



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Dominik Zuda

**Vliv hudební kulisy na bezpečnost jízdy v
automobilu**

Diplomová práce

2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K616..... Ústav dopravních prostředků

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Dominik Zuda

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Vliv hudební kulisy na bezpečnost jízdy v automobilu**

Název tématu (anglicky): Influence of Music Background on Driving Safety in Car

Zásady pro vypracování

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

- Představte teorii zvuku.
- Uveďte legislativu týkající se hluku ve vozidle.
- Uveďte teorii týkající se hluku ve vozidle a jeho možnou eliminaci.
- Navrhněte a realizujte experiment na vozidlovém simulátoru s cílem definovat případný vliv poslechu různých hudebních žánrů na jízdní styl řidiče, včetně případné úpravy software a hardware simulátoru.
- Najděte vhodné nástroje pro vyhodnocení experimentů a proveďte je.



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)



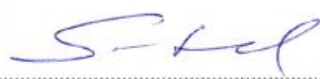
Seznam odborné literatury: MIŠUN, Vojtěch. Vibrace a hluk. Vyd. 2., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-3060-5.

VAŇKOVÁ, Marie. Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí. Brno: Vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-214-0818-9.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.**
Ing. Josef Mík, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **15. července 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. května 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.  
vedoucí prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
Ústavu dopravních prostředků děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


.....
Bc. Dominik Zuda
jméno a podpis studenta

V Praze dne15. července 2016

Poděkování

Poděkování patří především mým rodičům, kteří mi poskytli zázemí a podporu při studiu na vysoké škole.

Za vedení při tvorbě diplomové práce, za ochotu a cenné připomínky při jejím vypracování děkuji panu doc. Ing. Stanislavu Novotnému, Ph.D. a ostatním členům katedry Ústav dopravních prostředků K616 ČVUT FD a zároveň děkuji, že mi byl umožněn výzkum na škole za použití dopravního simulátoru vozidla.

Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 29. května 2017

Bc. Dominik Zuda

Název práce: Vliv hudební kulisy na bezpečnost jízdy v automobilu
Autor: Bc. Dominik Zuda
Obor: Dopravní systémy a technika
Druh práce: Diplomová práce
Vedoucí práce: doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.
Ing. Josef Mík, Ph.D.
Ústav dopravních prostředků K616
Fakulta dopravní, ČVUT v Praze

Abstrakt: Záměrem diplomové práce „Vliv hudební kulisy na bezpečnost jízdy v automobilu“ je posoudit, zda styl hudby, poslouchaný v průběhu jízdy, má vliv na styl jízdy řidiče a tím také na bezpečnost samotné jízdy.

V úvodní kapitole je řešen problém hluku a hudby a jejich vlivu na řidiče. V další kapitole jsou popsány základní fyzikální pojmy a fyziologie lidského ucha. Dále je rozebírána legislativa, typy hluku a jejich možná eliminace a statistiky dopravní nehodovosti. V další části je popisována agresivita při řízení a její vliv na řízení, dále pak pozitivní a negativní vliv hudby na člověka. V praktické části byli účastníci experimentu seznámeni se simulátorem, byl proveden experiment vlivu hudební kulisy na bezpečnost jízdy v automobilu a na závěr byly shrnuty výsledky a navrženo možné využití získaných poznatků.

Klíčová slova: teorie zvuku, hudba, hluk, simulátor, bezpečnost, legislativa

Title: Influence of music background on driving safety in car
Author: Bc. Dominik Zuda
Branch: Transportation Systems and Technology
Document type: Thesis
Thesis adviser: doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.
Ing. Josef Mík, Ph.D.
Department of Transport Facilities K616
Faculty of Transportation Science, CTU in Prague

Abstract: The aim of this thesis „Influence of music background on driving safety in car“ is to assess if the style of music, listened while driving, has an impact on the driver's style and also the safety of the ride.

In the introductory chapter, the problem of noise and music and their influence on the driver is solved. The next chapter describes the basic physical concepts and physiology of the human ear. It also analyzes legislation, types of noise and their possible elimination and traffic accident statistics. The next part describes aggressiveness in driving and its influence on driving, the positive and negative influence of music on man. In the practical part the participants of the experiment were acquainted with the simulator, the experiment of influence of the musical background on the safety of the car driving was carried out and in the end the results were summarized and possible use of the acquired knowledge was made.

Key words: theory of sound, music, noise, simulator, safety, legislation

OBSAH

1. Úvod	8
2. Základní pojmy	10
2.1 Fyzikální podstata zvuku.....	10
2.1.1 Vlnová délka.....	10
2.1.2 Akustický výkon	11
2.1.3 Frekvence.....	11
2.1.4 Akustický tlak.....	11
2.1.5 Hladina intenzity	13
2.1.6 Odrazy a absorpce zvuku.	17
2.1.7 Ohyb zvuku	18
2.2 Lidské ucho	20
3 Legislativa.....	22
3.1 Zákon o ochraně veřejného zdraví.....	22
3.2 Normy a předpisy.....	25
3.3 Vnější hluk pneumatik.....	27
4 Typy hluku a jejich možná eliminace	28
4.1 Aerodynamický hluk.....	28
4.2 Hluk od motoru	29
4.3 Hluk vznikající kontaktem pneumatiky s vozovkou.....	31
5 Statistiky dopravní nehodovosti.....	34
6 Agresivita při řízení	40
6.1 Definice agresivního řízení	40
6.2 Ekonomický a ekologický dopad agresivního stylu jízdy	41
6.2.1 Spotřeba pohonných hmot.....	42
6.2.2 Hluk při rychlé jízdě	44
7 Vliv hudby na psychickou a fyzickou stránku člověka.....	46
7.1 Vážná hudba uklidňuje	47
7.2 Hudba jako lék.....	47
7.3 Hudba jako zdroj utrpení.....	49

8	Praktická část	50
8.1	Úvod do experimentu.....	50
8.2	Postup experimentu.....	50
8.3	Měřicí zařízení.....	53
8.3.1	Simulátor	53
8.3.2	Kamera.....	54
8.3.3	Hrudní měřič tepu	55
8.4	Virtuální trať.....	55
8.5	Měřená skupina	56
8.6	Analýza dat.....	57
8.6.1	Výsledky měření respondenta číslo 1	58
8.6.2	Výsledky měření respondenta číslo 2	61
8.6.3	Výsledky měření respondenta číslo 3	64
8.6.4	Výsledky měření respondenta číslo 4	67
8.6.5	Výsledky měření respondenta číslo 5	70
8.6.6	Výsledky měření respondenta číslo 6	73
8.6.7	Výsledky měření respondenta číslo 7	76
8.6.8	Výsledky měření respondenta číslo 8	79
8.6.9	Výsledky měření respondenta číslo 9	82
8.6.10	Výsledky měření respondenta číslo 10	85
8.6.11	Výsledky měření respondenta číslo 11	88
8.6.12	Výsledky měření respondenta číslo 12	91
8.6.13	Výsledky měření respondenta číslo 13	94
8.7	Vyhodnocení experimentu	97
9	Možné využití v praxi	101
10	Závěr	103
11	Seznam použité literatury.....	104
12	Seznam obrázků.....	107
13	Seznam tabulek	108
14	Seznam grafů	110
15	Seznam příloh.....	111

Seznam použitých zkratk

PČR	Policie České republiky
ČR	Česká republika
DN	Dopravní nehoda
PK	Pozemní komunikace
SSZ	Světelné signalizační zařízení
EHK/OSN	Evropská hospodářská komise Organizace spojených národů
MS	Microsoft

1. Úvod

Současná silniční doprava ilustruje konflikt mezi technikou a lidskými možnostmi. Motorová vozidla se postupně v průběhu času zdokonalují, vyvíjejí, zrychlují, rozrůstá se silniční síť, přibývají kilometry dálnic a hustota dopravy neustále stoupá. Tím se každoročně zvyšují nároky na psychosomatickou zdatnost řidiče, čímž vyvstává otázka, do jaké míry je toto člověk schopen snášet a dlouhodobě vnímat, aniž by tím zásadně utrpěla bezpečnost a plynulost silničního provozu.

V posledních letech se automobilky velice intenzivně věnují oblasti vývoje odhlučnění automobilů, aby posádka byla co nejvíce odizolována od okolních nežádoucích zvuků, jako je např. valivý hluk od pneumatik, aerodynamický hluk nebo hluk motoru. Díky tomuto důkladnému a postupně zlepšujícímu se odhlučňování se auta stala pocitově výrazněji tiššími, než tomu bývalo třeba na konci minulého století a řidič tak může jet uvolněněji a pod menším stresem vyšší rychlostí, aniž by docházelo k výraznému psychickému vyčerpání. Vyšší rychlost s sebou nese ale i významný fakt, že veškeré děje se odehrávají mnohem rychleji a řidič má na rozhodování výrazně méně času, než kdyby jel například poloviční rychlostí. Navíc případné následky nehody jsou s rostoucí rychlostí nárazu podstatně horší a fatálnější. Z tohoto důvodu je naprosto nezbytné poskytnou řidiči vozidla maximální komfort a psychickou pohodu a co nejméně unavující pracovní prostředí, aby mohl svou činnost vykonávat dlouhodobě a vždy správně a včas. Řidič pak dokáže udržet déle pozornost, pomaleji se unaví a může podávat vyrovnanější jízdní výkony a reakce po celou dobu jízdy a zároveň po dosažení cíle vystoupit z auta svěží a odpočatý.

Již dlouhá léta se vedu diskuse, zda hudba při řízení automobilu má pozitivní či negativní dopad na bezpečnost provozu. Názory se různí. Jedna skupina lidí tvrdí, že hudba má při řízení pouze pozitivní efekt a nepřináší žádný negativní důsledek, neboť řidič má mít maximální psychickou pohodu za volantem a k té nám v běžném životě hudba často dopomáhá a uklidňuje nás a navozuje nám hezké pocity, tak proč by tomu mělo být v autě jinak? Navíc řidič si sám může zvolit, jaký styl hudby a na jakou hlasitost je mu příjemné poslouchat, vždy má možnost hudbu vypnout a mít na řízení klid. Čili podle této skupiny lidí není hudba nijak nebezpečná a může být pouze prospěšná, na rozdíl třeba od ostatních účastníků vyskytujících se v autě, jako jsou hlučné děti nebo neustále radící a do jízdy mluvící spolujezdec či dokonce telefonní hovor, díky kterému se podvědomě paradoxně věnujeme více právě probíhajícímu rozhovoru než nepřetržitěmu analyzování a vyhodnocování silničního provozu a dění okolo komunikace. Tomuto bohužel ani nijak nepomohlo uzákonění, že řidič nesmí za jízdy držet mobilní telefon, může pouze volat

prostřednictvím technologie bluetooth, ať už je mobilní telefon spárován se sluchátkem nebo se samotným audiozařízením ve vozidle. Bohužel problém není v samotném držení mobilního telefonu (vždyť nemalá část řidičů drží nesprávně volant pouze jednou rukou a druhou má opřenou o loketní opěrku, zejména pak pokud je vozidlo vybaveno automatickou převodovkou), ale v tom, že kapacita mozku je soustředěna na právě probíhající hovor. Nicméně toto by bylo na další zkoumání a problémem telefonování za volantem nebo rozptylování spolujezdcem se věnovat nebudu.

Druhá skupina lidí naopak tvrdí, že řidič se má plně věnovat řízení a jakýkoli podnět, nesouvisející se samotným řízením vozidla, pouze odpoutává řidičovu pozornost nesprávným směrem, případně více zatěžuje mozek a tím dochází k rychlejší únavě, případně k pochybení a možné dopravní nehodě. A tato skupina také byla toho názoru, že čím agresivnější styl hudby je reprodukován, tím rychleji a agresivněji řidič řídí a méně se soustředí na dodržování dopravních předpisů, zejména pak na dodržování nejvyšší dovolené rychlosti. Stejného názoru jsou i výzkumníci z Londýnské Metropolitní univerzity, kteří při svém experimentu zjistili, že tvrdá a rychlá metalová hudba má za následek rychlou a agresivní jízdu, při níž se řidič více věnuje hudbě než samotnému řízení vozidla. [1], [2]

A právě tyto hypotézy a názory byly zkoumány na simulátoru Fakulty dopravní, aby mohly být vědecky zamítnuty nebo naopak potvrzeny.

2. Základní pojmy

Od samého počátku lidstva využívají lidé a zvířata různých zvuků a hluků k dorozumívání se mezi sebou a archeologové z archeologických nálezů zjistili, že primitivní hudební nástroje využívali lidé již před mnoha tisíci lety. První náznaky akustiky a řešení šíření zvuku je známo z období antického Řecka, kdy se musela řešit akustika v antických divadlech, aby účinkujícím bylo dobře rozumět i z nejvyšších a nejvzdálenějších míst. První skutečně odborné a detailní zkoumání akustiky a zvuku obecně přišlo až v devatenáctém století, kdy pánové Fresnel, Fourier, Poisson a Laplace přišli s výzkumem zabývajícím se šířením akustických vln. [3]

2.1 Fyzikální podstata zvuku

Hluk se řadí mezi akustické jevy a při řešení jeho problematiky uvažujeme souvislosti s již známými akustickými metodami a využíváme zákonitosti platné pro šíření zvuku. Zvuk i hluk jsou druhy energie, které vznikají přeměnou z jiných druhů energií, šíří se pomocí vibrací konstrukcemi a prostředím, pohlcují se v určitých typech materiálů nebo se odráží od nepohltivých ploch. S těmito fakty je potřeba počítat při jakémkoli řešení problému týkajícího se hluku či zvuku, například při požadavku na snížení nežádoucího hluku ve vozidle.

Zvukem se rozumí každé mechanické vlnění, které se šíří od zdroje ve vlnoplochách, libovolným prostředím, fázovou rychlostí závislou na fyzikálních vlastnostech prostředí. Zvuk vzniká kmitáním částic pružného prostředí, které na sebe vzájemně působí elastickými silami. Jedná se tedy o specifický případ tzv. elastických vln. Rozruch se šíří ze zdroje fázovou rychlostí, ale prostředí se nepohybuje, nýbrž částice prostředí kmitají kolem rovnovážných poloh. Šíření zvuku je tedy spojeno s přenosem energie. [3]

2.1.1 Vlnová délka

Jedním z hlavních parametrů charakteristiky zvuku je vlnová délka, což je vzdálenost dvou po sobě časově následujících maxim (nebo minim) kmitů vlny u sledovaného vlnění. Obecně je to vzdálenost mezi nejbližšími vlnoplochami se stejnými akustickými stavy kmitajících částic. Jestliže se akustická vlna šíří od zdroje rychlostí c a vlnění je s frekvencí f , pak pro vlnovou délku platí následující vztah. [3]

$$\lambda = c * T = \frac{c}{f}$$

kde λ [m] - vlnová délka
 c [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] - fázová rychlost
 T [s] - perioda
 F [Hz] – kmitočet

2.1.2 Akustický výkon

Mechanickými kmity pružného prostředí se přenáší mechanická energie kmitajících částic od zdroje prostřednictvím akustických vln. Množství akustické energie, procházející za jednotku času myšlenou prostorovou plochou, je nazýváno akustickým výkonem označovaným P [W]. Pro rovinnou akustickou vlnu, kde jsou ve fázi akustický tlak a akustická rychlost, platí následující vztah. [3]

$$P = F * v = p * v * S \text{ [W]}$$

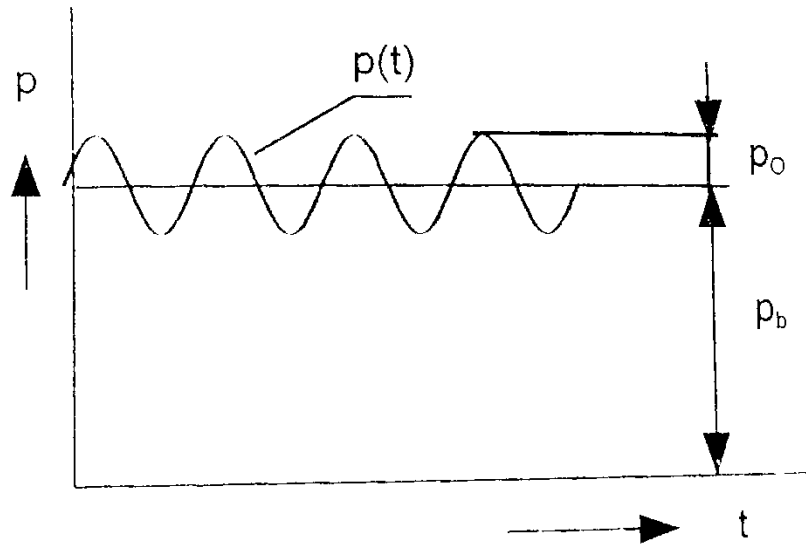
kde p [Pa] – akustický tlak
 V [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] – rychlost kmitání částic
 S [m^2] – plocha

2.1.3 Frekvence

Jako další popisovaná veličina bude frekvence. Jedná se o počet cyklů (period) za sekundu, tzn. pokud jeden kmit trvá 1/100 sekundy, znamená to, že zvuk má 100 cyklů (period) za sekundu. Udává se v jednotkách Hertz, nazývaných podle slavného německého fyzika Heinricha Hertze. Zvuk lze vnímat sluchem pouze v rozsahu slyšitelném pro lidské ucho, tj. od přibližně 16 Hz do 20kHz. Akustické vlnění o vyšším kmitočtu, než je 20 kHz, se nazývá ultrazvuk a akustické vlnění o kmitočtu pod 16 Hz je označováno jako infrazvuk. [3]

2.1.4 Akustický tlak

Zhušťováním a zředováním kmitajících částic prostředí odpovídá zvýšení či snížení tlaku v plynech a kapalinách. To znamená, že celkový tlak v daném prostředí se při šíření vlnění mění, tedy kolísá okolo původního statického nebo barometrického tlaku v ovzduší. Tento jev ukazuje následující obrázek.



Obr. 1: Průběh akustického tlaku [4]

Za akustický tlak p , jehož jednotka je Pascal [Pa] pojmenovaná po francouzském fyzikovi a matematikovi Blaise Pascalovi, je považována odchylka celkového tlaku (vzduchu nebo kapaliny) od tlaku statického při vlnění v daném prostředí. Akustický tlak je pak nasuperponován na barometrický tlak p_b . [4]

Maximální akustický tlak p_{max} je velmi obtížně měřitelný, proto se v praxi používá hodnota tlaku efektivního. Pro harmonické vlnění platí následující vztah:

$$p_{ef} = \frac{p_0}{\sqrt{2}} \text{ [Pa]}$$

Hladina akustického tlaku je definována vztahem:

$$L_p = 20 * \log \frac{p}{p_0} \text{ [dB]}$$

kde p [Pa] – akustický tlak

p_0 [Pa] – referenční akustický tlak (pro vzduch)

Často se pak stanovuje také prahový akustický tlak, což je stanovená hodnota akustického tlaku, jakou může ještě lidské ucho při použití čistého tónu o frekvenci 1 kHz zaregistrovat. S tím také souvisí i to, že lidské ucho je citlivé na změnu tlaku vzduchu a je přizpůsobeno k registraci změny odchylky tlaku vzduchu od příslušného barometrického tlaku. Mladý člověk může zachytit i velmi malou změnu akustického tlaku, přibližně od 20 μ Pa, což je jen nepatrná hodnota oproti barometrickému tlaku vzduchu, který je přibližně 101 325 Pa. [4]

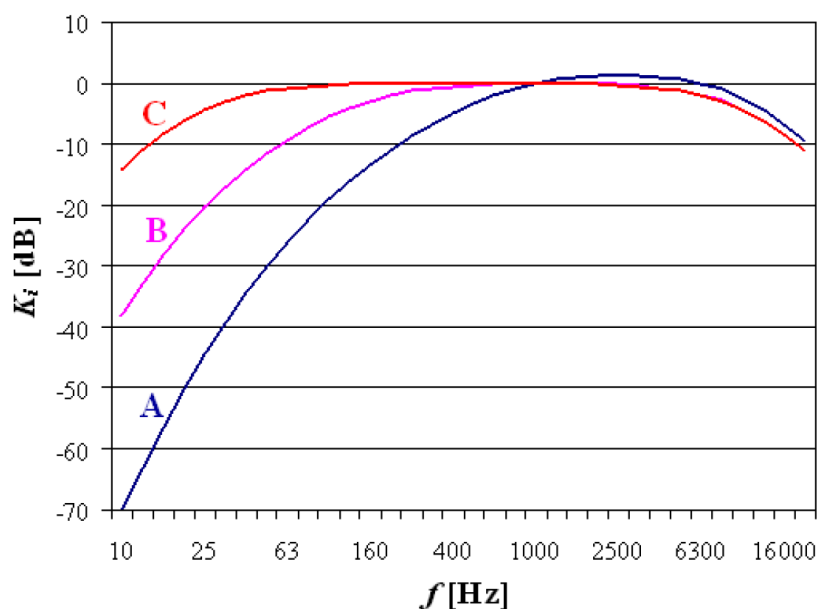
2.1.5 Hladina intenzity

Protože intenzita běžných zvuků kolísá v rozsahu několika dekád, zavádí se logaritmická škála, která prahové intenzitě přiřadí nulovou hodnotu.

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

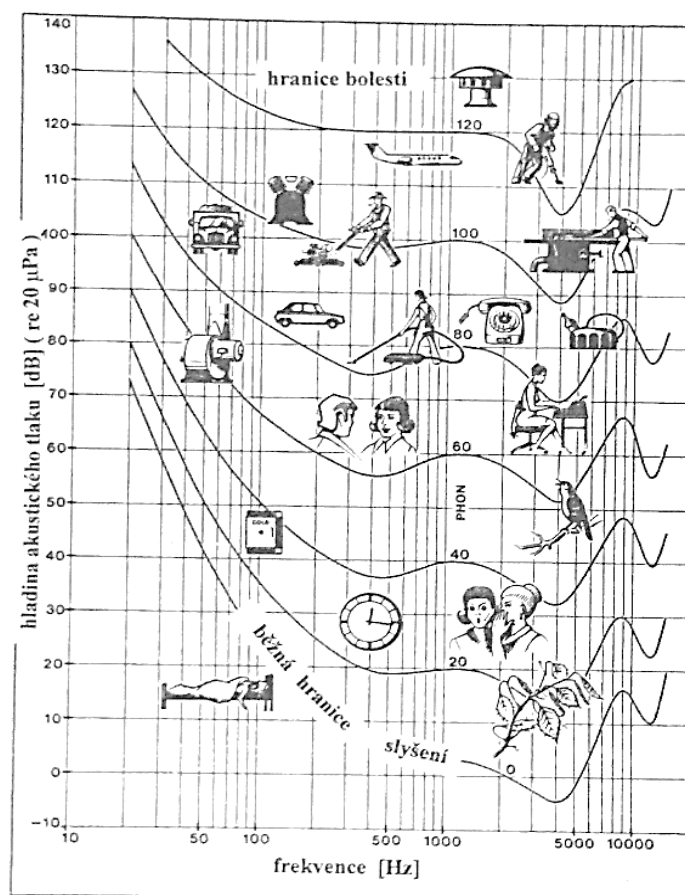
kde I je intenzita zvuku sledovaného akustického signálu [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$] a I_0 je referenční hodnota intenzity zvuku ($I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$). Hladina intenzity vychází z poměru dvou stejných veličin, proto je v soustavě SI bezrozměrná. Pro označení takto definovaných hladin se používá jednotka decibel (dB), která je pojmenovaná po skotském vědci A. G. Bellovi. Předpona deci- značí vynásobení desítkou. Díky tomu, že se jedná o logaritmickou stupnici, znamená například pokles o 3 dB poloviční výkon, naopak zesílení o 3 dB výkon dvojnásobný.

Lidské ucho má všeobecně nesterjnou citlivost při různých kmitočtech. Při vnímání zvuku tedy dochází ke zkreslení. Z tohoto důvodu se zavádí váhové filtry A, B a C, které jsou inverzní ke křivkám stejné hlasitosti při hladinách 40 dB, 80 dB a 120 dB. V mezinárodním měřítku se nejčastěji používá váhový filtr typu A. U váhových filtrů jsou zavedeny korekce. Hlukoměry jsou standardně vybaveny některými z těchto filtrů a vždy k naměřené hladině zvuku přičte příslušnou korekci a přepočte hladinu zvuku tak, jak ji vnímá lidské ucho. Na následujícím obrázku je možné vidět, o kolik při dané frekvenci jaký filtr koriguje.



Obr. 2: Průběhy křivek filtrů typu A, B a C [5]

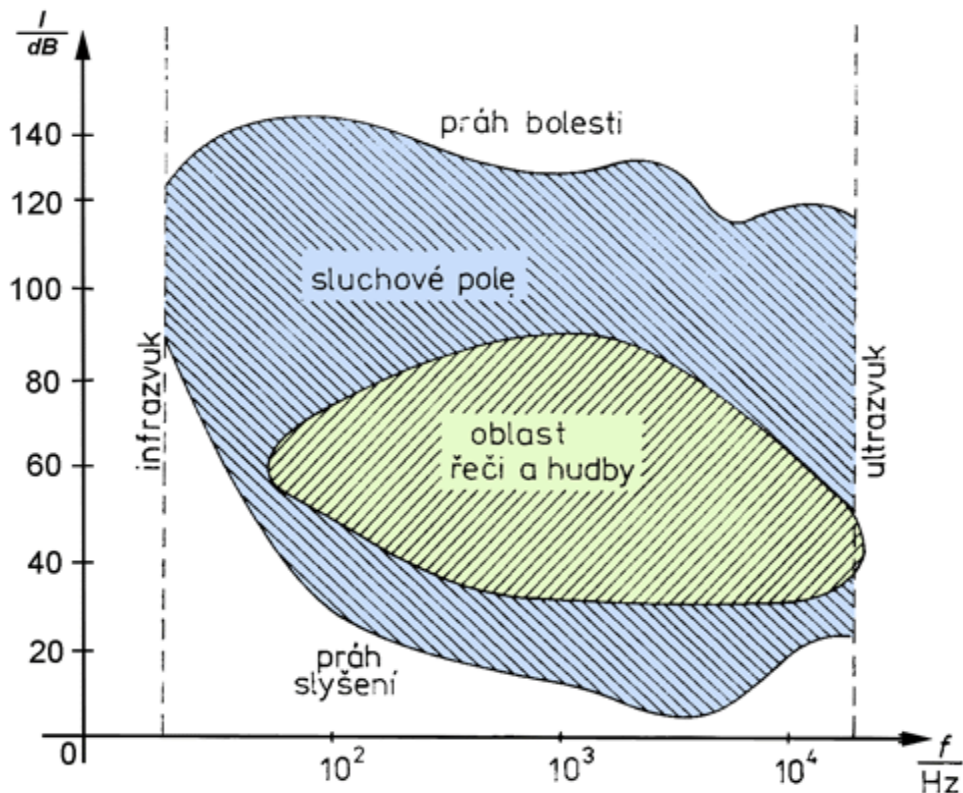
Lidské ucho vnímá hlasitost rozdílně při různých frekvencích. Jak tomu ve skutečnosti přibližně je, ukazuje obrázek č. 3, kde je zároveň graficky znázorněno, jakému akustickému tlaku přibližně odpovídá jaká činnost.



Obr. 3: Hladiny akustického tlaku běžných zdrojů hluku [4]

Jako hluk lze označovat jakýkoli typ zvuku, který se projevuje rušivě, je nežádoucí či nepříjemný. Může to být dokonce i čistý jeden tón, v praxi se však nejčastěji jedná o směs různých zvuků s různými kmitočty. Dokonce bylo zjištěno, že člověk se necítí dobře ani v extrémně tichém prostředí, kdy hodnoty hladiny hluku jsou pod 20 dB(A). Z tohoto důvodu bylo nutné v kosmických kabinách vytvořit vhodné hlukové pozadí, aby se kosmonauti cítili v přirozeném prostředí podobnému planetě Zemi. [6]

Při hladině hluku nad 130dB(A) se již účinky hluku většinou mění na bolest sluchového orgánu, proto bývá nejčastěji jako práh bolesti udávaná hodnota kolem 130dB(A). Při hladinách hluku nad 160dB(A) dochází již k poruše bubínku sluchového ústrojí. Negativní účinky na zdraví člověka se především projevují v oblasti sluchového orgánu a to zejména trvalým posunem sluchového prahu slyšitelnosti, kdy ucho již není schopno zaznamenat dříve slyšitelné podněty. Na následujícím obrázku je znázorněna křivka slyšitelnosti.

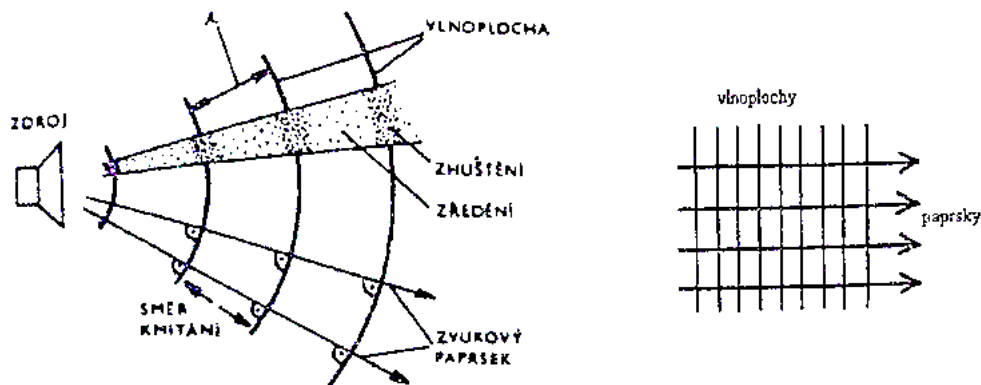


Obr. 4: Graf prahu slyšitelnosti a prahu bolesti [7]

Akustické vlnění se šíří od místa rozruchu na všechny strany rovnoměrně. Pokud je prostředí izotropní, šíří se rozruch všemi směry stejnou rychlostí. Místa, do nichž dospělo vlnění ze zdroje za tutéž dobu, leží na spojitě ploše zvané vlnoplocha. Vlnoplochou se rozumí geometrické místo bodů, které kmitá v daném okamžiku se stejnou fází. V obecných případech mohou mít vlnoplochy libovolný tvar, avšak zvláště důležité jsou zejména následující plochy:

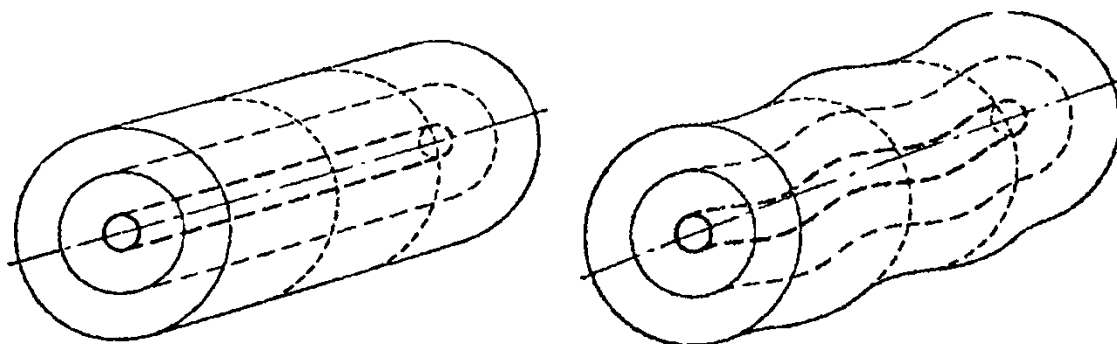
Vlnoplochy kulové – vznikají při šíření vlnění z bodového zdroje, pokud je zdroj rozruchu menší než vlnová délka vzniklého vlnění.

