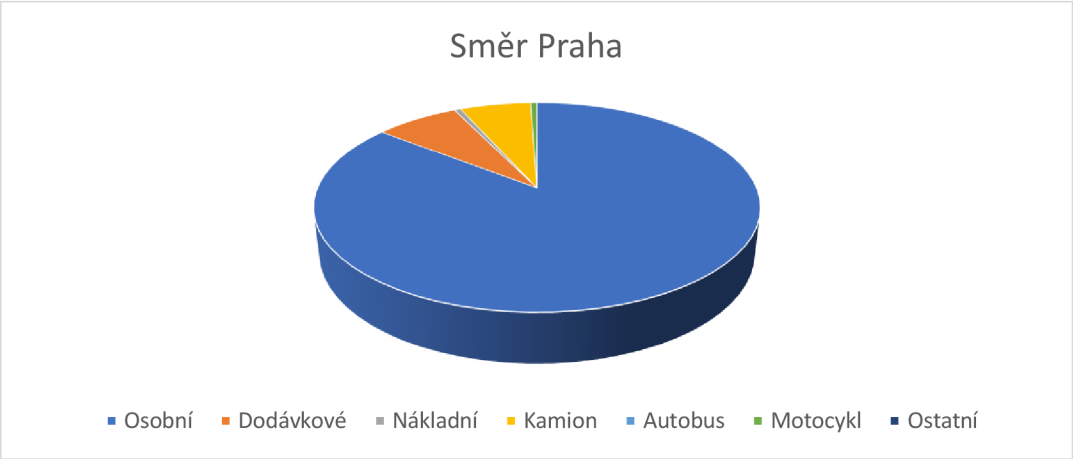
Zdroj: vlastní zpracování

Podle naměřených údajů v grafu č. 59 je zřejmé, že naměřená hodnota celkové ekvivalentní úrovně hluku (LAeq) dosáhla 70,3 dB, což překročilo stanovený limit zákonnou hodnotou o 0,3 dB.

Tabulka č. 25: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (úterý)

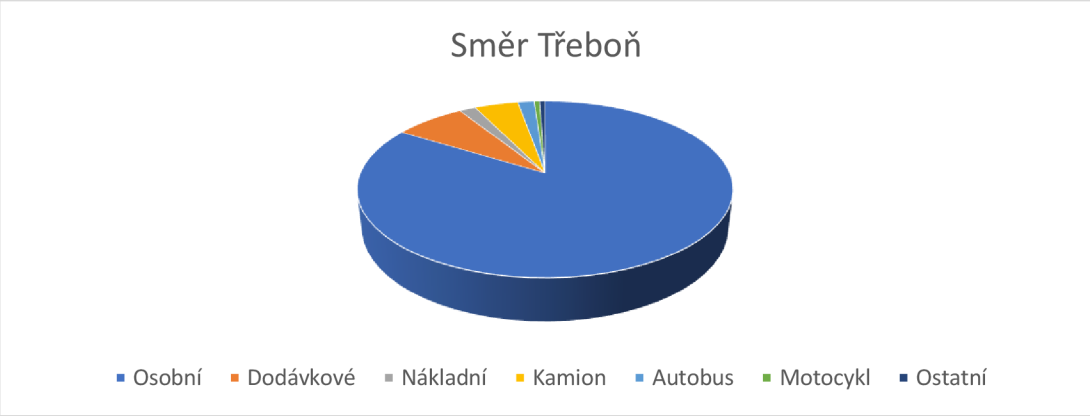
Stanoviště 3 14.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	154	150
Dodávkové	13	13
Nákladní	1	3
Kamion	11	8
Autobus	0	3
Motocykl	1	1
Ostatní	0	1 elektromobil

Zdroj: vlastní zpracování



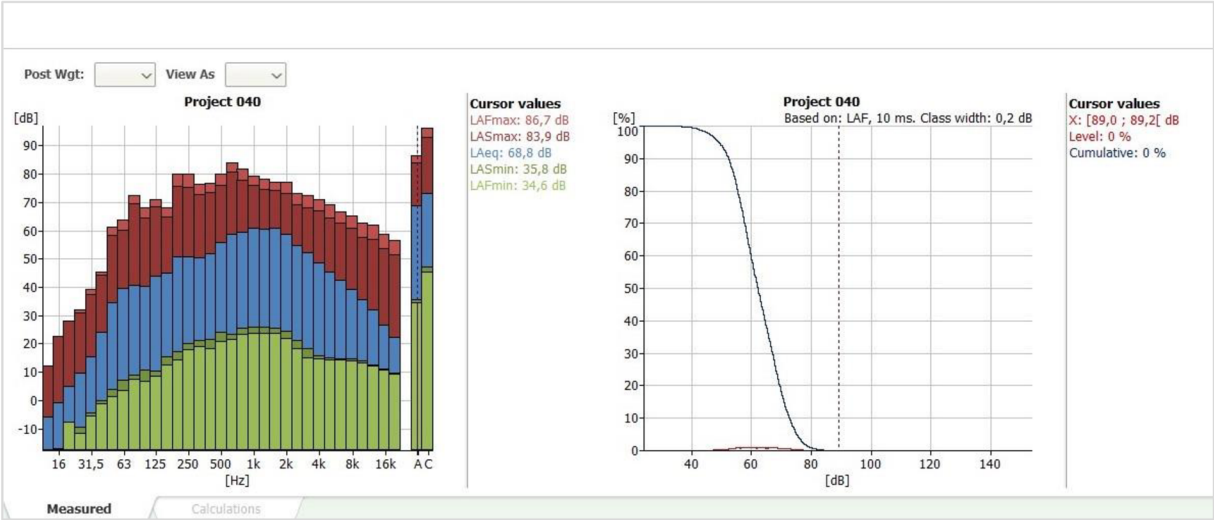
Graf č. 60: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 61: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (úterý)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 62: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (úterý)