Vlnoplochy rovinné – vznikají při šíření vlnění z plošných zdrojů, je-li zdroj rozruchu značně větší než vlnová délka vzniklého vlnění. Pro zjednodušení se kulové vlnoplochy ve velké vzdálenosti od zdroje považují za rovinné. Rovinné vlny se dají početně mnohem jednodušeji zpracovávat, a proto bývá většina úvah prováděna právě pro tento druh vlnoploch. Kulové i rovinné plochy se vyskytují pouze při šíření vlnění prostorem bez překážek, tj. volným akustickým polem. [8]



Obr. 5: Šíření kulové (vlevo) a rovinné vlnoplochy (vpravo) [8]

Vlnoplochy složitější povahy, jako jsou například válcové, vznikají při šíření vlnění z liniového zdroje zvuku. Jsou vlastně přechodným typem mezi rovinou a kulovou vlnou. Při nerovnoměrném vyzařování v radiálním směru vzniká dvojrozměrná válcová vlnoplocha. Pro lepší představu jsou jednorozměrné a dvourozměrné válcové vlnoplochy znázorněny na následujícím obrázku. [7]



Obr. 6: Jednorozměrná (vlevo) a dvourozměrná (vpravo) válcová vlnoplocha [8]

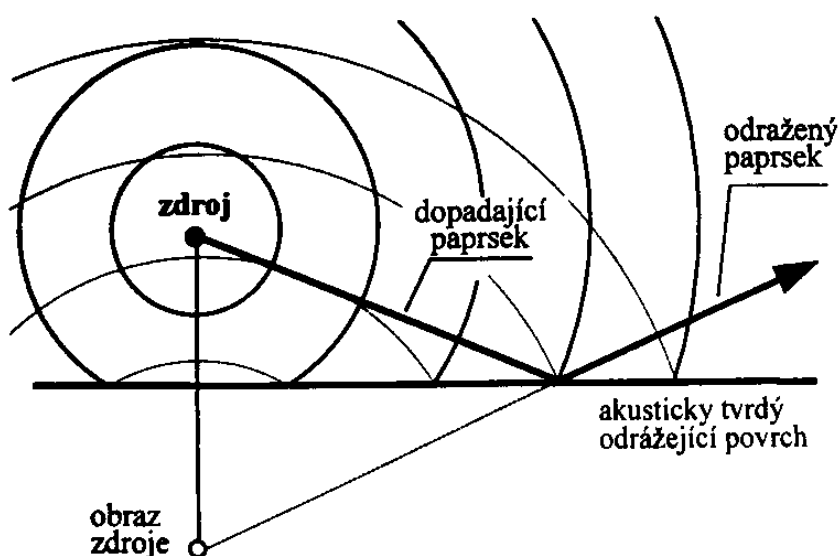
Co se týče rychlosti šíření zvuku, závisí především na materiálu, v kterém se zvuk šíří, protože při vhodném prostředí se zvuk dokáže šířit několikanásobnou rychlostí než v případě jiného druhu prostředí. Rychlost v běžných typech prostředí ukazuje následující tabulka.

Tabulka č. 1: Rychlost šíření zvuku dle prostředí [4]

Prostředí	Rychlost šíření zvuku [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
Vzduch	331,8
Voda	1500
Ocel	5000
Led	3250
Sklo	5200

2.1.6 Odrazy a absorpce zvuku.

V reálném pracovním a životním prostředí je zvuk ovlivněn příslušným akustickým prostředím, jeho tvarem a vlastnostmi. V akustickém prostředí se často vyskytují současně zdroj hluku (jako např. stroj nebo automobil), nejrůznější předměty (zařízení, stěny, okna apod.) a také lidé. V tomto prostoru postupující akustická vlna naráží na povrchy předmětů, stěn a podlahy. Část akustické energie se od povrchů předmětů odrazí, část je pohlcena a část prochází dovnitř předmětů. Při dopadu akustické vlny na rovinnou plochu s ideální odrazivostí (akusticky tvrdý povrch) se paprsek od povrchu odrazí obdobně, jako se odrazí světelný paprsek od zrcadla.



Obr. 7: Odraz akustické vlny [4]

Když ale rovinná akustická vlna, pohybující se v homogenním prostředí, dopadne na rovinné rozhraní s jiným médiem, pak se část vlnění odrazí a část prochází druhým médiem. Podíl odraženého a procházejícího vlnění závisí na úhlu dopadu vlny na rovinné rozhraní a na hustotách obou materiálů na obou stranách rozhraní.

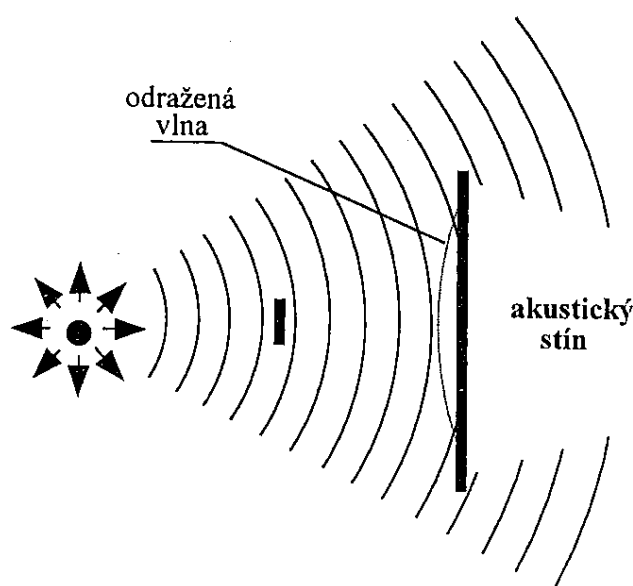
Jestliže akustická vlna dopadne na povrch např. pevného média, pak se část energie vlnění přeměňuje na jiný druh energie, nejčastěji tepelnou. Akustická pohltivost (nebo také absorpce) je definována jako podíl energie absorbované povrchem k energii dopadající na povrch a je definována *součinitelem pohltivosti* α , který se vypočítá dle vztahu:

$$\alpha = \frac{\text{energie dopadající}}{\text{energie absorbovaná}} = 1 - |R^2|$$

kde R [-] je součinitel odrazu a je definován jako podíl akustických tlaků odražené a dopadající akustické vlny. Součinitel odrazivosti je v rozmezí $0 \leq \alpha \leq 1$, kdy $\alpha = 0$ odpovídá nulové pohltivosti a $\alpha = 1$ maximální pohltivosti rozhraní, což znamená, že veškerá energie vlnění je pohlcována rozhraním, tedy povrchem dalšího média. [4]

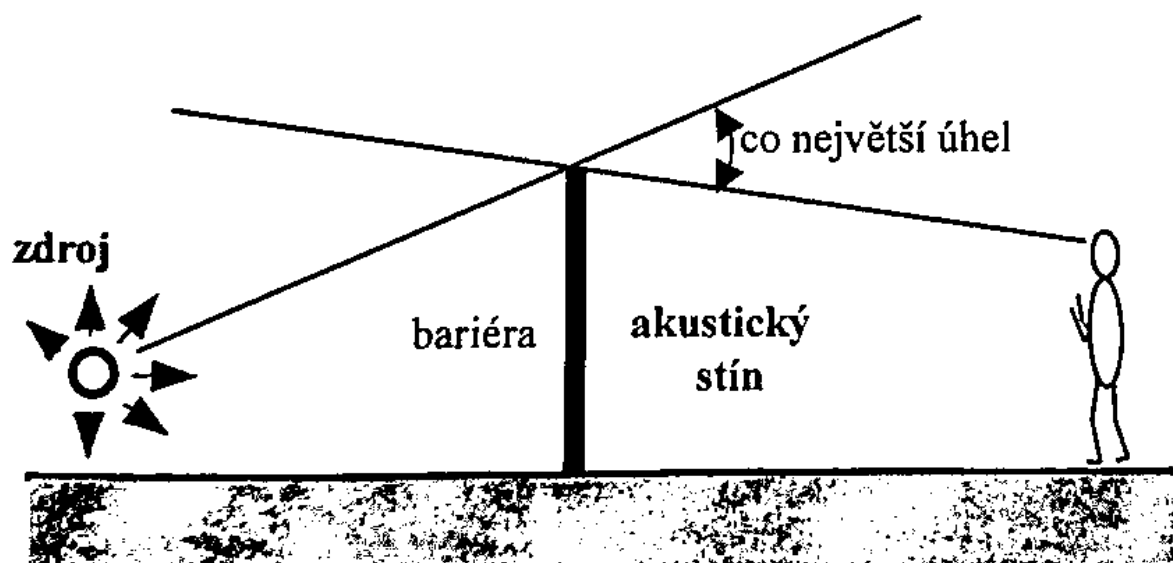
2.1.7 Ohyb zvuku

Jestliže akustická vlna narazí na překážku, která je rozměrově malá vůči délce příslušné akustické vlny, tato vlna pokračuje přes překážku, jako by vůbec nebyla a tvoří se pouze malý akustický stín za překážkou. Tento akustický stín se zvětšuje a prodlužuje při zvyšující se frekvenci, tedy při zmenšující se délce akustické vlny. [4]



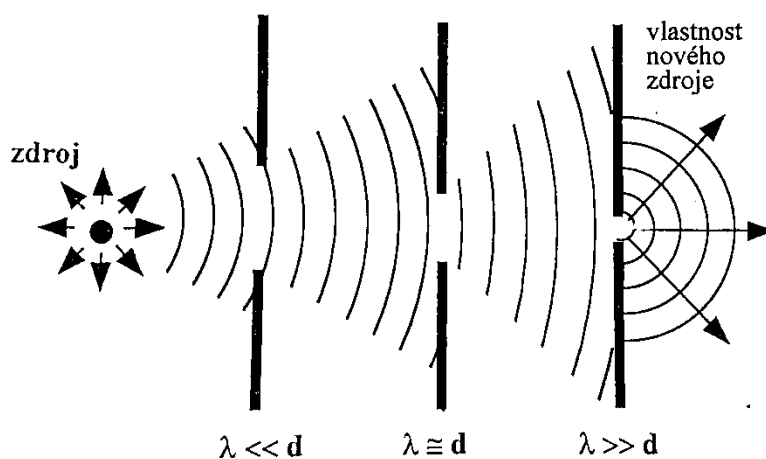
Obr. 8: Průchod vlnění kolem překážky [4]

Dle Huygensova principu lze každou vlnu či vlnoplochu považovat za soubor nekonečného množství dalších bodových zdrojů, vyzařujících zvuk do všech směrů, čili každý další bod na čelní akustické vlnoploše může být uvažován jako nový akustický zdroj a další poloha akustické vlny může být takto konstruována z předcházející vlny. Na základě rozdílné délky vln u nízkých frekvencí (dlouhé vlny) oproti délkám vln u vysokých frekvencí vyplývá, že výše uvedený princip způsobuje, že nízkofrekvenční vlny se ohýbají za překážkou snadněji než vysokofrekvenční akustické vlny. Vysokofrekvenční vlnění tedy za stejnou překážkou vytváří větší akustický stín než nízkofrekvenční vlnění. V praxi se tohoto principu využívá v exteriéru při stavbě bariér, kdy je třeba odhlučnit budovy od hluku z pozemních komunikací. Nejvýraznější zeslabení vlnění za bariérou nastává, když úhel mezi dvěma paprsky je co nejmenší. To znamená, že bariéra by měla být nejlépe velmi blízko u zdroje zvuku nebo velmi blízko oblasti, kterou je třeba odhlučnit. Tento princip je znázorněn na následujícím obrázku. [4]



Obr. 9: Zeslabení vlnění pomocí bariéry [4]

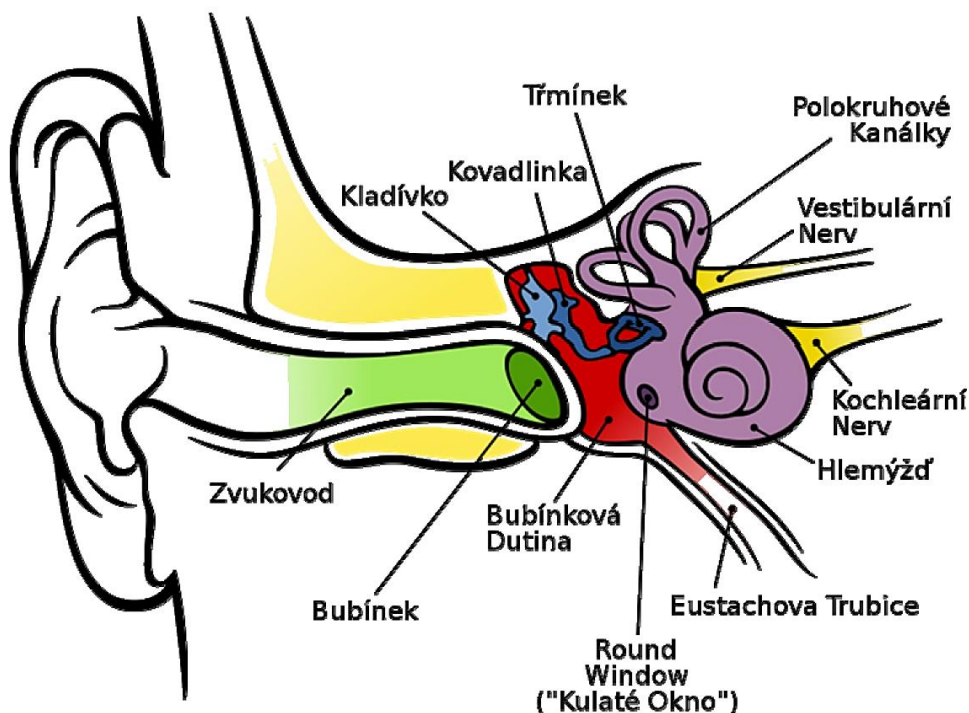
Obdobná situace nastává při průchodu vlnění otvory různého průměru. Spolu se zvětšující se délkou vlny se zmenšuje akustický stín za otvorem. Až při hodnotě vlnové délky mnohonásobně větší než je průměr průchodu stín chybí a další vlnění má charakter nového akustického zdroje. Proto se nízkofrekvenční hluk dobře přenáší přes zdi, stěny kabin v dopravních prostředcích nebo skříně strojů, jsou-li v nich různé otvory, díry a štěrby. Následující obrázek přehledně ilustruje výše popsanou situaci, kde d je průměr průchodu a λ je vlnová délka.



Obr. 10: Průchod vlnění přes otvory [4]

2.2 Lidské ucho

Lidský sluch je jedním z nejdůležitějších smyslů v lidském těle. Při jeho poškození bývá dotyčný subjektivně velmi hendikepován, dokonce se traduje, že ztráta sluchu je pro člověka horší než ztráta zraku. Sluch slouží zejména ke komunikaci, ale také k lokalizaci potencionálně nebezpečných hrozeb či poslouchání hudby. Příjem a analýza zvuku je velmi komplikovaný proces. Ucho samotné je komplexní zařízení schopné výborné selektivity zvuků přes široký frekvenční rozsah a také intenzity.



Obr. 11: Schéma lidského ucha [9]

Akustické signály okolního prostoru zachycuje nejdříve vnější ucho (což je část ucha, kam patří ušní boltec, zvukovod a bubínek), kde bubínek tvoří mechanickou překážku ve zvukovodu. Vnější a střední ucho (kladívko, kovadlinka a třmínek) zachycují vzdušné zvukové vlny a usměrňují je do tekutinou naplněného ušního závitu vnitřního ucha (hlemýždě), který působí jako mechanický převodník měnící signál mechanických kmitů na nervové impulsy. Ty jsou poté nositeli akustických informací do mozku. Chvění bubínku se mechanicky přenáší prostřednictvím středního ucha do ucha vnitřního. Amplitudy bubínku se transformují na mnohem menší vibrace, ale při vyšším tlaku tekutiny ve vnitřním uchu. Střední ucho působí jako spojovací zařízení a skládá se, jak již bylo zmíněno, z kladívka, kovadlinky a třmínku, které pracují jako systém pák s mechanickým zesílením rovným hodnotě přibližně tři. Tyto kůstky transformují vibrace bubínku do středního ucha. Závěrečná vazba mezi akustickou událostí a nervovým impulsem se odehrává ve středním uchu, které je odděleno od vnitřního ucha membránami, které uzavírají oválné předsíňkové (vestibulární)

okénko a kruhového (cochleárního) hlemýždě, v kterém je zajišťováno vlastní slyšení. Během průchodu vzruchu kanálky se basilní membrána deformuje a na jejím povrchu jsou tisíce mimořádně citlivých vlasových nervových buněk, registrujících tyto deformace a pak je transformují na nervové impulsy. [4]

Vnímání zvuku nervy nastává podél basilní membrány ušního závitu, kde také probíhá frekvenční analýza zvuku. Zvuky s rozličnou frekvencí zaznamenává basilní membrána vnitřního ucha jako maximální záchvěvy v různých vzdálenostech od tzv. kulatého okénka. Tato maxima mají poměrně plochý tvar, a čím je zvuk nižší frekvence, tím větší je vzdálenost příslušného maxima od vstupního kulatého okénka. Frekvenční citlivost se tedy mění se vzdáleností podél basilní membrány. Maximální odezva na vysoké frekvenci se proto registruje blízko oválného okénka a nízké frekvence blízko helicotremy, což je malý otvor na konci hlemýždě. Detailní zpracování a analýza nervových podnětů pak probíhá v samotném nervovém systému. Lidské ucho vnímá zvuky v rozsahu 16 Hz až 20 kHz. Všechny slyšitelné zvuky leží právě v tomto rozmezí. [4]

3 Legislativa

Hluk z dopravy je možné rozdělit na dvě části. Jako první je vnitřní, který se vyskytuje uvnitř dopravního prostředku a obtěžuje tak posádku dopravního prostředku. Způsobem měření tohoto hluku se zabývá norma ČSN 30 0513 „Měření vnitřního hluku silničních vozidel“. Tím druhým typem je hluk vnější, který obtěžuje obyvatele na sídlištích, na ulicích a veřejných prostranstvích a podléhá tedy daným společenským nárokům. Tyto nároky jsou formulovány v hygienických předpisech a normách, stanovující maximální přípustné hladiny vnějšího hluku. Měřením vnějšího hluku silničních vozidel se zabývá norma ČSN 30 0512 „Měření vnějšího hluku“.

Nejvyšší přípustnou hodnotu uvnitř dopravních prostředků za přepravy stanovují Hygienické předpisy ministerstva zdravotnictví. Základ tvoří základní hladina hluku $L_z = 80$ dB (A), ke které se přičítají korekce přihlížející k druhu dopravního prostředku a k jeho stáří, které jsou uvedeny v tabulce č. 2. Toto ustanovení se vztahuje na pracovní místa v dopravních prostředcích, jako jsou řidiči, průvodčí apod. [10]

Tabulka č. 2: Korekce pro přípustné hladiny hluku v dopravních prostředcích [10]

Účel a druh dopravního prostředku:	Korekce [dB]
Pro hromadnou dopravu osob	
městské a příměstské	5
dálkové	0
Ostatní dopravní prostředky:	
nákladní automobily a pracovní stroje	5
osobní a dodávková vozidla	0
sanitní a jiná speciální vozidla	-5
Stáří vozidla:	
vozidlo nové	0
vozidlo starší 5 let	5

3.1 Zákon o ochraně veřejného zdraví

Hluk z dopravy se řídí zákonem č. 258/2000 Sb., což je zákon o ochraně veřejného zdraví. Zákon nabyl platnosti 11. 8. 2000 a účinnosti 1. 1. 2001. Tento zákon stanovuje a popisuje, kdo je zodpovědný za vzniklý hluk a co je samotný hluk. Paragrafy, které se týkají hluku z dopravy, jsou § 30 a § 31.

§ 30

(1) Osoba, která používá, popřípadě provozuje stroje a zařízení, které jsou zdrojem hluku nebo vibrací, provozovatel letišť, vlastník, popřípadě správce pozemní komunikace, vlastník dráhy a provozovatel dalších objektů, jejichž provozem vzniká hluk, jsou povinni technickými, organizačními a dalšími opatřeními v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcími právními předpisy zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity upravené prováděcím právním předpisem pro chráněný venkovní prostor, chráněné vnitřní prostory staveb a chráněné venkovní prostory staveb a aby bylo zabráněno nadlimitnímu přenosu vibrací na fyzické osoby. [10]

(2) Hlukem se rozumí zvuk, který může být škodlivý pro zdraví a jehož hygienický limit stanoví prováděcí právní předpis. [10]

(3) Za hluk se nepovažuje zvuk způsobený hlasovým projevem fyzické osoby, nejde-li o součást veřejné produkce hudby, hlasovým projevem zvířete, zvuk akustického výstražného nebo varovného signálu souvisejícího s bezpečnostním opatřením, zvuk působený přelivem povrchové vody přes vodní dílo sloužící k nakládání s vodami, zvuk působený v přímé souvislosti s činností související se záchranou lidského života, zdraví nebo majetku, řešením mimořádné události, přípravou jiného řešení nebo prováděním bezpečnostní akce nebo mimořádné vojenské akce. Za vibrace se nepovažují vibrace způsobené přelivem povrchové vody přes vodní dílo sloužící k nakládání s vodami, zvuk způsobený v přímé souvislosti s činností související se záchranou lidského života, zdraví nebo majetku, řešením mimořádné události, přípravou jiného řešení nebo prováděním bezpečnostní akce nebo mimořádné vojenské akce. [10]

(4) Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, sportu, léčení a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do 2 m okolo bytových domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb. [10]

§ 31

(1) Pokud při používání, popřípadě provozu zdroje hluku nebo vibrací, s výjimkou letišť, nelze z vážných důvodů hygienické limity dodržet, může osoba zdroje hluku nebo vibrací provozovat jen na základě povolení vydaného na návrh této osoby příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví. Orgán ochrany veřejného zdraví časově omezené povolení vydá, jestliže osoba prokáže, že hluk nebo vibrace budou omezeny na rozumně dosaženou míru. [10]

(2) Žádost podle odstavce 1 musí kromě náležitostí stanovených správním řádem obsahovat popis zdroje hluku nebo vibrací, změřené hodnoty hluku v referenčních kontrolních bodech, popřípadě v těchto bodech vypočtené hodnoty hluku v chráněných prostorech uvedených v § 30 nebo změřené hodnoty vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb, odhadu počtu fyzických osob vystavených nadlimitnímu hluku nebo vibracím, důvodu překročení hygienického limitu, hodnocení zdravotních rizik z hlediska vlivu překročení hygienického limitu hluku na zdraví exponovaných fyzických osob, návrh nadlimitní hodnoty hluku nebo vibrací a doby trvání povolení, přehled provedených a navrhovaných protihlukových a antivibračních opatření, rámcový harmonogram jejich provedení, odhad jejich účinnosti a skutečnosti svědčící o omezení hluku nebo vibrací na rozumně dosažitelnou míru. Referenčním kontrolním bodem se rozumí místo, které bylo měřením nebo výpočtem vyhodnoceno jako nejvíce zasažené zdrojem hluku. [10]

Dalším právním předpisem, který stanovuje limitní hodnoty hluku v určitých oblastech je nařízení vlády číslo 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Hodnota hluku je popsána pomocí ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$. Hluk způsobený dopravou na pozemních komunikacích se určuje pro celou denní dobu (6:00 – 22:00) a pro celou noční dobu (22:00 – 6:00). Základním limitem pro denní dobu je 50 dB a pro noční dobu 40 dB. [10]

Tabulka č. 3: Limitní hodnoty hluku v území [10]

Využití území	Denní doba [h]	$L_{Aeq,T}$ [dB]
Venkovní chráněný prostor stavby	6:00 – 22:00	50
Venkovní chráněný prostor	22:00 – 6:00	40
Venkovní chráněný prostor	denní i noční doba	50

Co se týče hudby (včetně té reprodukovávané v autě) a její limitace hlasitosti z hlediska zákona, i tato problematika má své zákonné limity. Zákon o ochraně veřejného zdraví se v § 30 výslovně zmiňuje také o hluku z veřejné produkce hudby (koncert, taneční zábava atd.) a hluku z provozoven služeb. Ani tento hluk nesmí překročit hygienické limity dané prováděcím předpisem (tedy nařízením vlády 272/2011 Sb.). Za hluk ve smyslu zákona o ochraně veřejného zdraví se však nepovažuje "zvuk z produkce hudby provozované ve venkovním prostoru". Hlukové limity se tedy vztahují pouze na hudbu provozovanou ve vnitřních provozovnách (do čehož spadají i vozidla). Splnění povinnosti dodržet hlukový limit zajistí osoba provozující službu anebo pořadatel, jde-li o veřejnou produkci hudby. Nelze-li zjistit, kdo je pořadatel, pak povinnost zajistit, aby nebyl překračován hlukový limit podle zákona, leží na osobě, která k produkci hudby poskytla stavbu, pozemek nebo jiné zařízení.

Hygienický limit je pro hudební produkci stanoven stejně jako pro jiné zdroje hluku. Vyčísluje se tedy jako průměrná hodnota pro denní a noční dobu. To znamená, že ve většině případů nedojde k překročení limitu na základě pouze krátkodobé, byť velice hlučné, hudební produkce. [10]

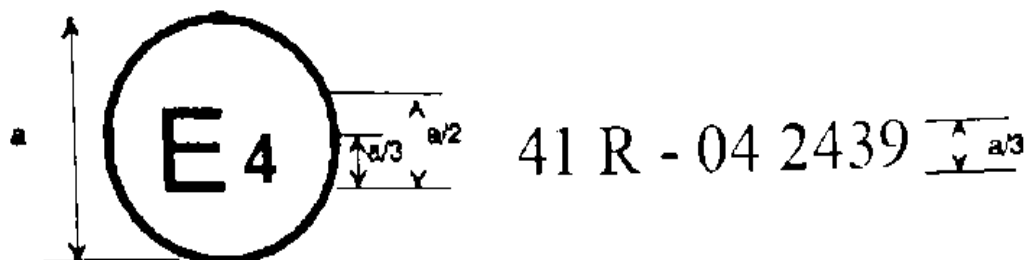
Nejvyšší přípustná hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro zvuk elektronicky zesilované hudby byla stanovena na $L_{eq,T} = 100$ dB v prostoru pro posluchače a to pro dobu maximálně $T = 4$ hodiny. [10]

3.2 Normy a předpisy

Všechna vozidla musí před zahájením výroby projít hlukovou zkouškou podle předpisů EHK. Podnět k měření emisí hluku dává výrobce vozidla nebo jím pověřená firma. Výrobce vozidla musí uvést veškeré technické informace o vozidle, jako např. typ motoru, pohotovostní hmotnost, parametry výfukové soustavy, palivo apod. V případě nedodržení emisních limitů stanovených předpisem EHK/OSN, nevydává příslušný orgán povolení pro provoz na pozemních komunikacích. Po splnění emisních limitů získá vozidlo označení, které je vyobrazeno níže na obrázku č. 12. Označení je pro všechny evropské země stejné, liší se pouze číselným označením dané země. V našem případě číslo 41 znamená předpis EHK č. 41, písmeno R vyjadřuje zemi, čili Nizozemsko. [11]

Další předpisy, které musí vozidla (nebo jejich díly) splnit, aby prošla homologací, jsou následující:

- EHK/OSN č.41 – Vnější hluk vozidel kategorie L
- EHK/OSN č.51 – Hladiny hluku vozidel s min. 4 koly
- EHK/OSN č.63 – Vnější hluk mopedu
- EHK/OSN č.59 a 92 – Náhradní výfukové systémy
- EHK/OSN č.117 - Jednotná ustanovení pro schvalování pneumatik z hlediska emisí hluku odvalování a přilnavosti na mokřích površích a/nebo valivého odporu.



Obr. 12: Značka schválení EHK/OSN č. 41 [11]

Jako další legislativu, co musí vozidla splňovat, jsou směrnice EHS/ES a ISO normy.

- EHS/ES č. 97/24 – Vnější hluk a výfukové systémy vozidel kategorie L (mimo elektromobily)
- EHS/ES 1999/101 – Přípustné hladiny akustického tlaku a výfukového systému motorových vozidel
- Norma ISO 362:2010 – Měření hluku vyzařovaného jedoucimi silničními vozidly
- Norma ISO 5128:1980 – Měření vnitřního hluku motorových vozidel
- Norma ISO 5130:2007 – Měření hluku stojícího vozidla

V současnosti se hluk motorových vozidel pro účely homologace měří dle normy ISO 362. Vozidlo se přibližuje konstantní rychlostí k testovacímu úseku o délce 20 metrů, a jakmile před vozidla dosáhne začátku úseku, je plynový pedál sešlápnut naplno a akcelerující vozidlo projede úsek. Když zad vozidla opustí měřicí oblast, je plynový pedál zcela uvolněn. V polovině měřicího úseku se nachází mikrofony umístěné ve výšce 1,2 metru nad vozovkou a ve vzdálenosti 7,5 metru od osy trati. Test se provádí celkem třikrát a jako rozhodující údaj je brán ten nejvyšší naměřený. [11]

V následující tabulce jsou uvedeny limitní hodnoty vnějšího hluku jedoucích vozidel vztahující se k nově vyrobeným vozidlům.

Tabulka č. 4: Hlukové limity vozidel [12,13]

Druh vozidla	Limit [dB(A)]
Mopedy do max. rychlosti 25 km/h	66
Mopedy s rychlostí přes 25 km/h	71
Motocykly do objemu motoru 80 ccm	75
Motocykly o objemu motoru 80 - 175 ccm	77
Motocykly s objemem motoru nad 175 ccm	80
Osobní automobily	74
Užitková vozidla přes 3.5 tony s výkonem do 75 kW	77
Užitková vozidla přes 3.5 tony s výkonem 75 - 150 kW	78
Užitková vozidla přes 3.5 tony s výkonem přes 150 kW	80

Hluk uvnitř vozidla podléhá ISO normě 5128, která platí pro všechna vozidla se sedadly. Do vozidla se umístí mikrofón a zjišťuje se hodnota akustického tlaku. Měří se při konstantní rychlosti v pěti stupních od 60 do 120 km·h⁻¹. Hluk je měřen po dobu pěti sekund na rovném úseku při konstantní rychlosti. Poté vozidlo zrychlí na další požadovanou rychlost a opět se 5 sekund měří. Takto se měření pětikrát opakuje. Dále se pak také měří hluk uvnitř vozidla při plné akceleraci nebo u stojícího vozidla, kdy je zařazen neutrál a měří se od volnoběžných do maximálních otáček. [12]

3.3 Vnější hluk pneumatik

Regulace platná od 1. listopadu 2012 v celé Evropské Unii nařizuje povinnost označení všech pneumatik novými štítky. Z této regulace jsou vyčleněny protektorované pneumatiky, profesionální off-road pneumatiky, závodní pneumatiky, rezervní pneumatiky a pneumatiky s hroty. Výjimku tvoří také starší pneumatiky sloužící pro vozidla registrovaná do 1. října 1990, pneumatiky určené do rychlosti 80 km/h a pneumatiky mající průměr menší než 254 mm nebo větší než 635 mm. Hlavním úkolem těchto štítků je poskytnout zákazníkovi informace o třech základních vlastnostech pneumatik.