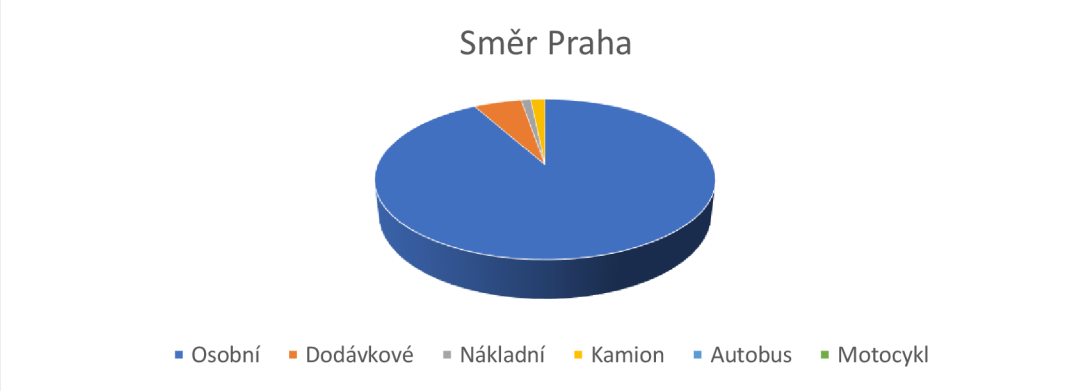
Zdroj: vlastní zpracování

Podle dat zobrazených v grafu č. 62 lze konstatovat, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 68,8 dB, což naznačuje, že naměřené hodnoty nepřekročily zákonně stanovené limity.

Tabulka č. 26: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (pátek)

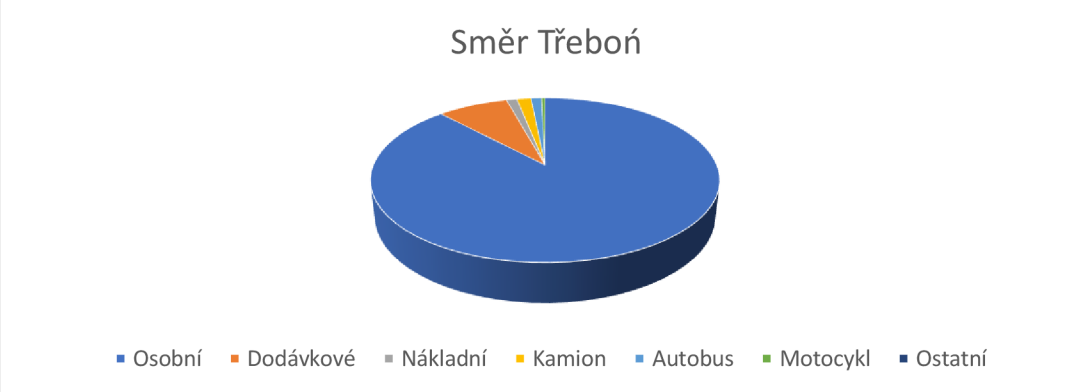
Stanoviště 3 17.3.2023	**Směr Praha**	**Směr Třeboň**
Druh motorového vozidla	Počet motorových vozidel projetých	
Osobní	170	226
Dodávkové	10	20
Nákladní	2	3
Kamion	3	4
Autobus	3	3
Motocykl	0	1
Ostatní	0	0

Zdroj: vlastní zpracování



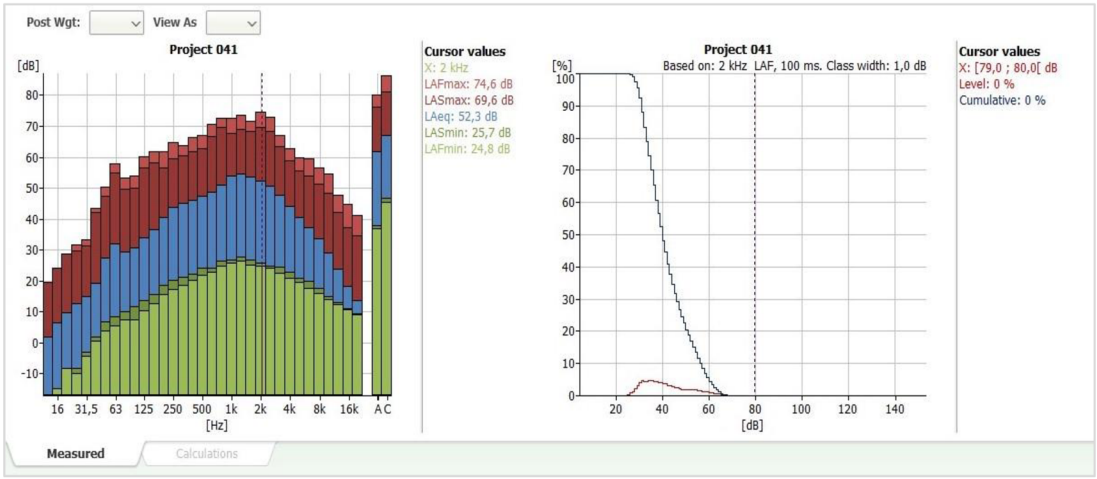
Graf č. 63: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 64: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování

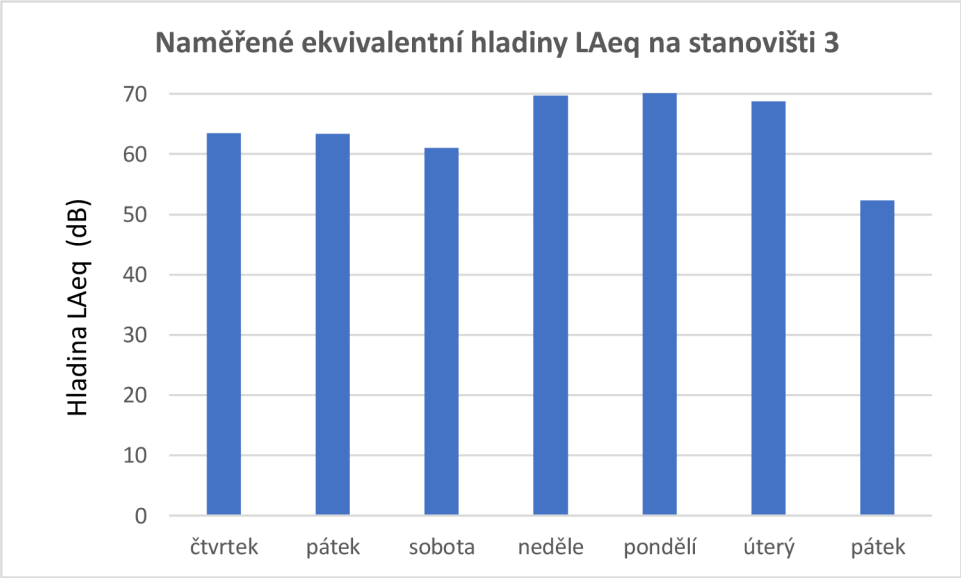


Graf č. 65: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pátek)

Zdroj: vlastní zpracování

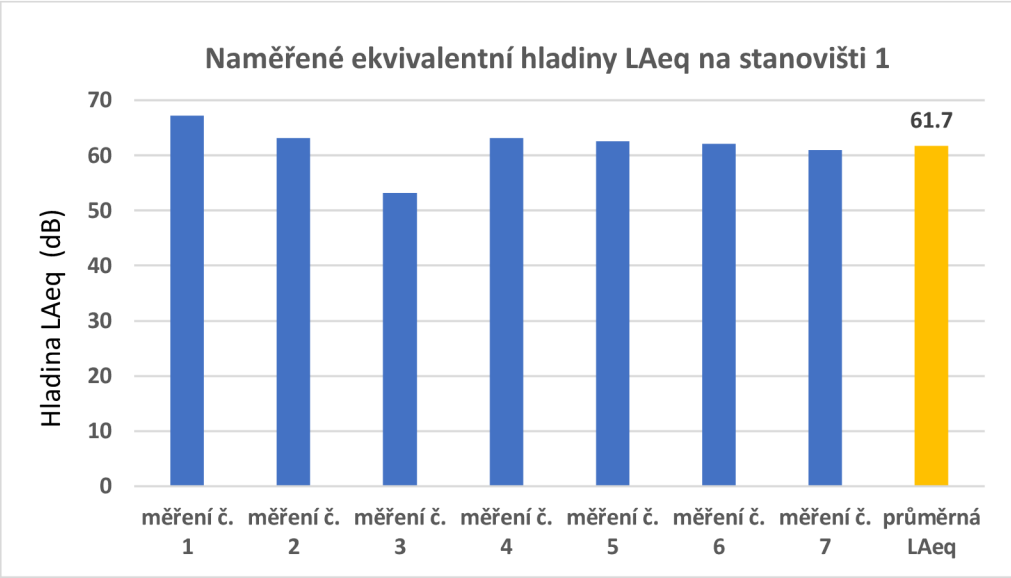
Podle prezentovaných údajů v grafu č. 65 lze vyčíst, že celková ekvivalentní úroveň hluku (LAeq) dosáhla hodnoty 52,3 dB, což naznačuje, že naměřené hodnoty zůstaly pod zákonně stanovenými limity.

Bylo prováděno přehledové měření, a proto třída přesnosti jednotlivých měření je běžná, charakterizovaná celkovou nejistotou u jednotlivých měření u = ± 3 dB.



Graf č. 66: Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovních dní a dní klidu