Na štítku jsou celkem tři základní povinné údaje – spotřeba paliva, přilnavost na mokřím povrchu a hlučnost. Nás zajímá nejvíce poslední jmenovaný údaj – hlučnost. Vnější hlučnost se značí pomocí decibelů a jednou, dvěma nebo třemi zvukovými vlnami. Přičemž jedna vlna značí nejlepší výkon, což v praxi znamená, že hladina hlučnosti pneumatiky je minimálně o 3 dB nižší, než je zákonný limit. Dvě černé vlny znamenají hlučnost nižší o 0 – 3 dB. Tři černé vlny poukazují na nejhorší dosažené výsledky, tzn. že pneumatika splňuje zákonné limity, ale nepřináší nijak zásadní zlepšení komfortu z hlediska hluku, než nařizuje regulace. Zákonné limity jsou vyhotoveny dle regulace Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 661/2009 a konkrétní hodnoty limitů jsou uvedeny v předpise Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 117 - Jednotná ustanovení pro schvalování pneumatik z hlediska emisí hluku odvalování a přilnavosti na mokřích površích a/nebo valivého odporu. Pro představu, jaké jsou hlukové limity pneumatik, uvedeme limity pro pneumatiky třídy C1 (osobní automobily). Pneumatiky pro vysoké zatížení, nebo u zesílených pneumatik, se výše uvedené mezní hodnoty zvyšují o 1 dB(A), u pneumatik pro zvláštní použití o 2 dB(A). [14]

Tabulka č. 5: Hlukové limity pneumatik pro třídu C1 [14]

Jmenovitá šířka průřezu [mm]	Mezní hodnota v dB(A)
145 a méně	72
nad 145 až do 165	73
nad 165 až do 185	74
nad 185 až do 215	75
nad 215	76

4 Typy hluku a jejich možná eliminace

Hlučné vozidlo je nepříjemné asi každému řidiče a vůbec celé posádce, proto se v rámci konkurenčního boje automobilky předhánějí, kdo má lepší odhlučněné a tišší auto, neboť zákazníci na to velmi dobře slyší a je to jeden z faktorů, který může při výběru vozidla hrát klíčovou roli. Zejména pak u dražších automobilů se již dnes pokládá skoro za nutnost, aby vozidlo bylo co nejvíce tiché.

Hluk je možné rozdělit na následující základní kategorie:

4.1 Aerodynamický hluk

Jedná se o hluk, který je způsoben rozrážením vzduchu vozidlem. Záleží především na tvaru karoserie a rychlosti jedoucího vozidla. Aerodynamický hluk se v běžném osobním vozidle začíná projevovat přibližně kolem $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, tato hodnota je ale pouze orientační, neboť záleží na mnoha faktorech, jako je součinitel odporu vzduchu pro dané vozidlo nebo velikost ostatních ruchů vydávaných vozidlem, tzn. pokud je automobil velice tichý, je aerodynamický hluk slyšet dříve než například v automobilu, který má velice hlučný motor a pneumatiky. S tímto typem hluku není možné již nic moc dále dělat, neboť tvar karoserie není možné ovlivnit, lze pouze zvolit vhodný tvar kol nebo krytů kol, mít vozidlo čisté, aby mohl vzduch bez překážek obtékat a nemít na střeše přebytečné nepotřebné věci (příčné nosiče, dlouhé antény či střešní box). Automobilky se však snaží o co nejlepší aerodynamiku ve svém vozidle, protože čím menší má vozidlo aerodynamický odpor vzduchu, tím lépe dosahuje reálné (a také laboratorní) spotřeby paliva, zejména pokud vozidlo jezdí vyššími rychlostmi po dálnici. Jako jeden z vedlejších efektů je potom i snížení aerodynamického hluku, které se dá při konfiguraci nového vozu dále snížit použitím speciálních vrstvených tlumících akustických skel, ať už na čelním skle nebo i na bočních sklech. Například Ford u svého nového modelu Mondeo Vignale použil hluk tlumící okna a na své zkušební dráze naměřil díky jejich použití snížení hluku o 2 dB. Toto hluk tlumící okno je znázorněno níže na obrázku č. 13. [15]



Obr. 13: Detail skla Ford Mondeo Vignale [16]

Toto řešení je jednak relativně drahé, a jednak je aplikováno výhradně u luxusních a drahých vozidel, jejichž cena se pohybuje přibližně od milionu korun a výše. Nezbyvá proto než doufat, že postupem času se toto řešení zlevní natolik, že bude za rozumné peníze dostupné i u vozidel nižších tříd.

4.2 Hluk od motoru

Jedná se hluk generovaný pohonnou jednotkou vozu, který může být nechtěný např. u osobních či nákladních vozidel nebo také i chtěný, neboť je žádaný a očekávaný, například u sportovních či závodních automobilů. Hluk je vytvářen mechanickým třením pohyblivých součástí a chemickým procesem při spalování. Hluk z motoru (potažmo z výfuku) převládá zejména v nižších rychlostech, většinou do $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, poté již začne převládat hluk pneumatik. Odstranění tohoto hluku je opět trochu problematické, proto se výrobci vozidel již při vývoji snaží zaměřit také na snížení tohoto hluku např. vhodným naladěním výfukové soustavy. Koncový uživatel vozidla může pro snížení tohoto hluku na minimum udělat například to, že bude vhodným způsobem využívat spektrum otáček motoru a pokud to není nezbytné, nebude udržovat motor ve vysokých otáčkách, kde hluk výrazně roste. Dále bude užívat výrobcem předepsaný olej do motoru a bude čepovat pouze kvalitní pohonné hmoty.

Inženýři velkou spoustu času stráví nad řešením problému, že zákazníci často chtějí řídit vozidlo, které je při běžném cestování od motoru a výfuku takřka neslyšné, ale při sportovní jízdě chtějí naopak vozidlo hlasitější, které alespoň vzdáleně připomíná silné, výkonné nebo dokonce závodní vozy. Automobilky na to v posledních letech jdou velice chytře a než aby se uchýlovaly ke kompromisu v naladění výfukové soustavy tak, aby z části vyhověla oběma

požadavkům, přišli na trh se zcela novými řešeními, a sice že utlumí hluk na maximum a v případě požadavku na vyšší hlasitost motoru pustí umělý zvuk do audiosoustavy v interiéru vozidla (např. BMW), přivádí zvuk proudícího vzduchu ze sání speciálním potrubím do prostoru pro cestující (Ford) nebo použijí elektromagnetický generátor kmitů (nazývaný Performance sound generator), což je jakýsi vibrační přístroj umístěný na přední stěně motorového prostoru, který šíří vibrace prostřednictvím karoserie a předního skla do interiéru (Škoda). Naštěstí většina těchto systémů je vypínatelná, což znamená, že když majitel vozidla chce tichou a klidnou jízdu, může si jí bez problému dopřát. [17]



Obr. 14: Performance sound generator Škoda Octavia RS [18]

Jako nejsofistikovanější a nejlepší řešení, které používají výhradně drahá (zejména sportovní) vozidla, je klapka ve výfukové soustavě, která je ve standardním režimu zavřená a vozidlo je tiché a příjemné na cestování a v případě potřeby lze klapku otevřít a výrazně omezit tlumení hluku výfukovou soustavou, čímž dojde k navýšení hluku, který má řidiči vozidla navodit sportovní atmosféru a lepší prožitek z jízdy.



Obr. 15: Klapka ve výfuku BMW 650i [19]

4.3 Hluk vznikající kontaktem pneumatiky s vozovkou

V místě dotyku pneumatiky s vozovkou jsou postupným otáčením pneumatiky drážky mezi dezénovými bloky stlačovány a deformovány. Z těchto drážek je vlivem tlaku působícího na sousední bloky vytlačován vzduch a při následovném pootočení pneumatiky dojde k navrácení drážek do původního stavu a do drážek je opět nasáván vzduch. Tento proces se nazývá „air pumping“ a má za následek radiální a tangenciální vibrace pneumatiky, a tím pádem vznik hluku o frekvenci 1000 až 2000 Hz. Pneumatika se také musí vypořádat s nástrahami pozemních komunikací, proto při kontaktu pneumatiky s nerovností vznikají radiální vibrace, které rozvibrují bočnici pneumatiky a tím vzniká hluk v rozsahu 500 až 1000 Hz. Takto vzniklý hluk je možné snížit například pomocí pružného povrchu s malou velikostí kameniva. Navíc dochází na styku pneumatiky s vozovkou ke tření, které se při akceleraci nebo deceleraci výrazně zvyšuje a dochází k přenosu tahové síly z pneumatiky na vozovku. Hluk vzniklý třením a odvalováním je možné částečně eliminovat například kvalitnějšími a tiššími pneumatikami. [20]



Obr. 16: Air pumping [21]

Tento typ hluku je u moderních vozidel převládající při středních rychlostech, tzn. mezi 30 a 80 km·h⁻¹, kde se vozidlo pohybuje nejčastěji. Výhodou tohoto hluku je, že se dá relativně dobře eliminovat a to hned dvěma způsoby. Prvním je výměna za nové pneumatiky, které emitují méně hluku do okolí (dokáží minimalizovat svou konstrukcí hluk), případně výběr vhodného rozměru kol, tzn. čím menší disky kol a užší pneumatiky užijeme, tím nižší hluk bude kolo emitovat. Velmi důležité však je, aby vozidlo bylo v dobrém technickém stavu, tzn. všechna čtyři kola by měla být správně vyvážená, jinak by mohlo dojít k nechtěným kmitům na kolech a tím ke zvýšení rizika autonehody a také hluku a vibrací. Tím druhým způsobem je aplikace dodatečného odhlučujícího materiálu jak na podlahu vozidla, tak na vnitřní a vnější část podběhů, díky čemuž dojde k výraznému snížení pronikání vnějšího hluku z odvalujících se pneumatik. Jedná se o antivibrační materiál složený ze samolepící vrstvy, butyl-kaučukové vrstvy a silné hliníkové folie, který zabrání rozkmitání materiálu, na který je nalepený a tím výrazně sníží hluk. Příklad aplikace tohoto materiálu je možné vidět na obrázku č. 18 aplikovaného na přední dveře Mazdy 6. Jako další vrstva se na tento materiál doporučuje aplikovat hluk pohlcující materiál, nejčastěji složený z nehořlavého, vodu neabsorbujícího gumopěnového, gumomolitanového nebo pěnového polyuretanu, který zabrání pronikání hluku skrz tento materiál. Příklad tohoto materiálu je ukázán na obrázku č. 17, který byl použit na kapotu Mazdy 6. Případně existují verze, které kombinují oba tyto typy odhlučnění a stačí aplikovat pouze jednu vrstvu tohoto materiálu pro požadovaný výsledek. Příklad takového materiálu je ukázán níže při kompletním odhlučnění kufru Mazdy 6 (obr. 17) nebo také při odhlučnění podběhů vozidla Mercedes-Benz Vito (obr. 19).

Jako další nespornou výhodou, proč si majitelé svých vozidel často odhlučnění určitých částí svých vozidel nechávají aplikovat, je zlepšení výkonu a zvuku audio soustavy ve vozidle. Díky vytlumení dveří vznikne podstatně pevnější ozvučnice, do které může reproduktor hrát, sníží se rezonance a nechtěné pazvuky alepší se přednes spodních basových frekvencí díky uzavření prostoru za reproduktorem, což bývá často velký problém u vozidel dřívějšího data výroby.



Obr. 17: Odhlučnění zavazadlového prostoru a kapoty motoru u Mazdy 6 [22]



Obr. 18: Odhlučnění vnějšího a vnitřního plechu dveří u Mazdy 6 [22]



Obr. 19: Ukázka aplikace tlumícího materiálu v podběhu vozidla Mercedes-Benz Vito, vlevo před aplikací, vpravo po aplikaci [23]

5 Statistiky dopravní nehodovosti

Na pozemních komunikacích v České republice zemře každoročně více než 500 osob. Ještě před pár lety se číslo smrtelných zranění pohybovalo okolo 700 mrtvých ročně, což jsou pro představu 2 zesnutí lidé každý den. Jsou to děsivá čísla, naštěstí nejsou inženýrům lhostejná a od roku 2007 každoročně počet zesnulých klesá (až na výjimku mezi léty 2013 a 2014, kdy došlo ke zvýšení o 46 mrtvých). Obdobný trend snižování je možno pozorovat také u těžkých zranění, ačkoli každoroční počet nehod narůstá (k výraznému snížení počtu nehod od roku 2009 došlo zejména v důsledku toho, že byl zvýšen limit škody pro oznamovací povinnost u dopravních nehod na dvojnásobek, tedy na rovných 100 000 Kč a tabulky nehodovosti vychází ze statistik nehod, ke kterým byla přivolána PČR). Za snížení počtu usmrčených na našich pozemních komunikacích je možné poděkovat, navzdory neustále se zvyšujícímu počtu vozidel, inženýrům zabývajících se bezpečností provozu na pozemních komunikacích, kteří se snaží o maximální možnou vlídnost k posádce vozidel při dopravní nehodě, tzn. že vozovka a její okolí je uzpůsobeno tak, že v případě nehody nejsou následky fatální, v ideálním případě se však snaží o to, aby k nehodě vůbec nedošlo. Jedná se především o tzv. „samovysvětlující pozemní komunikace“, což znamená, že dopravní prostředí vyvolá bezpečné chování (a tím předchází a zabrání dopravní nehodě) pouze svým uspořádáním a utvářením. Jednoduše řečeno, řidič sám intuitivně přizpůsobí rychlost vozidla předpokládaným podmínkám vozovky, může včas a z bezpečné vzdálenosti rozpoznat, zda přijde levotočivý či pravotočivý směrový oblouk nebo zda jede po hlavní pozemní komunikaci nebo bude muset dát přednost v jízdě jinému směru.

Druhým, avšak neméně důležitým, faktorem na snižování počtu mrtvých je neustálé zdokonalování a vyvíjení dokonalejších a bezpečnějších vozidel, která dokáží posádku uvnitř ochránit i v případě vážné dopravní nehody, která by ještě před 30 lety znamenala pro posádku jistou smrt. Současný trend již došel tak daleko, že skelet karoserie je již tak pevný a v ochraně posádky účinný, že tak výrazné pokroky jako za uplynulá desetiletí nelze v budoucnu předpokládat, proto se čím dál větší důraz klade na bezpečnostní asistenty, které dokáží zabránit celé řadě dopravních nehod, ke kterým by chybou řidiče pravděpodobně došlo. Zákazníci na tato fakta velmi dobře slyší a kupují si nová auta, která jsou bezpečná a nebojí si často za svou bezpečnost připlatit nemalé peníze. Obrovskou zásluhu na tom má i Euro NCAP, nezávislá asociace hodnotící bezpečnost vozidel pomocí hvězdiček, což je pro běžného uživatele velice jednoduché a přehledné kritérium vypovídající o bezpečnosti daného vozidla, nemá však žádný vliv na samotnou homologaci vozidla, jedná se pouze o informativní asociaci zveřejňující výsledky naprosté většiny prodávaných vozidel. Automobilky nejsou k těmto výsledkům lhostejné, protože v rámci konkurenčního boje musí

neustále zlepšovat své produkty, aby o ně byl zájem, a zákazníci si čím dál častěji uvědomují, že bezpečnost je jedním z nejdůležitějších faktorů při výběru nového vozidla. A právě Euro NCAP začal nedávno v rámci svého hodnocení hodnotit i osazení a funkčnost dodávaných asistenčních systémů ve vozidle a v případě, že má vozidlo dostat plný počet (čili 5) hvězd, musí mít alespoň nezbytné minimum těchto systémů již ve standardní výbavě. Tímto se pomalu schyluje k nasazení již hojně vyvíjených autonomních vozidel schopných jezdit zcela samostatně bez potřeby řidiče či jiné osoby ovládající vozidlo. Uvedení těchto vozidel by však v ČR nemělo nastat dříve než v roce 2020, čili zatím se jedná pouze o hudbu budoucnosti.

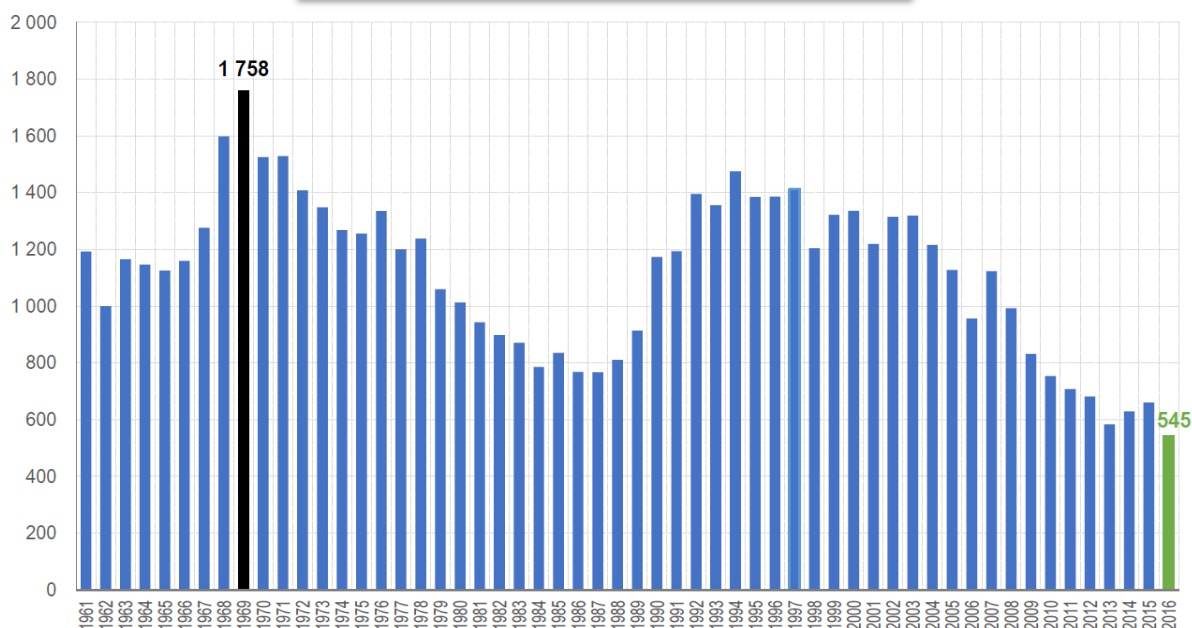
Tabulka níže přehledně uvádí počet nehod (a z nich počet nehod, které měly následky na zdraví), počet usmrcených osob za daný rok, počet těžce a lehce zraněných za roky 2007 až 2016.

Tabulka č. 6: Statistika nehodovosti 2007 - 2016 [24]

Rok	Počet nehod	Z toho s následky na zdraví	Usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
2007	182 736	23 060	1 123	3 960	25 382
2008	160 376	22 481	992	3 809	24 776
2009	74 815	21 706	832	3 536	23 777
2010	75 522	19 676	753	2 823	21 610
2011	75 137	20 487	707	3 092	22 519
2012	81 404	20 504	681	2 986	22 590
2013	84 398	20 342	583	2 782	22 577
2014	85 859	21 054	629	2 762	23 655
2015	93 067	21 561	660	2 540	24 426
2016	98 864	21 386	545	2 580	24 501

Počet osob usmrcených při nehodách je za rok 2016 nejnižší od roku 1961, od něhož dopravní policie disponuje souvislou statistikou dopravní nehodovosti.

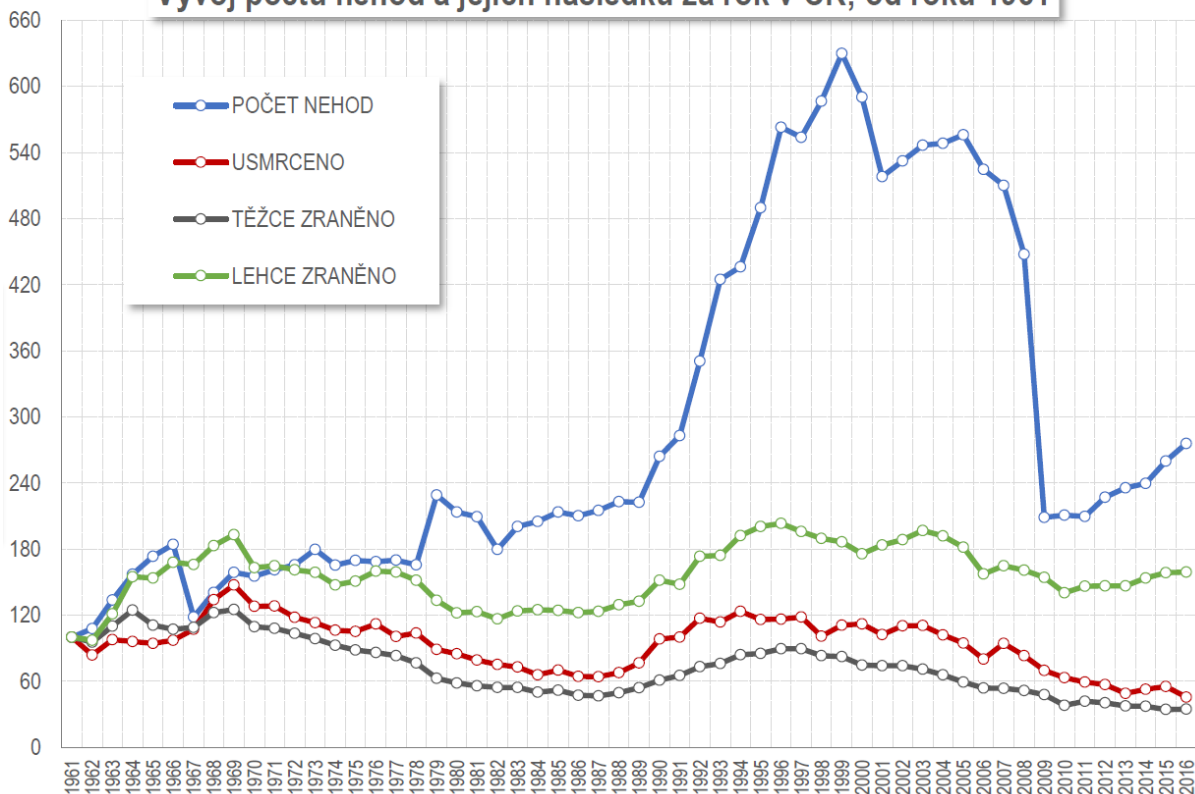
Vývoj počtu usmrcených osob od roku 1961



Obr. 20: Vývoj počtu usmrcených osob za roky 1961 - 2016 [25]

Na přelomu tisíciletí docházelo k výraznému nárůstu vozidel pohybujících se po pozemních komunikacích v ČR. S tím souvisí i výrazný nárůst počtu nehod (a také smrtelných, lehkých i těžkých zranění).

Vývoj počtu nehod a jejich následků za rok v ČR; od roku 1961



Obr. 21: Vývoj počtu nehod a jejich následků za roky 1961 - 2016 [25]

V tabulce č. 7 je krásně vidět, kolik dopravních nehod se stalo za posledních 10 let, ke kterým byla přivolána PČR v závislosti na příčině zavinění dopravní nehody. Jak již bylo napsáno výše, od 1.1.2009 došlo ke zvýšení limitu škody pro oznamovací povinnost u dopravních nehod na dvojnásobek, tedy na rovných 100 000 Kč, což mělo za následek výrazný pokles počtu přivolání PČR k nehodě a to se projevilo skokovým snížením počtu nehod ve statistice. Pro nastínění alespoň přibližných počtu nehod dle příčiny zavinění však tato statistika poslouží více než dobře.

Je také vidět, že za posledních 10 let se stalo více než 1 milion dopravních nehod, z toho 5220 nehod má na svědomí bezohledná, agresivní jízda. S tím související nepřiměřená rychlost je obecně velký problém v dopravě, protože za uplynulých 10 let došlo ke 160 624 nehod, které se staly v důsledku nepřiměřené rychlosti jízdy, případně dalších 46 416 nehod způsobené nezvládnutím řízení vozidla. Dalších více než 100 000 nehod se stalo kvůli nedodržené bezpečné vzdálenosti za vpředu jedoucím vozidlem, což může mít opět souvislost s agresivním stylem jízdy, kdy řidič chvátá, snaží se co nejdříve pomalejší vozidlo před sebou předjet a nedodrжуje doporučenou bezpečnou dvouvteřinovou časovou mezeru mezi vozidly a v případě náhlé změny rychlosti předního vozidla již řidič za ním nestihne zareagovat a může dojít k nehodě.

Další velký problém je nevěnování se řízení, které má na svědomí 170 454 nehod. Ze statistik není zřejmé, co přesně byla příčina dopravní nehody, zda telefonování, psaní textové zprávy v mobilním telefonu, mikrospánek či řidič zrovna ladil rádio nebo jinak manipuloval s audiozařízením. Tento problém se však dá velice těžko odstranit, pomoci mohou snad jedině elektronické asistenty, které dokáží udržet vozidlo v jízdním pruhu a nedojde tak k nechtěnému opuštění komunikace nebo dokáží vozidlo samočinně zastavit v případě hrozící kolize s předmětem před vozidlem. Těmito systémy je však vybaveno zatím jen velmi málo vozidel jezdících v ČR, nicméně jich každoročně přibývá, protože zejména dražší vozidla některé z těchto asistentů mají často už ve standartní výbavě nebo bývají automaticky zahrnuty ve vyšších výbavových stupních. [26]

Tabulka č. 7: Počet nehod dle příčiny zavinění za roky 2007 - 2016 [26]

Rok	Počet nehod za daný rok celkem	Bezohledná, agresivní, neohleduplná jízda	Řidič se plně nevěnoval řízení	Nepřiměřená rychlost jízdy	Nezvládnutí řízení vozidla	Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
2007	182 736	931	32 558	25 019	7 630	29 659
2008	160 376	858	27 119	23 187	6 416	24 961
2009	74 815	441	11 888	15 348	3 854	6 198
2010	75 522	537	12 332	14 633	3 470	6 078
2011	75 137	433	13 084	13 426	3 703	5 719
2012	81 404	409	13 517	14 529	4 315	6 306
2013	84 398	349	14 151	14 633	4 023	6 253
2014	85 859	323	14 098	12 783	4 294	6 757
2015	93 067	460	15 311	13 152	4 261	7 514
2016	98 864	479	16 396	13 914	4 447	8 146
suma	1 012 178	5 220	170 454	160 624	46 413	107 591

Změny zavedené od počátku roku 2009 však nemají na statistiku úmrtí vliv, neboť v případě zranění či dokonce usmrcení jakékoli osoby v důsledku DN je povinnost zavolat PČR vždy. V tabulce č. 8, vyobrazené níže, je ukázáno, kolik na pozemních komunikacích v ČR zemřelo lidí mezi lety 2007 a 2016 rozdělených dle příčiny zavinění DN. Za posledních 10 let zemřelo při dopravních nehodách 7505 osob, což je poměrně vysoké číslo, vždyť tolik osob má přibližně mé rodné město Dačice i s okolními vesnicemi. Proto je více než potěšující, že postupem času dochází k postupnému snižování počtu mrtvých na našich PK navzdory stoupajícímu počtu nehod a celkovému počtu vozidel obecně. Z tabulky níže vyplývá, že přibližně třetinu mrtvých má na svědomí nepřiměřená rychlost a nezvládnutí řízení vozidla. Avšak 852 mrtvých v důsledku nevěnování se řízení je taktéž alarmující hodnota. Nedodržení bezpečné vzdálenosti má za následek 30 mrtvých a agresivní, bezohledná jízda pak 35 mrtvých. Na první pohled se to může v celkovém počtu úmrtí zdát zanedbatelná hodnota (35 mrtvých v případě agresivní jízdy je v celkovém počtu 7505 zesnulých pouhých 0,47 %), avšak vezme-li se v potaz, že každý lidský život je nenahraditelný a jedinečný, případně se vyjádří ekonomicky (1 lidský život je vyčíslen na 20 790 000 Kč, čili např. 35 mrtvých v důsledku agresivní jízdy za posledních 10 let má za následek celospolečenské ztráty ve výši takřka 728 milionů korun), působí i tato čísla velmi smutně. [26], [27]

Tabulka č. 8: Počet zesnulých dle příčiny zavinění za roky 2007 - 2016 [26]

Rok	Usmrceno za daný rok celkem	Bezohledná, agresivní, neohleduplná jízda	Řidič se plně nevěnoval řízení	Nepřiměřená rychlost jízdy	Nezvládnutí řízení vozidla	Nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem
2007	1 123	7	124	439	51	6
2008	992	5	117	388	37	4
2009	832	4	91	230	33	4
2010	753	3	88	267	22	3
2011	707	2	74	284	21	2
2012	681	2	82	257	22	4
2013	583	2	60	209	23	0
2014	629	3	72	241	32	3
2015	660	4	87	235	34	2
2016	545	3	57	192	27	2
suma	7 505	35	852	2 742	302	30

6 Agresivita při řízení

6.1 Definice agresivního řízení

Abych se mohl zabývat agresivním či pasivním chováním řidiče při řízení vozidla, je nutné si nejprve rozebrat, co vlastně agresivní řízení a agrese obecně znamená.

Definovat a rozpoznat jednoznačně agresivitu není vždy úplně jednoduché a ačkoli se to na první pohled někdy může jevit jako zřejmé, může se jednat například pouze o běžný jízdní styl velmi zkušeného a spěchajícího řidiče, který však při řízení zachovává chladnou hlavu a nemá ani v nejmenším v plánu vystrašit nebo dokonce ohrozit ostatní účastníky silničního provozu. Agrese bývá nejčastěji popisována jako chování, které záměrně a vědomě ubližuje, násilně omezuje svobodu druhých a poškozují jiné osoby nebo věci s cílem získat osobní výhody. Je to ale také technika, která často pomáhá vyrovnat se s náročnými životními situacemi. [28]

Z psychologického hlediska se dá agrese rozdělit na instrumentální agresi, kde agrese samotná je pouze nástrojem k dosažení cílů. Pokud by při vymáhání žádaných cílů byla zraněna nějaká osoba nebo zvíře, je to pro agresora pouze druhotný efekt. Naproti tomu emocionální agrese není prostředkem, ale samotným cílem. Samotných druhů agresí je ale celá řada, například ve světě zvířat jsou popisovány agrese predátorské, agrese mezi samci, agrese vyvolaná strachem, dráždivá agrese, mateřská agrese, sexuální agrese nebo agrese jako obrana teritoria. V případě lidské agrese se většinou dělí na přímou (verbální a fyzickou) a nepřímou (opět verbální a fyzickou). Agrese se nejčastěji projevuje vyplavením adrenalinu do krve, zrychlením srdeční činnosti, zvýšením krevního tlaku, zrychlením dechu, uvolněním energie či zpomalením peristaltiky. Celkově vzato má agrese pouze negativní účinky na lidské zdraví a bylo by dobré se jí v maximální možné míře vyhýbat. [28]

V případě zaměření se na agresi za volantem je možné řidiče rozdělit do následujících skupin:

- a) Závodník s časem - snaží se dorazit do cíle za co nejkratší čas. Pokud je mu v tom jakýmkoli způsobem bráněno, velmi snadno a rychle se rozčílí.
- b) Soutěživý agresor – pokouší se zvýšit si své sebevědomí tím, že se snaží vyvolávat jakési pseudozávody na veřejných pozemních komunikacích, jako je rozjezd z křižovatky při signálu „Volno“ na SSZ s řidičem čekajícím ve vedlejším pruhu nebo vzájemné předjíždění se s jedním a tím samým vozidlem na dálnici. Pokud se mu v „závodu“ nedaří, je z toho frustrovaný a roste jeho agrese.

- c) Pasivní agresor – brání ostatním řidičům v jejich počínání například tím, že brání předjíždění, rychlé jízdě, přejíždí z pruhu do pruhu, vybrzdováním apod. Tím dojde k nárůstu zlosti u ostatních řidičů, kterým maří jejich záměr a ti se stávají více agresivními.
- d) Narcista – řídí se vžitými pravidly týkajícími se jízdního chování a je velmi podrážděn, když je druzí nedodrží.
- e) Strážce – jsou to řidiči, kteří si hrají na soudce ostatních řidičů a trestají je za jejich přestupky.

Toto základní rozčlenění velmi dobře pasuje na řidiče jezdící v České republice a bohužel naprostá většina řidičů se s většinou těchto typů agrese již na vlastní kůži setkala. [29]

6.2 Ekonomický a ekologický dopad agresivního stylu jízdy

Čím dál více řidičů v důsledku rostoucích cen pohonných hmot se zabývá spotřebou svého vozu a snaží se ji snížit všemi možnými prostředky na co nejnižší možnou úroveň. Agresivní řízení má však opačný efekt a při agresivním stylu jízdy jde spotřeba výrazně nahoru a řidiče to tak stojí více peněz, než by bylo nezbytně nutné, často zcela zbytečně, protože při velké intenzitě dopravy mu ani agresivní a rychlá jízda nezaručí dřívější dosažení cíle.

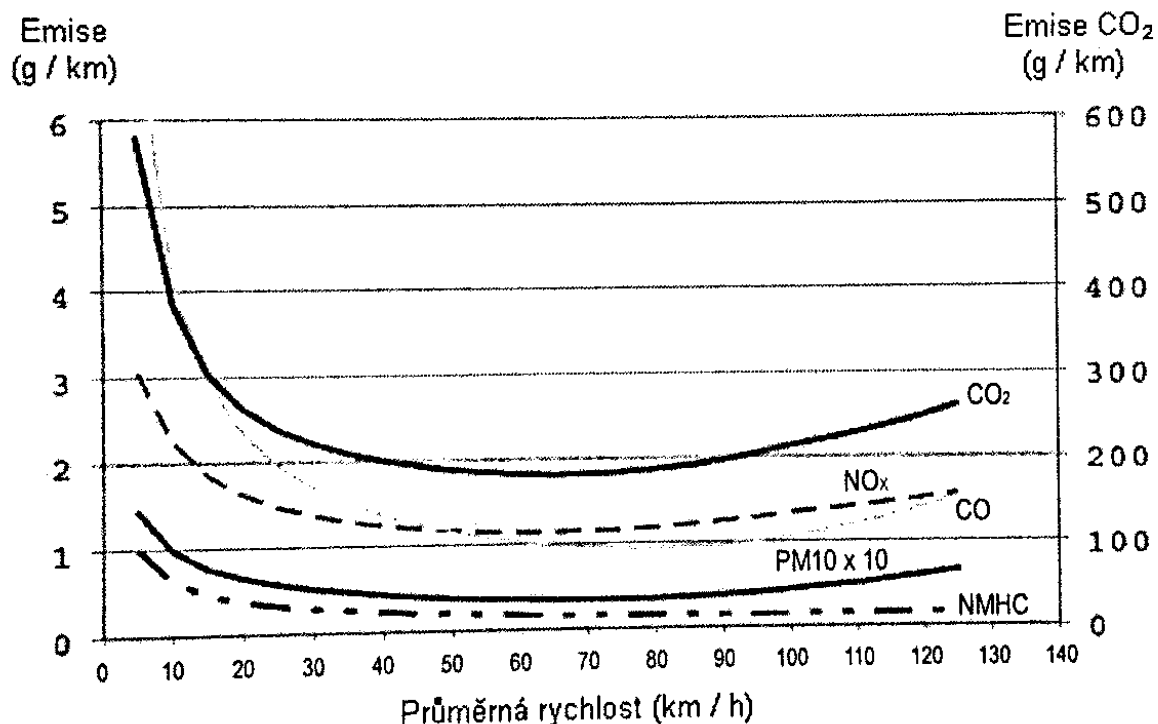
Konstruktéři a výrobci vozidel jsou nuceni, v důsledku neustálého zpřísnování emisních limitů, snižovat (alespoň tabulkovou) spotřebu svých vozidel, aby nemuseli platit pokuty za překročení emisních limitů. Vyvíjejí tak stále úspornější vozidla, která dokážou mít nižší spotřebu než vozidla dřívějšího data vzniku, nicméně potřebují k tomu významnou měrou dopomoci specifickým jízdním stylem od samotného řidiče, protože jinak výhody plynoucí z nových technických řešení přijdou nazmar a spotřeba zůstává stále stejná, někdy možná i vyšší (což platí zejména pro přeplňované motory, které při velmi agresivní a sportovní jízdě dokážou mít spotřebu mnohdy až několikanásobně vyšší oproti ekonomickému jízdnímu stylu). Agresivní jízda tak neohrožuje jen zdraví, majetek a životy všech účastníků silničního provozu, ale současně také zbytečně vypouští více exhalací do ovzduší, zatěžuje více životní prostředí a v neposlední řadě také stojí více peněz (je třeba mít na mysli, že tento styl jízdy nemá vliv pouze na pohonné hmoty, ale na celé vozidlo a jeho součástky jako jsou například brzdy, tlumiče, pneumatiky a podobně). [28]

6.2.1 Spotřeba pohonných hmot

Dle výzkumu, který provedl Vlámský institut pro technologický výzkum v Belgii, je agresivní jízda zodpovědná při normálním provozu za běžných dopravních podmínek za nárůst spotřeby až o 40%. Současně výfukové plyny obsahují mnohem více škodlivých látek negativně působících na životní prostředí, konkrétně u oxidu uhelnatého byla koncentrace až 8x vyšší než při normální běžné jízdě. Navíc ekologická defenzivní jízda může snížit spotřebu paliva ještě o dalších 15% oproti běžné jízdě, což ocení jistě každý motorista. [30]

Existuje celá řada typů, jak snížit spotřebu svého vozidla. Níže jsou napsány ty nejzajímavější a nejprínosnější.

- Nezastavovat vozidlo, pokud si to dopravní situace přímo nežadá - při rozjíždění z pouhých $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ bylo změřeno, že je potřeba o 20% méně paliva než v případě uvedení vozidla do pohybu z klidového stavu. Jedná se o situace, když řidič dojíždí ke křižovatce a v následujících vteřinách se dá předpokládat, že jeho směr jízdy dostane signál „Volno“. [28]
- Rychle zařadit druhý převodový stupeň – při rozjezdu z nulové rychlosti je dobré motor příliš nevytáčet a přeřadit na další vyšší převodový stupeň co nejdříve je to možné, z pravidla již po ujetí několika metrů. [28]
- Dodržovat nejvyšší povolenou rychlost v obci – světelně řízené křižovatky bývají čím dál častěji, v zájmu zvýšení plynulosti a dopravní propustnosti, mezi sebou synchronizovány tak, aby když vozidlo jede nejvyšší povolenou rychlostí, nebylo nutno zbytečně zastavovat a rozjíždět a byl mu umožněn plynulý průjezd obcí.
- Používat tempomat – testy, které provedla společnost Edmunds.com v roce 2005 říkají, že při použití tempomatu v rovinaté oblasti může ušetřit až 7% paliva. [28]
- Nejezdit příliš pomalu, ani rychle – všechna dnešní moderní vozidla jsou vybavena mnohastupňovými převodovkami (až už se jedná o automatické nebo manuální) a umožňují zvolení správného převodového stupně v závislosti na rychlosti tak, aby byla spotřeba vozu co nejnižší. Nejčastěji bývá ideální rychlost u dnešních moderních vozidel přibližně okolo $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Nižší rychlost není z ekonomického hlediska příliš vhodná, stejně tak jako vyšší rychlost, kde již začíná být aerodynamický odpor vzduchu natolik veliký, že spotřeba pohonných hmot roste. Vztah mezi emisemi (a tím pádem také spotřebou pohonných hmot) v závislosti na rychlosti je možno vidět na následujícím obrázku. [28]



Obr. 22: Množství emisí v závislosti na rychlosti [31]

- Zahřát motor – ihned po nastartování, kdy je motor studený, je potřeba pomalou a klidnou jízdou nechat motor postupně prohřát, aby olej měl své vlastnosti a motor byl dostatečně promazáván a nedošlo k jeho předčasné poruše. S tím také souvisí to, že studený motor nemá dokonalé spalování a prudká akcelerace zvyšuje spotřebu a množství vypouštěných exhalací. [28]
- Jezdit, jako kdyby vozidlo nemělo brzdy – nepoužívat při jízdě zbytečně brzdy, tzn. včas ubírat plyn a nechat vozidlo tzv. „volně plachtit“, aby dojelo svou setrvačností například do obce a postupně díky všem odporům samovolně zpomalilo na požadovanou rychlost, aniž bychom museli brzdit. Pokud vozidlo jede se zařazeným převodovým stupněm a řidič nepřidává plyn, je spotřeba nulová, naproti tomu při zařazeném neutrálu palivo neustále proudí do motoru, ačkoli ve velmi malém množství. [32]
- Předvídat – snažit se svou cestu plánovat a promýšlet. Pokud to je možné, vyhnout se kopcovitému terénu a hlavně, pokud se jede po dálnici a je třeba za pár set metrů sjíždět, zbytečně neudržovat vysokou rychlost nebo dokonce neakcelerovat, ale naopak nechat vozidlo setrvačností dojet a zpomalit až k samotnému výjezdu. [32]

Většina řidičů jezdí rychle jednoduše proto, že někam spěchají a potřebují být v cíli co nejdříve. Nicméně tento dojem bývá velice často subjektivní a rychlá jízda spálí poměrově mnohem více paliva, než kolik uspoří času. Tento fakt potvrdil i Petr Šikl při svém testu

zveřejněném na stránkách TipCar.cz, kdy vozidlo Škoda Fabia 1.2 HTP první generace o výkonu 51 kW bylo podrobena testu spotřeby při ekonomické jízdě a při svižné neekonomické jízdě. Okruh byl dlouhý 48 km a s třetinovým zastoupením dálnic, obcí a pozemních komunikací mimo obce. Pro obě měření byl okruh identický a vozidlo bylo vždy po dokončení daného okruhu dotankováno do plné nádrže, a tím zjištěna reálná spotřeba paliva. Výsledky testu uvádí následující tabulka. [33]

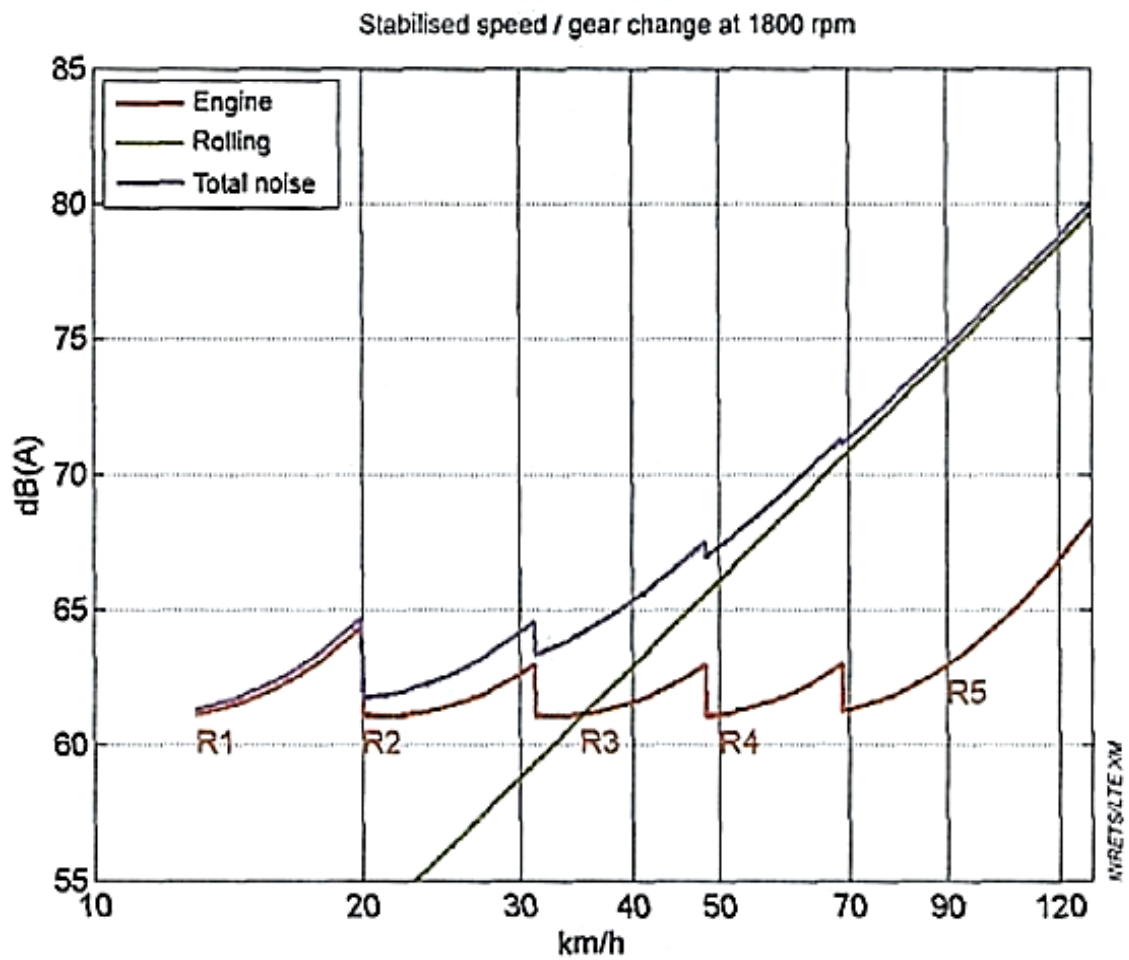
Tabulka č. 9: Spotřeba paliva dle stylu jízdy [33]

Styl jízdy	Průměrná rychlost [km*h⁻¹]	Průměrná spotřeba paliva [l/100km]	Doba jízdy [min]
Ekonomická jízda	54	6,6	51
Svižná jízda	58	10,2	47
Rozdíly hodnot	+4 (+7%)	+3,6 (+55%)	- 4 (-8%)

Z výše uvedené tabulky je zcela zřejmé, že chvátat se příliš nevyplácí, neboť průměrná rychlost se zvýšila o 7%, doba jízdy se zkrátila o 8%, ale průměrná spotřeba se za celou trasu zvýšila o 55%, což není úměrné k úspoře času. Navíc je třeba počítat se zvýšeným rizikem dopravní nehody, možném překročení povolené rychlosti, čímž se řidič dopouští přestupku, a tím pádem se vystavuje riziku pokuty, potažmo dokonce odebrání řidičského průkazu. V neposlední řadě celkově více opotřebovává své vozidlo, takže ho v součtu celoroční spěchání může oproti klidné a uvolněné jízdě přijít opravdu draze.

6.2.2 Hluk při rychlé jízdě

Agresivní jízda má negativní vliv nejen na spotřebu pohonných hmot, ale také na množství emisí vypuštěných do okolí v podobě hluku. Zejména proto, že právě rychlost má zásadní vliv na vnější hluk, který motorová vozidla produkují. Se zvyšující se rychlostí produkce hluku výrazně vzrůstá. Jedná se zde především o hluk pohonné jednotky a hluk z odvalování pneumatik po vozovce. Nesouvisí tedy pouze s rychlostí, ale také s akcelerací. Hluk z odvalování pneumatik po vozovce lineárně vzrůstá s rychlostí a od rychlostí cca 20-40 km/h u nových osobních automobilů a 30-60 km/h u nákladních automobilů začíná nad hlukem motoru dominovat. U starších vozidel je rychlost, při které hluk z odvalování dominuje, o 10 km/h vyšší. Speciálně upravované povrchy vozovky a mokřý povrch také mohou mít velký vliv na hladinu hluku vytvářeného na styku pneumatiky a vozovky. [34]



Obr. 23: Hluk motoru, valení a celkový hluk produkovaný motorovým vozidlem v závislosti na rychlosti [35]

7 Vliv hudby na psychickou a fyzickou stránku člověka

Při hledání samotného počátku vzniku hudby je možné zjistit, že hudba existuje v nejrůznějších formách již od samého počátku vzniku civilizace. Již prastaré nástěnné malby dokazují, že tehdejší člověk provozoval něco podobného připomínající hudbu. Nešlo tehdy o nic uměleckého, byla to spíš věc přirozená a instinktivní, ale o to víc se to dá brát jako důkaz, že hudba ovlivňuje lidskou psychiku a může vést ke zkvalitnění života. Dříve byla hudba spojována s nejrůznějšími rituály a náboženskými ceremoniály a představovala především jakousi komunikaci mezi světem živých a duchovnem či vyšším světem.

Dříve lidé neměli žádné promyšlené a důmyslné hudební nástroje, v současnosti se tímto oborem zabývá obrovská spousta lidí a jedná se dnes o velmi náročný a neustále vyvíjený obor. Tak jako hudební nástroje i samotné zvuky, melodie a žánry prochází neustálým vývojem a s postupem času se mění, své hlavní poslání ale plní stále stejně, a sice vyjadřovat emoce, vyvolávat nejrůznější pocity a navozovat určité pocity. Hudba obecně může mít na lidskou psychiku a na lidské zdraví zásadní vliv, čehož se již dlouhá léta využívá k nejrůznějším účelům. Kromě toho, že hudba má velký vliv na činnost srdce a krevní tlak, působí na celou řadu dalších oblastí a bylo prokázáno, že vhodná hudba například:

- Zvyšuje výkonnost
- Posiluje paměť a zlepšuje soustředění
- Může zvyšovat hladinu endorfinů
- Díky tomu, že se tělu navodí příjemné prostředí, pracuje v harmonii a posiluje se imunitní systém
- Zmírňuje svalové napětí
- Reguluje stresové hormony
- Podporuje trávení
- Utišuje bolest
- Povzbuzuje kreativitu
- Zmírňuje zoufalství a zklidňuje vztek
- Odstraňuje deprese
- Může ovlivnit i tělesnou teplotu
- Zvyšuje hladinu serotoninu, jehož nedostatek způsobuje poruchy spánku, deprese a špatnou náladu

Samozřejmě se všechna tato tvrzení nedají paušalizovat a na každého jedince mohou působit odlišně, avšak je již takřka jisté, že hudba na naše tělo a mysl vliv má. [36]

7.1 Vážná hudba uklidňuje

Vědci v německém Bochumu na Porúrské univerzitě se ve své studii vydané v časopise Deutsches Ärzteblatt International zabývali vlivem stylu hudby na tep člověka. Provedli experiment, kdy 120 lidem pouštěli skladby od světoznámých hudebních skladatelů Wolfganga Amadea Mozarta a Johanna Strausse mladšího coby zástupce vážné hudby a dále pak písně od skupiny Abba, konkrétně písně Thank You for the Music, The Winner Takes It All a Ferando. Všem měřeným osobám měřili v průběhu testu krevní tlak, tepovou frekvenci a úroveň stresového hormonu kortizolu.

Každý z účastněných poslouchal daný typ hudby 25 minut. A výsledek byl takový, že při poslechu skupiny Abba nebyla zaznamenána žádná podstatná změna v krevním tlaku ani srdečním tepu. Při poslechu hudby složené Johannem Straussem mladším klesl systolický tlak o 3,7 milimetru rtuťového sloupce a diastolický o 2,9 milimetru rtuťového sloupce. A nakonec zbývá zmínit výsledky po poslechu hudby od Wolfganga Amadea Mozarta. Při tomto poslechu se zklidnila tepová frekvence a klesl systolický tlak o 4,7 milimetru rtuťového sloupce a diastolický o 2,1 milimetru. Co se týče hladiny kortizolu, ten se snížil při všech stylech hudby obdobně, především u žen. [37]

Výzkum ukazuje, že vážná hudba od Wolfganga Amadea Mozarta a Johanna Strausse mladšího má velmi příznivý vliv na lidské zdraví a zároveň má také uklidňující efekt. To je dobrá zpráva zejména pro lidi s vysokým krevním tlakem, kteří si mohou korigovat svůj tlak mimo léků také poslechem právě této hudby. Stejně tak by toho mohli využívat i řidiči ve svých autech, aby se udrželi v lepší psychické pohodě a nepodléhali agresí ostatních řidičů.

A právě tuto studii jsem se rozhodl ověřit v experimentu na simulátoru, kdy respondentům byly pouštěny skladby právě od těchto významných hudebních skladatelů, a zkoumal jsem, zda mají nebo nemají vliv na bezpečnost jízdy.

7.2 Hudba jako lék

Čím dál více lidí se v dnešní době snaží při svém onemocnění nebo psychických traumatech co nejvíce vyhýbat návštěvám nemocnic a lékařům obecně. Jedním z řešení je alternativní léčba, a sice muzikoterapie, což je druh léčebné psychoterapie. Jedná se o proces fyziologického, emocionálního a smyslového ovlivňování člověka hudebními prostředky. Vznikl na základě vývoje a vzájemného ovlivnění medicíny, psychologie, psychoterapie a hudební vědy a jeho použití je velice rozsáhlé, uplatnění najde nejen ve zdravotnictví, ale také školství či v sociální a výchovné oblasti. Psychoterapeut poznává své pacienty dle

hudby a sestavuje na základě toho diagnózu, odkrývá estetické preference, povahu emocionalitu a komunikační návyky. Hudba může pacienta uklidnit, vzbudit příjemné pocity či vyvolat dřívější vzpomínky, které se k dané skladbě váží. Velmi důležitý je pro muzikoterapii výběr vhodného repertoáru skladeb, protože každý jedinec je naprosto unikátní a reaguje odlišně na různé podněty, čili skladba, která perfektně fungovala na jednoho pacienta, nemusí na druhé fungovat vůbec nebo mít dokonce opačný následek. Nejdůležitějším prvkem je při léčbě proto zkušený terapeut, který má za sebou již řadu let praxe a dokáže svou intuicí odhadnout, jaká skladba by mohla být pro momentálního pacienta ta pravá. Je proto žádoucí, aby terapeut měl široké znalosti ze všech typu hudebních žánrů a jako velká výhoda je taktéž aktivní vlastní hudební dovednost, kdy umí hrát na nějaký hudební nástroj. Co se týče stylu hudby samotného, nejčastěji se používá k léčebným účelům v muzikoterapii vážná hudba. Někteří odborníci dokonce doporučují, aby se z hudby vyřadil zpěv úplně, protože prý snižuje bezprostřednost emocionálního zážitku. [38]

Přibližně od devadesátých let minulého století se projevuje snaha nahrazovat farmaka přirozenější, nechemickou alternativní léčbou, do které spadá právě muzikoterapie. Právě ona má tu schopnost, že dokáže žádoucím způsobem ovlivnit lidské chování, aniž by bylo třeba do těla dodávat jemu nepřírozené a cizí látky v podobě léků. Často je muzikoterapie kombinována i s dalšími druhy léčeb tak, aby se dosáhlo kýženého rozvoje schopností nebo zmírnění (či úplné odstranění) potíží pacienta. K těmto účelům se nevybírám hudba na základě preference daného jedince, důraz je kladen na schopnost hudby okamžitě zapůsobit. U muzikoterapie se praktikují dva základní přístupy. První je receptivní neboli poslechová, kdy daný jedinec pouze poslouchá a vnímá hudbu. Druhý přístup je aktivní muzikoterapie, kdy se klient již zapojuje do cvičení aktivně, nejčastěji zpěvem. [38]

Muzikoterapie může být uplatněna při léčbě nejrůznějších psychických poruch a komplikací, může být ale aplikována také u zdravých jedinců jako prevence potenciálních potíží v důsledku přepracovanosti, stresu nebo citového strádání. A právě tohoto by se dalo využít i v dopravě, kdy by řidič v případě cesty domů, kdy je již unavený a přepracovaný z dlouhého a náročného dne v práci, pustil autorádio s relaxačními skladbami z muzikoterapie, které by mu pomohly zmírnit stresové napětí, uvolnit se, zklidnit se a uvést ho do klidnějšího stavu, který by byl přesným opakem stavu agresivního.

7.3 Hudba jako zdroj utrpení

Mezi širokou veřejností není příliš známo, že hudba dokáže mimo navozování příjemných pocitů také ubližovat a navozovat stavy šílenství a bezvědomí. Je známa i celá řada případů, kdy poslech hudby přímo vyvolal epileptický záchvat. Nutno však podotknout, že každý jednotlivý případ byl ryze individuální, protože každý jedinec vnímá různý styl hluku a zvuku (stejně jako intenzitu) rozdílně. U někoho záchvat vyvolala klasická hudba, u někoho zase hudba populární či elektronická. Někteří pacienti dokonce reagovali pouze na zvuk určitého nástroje nebo přesně daný specifický typ hluku, jiné naopak iritovala konkrétní výška tónu.

Říká se, že i hudba dokáže zabíjet. A je to pravda, protože hudba nebo jakýkoli jiný reprodukováný hluk či zvuk se velmi často používal (a dost možná ještě dodnes používá) jako oblíbený mučicí nástroj, kdy dotyčnému je přehrávána neustále dokola jedna a ta samá zvuková stopa minimálně po dobu několika hodin (někdy dokonce i dnů), čímž se oběť dostává do tak deprimujícího nátlaku, že následky si nese do konce života a jsou známy i případy, kdy se člověk po tomto druhu týrání psychicky zhroutil a posléze se pokusil o sebevraždu. Toto dokazuje, že hudba, pokud se zneužije a nesprávně použije, dokáže v krajních a extrémních situacích i zabíjet. [39]

Jako příklad, že hudba dokáže být velice nepříjemná, dokazují i mnohé výpovědi obětí, které si prošli tímto typem mučení, kdy byli nuceni po dobu několik dní poslouchat nahlas popovou hudbu neustále dokola. Jedna z obětí se dokonce svěřila, že pro ni bylo snesitelnější fyzické mučení, na které se mohla lépe psychicky i fyzicky připravit, v případě mučení hudbou to však již nebylo možné, myšlenky zachvátil naprostý zmatek a po nějaké době ztrácel vědomí. [40]

Vše výše napsané jen potvrzuje to, že hudba má velice významný vliv na psychiku člověka, ať už se jedná o ryze pozitivní vliv nebo opačně extrémně negativní, v krajních situacích dokonce smrtelný.

8 Praktická část

8.1 Úvod do experimentu

Experiment byl realizován proto, abych v praxi ověřil, zda různé hudební styly mají nebo naopak nemají vliv na jízdní styl řidiče (konkrétně na rychlost vozidla) a tím pádem i na bezpečnost provozu. Na simulátoru jsem zjišťoval, zda tvrzení, že čím rychlejší a tvrdší hudba je při jízdě poslouchána, tím rychleji a agresivněji řidič jede, je skutečně pravdivé. Chtěl jsem také zjistit, zda má oblíbená či neoblíbená hudba nějaký vliv na jízdní styl řidiče nebo s tím oblíbenost a neoblíbenost dané hudby nemá souvislost.

Dále jsem také zjišťoval, zda různá hudba má vliv na tělesnou funkci (konkrétně srdeční tep člověka) nebo nikoli. Vycházel jsem z předpokladu, že vážná hudba má uklidňující účinky a mělo by tedy dojít k poklesu srdečního tepu, jak nám tvrdí vědci v německém Bochumu na Porúrské univerzitě ve své studii vydané v časopise *Deutsches Ärzteblatt International*. [37]

8.2 Postup experimentu

Nejprve byl každý respondent pečlivě seznámen s ovládáním vozu, byly mu zopakovány dopravní předpisy, které by měl v průběhu jízdy dodržovat a byl také dotázán na věk, oblíbený a neoblíbený styl hudby. Experimentu se účastnícím respondentům byl poté ponechán dostatečně dlouhý čas na seznámení se se simulátorem a jeho ovládáním a chováním vozidla. Každá osoba si projela několikrát okruh nanečisto, bez měření, aby každý před začátkem samotného měření znal trať, dokázal odhadnout chování vozu a aby se tak předcházelo nečekaným situacím z důvodu neznámé trati či nervozity z ovládání neznámého vozidla. Díky této seznamovací době se daný respondent dostatečně zklidnil a ustálil se mu tep, čili měření bylo hned od prvního měřeného kola relevantní a přesné. Poté, až se dotyčná osoba plně seznámila se simulátorem, ovládáním vozu a profilem trati, začal samotný experiment. Účastníkovi se začala měřit tepová frekvence společně se spuštěním hudby. Tu řidič v klidu poslouchal 35 sekund zaparkovaný na parkovišti vedle silnice v nehýbajícím se vozidle, aby se mohl dostatečně soustředit na právě znějící hudbu a mohl vnímat její atmosféru. Po uplynutí 35 sekund byl vpuštěn na samotnou trať, kde se po celou dobu jízdy zaznamenávaly parametry jízdy ze simulátoru, řidičova tepová frekvence a také byl pořizován videozáznam z celého experimentu. Vždy po ujetí okruhu, který je dlouhý 5 kilometrů a objet ho při dodržování dopravních předpisů trvá přibližně čtyři a půl minuty, zastavil řidič vozidlo na místě, z kterého prvně vyjížděl. Mezitím byla změněna hudba, uložen záznam o průběhu tepové frekvence a spuštěn záznam nový a celý experiment začal znovu, ale na jiný styl hudby. Takto bylo provedeno celkem 5 měření, čili

5 okruhů, na 5 různých stylů hudby. Po ukončení experimentu byl každý dotázán, jaké měl z jízdy pocity a na jaký hudební styl se mu jelo dobře a na který nikoli. Veškerá data ze simulátoru se ukládala do textového souboru, kde se zaznamenávalo 78 parametrů každých 8 ms. Zaznamenány byly vždy souřadnice ve všech osách, čas, rychlost, ID řádku, data z vozidla jako jsou otáčky motoru, úhel natočení volantu, zařazený rychlostní stupeň apod., dále polohy jednotlivých kol, akcelerace ve všech osách a akcelerace ve všech osách přefiltrovaná různými filtry (Kalmanův filtr, MA filtr, Medián filtr). Data byla poté převedena do MS Excel, kde se nepotřebné údaje vymazaly a ostatní potřebná data (rychlost, poloha vozidla, čas, ID řádku) se použila pro vyhodnocení jednotlivých jízd.

Jako první byly přehrávány písně od Wolfganga Amadea Mozarta (dále označované jako *vážná hudba*, což je hudba, kde není zpěv a hlavní náplní je hra na klavír a housle), protože, jak již bylo uvedeno výše, se prokázalo, že hudba od tohoto interpreta má velmi příznivé uklidňující účinky, a proto jsem se rozhodl tuto hudbu použít pro svůj experiment. Jako další byly pouštěny skladby od kapely z Maďarska jménem Ektomorf (dále označován jako *metal*, což je velmi rychlý a tvrdý rockový hudební styl, který často využívá několika elektrických kytar, hlasitých a výrazných bubnů a zpěv bývá velice agresivní, často až nesrozumitelný a texty někdy bývají hanlivé a s hororovým nádechem). Tyto písně byly vybrány z toho důvodu, že bylo žádoucí eliminovat porozumění textu, který zpěvák zpívá, a právě proto padla volba na tyto skladby, neboť jsou zpívány v maďarštině a pravděpodobnost, že jim některý z účastníků experimentu rozuměl, je velice nízká. Jako další hudební styl byla zařazena elektronická hudba ve stylu house až elektro house (dále jako *elektronická hudba*, což je hudební styl vytvářený elektronickými nástroji, tedy zdroji zvuku, které disponují elektronickými součástkami, jako je počítač, syntezátor či sampler) od skladatele Alana Walkera. V tomto hudebním stylu se nezpívá, a tak byly podmínky opět pro všechny stejné a eliminoval se problém, zda někdo textu rozumí či ne. Další hudební styl byl hip hop/rap (dále jako *rap*, což je hudební styl, v kterém převládá rytmicky mluvené slovo, často rýmované a doplněné o elektronické prvky hudby společně s výraznými basovými bubny) od německé kapely Fler. Opět byla tendence se vyvarovat textu, kterému by někdo mohl rozumět a jiný ne, proto byl zvolen německý jazyk, kde je pravděpodobnost porozumění daleko nižší než v případě jazyka anglického. Poslední část experimentu se odehrávala za doprovodu rockových balad od Aleše Brichty (dále jako *známé písně*), které byly vybrány záměrně, protože tyto písně jsou v naší republice notoricky známé a troufám si říct, že takřka každý je již někdy slyšel. Často se hrají na vesnických zábavách, na diskotékách, v rádiích, na maturitních plesech či jiných událostech, kde hraje hudba. Z tohoto důvodu jsem vybral právě tyto skladby, protože je velká pravděpodobnost, že řidiči při jízdě vyvolají nějaké

emoce či vzpomínky a dost možná si řidič v duchu bude zpívat text společně se zpěvákem, protože si pamatuje text.