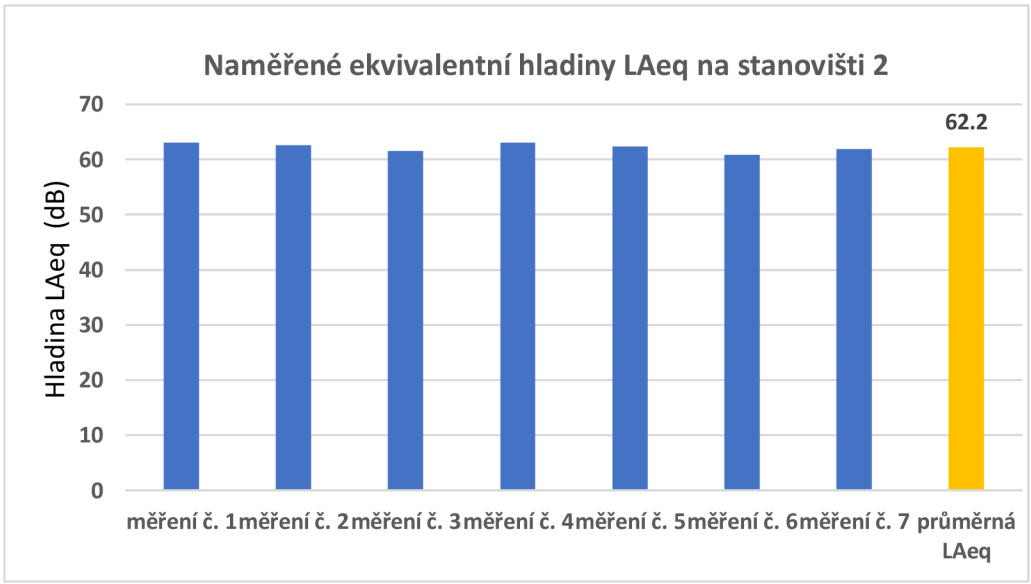
Zdroj: vlastní zpracování



Graf č. 67: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 1. stanovišti

Zdroj: vlastní zpracování

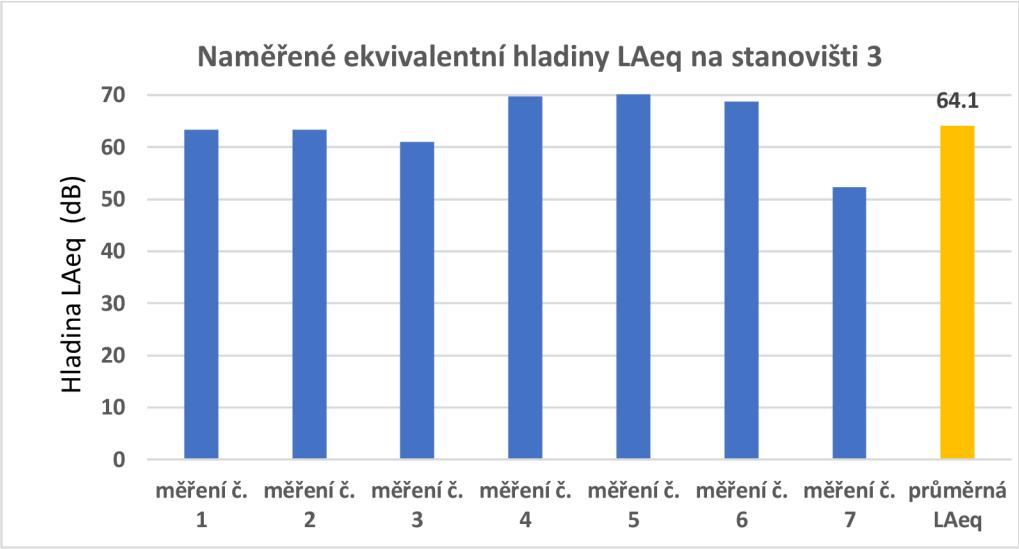
V grafu č. 67 jsou uvedeny naměřené hodnoty ekvivalentních hladin LAeq ze všech provedených měření na stanovišti 1 a jejich průměrná hodnota 61,7 dB se směrodatnou odchylkou naměřených hladin σ = 3,1 dB.



Graf č. 68: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 2. stanovišti

Zdroj: vlastní zpracování

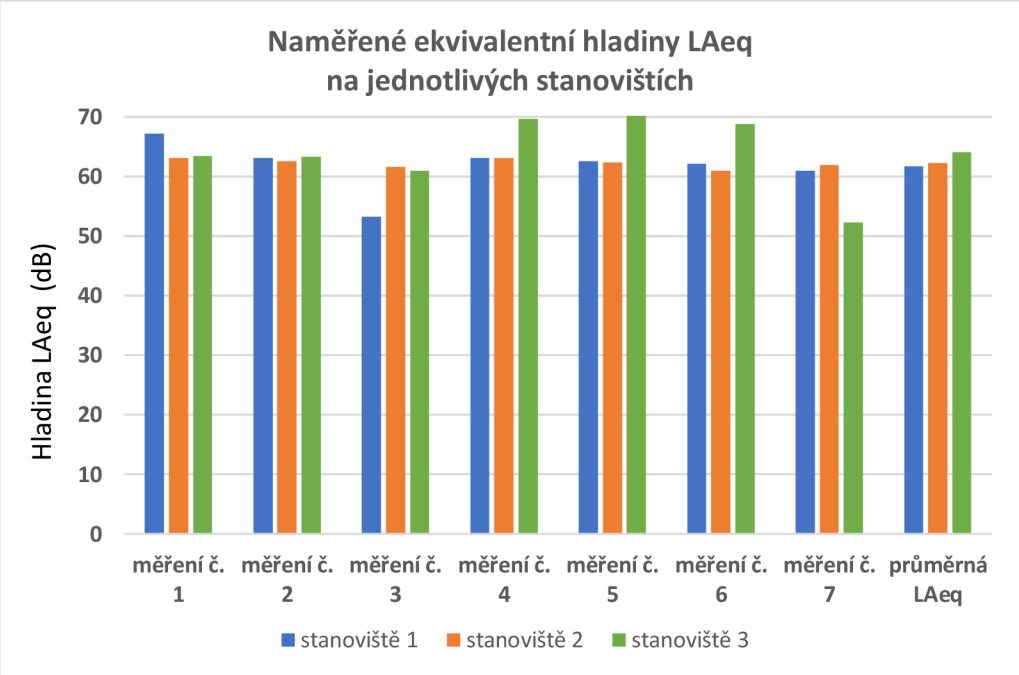
Grafické vyjádření velikosti naměřených ekvivalentních hladin LAeq na 2. stanovišti a jejich průměrná hodnota, která má hodnotu 62,2 dB jsou uvedeny v grafu č. 68. Hodnota vypočtené směrodatné odchylky σ = 0,7 dB.



Graf č. 69: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 2. stanovišti

Zdroj: vlastní zpracování

Naměřené ekvivalentní hladiny LAeq ze všech měření provedených na stanovišti 3 a jejich průměrná hodnota 64,1 jsou uvedeny v grafu č. 69. Vypočtená směrodatná odchylka σ = 5,5 dB.



Graf č. 70: Hlukové hladiny LAeq z jednotlivých měření na stanovištích 1, 2 a 3 a jejich průměrné hodnoty

Zdroj: vlastní zpracování

V grafu č. 70 jsou porovnány ekvivalentní hladiny akustického tlaku LAeq a jejich průměrné hodnoty naměřené na jednotlivých stanovištích. Z grafického vyjádření je

patrné, že na stanovišti 2 byly naměřeny hlukové hladiny s nejnižšími odchylkami oproti stanovišti 3, kde byly naměřené hladiny hlukové zátěže nejvíce rozdílné.