Všichni účastníci experimentu měli podmínky naprosto rovnocenné a hudba (stejně jako pořadí jednotlivých skladeb) byla totožná, aby se zamezilo případným vlivům jednotlivých skladeb na řidiče a všichni měli stejné podmínky. Níže je uveden seznam písní, které byly řidičům v průběhu experimentu přehrávány.

Vážná hudba

- 1) Wolfgang Amadeus Mozart – Piano Concerto No. 21 in C Major, K. 467 – Andante
- 2) Wolfgang Amadeus Mozart – Piano Concerto No. 21 in C Major, K. 467 – Allegro vivace assai

Metal

- 1) Ektomorf – Ez Vagyok Én
- 2) Ektomorf – Érvagas
- 3) Ektomorf – Eutanázia

Elektronická hudba

- 1) Alan Walker – Spectre
- 2) Alan Walker – Routine
- 3) Alan Walker – Clone

Rap

- 1) Fler – Eine Bombe Du Liegst
- 2) Fler – 1 Mann 1 Wort
- 3) Fler – Nutte Bounce

Znamé písně

- 1) Aleš Brichta – Barák na vodstřel
- 2) Aleš Brichta – Dívka s perlami ve vlasech

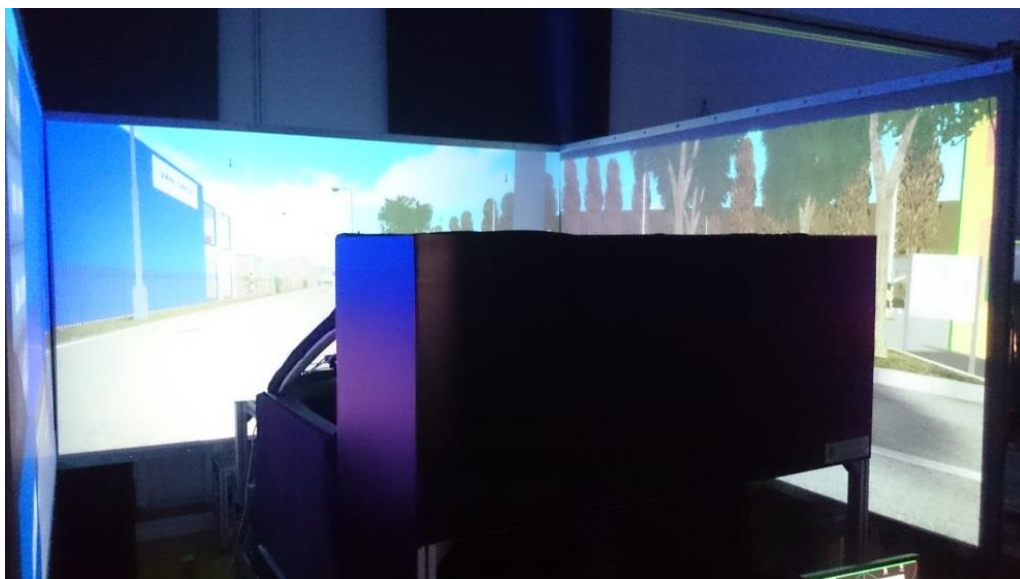
8.3 Měřicí zařízení

8.3.1 Simulátor

Samotný experiment se uskutečnil na lehkém simulátoru ČVUT v budově Fakulty dopravní. Simulátor je vybaven interiérem ze Škody Octavie druhé generace vybavené automatickou převodovkou, takže řidič ani v průběhu experimentu nemusí měnit převodové stupně, vše za něj obstará počítač. Kolem interiéru jsou rozmístěny tři velké matnice (průhledný kus plastu, na který se zezadu promítá obraz) tak, aby řidič viděl z interiéru vozidla pouze námi chtěné promítané informace. K chodu simulátoru jsou zapotřebí tři stolní počítače a tři dataprojektory, které promítají obraz na soustavu dvou zrcadel, které posléze promítají obraz na již zmíněné matnice, na kterých řidič vidí virtuální prostředí. Dále je simulátor vybaven prostorovým ozvučením Creative Labs GigaWorks S750 THX se sedmi samostatnými reproduktory a jedním subwooferem o celkovém výkonu 700 W, aby měl řidič co nejlepší a nejuvěrohodnější zážitek z jízdy automobilu a v našem případě i kvalitní a dostatečný prožitek z pouštění hudby.



Obr. 24: Interiér simulátoru [Zuda 2017]



Obr. 25: Exteriér simulátoru [Zuda 2017]

8.3.2 Kamera

Průběh celého experimentu byl zaznamenáván na malou outdoorovou kameru GoPro Hero 4, která dokáže pořizovat 30 snímků za sekundu ve 4K rozlišení (3840 x 2160 pixelů), avšak pro naše použití bohatě postačilo použít FullHD rozlišení (1920 x 1080 pixelů), které dokázalo zachytit všechny potřebné detaily při stále přijatelné velikosti záznamu. Kamera byla umístěna do ochranného krytu a umístěna na místo opěrky hlavy spolujezdce. Pořízená videa společně s naměřenými daty jsou přiložena na DVD. Podoba této kamery je znázorněna na obrázku č. 26.



Obr. 26: GoPro HERO 4 [41]

8.3.3 Hrudní měřič tepu

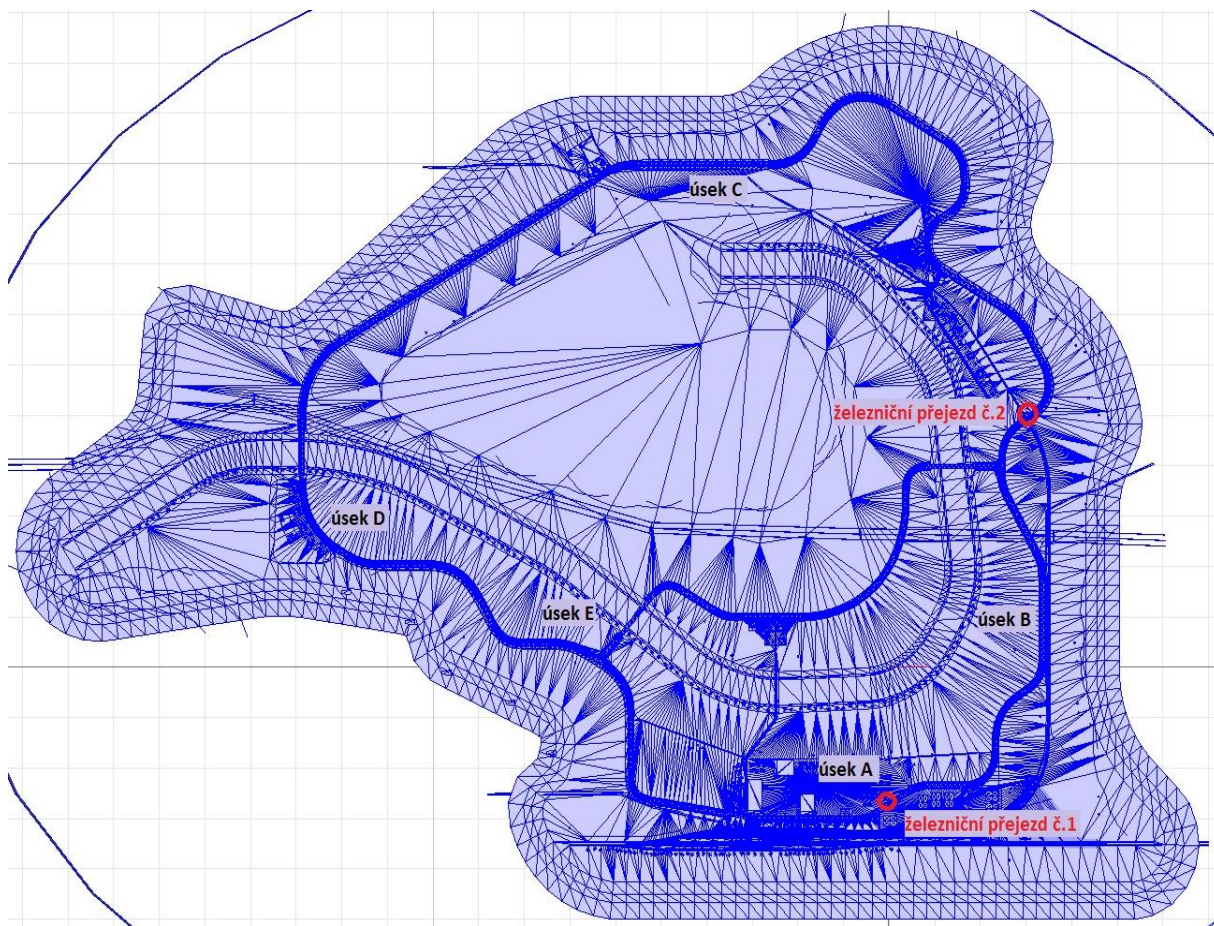
Jako další přístroj použitý při experimentu byl hrudní měřič tepu Polar H7, který je znázorněn na obrázku č. 27. Tento měřič si každý z účastníků připevnil na tělo, aby mu mohla být snímána tepová frekvence v průběhu experimentu. Přístroj byl po celou dobu spojen pomocí bluetooth technologie s mobilním telefonem, který měl vedoucí experimentu u sebe, a data se ukládala do telefonu, aby mohla být poté vyexportována ve formátu .csf do počítače a dále v programu Microsoft Excel zpracována a analyzována.



Obr. 27: Polar H7 připevněný na tělo [Zuda 2017]

8.4 Virtuální trať

Na obrázku č. 28 je vyobrazena trať, po které účastníci experimentu jezdili. Snímek byl vytvořen z programu ZModeler v1.07b, což je program, v kterém se vytváří scéna tratí pro simulátor. [42] Trať je tvořena pravotočivými a levotočivými směrovými oblouky, stejně jako dlouhými rovinkami, dvěma obcemi či dvěma železničními přejezdy, z toho jedním světelně řízeným. V okolí silnice je po většinu času zeleň v podobě trávy, stromů, případně železniční tratě a domy. Trať byla pro účely vyhodnocení rozdělena na pět virtuálních úseků popsaných písmeny A až E, kde úseky A a D jsou úseky vedoucí v obci a úseky B, C a E jsou úseky mimo obec. Tato trať byla původně navržena pro jiný experiment a pro náš experiment nebylo třeba trať nijak upravovat.



Obr. 28: Mapa trati [Zuda 2017]

8.5 Měřená skupina

Každý z třinácti respondentů (9 mužů a 4 ženy) byl před začátkem experimentu dotázán na rok narození, oblíbený a neoblíbený styl hudby (výsledky je možné vidět v tabulce č. 10) a poté byl požádán, aby si nasadil měřít tepu na hrudník, aby mu mohl být v průběhu experimentu snímán tělesný tep. Poté byl již posazen do samotného simulátoru, kde absolvoval několik kol bez měření, aby si vyzkoušel ovládání celého simulátoru a poznal celou trať a nebyl poté nervózní v průběhu samotného měření. Po dostatečném seznámení a zaučení byl zahájen samotný experiment, kdy byla spuštěna hudba společně s měřením tělesného tepu, respondent 35 sekund hudbu poslouchal a poté vyjel na trať. Po dokončení okruhu zastavil vozidlo na místě, z kterého vyjel, byla změněna hudba, vyresetován záznam tepu a experiment začal nanovo. Průměrný věk všech respondentů činil 24 let, jedná se tedy o mladší věkovou skupinu řidičů, často označovanou jako rizikovější v důsledku méně nasbíraných zkušeností v průběhu své řídicí kariéry.

Tabulka č. 10: Soupis respondentů, jejich věk, oblíbený a neoblíbený styl hudby

Číslo respondenta	Jméno	Rok narození	Oblíbený styl hudby	Neoblíbený styl hudby
1	Jan V.	1991	Elektronická hudba	Rap
2	Michaela K.	1993	Pop/rock, metal	Vážná hudba
3	Leopold F.	1992	Rap, hip hop	Vážná hudba
4	Adam V.	1996	Metal, pop/rock	Vážná hudba
5	Petr K.	1993	Elektronická hudba	Vážná hudba
6	David K.	1992	Metal	Elektronická hudba
7	Karel N.	1992	Rap, elektr. hudba	Vážná hudba
8	Ondřej P.	1992	Vážná hudba	Metal, elektr. hudba
9	Adam K.	1995	Metal,Rap,Elektr.hudba	Vážná hudba
10	Eliška P.	1995	Rap, hip hop	Vážná hudba
11	Lucie S.	1995	Pop/rock, rap	Elektronická hudba
12	Martina V.	1990	Pop/rock	Metal
13	Marek D.	1990	Pop/rock	Elektronická hudba

8.6 Analýza dat

Na tabulkách níže jsou uvedeny shrnuté výsledky z měření na jednotlivých respondentech. Jsou zde přehledně zobrazeny průměrné rychlosti a maximální rychlosti v jednotlivých úsecích trati, stejně tak nejvyšší dovolená rychlost na druhém železničním přejezdu, celkový čas jízdy a průměrná rychlost na celé trati. Na další tabulce jsou zobrazeny minimální, maximální tep, průměrný tep za celý čas, kdy byl daný styl hudby puštěný, a průměrný tep po uplynutí 35 sekund, kdy zkoumaná osoba hudbu poslouchala a plně vnímala reprodukovanou hudbu a poté až teprve vyjela na trať. Na grafech níže je pak zaznamenán kompletní průběh tepové frekvence v průběhu času dle jednotlivých hudebních stylů.

8.6.1 Výsledky měření respondenta číslo 1

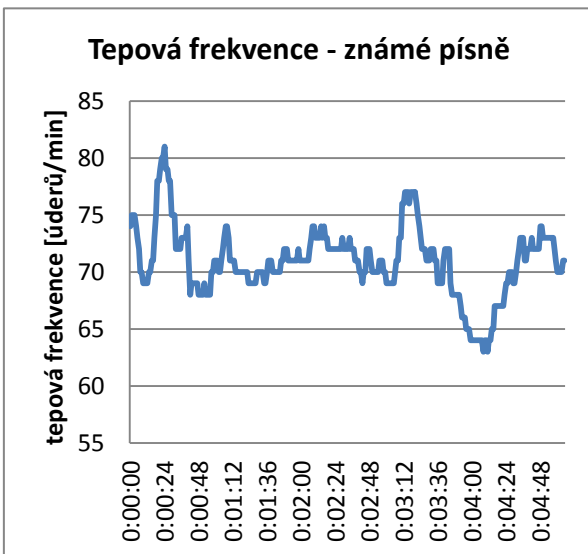
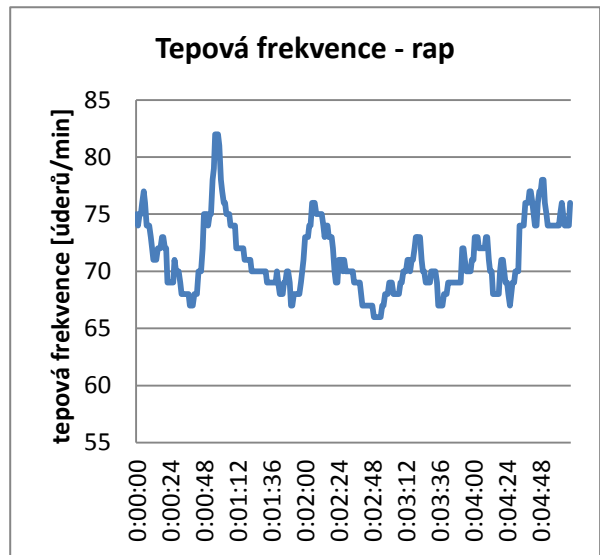
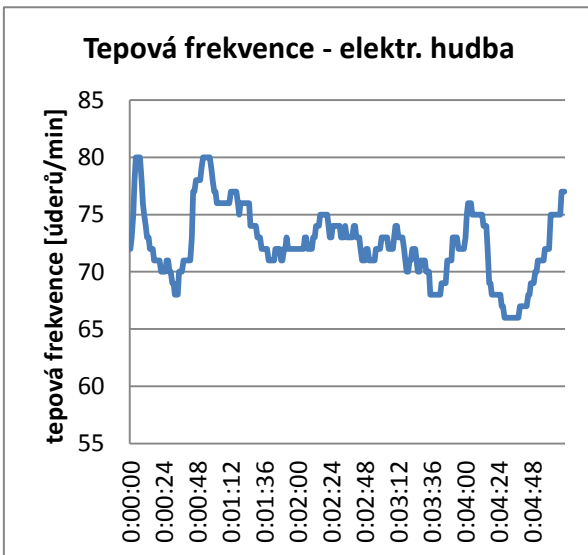
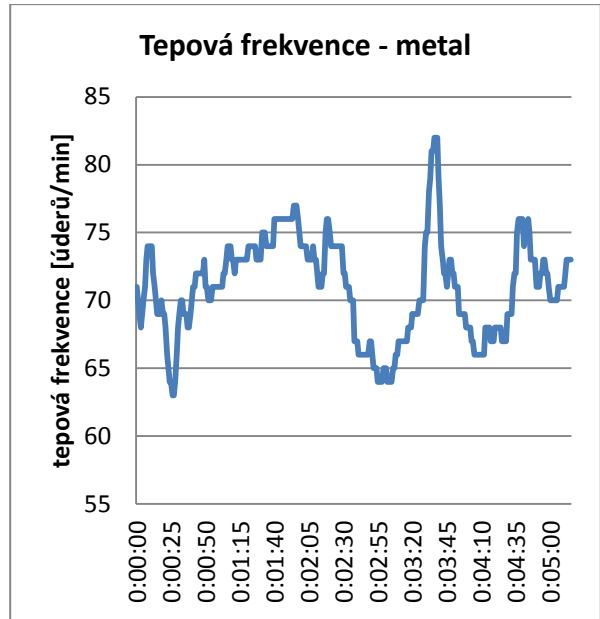
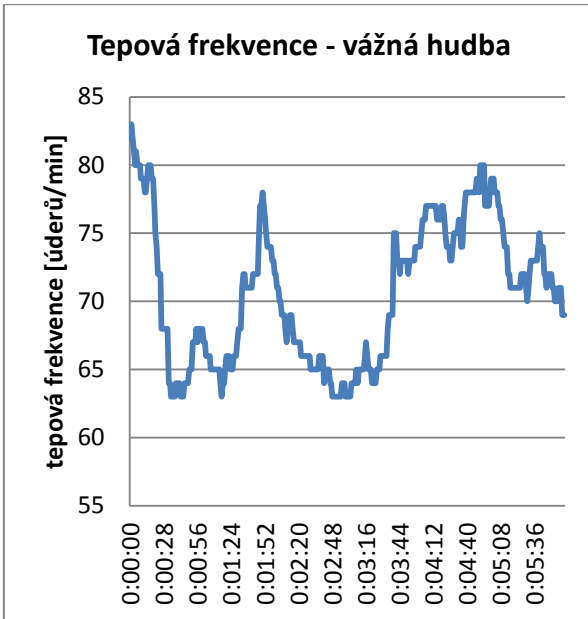
Tabulka č. 11: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	33.69	43.99	42.05	48.70	43.32
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	47.76	60.89	49.45	58.30	61.28
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	56.46	64.03	69.21	67.36	73.37
max rychlost v úseku B [km/h]	95.56	81.06	97.02	89.23	95.47
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	67.43	78.21	80.96	78.58	82.61
max rychlost v úseku C [km/h]	102.59	100.76	100.87	103.76	104.37
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	52.47	79.34	49.40	47.47	49.30
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	73.23	79.63	67.74	66.51	66.97
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	54.65	71.26	74.24	72.81	74.10
max rychlost v úseku E [km/h]	89.96	81.54	94.02	90.11	92.64
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	8.80	11.09	9.78	8.16	7.88
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	22.91	50.45	57.71	39.28	41.17
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	50.00	30.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	310 s	258	254	258	248
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	59.63	71.89	73.22	71.15	74.83

Tepové frekvence:

Tabulka č. 12: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé písně
minimální	63.00	63.00	66.00	66.00	63.00
maximální	83.00	82.00	80.00	82.00	81.00
průměrná	70.64	70.99	72.48	71.20	70.93
průměrná od 35 s	70.13	71.24	72.46	71.13	70.51



Graf č. 1: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1

Respondent číslo 1 projel všechny trasy v obdobném čase, pouze při poslechu *vážné hudby* byla doba jízdy delší a celková průměrná rychlost s hodnotou $59,63 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ nejnižší ze všech poslouchaných hudebních stylů. Při poslouchaném stylu *rap* a *elektro* nebyla na přejezdu č. 2 dodržena nejvyšší povolená rychlost. Naopak na přejezdu č. 1 byla rychlost vždy takřka totožná a velice nízká, bez ohledu na poslouchaný styl hudby. Dále je zajímavé, že při poslechu *metal* byla velmi výrazně překročena nejvyšší povolená rychlost v úseku D, čili v obci. Řidič evidentně vůbec nezaregistroval, že jede obcí a nepřizpůsobil rychlost. U ostatních stylů hudby byla jízda touto obcí již v pořádku a v celém úseku se již jednotlivé jízdy od sebe příliš nelišily.

Co se týče tepové frekvence, je zajímavé, že tep kolísá okolo 70 tepů za minutu u všech stylů hudby a občas má špičky. Zejména při poslechu *vážné hudby* je vidět, že v prvních vteřinách došlo k výraznému zklidnění, až tep spadnul na hodnotu 63 tepů za minutu, takto výrazný účinek žádný jiný styl neměl. Naopak u hudby, kterou testovaná osoba dobře znala, došlo po 25 vteřinách k výraznému nárůstu tepové frekvence až na 81 tepů za minutu, což bylo nejvíce za celou dobu jízdy při poslechu této hudby. Pravděpodobně hudba vyvolala nějaké emoce z dřívější doby a danou osobu zaujala, poté již došlo ke zklidnění a tepová frekvence zůstala přibližně stejná po celou zbývající dobu. Nejvýraznější vrchol je vidět u *metal* v druhé polovině, kdy tep náhle vyskočil prudce nahoru, což bylo nejspíše způsobeno změnou rytmu a hlasitosti, což je pro tento styl hudby velmi typické.

Závěrem vyplývá, že na testovanou osobu působila *vážná hudba* uklidňujícím dojmem, čemuž odpovídá celkově delší čas jízdy a nižší průměrná rychlost, avšak tepová frekvence byla velmi kolísavá, stejně tak u *metal*. Naopak *metal* měl za následek, že respondent nezaznamenal druhou vesnici a projel ji takřka bez zpomalení. Ostatní styly hudby neměly výrazný vliv na jízdní styl. Tudíž *metal* nelze v tomto případě doporučit jako vhodný hudební styl při řízení vozidla.

8.6.2 Výsledky měření respondenta číslo 2

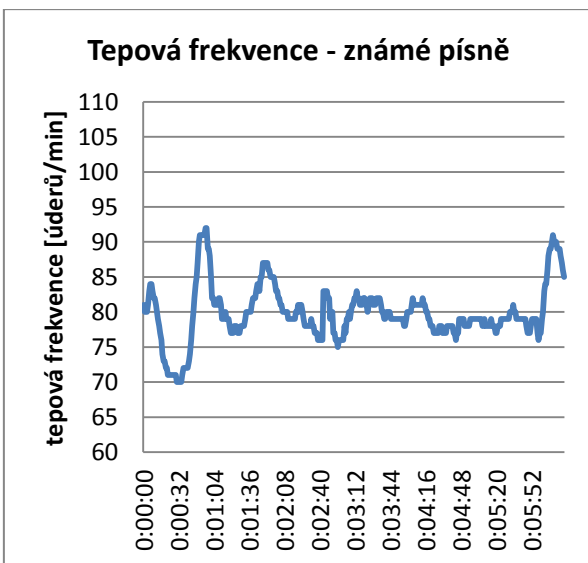
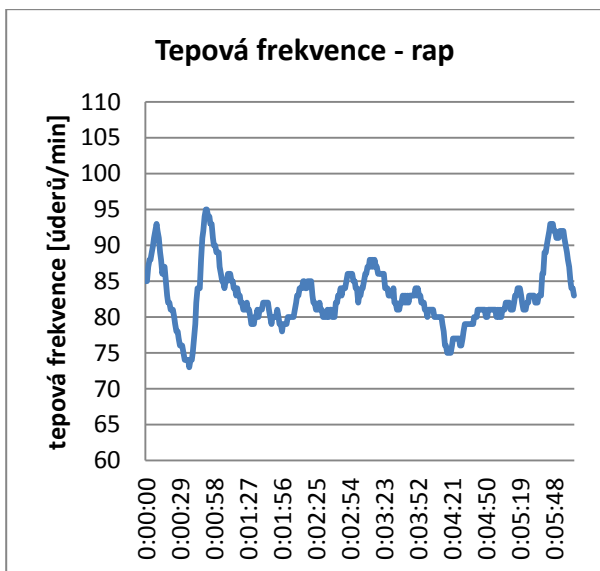
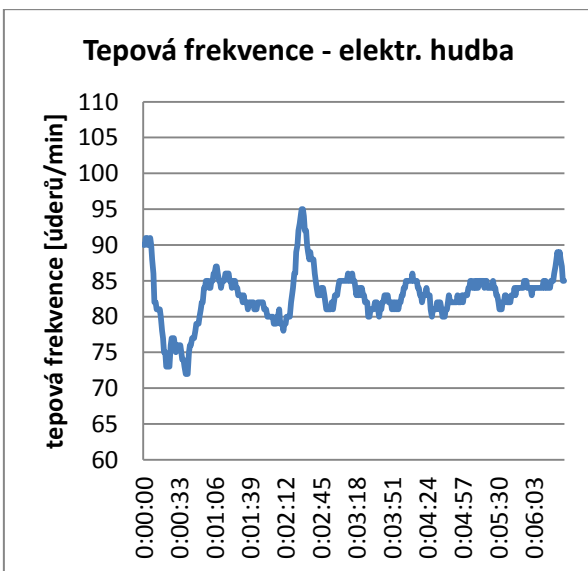
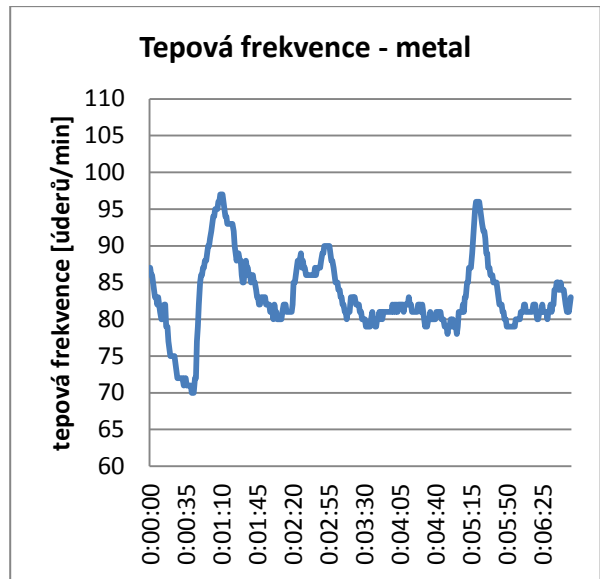
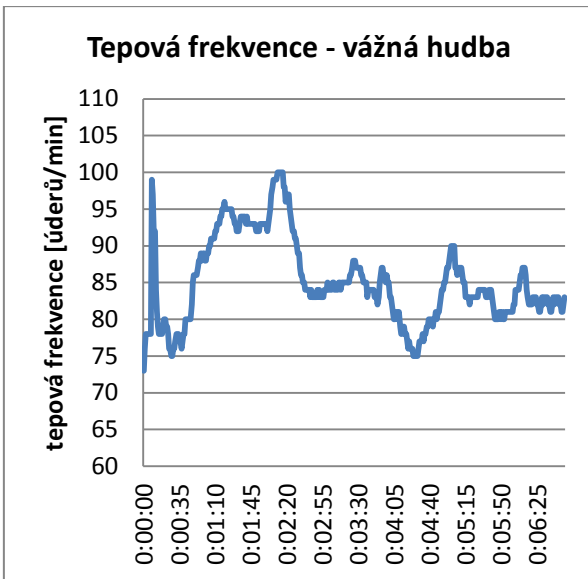
Tabulka č. 13: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	26.91	37.49	35.08	39.14	39.27
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	35.6	67.60	49.98	63.15	45.00
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	44.48	47.85	48.82	53.40	52.64
max rychlost v úseku B [km/h]	56.75	57.11	59.89	62.06	86.83
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	58.57	54.70	57.58	62.50	59.20
max rychlost v úseku C [km/h]	75.22	85.09	83.52	89.59	93.44
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	53.37	44.08	46.78	44.48	44.08
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	64.91	64.42	51.71	50.63	55.82
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	51.15	54.13	54.52	59.38	57.94
max rychlost v úseku E [km/h]	62.28	58.85	62.26	85.70	90.06
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	12.48	6.39	11.32	8.80	16.60
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	11.65	12.32	17.62	22.91	32.89
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	30.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	353.58	355.25	340.03	314.19	324.12
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	51.38	51.17	53.44	57.85	56.06

Tepové frekvence:

Tabulka č. 14: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	73.00	70.00	72.00	73.00	70.00
maximální	100.00	97.00	95.00	95.00	92.00
průměrná	85.13	83.07	82.91	82.91	79.82
průměrná od 35 s	85.63	83.53	83.20	82.98	80.33



Graf č. 2: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2

Respondentka číslo 2 projela trasu nejrychleji při poslechu hudebního stylu *rap*, kde zároveň dosáhla i nejvyšší průměrné rychlosti, a sice $57,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. K tomuto výsledku se přiblížila ještě při poslechu *známých písní*. Ostatní hudební styly měly za následek nižší průměrnou rychlost a tím i vyšší čas potřebný pro objetí celého okruhu. Zajímavé také je, že ačkoli byly v průběhu celého testu dodržovány nejvyšší dovolené rychlosti na železničním přejezdu, výrazně se odlišuje pouze rychlost u *známých písní*, která dosahuje přibližně dvojnásobku oproti jiným hudebním stylům. Bude to zapříčiněno pravděpodobně tím, že zkoumaná osoba se do písně zaposlouchala a cítila se příjemně uvolněná, což následně i respondentka potvrdila, že nejpříjemněji se jí jelo právě na tento hudební styl, jelikož píseň znala, mohla si v duchu zpívat text a vybavily se jí příjemné vzpomínky. Ještě za zmínku stojí fakt, že při poslechu řidičky neoblíbené *vážné hudby* jako u jediného stylu došlo v obci (konkrétně v úseku D) k překročení nejvyšší povolené rychlosti, dokonce v této obci byla průměrná i maximální dosažená rychlost vyšší než v úsecích B a E, které vedou mimo obec a tudíž smí řidič jet až $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jinak byly jízdy relativně vyrovnané, bez výraznějších výchylek a anomálií a dopravní předpisy byly též až na pár výjimek dodržovány.

Z výsledků měření tepové frekvence je patrné, že k nejvýraznějšímu kolísání tepové frekvence docházelo u hudebních stylů *vážná hudba* a *metal*, čemuž odpovídá i nejvyšší průměrný a maximální naměřený tep. Naopak *známé písně* měly efekt opačný a respondentka vykazovala nejstabilnější tep (zejména v posledních dvou třetinách jízdy) a stejně tak měla i nejnižší maximální a minimální tep z celého měření. Obdobně tomu bylo i při poslechu *elektronické hudby*, kdy byl průběh rovněž vcelku vyrovnaný, kde ani ihned po startu tep nepřekročil 90 tepů za minutu, jako tomu bylo u ostatních hudebních stylů.

Závěrem z měření respondentky č.2 tedy vyplývá, že nejméně vhodná hudba byla *vážná hudba* z důvodu překračování nejvyšší povolené rychlosti v obci a naopak příliš pomalé jízdy mimo obec. Naproti tomu ostatní hudební styly jsou vhodné, zejména poslech *známých písní* vykazoval velmi dobré výsledky a řidička měla zároveň nejvyrovnanější a nejklidnější srdeční tep ze všech poslouchaných hudebních stylů. Stejně tak lze doporučit i poslech *elektronické hudby*, kde byly rovněž výsledky velmi dobré.

8.6.3 Výsledky měření respondenta číslo 3

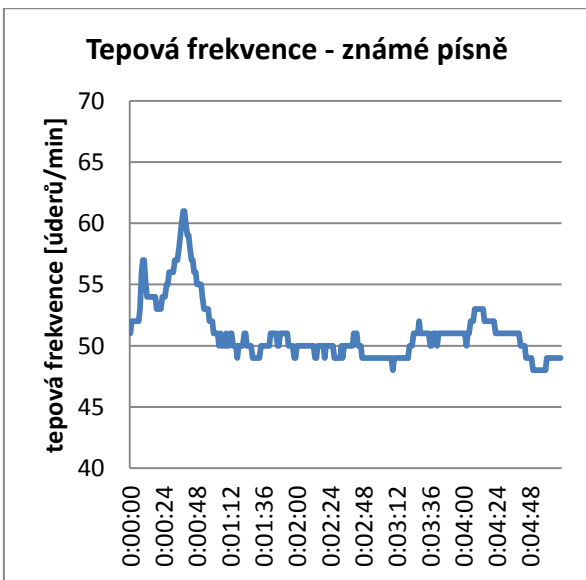
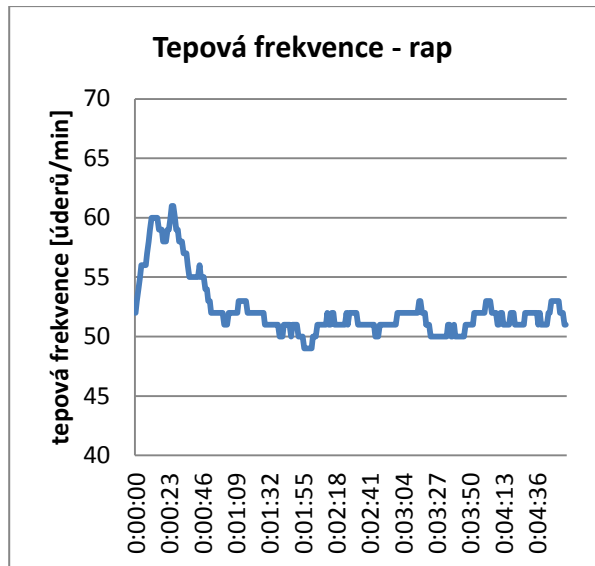
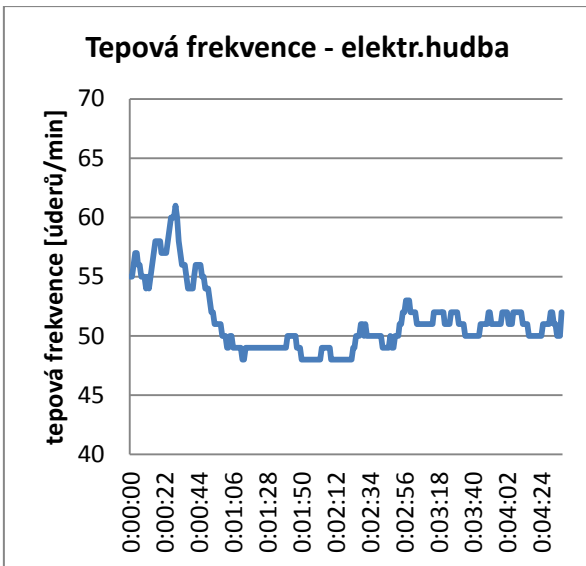
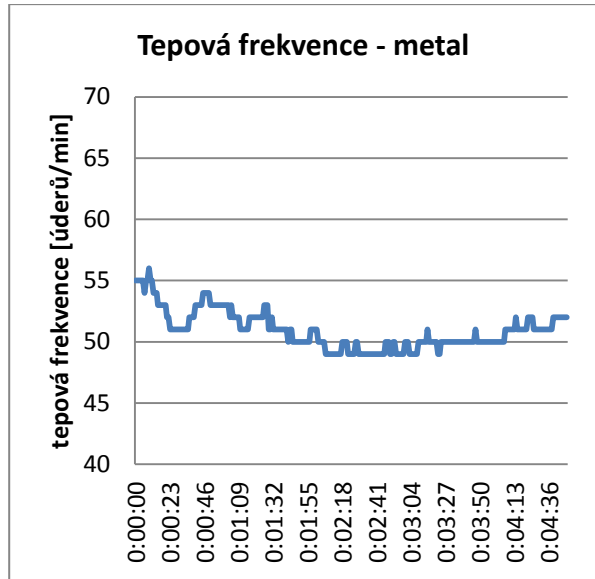
Tabulka č. 15 : Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	41.54	62.16	49.29	43.56	45.93
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	61.06	83.84	52.74	55.25	53.96
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	63.19	71.76	72.01	65.70	65.09
max rychlost v úseku B [km/h]	84.50	100.10	98.61	88.91	90.54
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	77.89	88.48	86.46	79.61	74.85
max rychlost v úseku C [km/h]	105.36	155.97	130.07	120.43	98.99
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	46.38	60.69	57.36	53.00	51.89
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	69.55	81.94	90.94	73.83	74.84
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	74.47	66.71	79.98	74.43	70.99
max rychlost v úseku E [km/h]	92.55	102.92	111.69	101.76	98.11
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	40.68	44.55	47.92	39.41	46.49
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	51.47	36.02	50.63	54.38	41.09
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.0	30.00	50.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	258.37	234.90	229.51	250.38	260.97
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	70.20	77.29	79.06	72.47	69.56

Tepové frekvence:

Tabulka č. 16: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	46.00	49.00	48.00	49.00	48.00
maximální	59.00	56.00	61.00	61.00	61.00
průměrná	49.07	50.93	51.25	52.30	51.08
průměrná od 35 s	48.37	50.64	50.40	51.52	50.65



Graf č. 3: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3

Respondent číslo 3 projel trasu nejrychleji na hudební styl *elektronická hudba*. Nutno však podotknout, že jízdní styl tohoto řidiče byl velmi svérázný a jedná se o vyznavače rychlejší jízdy, což dokazují dosažené výsledky v porovnání s ostatními účastníky experimentu. S výsledků je možné vyčíst, že řidič při všech hudebních stylech překračoval maximální povolenou rychlost, avšak například při poslechu *známých písní* nebylo překračování rychlosti nijak zásadně vysoké a ve většině úseků byla rychlost dodržována a to i navzdory tomu, že řidič měl před sebou prázdnou silnici a žádný okolní provoz ho nijak nelimitoval. Velmi podobné výsledky vykazovala jízdy při poslechu *vážné hudby*, kde platí prakticky to samé, jako pro *známé písně*. Naproti tomu, jako druhý protipól, se ukazuje jízda při poslechu *metal*, kdy docházelo k až extrémnímu překračování rychlosti a to jak mimo obec, kde nejvyšší naměřená rychlost atakovala takřka $156 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, tak i v obcích, kde průměrné rychlosti ani v jedné obci neklesly pod $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Dokonce při této hudbě byla překročena i nejvyšší povolená rychlost na druhém železničním přejezdu, kde v době jízdy směl řidič jet nanejvýše $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Co se týče prvního železničního přejezdu, tam řidič přibrzdil vždy jen mírně a překonával ho vždy rychlostí okolo $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ nebo i vyšší. Podobných výsledků bylo dosaženo také při poslechu *elektronické hudby*, kdy v druhé obci byla jednou dokonce překonána rychlost $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$! Při poslechu *rapu* byly výsledky podstatně lepší, než u předcházejících dvou hudebních stylů, avšak i při této hudbě docházelo, někdy i k výraznému, překročení povolené rychlosti a to i na železničním přejezdu.

Co se týče tepové frekvence, je zřejmé, že řidič byl v dobré fyzické kondici, neboť jeho hodnoty tepu oscilovaly okolo 50 tepů za minutu a to po čas celé jízdy na všechny hudební styly. Pouze vždy ze začátku, když byl spuštěn nový styl hudby, vyskočil tep nahoru, avšak posléze a po ujetí maximálně prvních pár metrů se ustálil na hodnotě okolo 50 tepů za minutu. Je také zajímavé, že při poslechu *vážné hudby* byl průměrný tep za jízdy 48,37 tepů za minutu a při poslechu *rapu* byl průměrný tep již 51,52 tepů za minutu, což je, u tohoto řidiče, relativně veliký rozdíl, protože u *vážné hudby* se tep prakticky celou jízdu držel po hranici 50 tepů za minutu a u *rapu* byl naopak většinu času na této hodnotě nebo výš.

Z výsledků proto jednoznačně vyplývá, že hudební styly *metal* a *elektronická hudba* nejsou vhodné. Naopak *vážná hudba* přispěla k dobrým výsledkům, zejména díky ní došlo ke zklidnění tepu a *známé písně* měly za následek nejlepší dodržování předepsané rychlosti a vyrovnanou bezpečnou jízdu.

8.6.4 Výsledky měření respondenta číslo 4

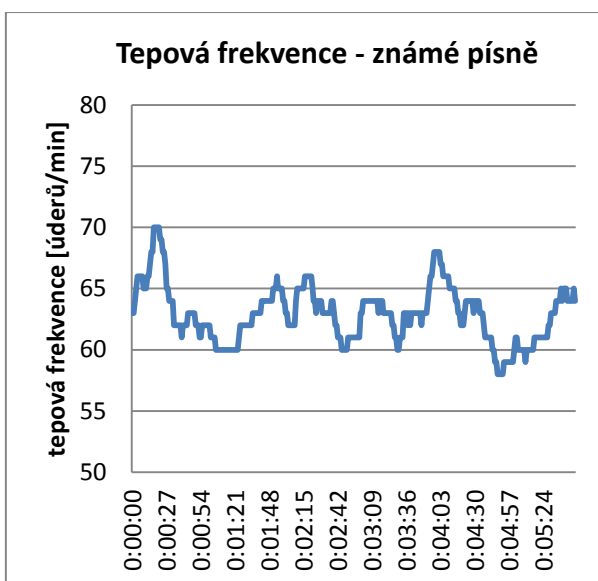
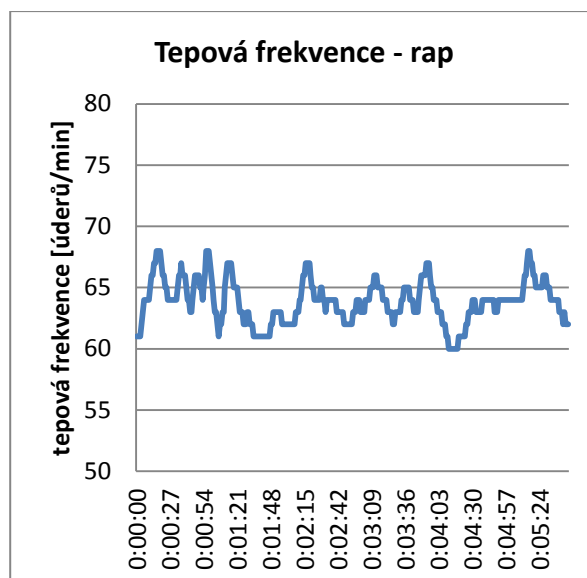
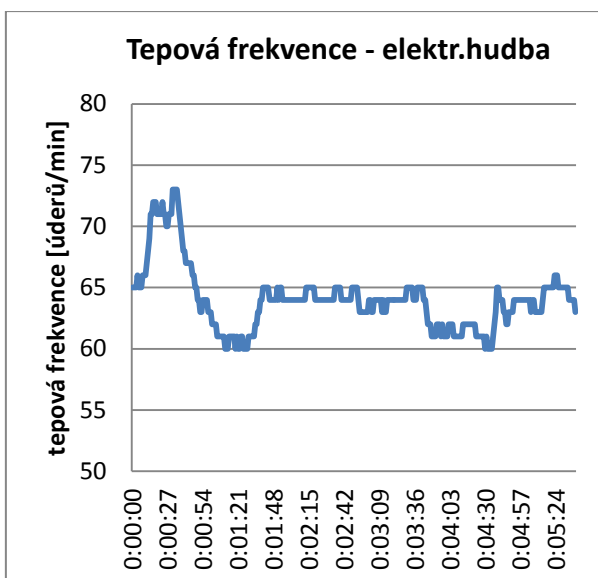
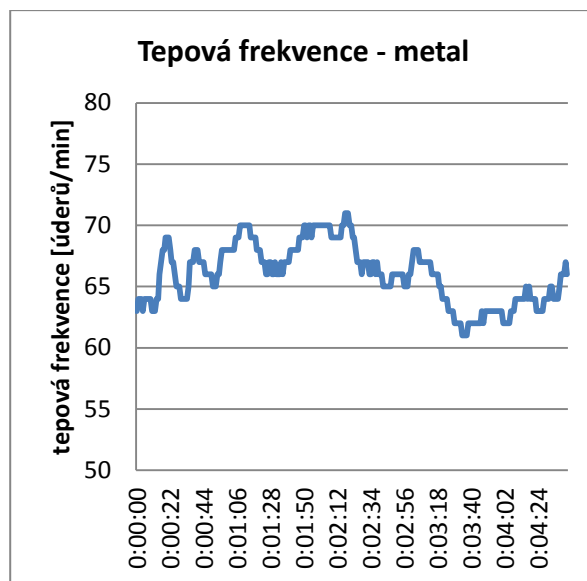
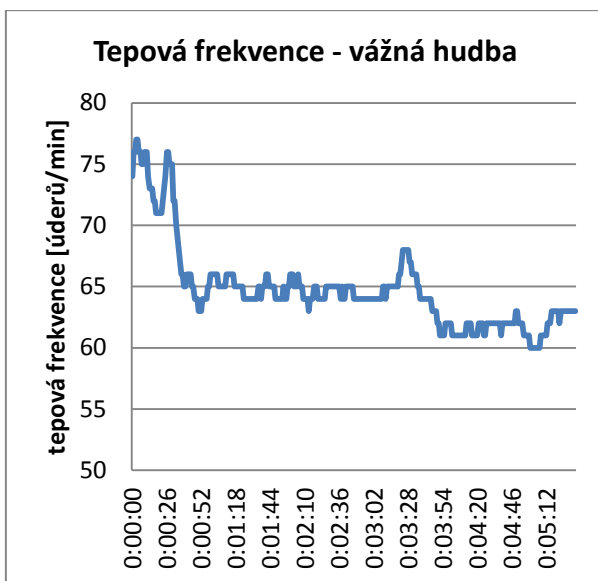
Tabulka č. 17: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	37.56	40.52	40.55	44.68	41.04
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	49.80	54.62	49.61	53.60	55.80
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	57.51	68.07	55.07	60.13	55.16
max rychlost v úseku B [km/h]	79.35	95.18	85.29	91.80	87.72
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	74.54	84.42	73.97	72.96	68.02
max rychlost v úseku C [km/h]	115.38	115.02	101.19	115.73	105.49
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	50.86	58.55	50.29	49.02	51.78
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	66.15	84.34	69.37	58.79	60.96
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	69.94	80.24	66.04	70.56	62.89
max rychlost v úseku E [km/h]	90.20	94.77	84.10	96.94	87.46
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	7.51	7.29	8.98	12.76	11.27
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	21.22	48.32	0.00	0.00	0.00
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00
celkový čas jízdy [s]	272.40	237.90	281.78	280.22	296.58
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	66.54	76.17	64.29	64.66	61.08

Tepové frekvence:

Tabulka č. 18: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	60.00	61.00	60.00	60.00	58.00
maximální	77.00	71.00	73.00	68.00	70.00
průměrná	64.78	66.01	64.03	63.84	62.92
průměrná od 35 s	63.72	66.14	63.40	63.74	62.56



Graf č. 4: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4

Respondent číslo 4 projel trasu nejrychleji na hudební styl *metal*, nutno však ale také dodat, že u hudebních stylů *elektronická hudba*, *rap* a *známé písně* musel řidič na druhém železničním přejezdu zastavit, protože jel vlak a to se samozřejmě projevilo na celkovém čase a celkové průměrné rychlosti. Je třeba se tedy podívat na jednotlivé rychlosti ve vybraných úsecích. Tam je možno zcela jednoznačně vidět, že nejrychleji jel řidič na hudební styl *metal*, kde také docházelo často k překročení nejvyšší povolené rychlosti, což je krásně vidět například v úseku D, který je v obci a kde řidič na tento styl hudby jel průměrnou rychlostí přibližně o $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ rychleji, než na zbylé styly hudby a navíc v této obci dosáhl maximální rychlosti $84 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, což je suverénně nejvíce ze všech jízd provedené tímto respondentem. Řidič při průjezdu obcí v poslední třetině začal již výrazně zrychlovat a takřka celou druhou část obce jel vyšší než maximální povolenou rychlostí. Naproti tomu *elektronická hudba* měla nejlepší výsledky v úseku A a v úseku C, kde bylo dosaženo nejnižší maximální rychlosti, ačkoli průměrná rychlost nejnižší nebyla, což značí klidnější a vyrovnanější jízdu stálejší rychlostí. *Rap* měl také velmi dobré výsledky, zejména v obou obcích, kde v druhé obci dokonce jako jediný styl hudby dosáhl průměrné rychlosti pod $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Ostatní styly hudby byly svými výsledky již velmi podobné.

Tepová frekvence byla jednoznačně nejvyšší při poslechu *metal*, kde řidič měl v průběhu jízdy průměrně 66,14 tepů za minutu. Nejnižší průměrný tep byl zaznamenán při poslechu *známých písní*, kde jako jediný dosáhl tep v průměru pod 63 tepů za minutu, stejně tak řidič dosáhl nejnižšího tepu z celého měření. Nejvyšší hodnota 77 tepů za minutu u vážné hudby nelze brát jako vypovídající, protože ji bylo dosaženo hned na začátku měření a řidiči již po krátkém poslechu začal tep výrazně padat a ustálil se na hodnotě okolo 65 tepů za minutu. Zajímavý jev je také možné vidět při pohledu na graf s tepovou frekvencí měřenou při *rapu* a *metal*, kdy nedocházelo ke klasickému stavu, že řidiči při změně stylu hudby vyskočí rapidně tep nahoru a po chvíli poslechu a vnímání hudby se zklidní. *Rap* zapříčinil velmi podobné a až periodicky se opakující tepové frekvence a *metal* měl až do poloviny trati stoupající tendence. Bylo to nejspíš způsobeno tím, že řidič má tento styl hudby oblíbený, často ho poslouchá jako „motivační hudbu“ při cvičení, která má zlepšit jeho výkony a proto si poslech užíval a měl vyšší tepovou frekvenci, než u jiných stylů.

Z výsledků zcela jasně vyplývá, že hudební styl *metal* vykazoval nejhorší výsledky, neboť daného respondenta sváděl k jízdě vyšší rychlostí. Naproti tomu *elektronická hudba* a *rap* vykazovaly nejlepší výsledky.

8.6.5 Výsledky měření respondenta číslo 5

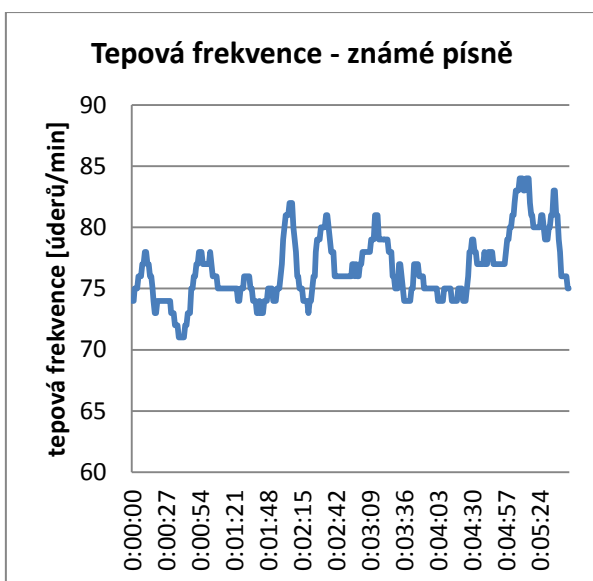
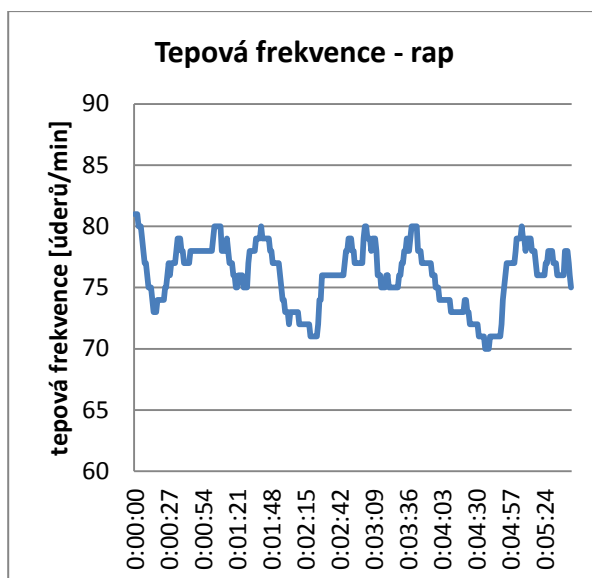
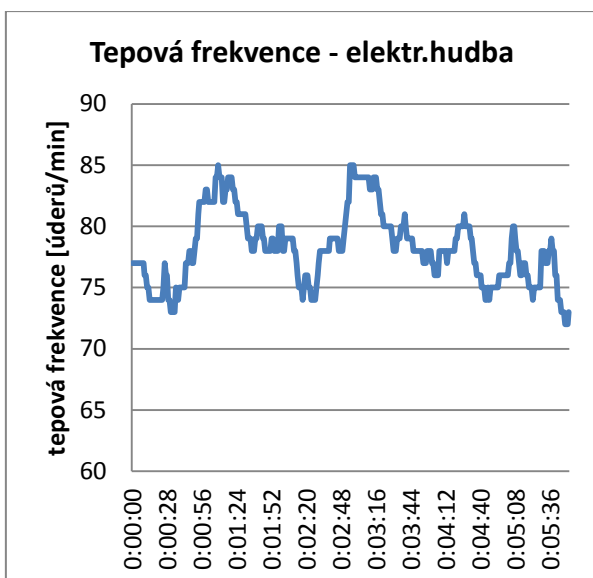
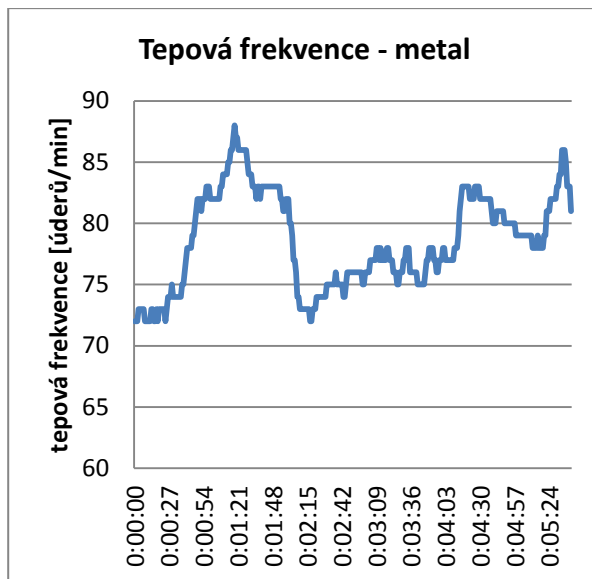
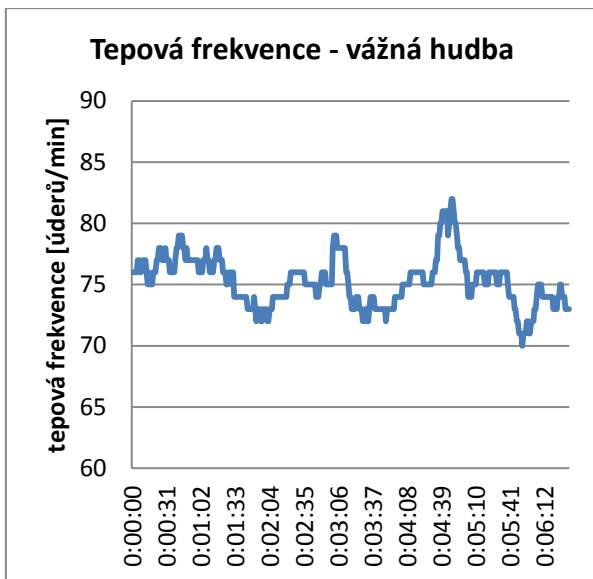
Tabulka č. 19: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - město [km/h]	36.34	52.07	54.52	56.51	48.68
max rychlost v úseku A - město [km/h]	48.46	72.37	66.96	67.91	55.44
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	48.40	60.35	58.93	64.39	67.71
max rychlost v úseku B [km/h]	81.16	99.73	96.14	98.07	97.01
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	59.81	72.29	71.00	75.43	74.64
max rychlost v úseku C [km/h]	111.00	135.85	119.79	112.56	118.79
průměrná rychlost v úseku D - město [km/h]	51.53	56.02	57.86	50.06	69.56
max rychlost v úseku D - město [km/h]	60.55	78.66	73.84	78.48	87.69
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	52.51	68.88	66.77	68.92	65.13
max rychlost v úseku E [km/h]	80.18	93.64	87.20	92.36	101.18
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	9.82	23.36	47.17	44.26	41.71
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	9.84	0.00	0.00	0.00	0.00
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00
celkový čas jízdy [s]	334.66	294.35	300.98	291.66	291.85
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	54.25	61.63	60.31	62.25	62.28

Tepové frekvence:

Tabulka č. 20: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	70.00	72.00	72.00	70.00	71.00
maximální	82.00	88.00	85.00	81.00	84.00
průměrná	75.26	78.58	78.22	76.06	76.61
průměrná od 35 s	75.13	79.24	78.57	76.00	76.84



Graf č. 5: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5

Z výsledků měření u respondenta č. 5 je patrné, že nejvyšší maximální rychlosti za celé měření bylo dosaženo na hudební styl *metal*, který dosáhl také nejvyšší rychlosti v úseku A. Avšak nejhorších výsledků bylo dosaženo při poslechu *známých písní*, kdy ve druhé obci dosahovala průměrná rychlost takřka $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a nejvyšší maximální rychlost dosáhla bez mála $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. K takovýmto výsledkům se žádný jiný styl ani nepřiblížil. Také v posledním úseku trati jako u jediného stylu byla překročena rychlost $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a navíc v tomto úseku jako u jediného hudebního stylu došlo ke kolizi s protijedoucím vozidlem, tento jev je možné vidět i na grafech se záznamem tepu. Protože se jedná pouze o simulátor, vozidlo bylo protijedoucím vozidlem pouze zastaveno a odhozeno na pravý okraj svého pruhu a mohlo dál pokračovat v experimentu. Naproti tomu při poslechu *vážné hudby* (ačkoli se jedná o neoblíbený hudební styl daného člověka) bylo dosaženo nejlepších výsledků, zejména rychlosti na jednotlivých přejezdech byly obzvláště nízké a ačkoli jako v jediném případě řidič při tomto stylu hudby nemusel za celý okruh zastavovat z důvodu jízdy vlaku na přejezdu, byla dosažena nejnižší průměrná rychlost a nejdelší čas jízdy, čemuž také odpovídají nejnižší dílčí průměrné rychlosti takřka na všech úsecích. Hudební styly *rap* a *elektronická hudba* vykazovaly velmi podobné výsledky a nijak zvlášť se svými naměřenými hodnotami nevymykaly, pouze měly nejvyšší průměrné rychlosti v úseku A.

Co se týče tepové frekvence, v průměru nejvíce tepů za minutu měl řidič při poslechu *metal* (konkrétně přes 79 tepů/min), což dokazuje i maximální hodnota tepu za celou dobu měření (88 tepů/min), která nastala přibližně v půlce druhé minuty, což už řidič byl přibližně v půli úseku B, čili mimo obec, kde nebyl jediný důvod k rozrušení. Také *elektronická hudba* dokázala zkoumané osobě značně rozprodit krev v těle, zejména v důsledku toho, že se jednalo o oblíbený hudební styl, který se řidiči velice zamlouval a užíval si ho. Zajímavé je také sledovat fakt, kdy docházelo ke snížení tepu z důvodu zastavení před železničním přejezdem kvůli vlaku. Na hudebních stylech *metal*, *elektronická hudba* a *rap* je vidět pokles tepu po zastavení vozidla přibližně na přelomu druhé a třetí minuty (zejména u *metal* je pokles velmi výrazný), naproti tomu u *známých písní* k poklesu takřka nedošlo, pravděpodobně z toho důvodu, že se řidič velmi zaposlouchal do hudby a soustředil se na ni a na text, který zpěvák zpívá, případně se mu vybavily vzpomínky z dob minulých. Výrazný nárůst tepu u *známých písní* kolem páté minuty je způsobem kolizí popsanou výše. Nejnižší průměrný tep byl u *vážné hudby*.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že poslech *známých písníček* a *metal* se u tohoto konkrétního respondenta projevil negativně. Naopak *vážná hudba* vykazovala nejlepší výsledky, neboť při ní byla jízda nejklidnější, nejbezpečnější a i hodnoty tepu byly nejnižší.