V průběhu několika prováděných měření se stalo, že došlo ke zhoršení klimatických podmínek, které se projevilo na měřených hodnotách hlukových hladin, kdy výsledek měření ovlivnila povětrnostní situace – silné a nepravidelné poryvy větru. Proto bylo nutné provést opakovaná měření.

Diskuze

Prvotním cílem práce bylo objektivně stanovit úroveň hluku, kterému je obyvatelstvo vystaveno v okolí vybraných lokalit ve městě Třeboň. Práce se zaměřila na terénní měření hladin hluku. Výsledky výzkumného šetření byly prezentovány jak formou tabulek, tak také pomocí grafů, což umožňuje přehledné porovnání naměřených dat mezi jednotlivými dny a stanovišti. Stanoviště byla tři. Stanoviště byla zvolena tak, aby obsáhla všechny významné tahy z Třeboně. Třeboň-Praha, Třeboň-ČB, Jindřichův Hradec a Třeboň-Nové Hrady.

Stanoviště číslo 1- nachází se v intravilánu obce Třeboň, v bezprostřední blízkosti (do 2 m) od hrany silnice 1.třídy 1/34.U tohoto stanoviště je protihluková stěna po obou stranách vozovky a u jízdního pruhu ve směru České Budějovice-Třeboň je protihlukový val.

Stanoviště číslo 2 je u silnice II. třídy II/154 a je specifické tím že je na hrázi rybníka Svět-komunikace je vedena přímo po hrázi rybníka-z jedné strany je vodní plocha a z druhé strany komunikace zámecký park, který je součástí areálu státního zámku Třeboň.

Stanoviště číslo 3 je opět u silnice 1.třídy I/24(E49). Je opět v intravilánu obce Třeboň. Jde o komunikaci spojující Třeboň s Veselím nad Lužnicí-zde je možné napojení na dálnici D3 směrem na Prahu. Zvolené stanoviště je v místní ´´průmyslové zóně´´, která je u silnice. V bezprostřední blízkosti komunikace nejsou čistě obytné domy-jde o firmy, firemní výrobny a volné nyní zemědělsky využívané pozemky jsou inzerovány na prodej.

Na základě zveřejněných dat je zřejmé, že intenzita dopravy se liší nejen mezi různými dny, ale také mezi sledovanými směry na každém stanovišti. Největší intenzita dopravy byla zaznamenána během pracovních dnů, což je patrné zejména u kategorie osobních automobilů, které tvoří převážnou část dopravního proudu. Například na stanovišti 1 byla ve středu 22.3.2023 zaznamenána nejvyšší intenzita dopravy s počtem 299 a 290 osobních vozidel ve směru na České Budějovice a Třeboň. Naopak v sobotu a neděli byla intenzita dopravy nižší, což odpovídá očekávanému poklesu provozu během víkendů.

Během prováděného měření bylo celkem provedeno 7 měření na třech vybraných stanovištích po dobu jedné hodiny v katastru bývalého okresního města Třeboň. V těchto úsecích proběhly nedávno stavebně-technické úpravy komunikace, včetně

výměny povrchu vozovky a instalace protihlukových opatření jako protihlukové stěny a valy. Tyto úpravy jsou dokumentovány v přiložených obrazech této diplomové práce.

Během těchto měření bylo zaznamenáno pouze jedno překročení limitů hluku stanovených legislativou, a to pouze o 0,3 dB. Jedním z možných vysvětlení může být charakteristika samotného stanoviště, které se nachází na komunikaci I. třídy I/24 spojující Třeboň a Veselí nad Lužnicí a umožňující pokračování po dálnici D3 směrem na Prahu. Dalším faktorem může být složení dopravy v daný den, kdy bylo zaznamenáno překročení limitu, se 17 průjezdy kamionových souprav a výrazným zastoupením osobních automobilů.

Ostatní dny vykazovaly nižší hladiny hluku, pohybující se kolem 60-63 dB. Tyto výsledky naznačují, že ačkoli intenzita dopravy byla relativně vysoká, hluková zátěž zůstává v souladu s legislativními požadavky.

Při porovnání mezi jednotlivými stanovišti bylo zjištěno, že stanoviště 2 a 3 vykazují obdobné výsledky jako stanoviště 1, avšak s mírně nižšími hodnotami intenzity dopravy i hlukové zátěže. To může být způsobeno rozdíly v lokalitě nebo charakterem přilehlých komunikací.

V roce 2008 Lumír Zenkl vypracoval studii o protihlukových opatřeních na silnicích první třídy v Jihočeském kraji. Konkrétně se jednalo o silnice I/34 Štěpánovice, Vranín, Třeboň, kde naměřil průměrnou hladinu hluku na úrovni 64,3 dB. A to při projetí 515,80 aut/hodinu s podílem nákladních aut 12 %. V roce 2024 měření autora této práce ukázala nižší hladiny hluku, pohybující se mezi 60 a 63 dB. Toto srovnání naznačuje, že navzdory relativně vysoké intenzitě dopravy nedošlo k výraznému zvýšení hlukové zátěže, která stále zůstává v souladu s legislativními požadavky. [11]

Z výsledků výzkumu lze vyvodit, že intenzita dopravy a s ní spojená hluková zátěž se významně mění v závislosti na dni v týdnu a konkrétním stanovišti. Navzdory rozdílům však hluková zátěž nepřekročila zákonem stanovené limity, což je pozitivní zjištění. Tento výzkum poskytuje důležité informace pro plánování a regulaci dopravy, zejména v kontextu minimalizace hlukové zátěže v obytných oblastech.

Závěr práce

Cílem předkládané diplomové práce bylo objektivně stanovit úroveň hluku, kterému je obyvatelstvo vystaveno v okolí vybraných lokalit ve městě Třeboň.

Teoretická část práce zahrnuje shrnutí poznatků z literatury, přičemž se zaměřuje na charakteristiku dopravy a možnosti snížení hluku z dopravy, včetně vlivu klimatických podmínek a prostředků ke snižování hlukové zátěže. Dále se zabývá definicí hluku, jeho šířením a vlivem na lidský organismus, včetně legislativních opatření Evropské unie týkajících se problematiky hluku.

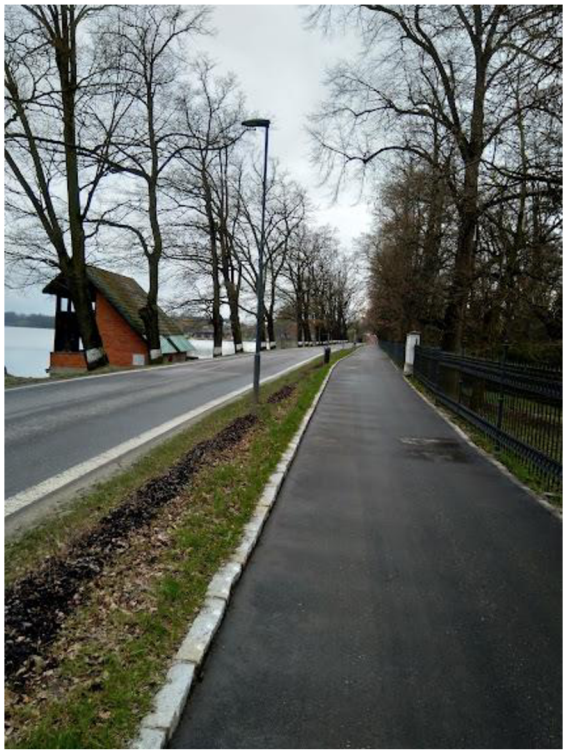
Empirická část se zaměřuje na praktické sledování intenzity dopravy na vybraných komunikacích, přičemž výsledky jsou uvedeny v tabulkách (č. 3–23) a doplněny grafy. Naměřené hladiny akustického tlaku a celková ekvivalentní hladina LAeq na jednotlivých stanovištích jsou prezentovány v grafické formě, která odpovídá datům získaným z měřicího přístroje – zvukoměru BrüelKjaer 2270.

Vzhledem k zjištěným výsledkům není možné dělat obecné závěry, neboť ne vždy znamená nejvyšší počet průjezdů nákladních automobilů a kamionových souprav nejvyšší naměřený průměrný hluk. Získané zkušenosti z tvorby této diplomové práce naznačují, že vysoké hodnoty hlukové zátěže jsou často spojeny s průjezdy motocyklů vysokou rychlostí v blízkosti zvukoměru a s vozidly kategorie SUV (4x4) vybavenými pneumatikami s hrubým vzorkem určeným pro terénní použití.

6 Obrazová příloha

Obrázek č. 5: Stanoviště č.1

Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 6: Stanoviště č.2

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 7: Stanoviště č.3

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 8: Protihluková stěna u stanoviště č.1

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek č. 9: Protihluková stěna u komunikace II/154(Stanoviště č.2)

Zdroj: vlastní zpracování

Použité zdroje

Tištené zdroje

[1] HAVRÁNEK, J. a kol., *Hluk a zdraví*, 1.vydání, Praha, Avicenum 1990. ISBN, 80-201-0020-2

[2] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, v. v. i. *Měření hluku z dopravy v ulicích Nová, Komenského v Hranicích* Dostupný z WWW: < file:///C:/Users/Standard/Downloads/hlukova-studie-hranice.pdf- >

[3] NOVÝ, R.: *Hluk a chvění.* Vydavatelství ČVUT, Praha, 2009. ISBN 978-80-01-04347-9

[4] SMETANA, C.: *Hluk a vibrace*. Sdělovací technika, 2008. ISBN 978-80-9019-362-8

[5] VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, Praha.: Evropský týden 2005, *Nebezpečný hluk*. ISBN 80-903604-8-3

[6] STUDIO D – akustika s.r.o.: *Akustický posudek, Rekonstrukce silnice II/154 Třeboň, Rekonstrukce mostů II/154-015 a II/154-014*

[7] ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ OŽP, Ochrana životního prostředí, s.r.o.: Protokol o akreditovaném měření: 326064.1, Měření hluku v mimopracovním prostředí, Most ev. č. 154-013 Třeboň a komunikace II/154- Před rekonstrukcí

[8] ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ OŽP, s.r.o.: *Protokol o akreditovaném měření:525046.1, Měření hluku v mimopracovním prostředí, Přeložka silnic II/156 a II/157 České Budějovice 4. etapa Suché Vrbné-Pětidomí 2015*

[9] ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ OŽP, s.r.o.: *Protokol o akreditovaném měření:526052.1, Měření hluku v mimopracovním prostředí, ul. Jana Masaryka, České Budějovice-Mladé 2015*

[10] ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ OŽP, *Ochrana životního prostředí, s.r.o.: Protokol o akreditovaném měření: 226070, Měření hluku v mimopracovním prostředí, Žižkova ulice, České Budějovice 2012*

[11] ZENKL, Lumír, Ing, ZESA, Dopravně-inženýrská projekční kancelář Jírovcova 2, české Budějovice, *Protihluková opatření na silnicích I. třídy na území Jihočeského kraje 2008, Silnice I/34 Štěpánovice, Vranín, Třeboň*

[12] PELTRÁN, A., *Budoucí protihluková politika*, 1.vydání Praha, Nakladatelství dopravy a turistiky, spol. s.r.o. 1997. ISBN, 80-85884-72-0

[13]TP 189: *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích*. EDIP s.r.o., 2012. ISBN 978–80-87394-06-9. [17] TP 225: Prognóza intenzit automobilové dopravy. EDIP s.r.o., 2012. ISBN 978-80-87394-07-6.