8.6.6 Výsledky měření respondenta číslo 6

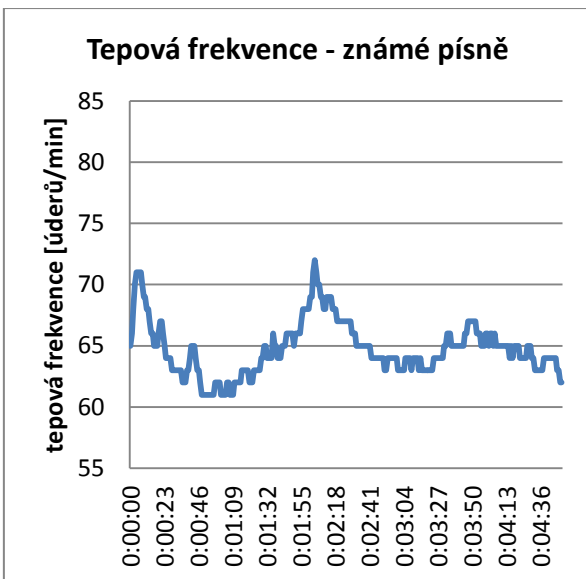
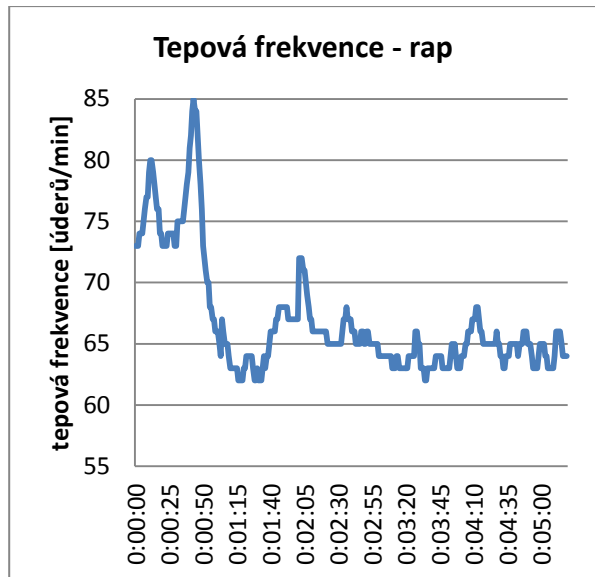
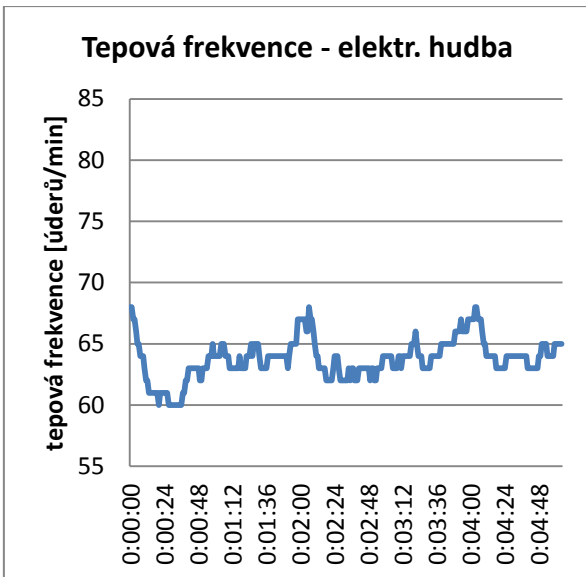
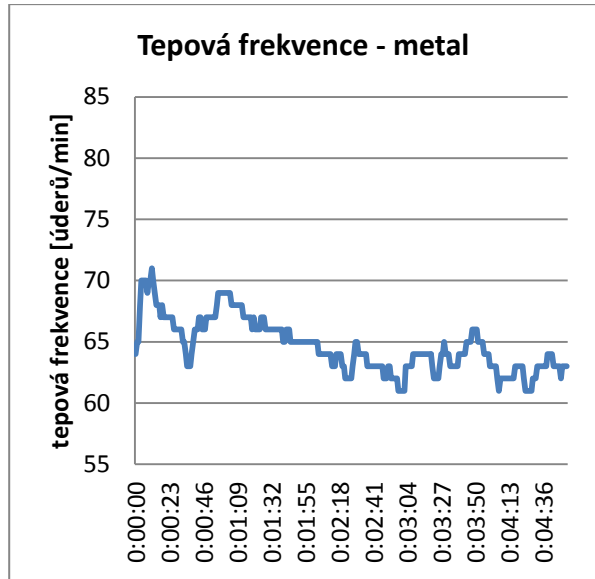
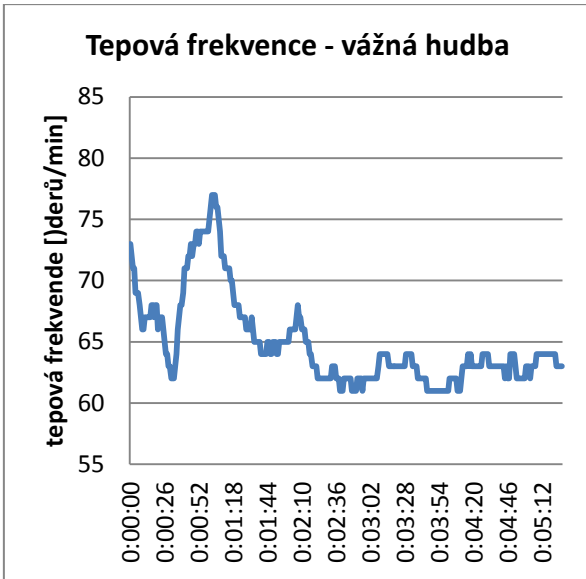
Tabulka č. 21: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - město [km/h]	39.38	48.40	51.60	41.85	42.45
max rychlost v úseku A - město [km/h]	53.16	54.17	59.18	48.46	50.63
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	57.43	70.02	65.63	64.75	70.26
max rychlost v úseku B [km/h]	79.85	92.77	85.59	88.32	105.15
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	71.07	81.58	77.08	72.05	82.34
max rychlost v úseku C [km/h]	103.43	103.04	115.74	87.28	105.23
průměrná rychlost v úseku D - město [km/h]	54.77	50.85	51.10	45.37	54.12
max rychlost v úseku D - město [km/h]	70.01	81.63	80.88	60.33	79.48
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	70.41	82.55	78.82	71.55	80.96
max rychlost v úseku E [km/h]	84.56	100.81	91.50	89.08	100.15
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	19.88	33.27	25.27	17.20	17.90
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	34.79	57.51	0.00	35.20	51.05
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	0.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	277.61	239.81	253.08	269.25	239.23
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	65.41	75.73	71.74	67.45	75.87

Tepové frekvence:

Tabulka č. 22: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	61.00	61.00	60.00	62.00	61.00
maximální	77.00	71.00	68.00	85.00	72.00
průměrná	64.88	64.65	63.77	66.85	64.77
průměrná od 35 s	64.65	64.28	63.99	65.81	64.57



Graf č. 6: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6

Z výsledků respondenta číslo 6 vyplývá, že podával vcelku vyrovnané výkony a nikde nedocházelo k extrémním výkyvům v jízdním stylu. Nejvyšší maximální rychlost po čas celého experimentu byla dosažena v úseku C na *elektronickou hudbu*, která patří k neoblíbenému hudebnímu stylu tohoto konkrétního řidiče. Avšak nejvyšší průměrná rychlost v tomto úseku (ale i na celé trati) byla dosažena na *známé písni*. A právě tento hudební styl měl na svědomí i nejvyšší rychlost v úseku B, jak průměrnou, tak i maximální dosaženou. Zároveň byla i mírně překročena povolená rychlost na druhém železničním přejezdu. Nejvyšší průměrná rychlost v obci v úseku A byla dosažena na *elektronickou hudbu* a jako jediná přesáhla $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Také ve druhé obci byla často překračovaná nejvyšší povolená rychlost, avšak při *rapu* byla průměrná rychlost hluboko pod hranicí $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, stejně tak i v první obci vykazoval tento styl nejlepší výsledky, stejně jako ve všech ostatních úsecích. *Vážná hudba* vykazovala vcelku dobré výsledky, zejména na druhém železničním přejezdu, avšak ve druhé obci byla při této hudbě naměřena nejvyšší průměrná rychlost, která zároveň překračovala zákonem stanovenou hranici. Celkově ale tento styl podával velice dobré výsledky. Při poslechu *metal* byla ve druhé obci naměřena nejvyšší dosažená rychlost, avšak průměrná rychlost v tomto úseku k nejvyšším ani zdaleka nepatřila.

Co se týče tepové frekvence, jsou výsledky více než zajímavé. Nejvyšší tep z celého měření byl dosažen po velmi strmém nástupu hned po spuštění *rapu*, kde po pár vteřinách vystoupal až na konečných 85 tepů za minutu. Po dosažení maxima opět velmi výrazně klesal. Nejzajímavější na tom je, že při tomto stylu hudby jel řidič nejlépe a nejbezpečněji. Druhý zajímavý paradox je možno vidět u grafu *elektronické hudby*, kdy ihned po spuštění začal naopak tep klesat, navzdory tomu, že se jedná o neoblíbený hudební styl daného respondenta. A celkově na tuto hudbu byl tep nejvyrovnanější, bylo dosaženo nejnižšího průměrného tepu i nejnižšího maximálního tepu. Vcelku dobrých výsledků a hlavně vyrovnaného průběhu bylo dosaženo také při *metal*.

Jako nejlepší hudební styl pro tohoto řidiče se jevil zcela jednoznačně *rap*, který vykazoval nejlepší výsledky prakticky ve všech úsecích tratě. Jako nejhorší hudební styl se ukázaly *známé písni*, při kterých byla často překračována nejvyšší povolená rychlost a průměrné rychlosti byly často nejvyšší.

8.6.7 Výsledky měření respondenta číslo 7

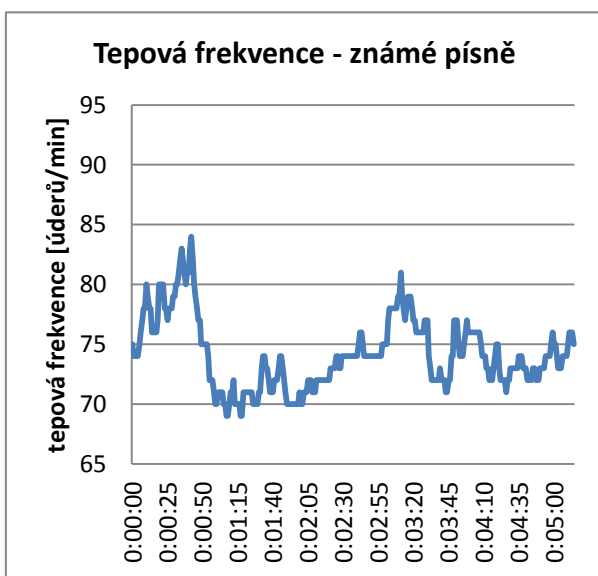
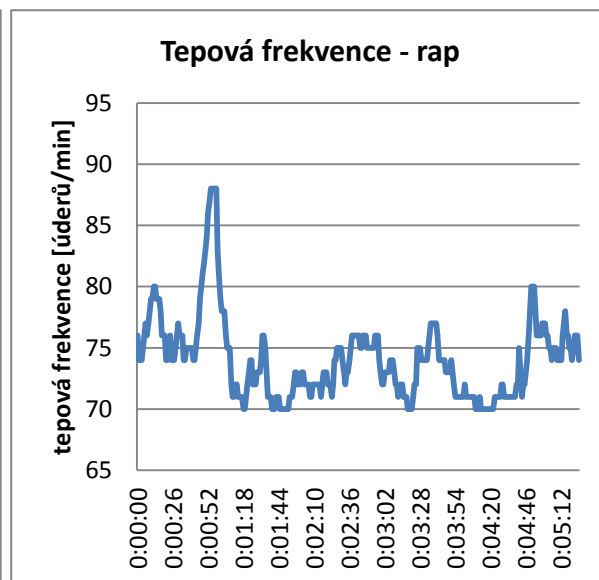
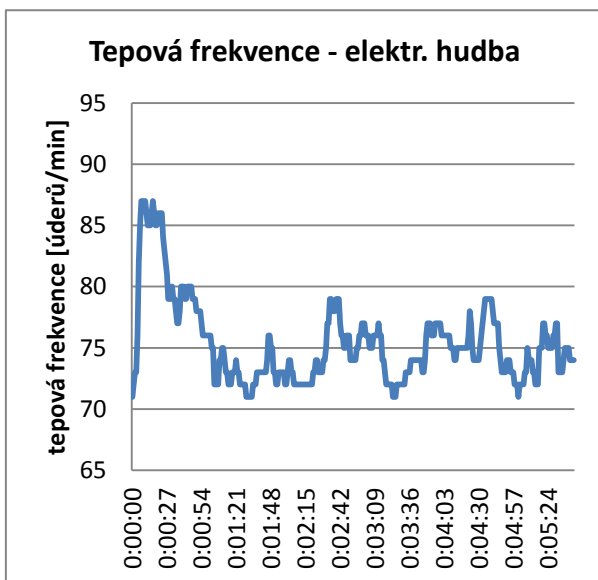
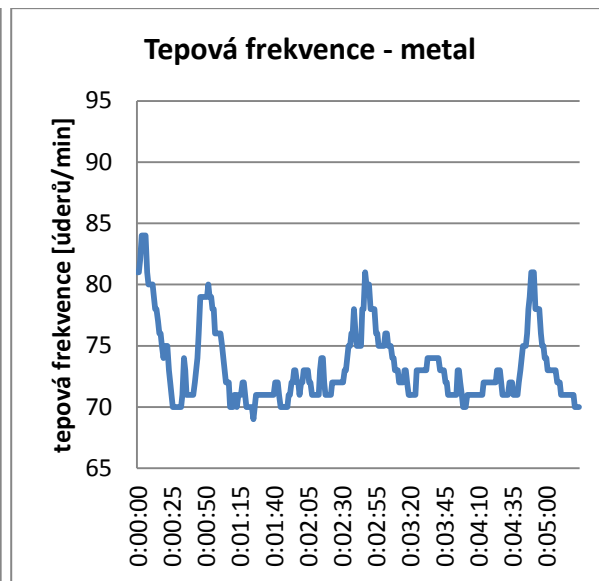
Tabulka č. 23: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	40.92	53.34	49.82	49.01	50.49
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	50.21	65.77	58.08	54.53	54.72
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	55.65	63.67	62.97	63.37	60.97
max rychlost v úseku B [km/h]	85.32	82.38	96.04	80.85	91.69
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	71.42	72.53	78.11	72.24	73.38
max rychlost v úseku C [km/h]	97.02	99.77	108.82	92.89	99.47
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	63.04	57.29	60.97	56.62	55.50
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	72.71	65.78	82.49	79.04	65.30
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	67.13	69.64	70.34	74.70	69.82
max rychlost v úseku E [km/h]	89.36	87.99	85.59	106.73	91.06
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	34.63	34.38	48.58	41.69	44.01
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	42.54	37.50	36.01	34.07	26.87
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	50.00	50.00	30.00
celkový čas jízdy [s]	278.19	264.72	253.10	262.60	266.45
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	65.23	68.55	70.87	69.06	68.08

Tepové frekvence:

Tabulka č. 24: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	66.00	69.00	71.00	70.00	69.00
maximální	86.00	84.00	87.00	88.00	84.00
průměrná	73.29	73.32	75.36	74.04	74.17
průměrná od 35 s	72.54	72.97	74.58	73.77	73.70



Graf č. 7: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7

Z výsledků jízdy respondenta číslo 7 je patrné, že nejrychleji byla trať projeta při hudebním stylu *elektronická hudba*. Bylo dosaženo nejvyšší celkové průměrné rychlosti, stejně tak i nejvyšší průměrné a maximální rychlosti v úseku C. V úseku B byla na tento styl dosažena nejvyšší maximální rychlost, avšak nejvyšší průměrná rychlost v tomto úseku byla zaznamenána na *metal*. Během poslouchání metalu byly naměřeny i nejvyšší rychlosti v první obci, ať už se jedná o maximální dosaženou nebo průměrnou rychlost. V druhé obci vykazovala *vážná hudba* nejhorší výsledky, neboť byla naměřena nejvyšší průměrná rychlost, avšak nejvyšší maximální rychlost v tomto úseku byla zaznamenána na *elektronickou hudbu*. Je zcela zjevné, že řidič si při svém oblíbeném hudebním stylu (*elektronická hudba*) jízdu užíval a nesoustředil se tolik na svou rychlost. Je ale až s podivem, s jak velkou rezervou byla dodržována rychlost na druhém železničním přejezdu při všech stylech hudby. Asi nejlepší výsledky měly na svědomí *známé písně*, při nichž byla dosažena nejnižší rychlost na druhém železničním přejezdu, stejně tak byly relativně obstojně dodržovány rychlostní limity po čas celé jízdy, asi nejvíce ze všech hudebních stylů

Co se týče srdeční frekvence, nejnižší naměřená hodnota byla krátce po startu při poslechu *vážné hudby*, kde při tomto stylu byla naměřena nejnižší průměrná tepová frekvence. Naopak nejvyšší tepová frekvence byla zaznamenána na řidičovu oblíbenou *elektronickou hudbu*. U každého dalšího hudebního stylu vykazují křivky tepové frekvence značnou různorodost. *Vážná hudba*, *metal* a *elektronická hudba* měly po spuštění typický skokový nárůst tepové frekvence a poté následoval výrazný útlum, naopak *rap* a *známé písně* měly za následek pozvolné stoupání srdeční frekvence skoro celou první minutu.

Z výše popsaného jasně vyplývá, že nejhorší hudební styl (pro tohoto konkrétního řidiče) byla *elektronická hudba*, při které bylo dosaženo nejvyšší rychlosti za celý test a při které nejčastěji docházelo k překračování nejvyšší povolené rychlosti. Naproti tomu nejlepším hudebním stylem byly *známé písně*.

8.6.8 Výsledky měření respondenta číslo 8

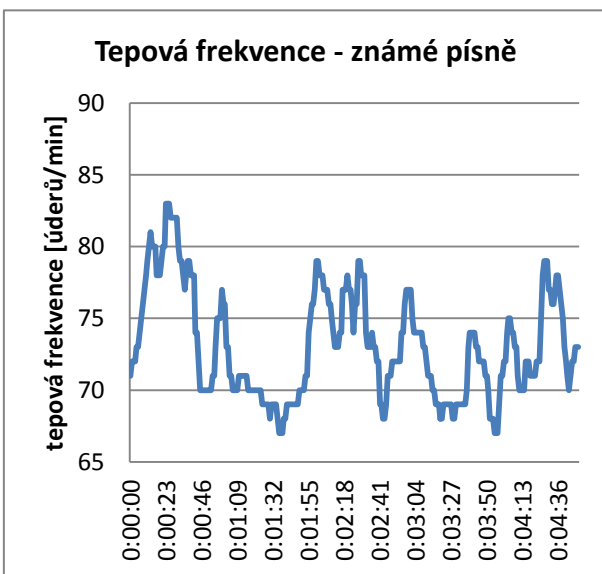
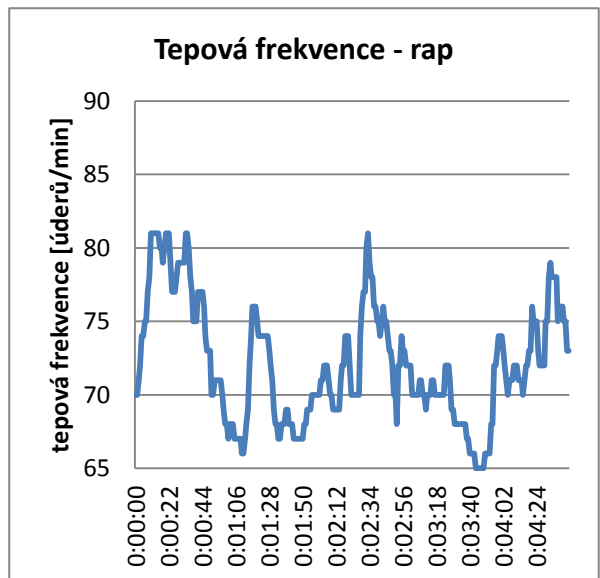
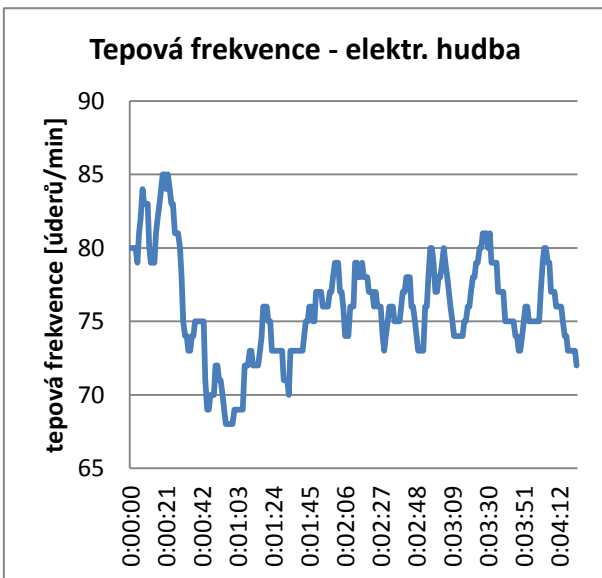
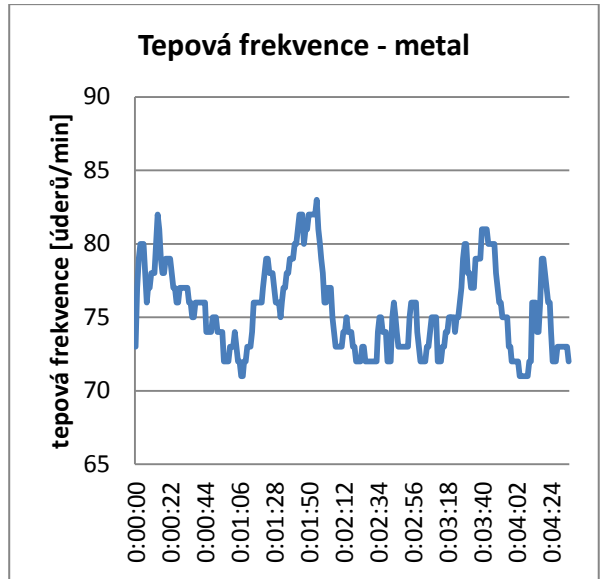
Tabulka č. 25: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	48.02	55.01	58.39	49.90	48.56
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	58.04	59.67	76.41	60.94	60.30
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	65.05	74.59	80.03	73.01	71.45
max rychlost v úseku B [km/h]	86.31	103.27	110.22	101.51	103.29
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	86.29	88.39	98.66	82.42	88.07
max rychlost v úseku C [km/h]	145.65	158.19	169.50	123.31	154.79
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	68.59	88.44	111.22	47.37	61.24
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	90.13	104.47	123.72	67.64	73.54
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	73.95	73.76	71.47	74.96	62.34
max rychlost v úseku E [km/h]	97.74	98.20	99.49	99.57	86.77
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	45.66	54.67	53.97	46.05	51.37
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	67.21	7.42	87.77	50.37	0.00
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	0.00	50.00	50.00	0.00
celkový čas jízdy [s]	240.10	226.62	211.34	240.10	249.52
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	75.65	80.11	85.86	75.66	72.74

Tepové frekvence:

Tabulka č. 26: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	68.00	71.00	68.00	65.00	67.00
maximální	89.00	83.00	85.00	81.00	83.00
průměrná	75.98	75.57	75.83	72.13	73.12
průměrná od 35 s	75.31	75.22	75.08	71.28	72.39



Graf č. 8: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8

U tohoto respondenta je již na první pohled zcela patrné, že u všech typů hudby docházelo k výraznému překročení nejvyšší povolené rychlosti. Nejvyšších rychlostí bylo ale dosahováno na hudební styl *elektronická hudba*, možná v důsledku toho, že je to neoblíbený hudební styl daného řidiče a nejspíše chtěl mít jízdu co nejrychleji za sebou, aby mohl již poslouchat jinou hudbu. Při této hudbě docházelo k extrémnímu překračování nejvyšší povolené rychlosti, například v úseku C je patrné, že maximální rychlost byla takřka $170 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, což ve skutečném životě je již rychlost na normální pozemní komunikaci život ohrožující a v případě měření rychlosti policií ČR by řidič na místě přišel o řidičský průkaz. Taktéž na všech ostatních úsecích byla nejvyšší dosažená rychlost při této hudbě nejvyšší (s výjimkou úseku E, kde byla nejvyšší rychlost takřka shodná s *rapem*). Velmi zajímavý je taktéž údaj rychlosti na druhém železničním přejezdu, kde řidič přejel koleje rychlostí téměř $88 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, což nasvědčuje tomu, že před železničním přejezdem vůbec (nebo pouze mírně) nebrzdil. Taktéž v první obci (úsek A) byla naměřena nejvyšší průměrná rychlost ze všech stylů. A rychlost ve druhé obci (úsek D) je zážející asi ze všeho nejvíce, průměrná rychlost v této obci činila $111 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Řidič vůbec nereagoval na značky značící začátek a konec obce a projel obec rychlostí dokonce ještě vyšší, než se smí jet mimo obec. Podobný jev lze pozorovat také u *metal*, kdy řidič projel druhou obec průměrnou rychlostí $88 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a nejvyšší rychlost činila přes $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. U *metal* je také zajímavé, že řidič nezastavil před železničním přejezdem úplně do nulové rychlosti, tentokrát to ovšem bylo způsobeno tím, že řidič začal brzdit z vysoké rychlosti příliš pozdě a nestihl vozidlo před železničním přejezdem zastavit a projel závory. Naštěstí nedošlo ke kolizi s vlakem, nicméně v reálném provozu by mohla mít tato chyba naprosto fatální následky. Jako nejbezpečnější hudební styl pro tohoto řidiče je pak *rap*, kde jako u jediného stylu hudby byly průměrné rychlosti v obou obcích pod $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a také v úseku C byla nejnižší maximální a průměrná rychlost, navíc při přejezdu druhého železničního přejezdu byla dodržena nejvyšší povolená rychlost (v případě že byla rychlost zaokrouhlena). Jako druhé nejlepší výsledky vykazovaly *známé písně*, kde např. v úseku E byla nejnižší průměrná rychlost ze všech písní.

Tepové frekvence potvrdily výše popsané, a sice že *rap* a *známé písně* jsou pro tohoto řidiče nejlepší hudba pro řízení, neboť ho uklidňují a snižují mu tep, což dokazuje tabulka s tepovými frekvencemi, která ukazuje, že při těchto hudebních stylech byl tep v průměru o 2 až 3 tepy za minutu nižší. Výrazný skok v grafu u *metal* kolem druhé minuty je způsoben výše popsanou událostí, kdy řidič měl zastavit před žel. přejezdem, ale nezastavil.

Z výše zmíněného zcela jednoznačně vyplývá, že řidič jel nejhůře na hudební styl *elektronická hudba* a *metal*. Naopak *rap* a *známé písně* zapříčinily dobré výsledky.

8.6.9 Výsledky měření respondenta číslo 9

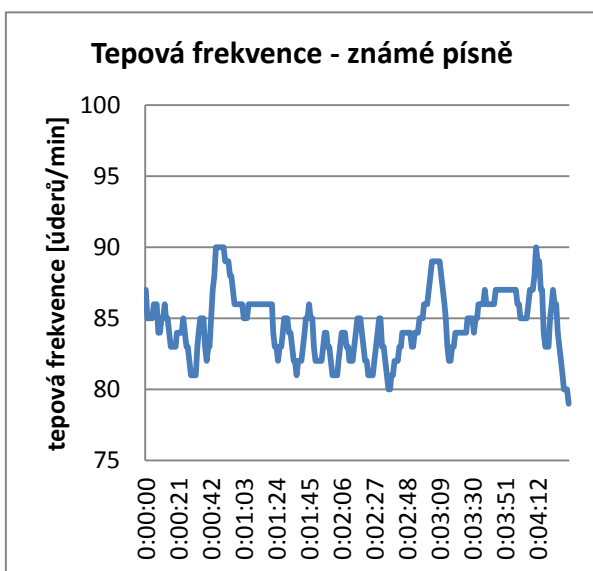
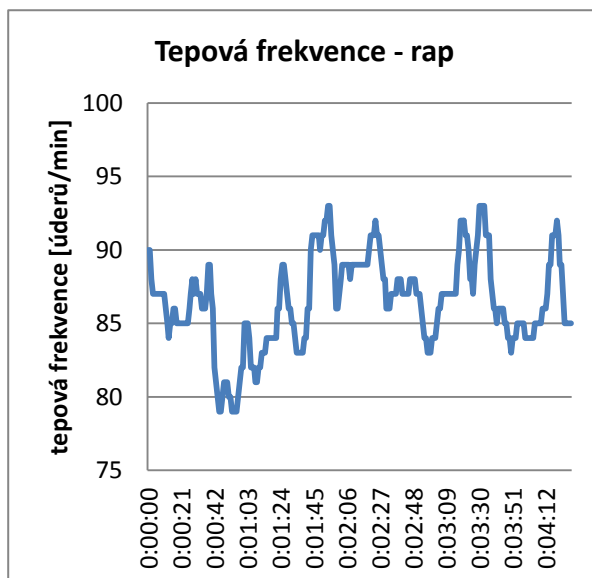
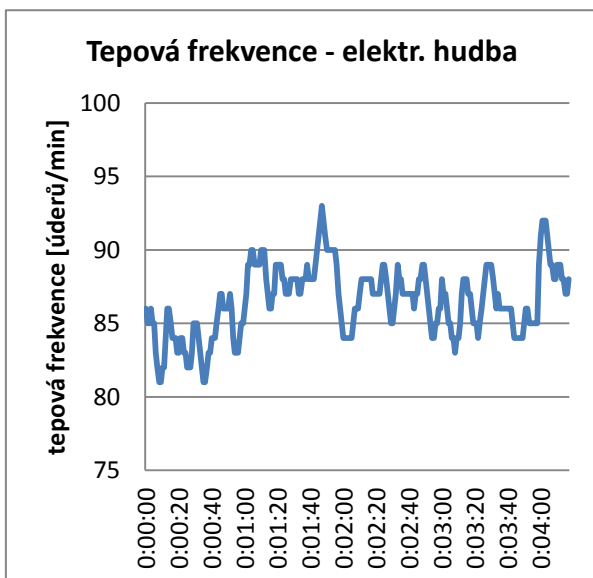
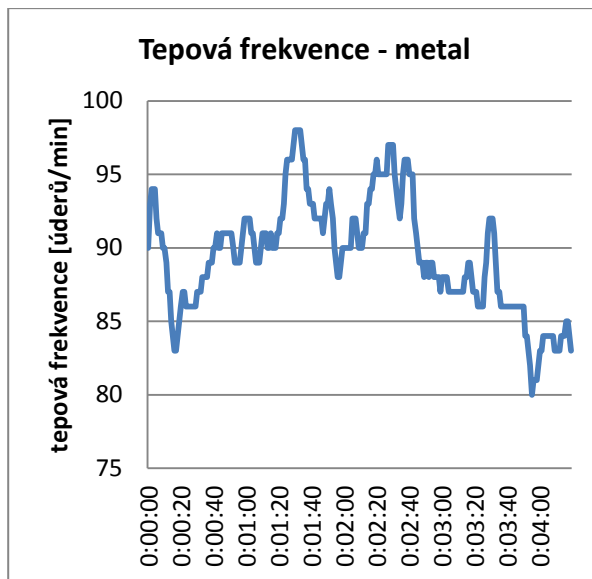
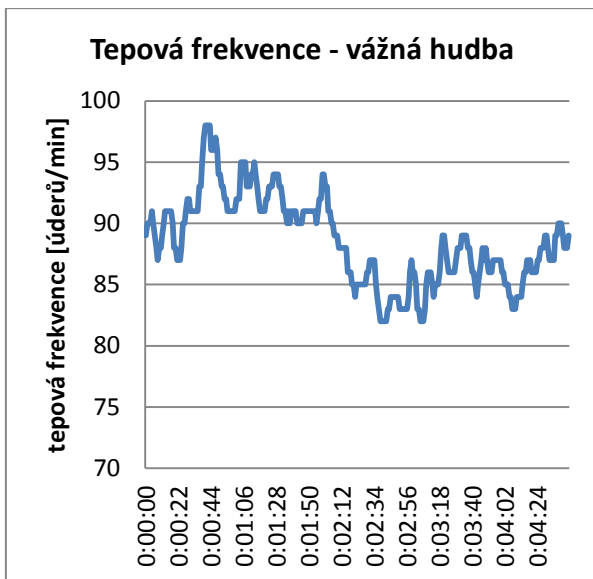
Tabulka č. 27: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	62.68	68.06	68.28	66.10	72.78
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	68.06	72.67	75.09	72.92	91.23
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	75.07	78.72	79.43	81.47	80.16
max rychlost v úseku B [km/h]	96.56	105.73	106.37	107.94	110.81
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	81.53	92.53	91.25	89.90	86.79
max rychlost v úseku C [km/h]	116.17	132.02	128.63	161.81	151.30
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	67.12	74.24	68.26	66.38	66.78
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	84.00	88.02	97.32	87.21	75.96
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	74.57	82.10	83.58	69.98	74.58
max rychlost v úseku E [km/h]	102.98	99.05	103.17	99.17	89.09
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	57.41	62.08	59.79	59.10	62.39
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	52.95	69.51	59.90	50.24	56.38
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	0.00	50.00	30.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	234.52	211.24	212.78	229.71	224.42
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	77.49	85.81	85.34	81.40	80.95

Tepové frekvence:

Tabulka č. 28: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	82.00	80.00	81.00	79.00	79.00
maximální	98.00	98.00	93.00	93.00	90.00
průměrná	88.56	89.51	86.50	86.51	84.61
průměrná od 35 s	88.21	89.77	86.96	86.53	84.70



Graf č. 9: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9

U respondenta číslo 9 je zcela zřetelně vidět, že nejnižší průměrná rychlost a nejdelší čas potřebný pro objetí celého okruhu byl při poslechu *vážné hudby*, čemuž odpovídají nejnižší rychlosti v úsecích A, B, C, nejnižší rychlost na prvním železničním přejezdu a také rychlost na druhém železničním přejezdu. U žádné jízdy řidič nedodržel nejvyšší dovolenou rychlost při přejezdu kolejí, povolenému maximu se nejvíce blížila rychlost na druhém železničním přejezdu při poslechu *vážné hudby*. Jako nevhodný hudební styl podporující vysokou rychlost je možné u tohoto řidiče brát *rap*, neboť při této hudbě bylo dosaženo nejvyšší maximální rychlosti za celou dobu jízdy, konkrétně se jedná o $161,81 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a řadí se k vůbec nejvyšším rychlostem, které byly v průběhu všech experimentů naměřeny. Také v úseku B byla na tento styl hudby průměrná rychlost nejvyšší a při jízdě přes železniční přejezd došlo k překročení rychlosti o více než $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jako ale vůbec nejhorší a nejnebezpečnější hudební styl se jeví u tohoto respondenta *metal*, protože v úseku C a D měl za následek nejvyšší průměrnou rychlost a na druhém železničním přejezdu došlo k překročení povolené rychlosti téměř o $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, protože řidič měl v tu chvíli zastavit z důvodu svítícího a blikajícího světelného signalizačního zařízení příkazujícího řidiči zastavení vozidla před železničním přejezdem, řidič ale na tento signál nebral zřetel a železniční přejezd překonal ve vysoké rychlosti. Toto se dá označit za velmi riskantní a život ohrožující chování.