[14] RADENBERG, M., SANDER, R., *Lärmtechnisch optimiertes Asphaltdecksichtkonzept fürden kommunalen Straßenbau*. Asphalt 8/2007

[15] ISO/CD 11819-2 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method, 2000

[16] GRACEY, http://www.gracey.co.uk/specifications/bk-2250-s1.htm

[17] ČASOPIS STAVEBNÍCTVÍ, http://www.casopisstavebnictvi.cz/prehled-vlastnosti-pohltivych-protihlukovych-sten-na-ceskem-trhu_N3475

[18] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Praha, ČSN ISO 11819-1, Rok vydání 2000, ISC 17.140.30, 93.080.20

[19] MÁCA, V., URBAN, J, MELICHAR, J., KŘIVÁNEK, V., *Metodika oceňování hluku z dopravy,* 29 s. Centrum pro otázky životního prostředí UK, Praha, duben 2012

[20] CELJAK, I., *Zásady provádění měření v silniční dopravě, Interní metodika*, ZF, Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, 2011

[21] KŘIVÁNEK, V., CHOLAVA, R., JEDLIČKA, J., *Stanovování hlučnosti povrchů vozovek pomocí metody SPB*. Dopravní inženýrství, 2010, roč. 5, č. 2, s. 27-29. ISSN 1801-8890

[22] SMETANA, CTIRAD a kol., *Hluk a vibrace, měření a hodnocení*, 1. Vydání, Praha, Sdělovací technika 1998, 188 stran, ISBN 80-901936-2-5

[23] KŘIVÁNEK, V., STRYK, J., JEDLIČKA, J., MARKOVÁ, P., TÖGEL, M., ŠPIČKA, L., *Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže*. Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno, 2014 ISBN 978-80-86502-82-3

[24] CZSO, https://www.czso.cz/csu/xc/doprava-xc HYPERLINK "http://www.czso.cz/csu/xc/doprava-xc" (dne 12. 4. 2016)

[25] CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, v. v. i. *Měření hluku z dopravy v ulicích Nová, Komenského v Hranicích Dostupný* z WWW: < file:///C:/Users/Standard/Downloads/hlukova-studie-hranice.pdf- >

[26] GEOPORTÁL, *Strategické hlukové mapování*, 2024, [online]. [citace 2024-08-26], Dostupné z https://geoportal.mzcr.cz/portal/apps/storymaps/stories/e51bc98c0bc841d0b17e244c67659be7

[27] CAPPO, *Stav vozového parku v ČR*, 2024, [online]. [citace 2024-08-26], Dostupné z https://www.cappo.cz/cisla-a-fakta/stav-vozoveho-parku-v-cr

[28] LINDOV, Osman a Adnan OMERHODŽIĆ, 2022. Concept of Road Traffic Noise Monitoring in the Function of Environmental and Health Protection. In: KARABEGOVIĆ, Isak, Ahmed KOVAČEVIĆ a Sadko MANDŽUKA, ed. New Technologies, Development and Application V [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 639-650 [cit. 2024-08-27]. Lecture Notes in Networks and Systems. ISBN 978-3-031-05229-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-031-05230-9_77

[29] TAGUSARI, Junta. Prediction of road traffic noise in the vicinity of trunk roads in Japan using digital road map platform. Acoustical Science and Technology [online]. [cit. 2024-08-27]. ISSN 1346-3969. Dostupné z: doi:10.1250/ast.e24.50

[30] VALEŠOVÁ, K.. (2006). The harmful effect of noise on the human organism. 86. 310-311.

[31] MÜLLEROVÁ, Dana a Anna AUJEZDSKÁ, 2014. Hygiena, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví. Praha: Karolinum. ISBN 9788024625102.

Legislativa

[32] Nařízení vlády č. 148/2006 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

[33] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES ze dne 25. června 2002 o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí

[34] Vyhláška č. 523/2006 Sb. o hlukovém mapování

[35] Vyhláška č. 561/2006 Sb., o stanovení seznamu aglomerací pro účely hodnocení a snižování hluku

[36] Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím

[37] Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí

[38] Zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví

[39] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví

[40] Zákon č. 89/2012 Sb., Občanský zákoník (Nový občanský zákoník NOZ)

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Akustické vlnění prostředím ve vlnoplochách.....19
Obrázek č. 2: -Stanoviště číslo 1-silnice I.třídy I/34 32
Obrázek č. 3: Stanoviště číslo 2-silnice II. třídy II/154 33
Obrázek č. 4: Stanoviště číslo 3.....33
Obrázek č. 5: Stanoviště č.1 75
Obrázek č. 6: Stanoviště č.2 75
Obrázek č. 7: Stanoviště č.3 76
Obrázek č. 8: Protihluková stěna u stanoviště č.1 76
Obrázek č. 9: Protihluková stěna u komunikace II/154(Stanoviště č.2).....77

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Rozdělení osobní dopravy podle druhu přepravovaných komodit 8
Tabulka č. 2: Dělení protihlukových stěn 15
Tabulka č. 3: Tabulka kategorie zvukové pohltivosti protihlukových stěn 15
Tabulka č. 4: Ukázka funkce nízkohlučných povrchů [3] 17
Tabulka č. 5: Hladiny mezních hodnot 26
Tabulka č. 6: výsledky měření na stanovišti 1 (dne 22. 3. 2023) 34
Tabulka č. 7: Výsledky měření na stanovišti č. 1 (dne 25. 3. 2023).....36
Tabulka č. 8: Výsledky měření na stanovišti 1 (26.3.2023).....38
Tabulka č. 9: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (dne 27.3.2023).....39
Tabulka č. 10: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (dne 28.3.2023).....41
Tabulka č. 11: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (dne 29.3.2023).....42
Tabulka č. 12: Výsledky měření na stanovišti číslo 1 (dne 30.3.2023).....44
Tabulka č. 13: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 1.4.2023).....45
Tabulka č. 14: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 2.4.2023).....47
Tabulka č. 15: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 3.4.2023).....48
Tabulka č. 16: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 4.4.2023).....50
Tabulka č. 17: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 5.4.2023).....51
Tabulka č. 18: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 6.4.2023).....53
Tabulka č. 19: Výsledky měření na stanovišti číslo 2 (dne 7.4.2023).....54
Tabulka č. 20: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 2.3.2023).....56
Tabulka č. 21: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 3.3.2023).....58
Tabulka č. 22: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 4.3.2023).....59
Tabulka č. 23: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 5.3.2023).....61
Tabulka č. 24: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 6.3.2023).....63
Tabulka č. 25: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 14.3.2023).....64
Tabulka č. 26: Výsledky měření na stanovišti číslo 3 (dne 17.3.2023).....66

Seznam grafů

Graf č. 1: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa).....35
Graf č. 2: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa).....35
Graf č. 3: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (středa).....35
Graf č. 4: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (sobota).....36
Graf č. 5: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (sobota).....37
Graf č. 6: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (sobota).....37
Graf č. 7: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (neděle).....38
Graf č. 8: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (neděle).....38
Graf č. 9: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (neděle).....39
Graf č. 10: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (pondělí) 39
Graf č. 11: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (pondělí) 40
Graf č. 12: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (pondělí) 40
Graf č. 13: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (úterý).....41
Graf č. 14: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (úterý).....41
Graf č. 15: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (úterý).....42
Graf č. 16: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa).....42
Graf č. 17: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (středa).....43
Graf č. 18: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 1 (středa).....43
Graf č. 19: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (čtvrtek) 44
Graf č. 20: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 1 (čtvrtek) 44
Graf č. 21: Výstup z měření (čtvrtek).....45
Graf č. 22: Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovních dnů a dnů klidu.....45
Graf č. 23: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (sobota).....46
Graf č. 24: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (sobota).....46
Graf č. 255: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (sobota).....47

Graf č. 26: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (neděle).....47
Graf č. 27: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (neděle).....48
Graf č. 28: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (neděle).....48
Graf č. 29: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pondělí) 49
Graf č. 30: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pondělí) 49
Graf č. 31: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (pondělí) 49
Graf č. 32: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (úterý).....50
Graf č. 33: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (úterý).....51
Graf č. 34: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (úterý).....51
Graf č. 35: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (středa).....52
Graf č. 36: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (středa).....52
Graf č. 37: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (středa).....52
Graf č. 38: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (čtvrtek) 53
Graf č. 39: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (čtvrtek) 54
Graf č. 40: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (čtvrtek).....54
Graf č. 41: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pátek).....55
Graf č. 42: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 2 (pátek).....55
Graf č. 43: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 2 (pátek) 55
Graf č. 44: Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovní dnů a dnů klidu 56
Graf č. 45: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (čtvrtek) 57
Graf č. 46: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (čtvrtek) 57
Graf č. 47: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (čtvrtek).....57
Graf č. 48: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek).....58
Graf č. 49: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek).....58
Graf č. 50: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pátek) 59
Graf č. 51: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (sobota).....60

Graf č. 52: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (sobota).....60
Graf č. 53: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (sobota).....60
Graf č. 54: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (neděle).....61
Graf č. 55: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (neděle).....61
Graf č. 56: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (neděle).....62
Graf č. 57: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pondělí) 63
Graf č. 58: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pondělí) 63
Graf č. 59: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pondělí) 64
Graf č. 60: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (úterý).....65
Graf č. 61: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (úterý).....65
Graf č. 62: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (úterý).....65
Graf č. 63: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek).....66
Graf č. 64: Počet projetých vozidel během měření na stanovišti 3 (pátek).....66
Graf č. 65: Výstup z měření – naměřené hladiny akustického tlaku na jednotlivých frekvencích a celková ekvivalentní hladina LAeq na stanovišti 3 (pátek) 67
Graf č. 66: Naměřené hlukové hladiny z hlediska pracovních dní a dní klidu 67
Graf č. 67: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 1. stanovišti.....68
Graf č. 68: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 2. stanovišti.....68
Graf č. 69: Hluková zátěž z dopravního hluku naměřená na 2. stanovišti.....69
Graf č. 70: Hlukové hladiny LAeq z jednotlivých měření na stanovištích 1, 2 a 3 a jejich průměrné hodnoty 69

Použité zkratky

dB – decibel - logaritmická jednotka používaná k vyjádření zvláště akustické intenzity.

PA – Drenážní asfaltové koberce s kamenivem

SMA – Asfaltová směs typu SMA (Stone Mastix Asphalt)

DLα – zvuková pohltivost

AKT – Asfaltový koberec tenký

AKD – Drenážní asfaltový koberec

LAeq - ekvivalentní hladinA akustického tlaku

OOP - Osobní ochranné pomůcky

WHO - Světová zdravotnickÁ organizace

Ldvn – hlukový ukazatel pro celodenní obtěžování hlukem

Ld – hlukový ukazatel pro den obtěžování hlukem

SHM – Cykly měření hluku

ISO – International Organization for Standardization" (Mezinárodní organizace pro normalizaci).