Tabulka s tepovými frekvencemi nám ukazuje, že nejvyššího tepu bylo dosaženo při *metal* a to konkrétně v oblasti kolem již zmiňovaného železničního přejezdu v čase 1:30, před kterým měl řidič zastavit, ale neučinil tak. Stejný tep byl naměřen také hned ze začátku u *vážné hudby*, ale to bylo pravděpodobně způsobeno počátečním rozjezdem a mírnou nervozitou, poté byly hodnoty již výrazně nižší a takto vysoká hodnota se již neopakovala. Zajímavé také je, že při poslechu *metal* tep překročil hranici 95 tepů za minutu (jako u jediného hudebního stylu) i přibližně v půlce trasy, konkrétně 2:35. Je tedy zřejmé, že tato hudba má na respondenta výrazný vliv. Naopak nejnižší tepové frekvence byly dosaženy na *známé písni*, kde průměrná hodnota klesla po 85 tepů za minutu (u ostatních stylů neklesla pod 86,5), řidič se tedy cítil příjemně a uvolněně, nicméně i to mu nezabránilo v tom překračovat povolené rychlosti a například v úseku B byla naměřena nejvyšší maximální rychlost. Tudíž ani přes uklidňující účinky této hudby není možné tuto hudbu považovat za bezpečnou.

Z výše popsaného vyplývá, že nejbezpečnější hudební styl pro jízdu u tohoto řidiče je *vážná hudba*. Naopak jako nejhorší hudební styl, který řidiče přiměl k rychlé jízdě, je možno považovat *rap* a *metal*.

8.6.10 Výsledky měření respondenta číslo 10

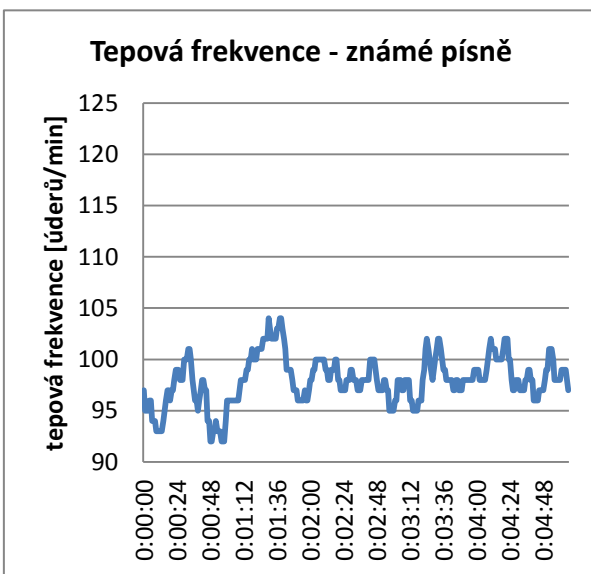
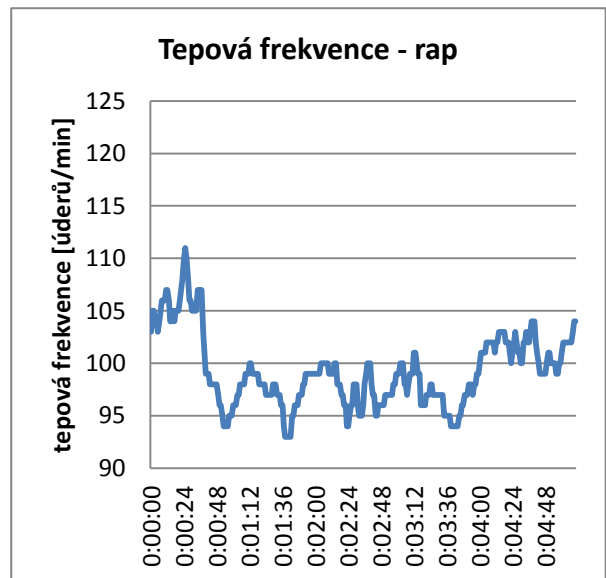
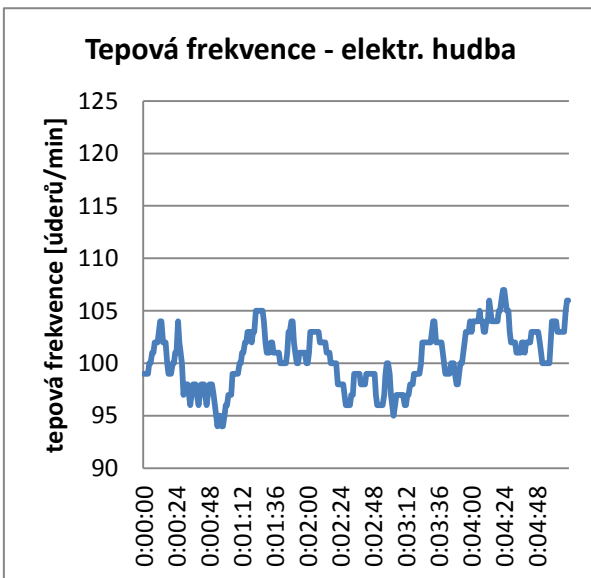
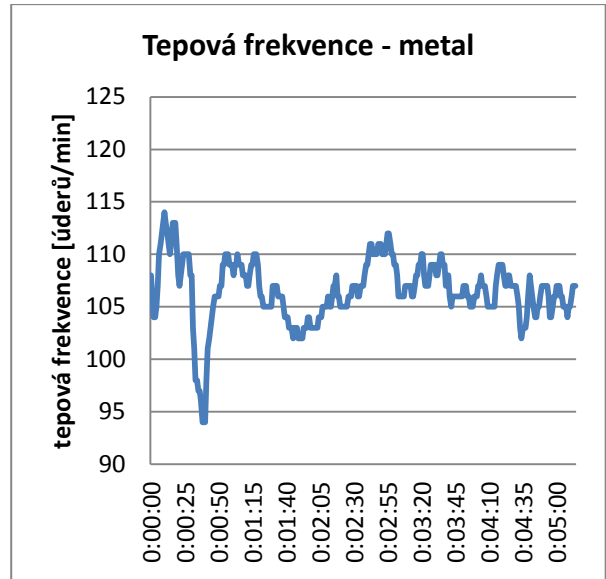
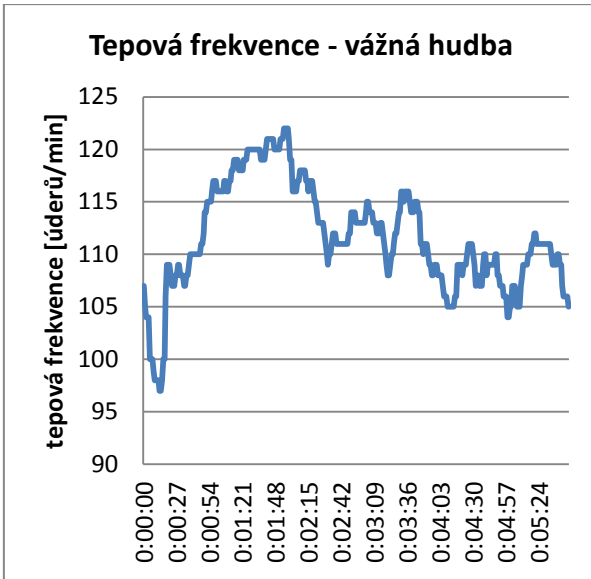
Tabulka č. 29: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	34.65	44.95	42.32	48.35	43.18
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	36.42	56.68	55.68	59.60	54.85
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	55.00	60.55	62.00	58.33	63.12
max rychlost v úseku B [km/h]	80.66	80.28	88.59	86.87	86.80
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	66.18	74.40	74.33	73.78	76.60
max rychlost v úseku C [km/h]	89.00	91.88	93.27	93.70	103.92
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	42.45	53.68	61.36	61.96	59.79
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	76.20	73.47	72.09	73.80	73.94
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	63.24	75.95	76.33	74.92	70.02
max rychlost v úseku E [km/h]	82.23	100.21	97.69	86.91	81.84
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	35.90	33.18	32.37	35.76	39.15
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	36.07	47.90	57.19	6.40	55.43
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	299.44	261.26	258.37	262.80	259.62
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	60.62	69.43	70.18	69.05	69.91

Tepové frekvence:

Tabulka č. 30: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	97.00	94.00	94.00	93.00	92.00
maximální	122.00	114.00	107.00	111.00	104.00
průměrná	111.66	106.55	100.52	99.29	98.01
průměrná od 35 s	112.53	106.34	100.55	98.44	98.19



Graf č. 10: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10

U respondentky číslo 10 je již na první pohled možno pozorovat, že nejdelší dobu trvalo objet okruh na hudební styl *vážná hudba*, kde zároveň bylo dosaženo nejnižší průměrné rychlosti. Dále je patrné, že ve všech úsecích byla naměřena nejnižší průměrná rychlost a přibližně v polovině případů také i nejnižší maximální rychlost. Také při přejezdu druhého železničního přejezdu byla rychlost výrazně pod zákonem stanovenou mezí a jako u jediného stylu byla v obci (v úseku D) průměrná rychlost pod $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Zajímavé také je, že v úseku C, kde se nachází dlouhý úsek v přímé v mírném klesání, nebylo ani dosaženo maximální povolené rychlosti. Většina řidičů v tomto úseku překonávala stokilometrovou hranici. Hodnocená respondentka tuto hranici překonala pouze jednou, a sice při poslechu *známých písní*. Velmi zajímavým faktem také je, že řidička při poslechu *rapu* nezpomalila vozidlo při přejezdu vlaku přes železniční přejezd do nulové rychlosti, nýbrž pouze vozidlo zpomalila tak, aby nemusela zastavit úplně a mohla plynule pokračovat v jízdě. Toto počínání svědčí o velmi klidné a neagresivní jízdě. Všechny jízdy (kromě *vážné hudby*) byly velmi vyrovnané a u žádného stylu nedocházelo k výraznému pochybení nebo výkyvu. Jako nejméně bezpečný styl lze klasifikovat *elektronickou hudbu*, u které došlo k nejvýraznějšímu překročení povolené rychlosti na druhém železničním přejezdu, taktéž byla naměřena nejvyšší průměrná rychlost na celé trati a nejnižší celkový čas. Také v úseku B byla naměřena nejvyšší maximální rychlost, obdobně i v úseku E, kde byla naměřena nejvyšší průměrná rychlost. Nikde se ale nejednalo o výrazné překročení rychlosti v porovnání s ostatními hudebními styly.

Z tabulky tepových frekvencí vyplývá, že nejvyšší hodnoty tepu byly naměřeny na *vážnou hudbu*, naopak nejnižší na *známé písně*. Velmi dobré výsledky vykazoval *rap*, který měl za následek, že po většinu času jízdy byl tep pod hranicí sto tepů za minutu, což s výjimkou *známé hudby* nebylo u žádného stylu zaznamenáno. Je velice zajímavé, jak hodnoty tepové frekvence první dvě minuty u *vážné hudby* neustále konstantně stoupaly. Vzhledem k tomu, že se jedná o neoblíbený hudební styl dané respondentky, lze usuzovat, že při poslechu této hudby se necítila řidička dobře a v důsledku toho byla nervózní a nesvá, ačkoli jela velmi pomalu a obezřetně.

Nejlépe ze všech hudební stylů dopadla *vážná hudba*, která vykazovala obecně nejnižší rychlosti (navzdory vysoké tepové frekvenci, zejména v první polovině trati) a *rap*, který prokázal, že řidička se chovala během jízdy předvídavě a neagresivně. Naopak jako nejméně bezpečný styl byla *elektronickou hudbu*.

8.6.11 Výsledky měření respondenta číslo 11

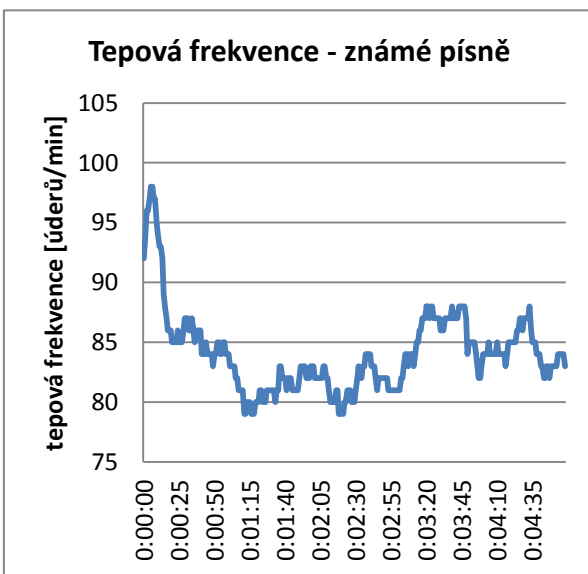
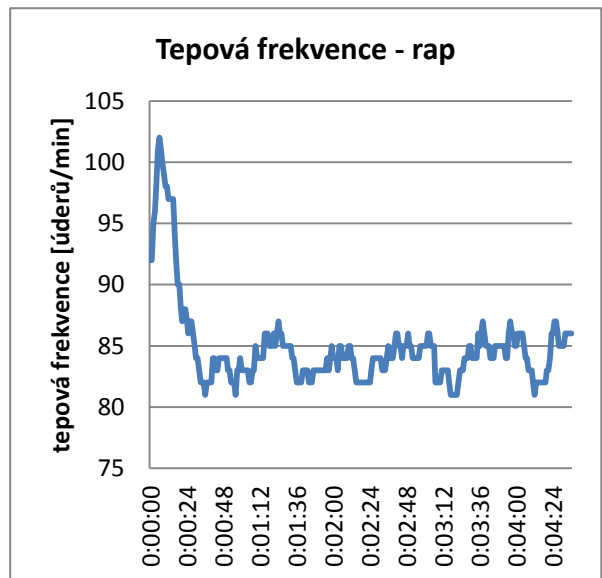
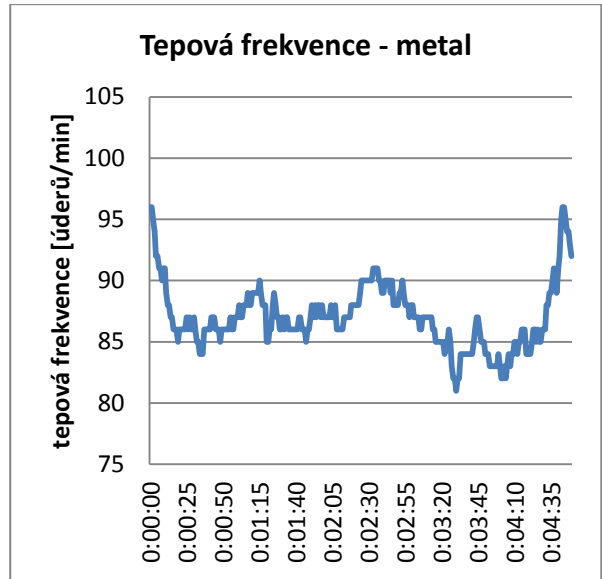
Tabulka č. 31: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	52.20	46.45	49.92	58.37	55.10
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	61.04	49.67	60.46	66.20	61.88
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	67.05	63.59	69.48	73.65	68.21
max rychlost v úseku B [km/h]	85.75	82.31	90.73	104.76	84.93
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	78.16	82.45	82.20	88.16	82.68
max rychlost v úseku C [km/h]	117.71	112.10	107.60	121.57	118.38
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	57.99	61.56	64.42	73.54	52.05
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	79.32	93.89	73.11	88.64	68.68
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	69.15	85.31	81.54	78.85	62.87
max rychlost v úseku E [km/h]	101.92	116.47	103.67	104.32	85.73
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	38.66	35.75	43.86	52.69	48.04
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	55.27	40.51	0.00	59.97	50.29
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	0.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	253.27	239.04	251.54	224.51	251.45
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	71.66	75.95	72.24	80.99	72.33

Tepové frekvence:

Tabulka č. 32: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	85.00	81.00	79.00	81.00	79.00
maximální	98.00	96.00	101.00	102.00	98.00
průměrná	90.84	87.00	86.84	84.88	84.09
průměrná od 35 s	91.29	86.83	85.90	83.90	83.33



Graf č. 11: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11

Z tabulky pro respondentku číslo 11 je patrné, že při poslechu (řidičky oblíbeného) *rapu* byly maximální naměřené i průměrné rychlosti v úsecích A, B a C nejvyšší ze všech. Ve druhé obci (úsek D) se pak jednalo o nejvyšší průměrnou rychlost ze všech poslouchaných hudebních stylů. Taktéž na prvním i druhém železničním přejezdu byla rychlost vyšší, než by dle zákona měla být, v případě prvního přejezdu šlo o jediný případ, kdy při překonávání přejezdu byla rychlost vyšší než $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Tomu odpovídá i nejvyšší průměrná rychlost za celý okruh ze všech jízd. Velmi zajímavé výsledky byly naměřeny při poslechu *metal*, kdy na jedné straně v úseku A a B byly zaznamenány nejnižší průměrné i maximální rychlosti ze všech hudebních stylů a stejně tak na obou železničních přejezdech byla rychlost nejnižší, na straně druhé byla v obci (úsek D) naměřena nejvyšší dosažená rychlost (průměrná rychlost v této obci byla přesně uprostřed všech zkoumaných hudebních stylů) a v úseku za touto obcí byla naměřena jak nejvyšší průměrná, tak i maximální rychlost. Díky těmto protikladům nelze *metal* ani doporučit, ani zcela vyloučit, pouze to dokazuje fakt, že má veliký vliv na jízdný styl. Jako bezpečný hudební styl lze brát *známé písně* (taktéž respondentky oblíbený hudební styl), díky kterému byla ve druhé obci nejvíce dodržována předepsaná rychlost a také maximální rychlost zde byla nejnižší ze všech. Stejně tomu bylo i v úseku E, kde jak maximální tak i průměrná rychlost byla nejnižší ze všech.

Výše popsané se pouze potvrdilo při vyhodnocení srdečního tepu. Nejnižší průměrné hodnoty byly naměřeny při poslechu *známých písní*, kdy po zcela běžném a obvyklém prvotním nárůstu následoval během první půl minuty prudký pokles a posluchačka se uklidnila a poté již za celou trasu tep nepřekročil hranici 88 tepů za minutu. Naprosto stejný průběh je možno vidět také u *rapu*, kde hodnoty oscilovaly okolo hodnoty 84 tepů za minutu a nedocházelo k extrémním výkyvům. Tyto grafy znázorňující průběhy tepů při poslechu *rapu* a *známých písní* pouze dokazují, že řidička se cítila při jízdě uvolněně, dobře a nebyla ve stresu. Naproti tomu *vážná hudba* měla za následek nejvyšší průměrné hodnoty tepu a to ne pouze na začátku měření, ale také ke konci, kdy skoro polovina trasy byla projeta s tepem vyšším než 90 tepů za minutu. Výrazný a krátce trvajícím vrchol dosahující maximální hodnoty přes 95 tepů za minutu u *elektronické hudby* okolo druhé minuty byl zapříčiněn nutností zastavit vozidlo před uzavřeným železničním přejezdem.

Jako nejméně bezpečná hudba pro jízdu automobilem se pro tuto řidičku jevil *rap*, možná právě proto, že se jedná o oblíbený hudební styl, který zároveň řidičku vybízel k rychlejší jízdě. Naproti tomu řidičky oblíbené popovo-rockové *známé písně* se jeví jako nejbezpečnější hudební styl z námi pouštěných.

8.6.12 Výsledky měření respondenta číslo 12

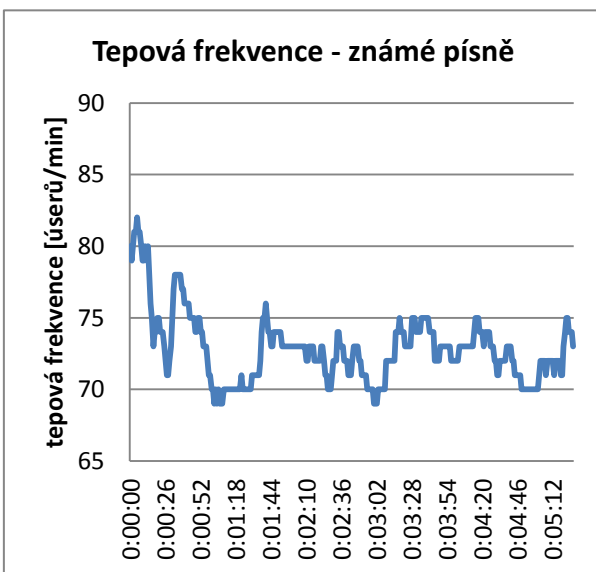
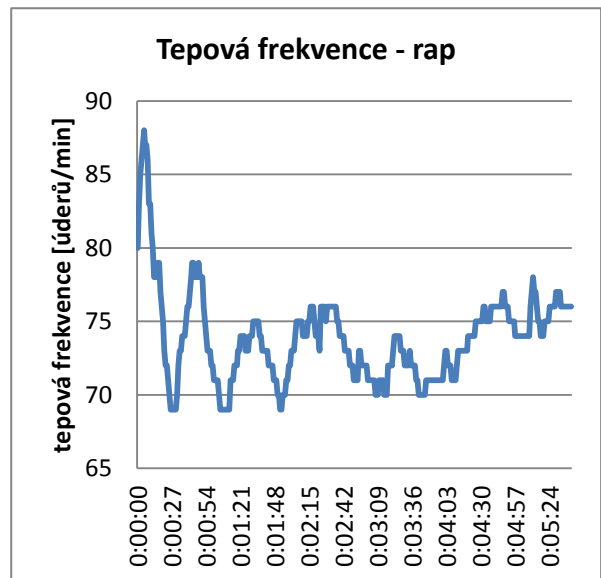
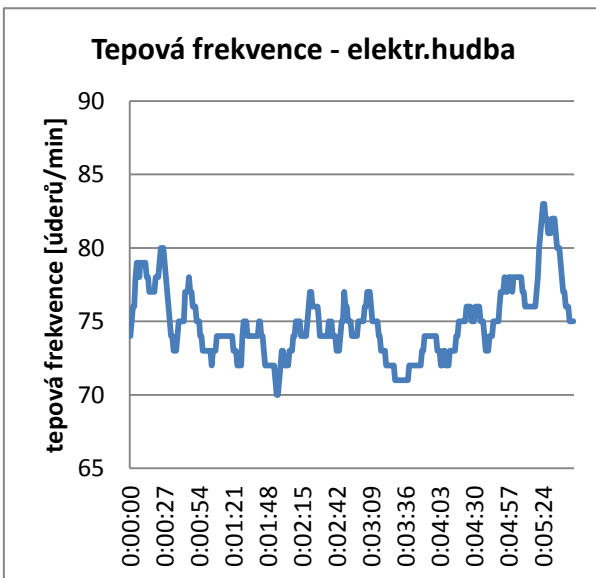
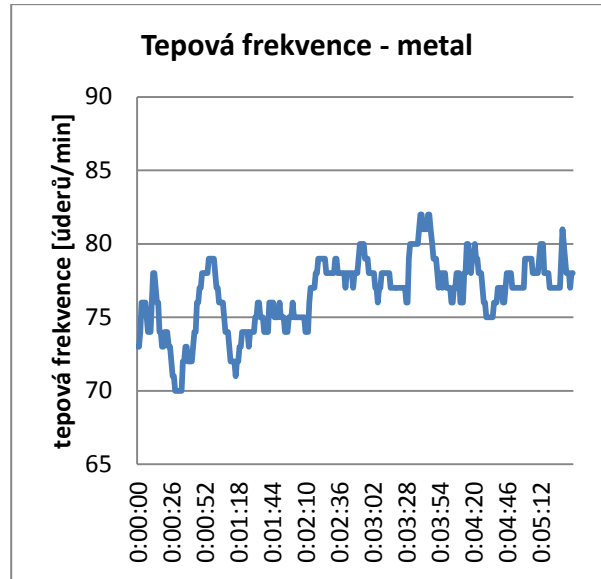
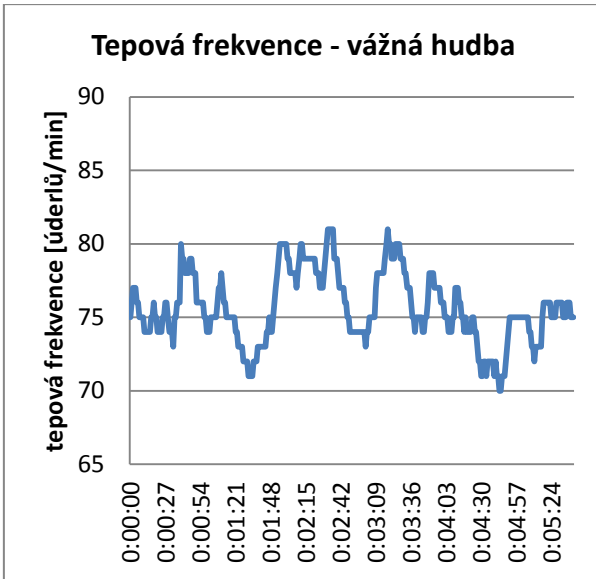
Tabulka č. 33: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	25.86	33.02	37.89	31.14	33.57
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	35.87	44.38	57.40	46.91	54.68
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	49.86	55.44	57.44	53.12	54.19
max rychlost v úseku B [km/h]	77.03	81.02	88.15	87.04	85.01
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	65.88	70.87	71.14	69.58	70.24
max rychlost v úseku C [km/h]	101.97	106.31	103.66	114.64	107.81
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	44.19	46.33	47.73	45.76	46.73
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	51.13	56.68	53.97	60.16	53.39
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	59.71	70.58	58.49	65.20	68.40
max rychlost v úseku E [km/h]	80.74	94.33	86.89	87.32	86.90
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	17.97	30.64	25.89	26.55	26.26
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	13.79	37.01	33.39	31.86	43.13
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	316.66	284.06	291.56	294.44	289.12
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	57.26	63.79	62.23	61.60	62.76

Tepové frekvence:

Tabulka č. 34: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	70.00	70.00	70.00	69.00	69.00
maximální	81.00	82.00	83.00	88.00	82.00
průměrná	75.63	76.62	74.94	73.88	72.85
průměrná od 35 s	75.71	76.98	74.67	73.48	72.37



Graf č. 12: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12

U respondentky číslo 12 je zcela zřetelně vidět, že nejlepší výsledky byly dosaženy na hudební styl *vážná hudba*, kdy kromě průměrné rychlosti v úseku E (který byl nejnižší při poslechu *elektronické hudby*) jsou úplně všechny hodnoty všech rychlostí nejnižší ze všech konaných jízd. Průměrné rychlosti v obci byly hluboko pod $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, rychlosti na železničních přejezdech byly vždy pod $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a taktéž průměrná rychlost celé trati byla ze všech jízd nejnižší. Naopak mezi nejhorší hudební styly pro tuto řidičku se dá považovat její neoblíbený hudební styl *metal*, při kterém bylo dosaženo nejvyšší rychlosti na prvním železničním přejezdu, nejvyšší maximální i průměrné rychlosti v úseku E, nejnižšího času potřebného pro objetí daného okruhu a nejvyšší průměrné rychlosti za celou trať. Taktéž *elektronická hudba* nebyla vhodnou volbou, neboť v úseku A (v obci) byla zaznamenána nejvyšší maximální i průměrná rychlost, to samé platí i pro úsek B. V úseku C a ve druhé obci byla pak dosažena nejvyšší průměrná rychlost ze všech jízd, čímž se *elektronická hudba* zařadila mezi hudební styly nebezpečné pro poslech při řízení motorového vozidla danou respondentkou.

Co se týče tepové frekvence, tak nejnižší průměrný tep (ať už celkový nebo od 35. sekundy) byl po čas jízdy při poslechu řidičky velmi oblíbeného hudebního stylu *pop/rock*, v našem případě označovaném jako *známé písně*. Taktéž hodnota minimálního tepu patřila k nejnižším a i celkový průběh křivky srdečního tepu byl ze všech nejvyrovnanější. Maximální hodnota dosažená při *rapu* byla naměřena ihned po začátku poslechu této hudby, kdy se respondentka teprve adaptovala na nový hudební styl. Její srdeční tep se po pár sekundách výrazně zklidnil a k této hodnotě se v průběhu jízdy již ani nepřiblížil. Naproti tomu při poslechu *metal* byly zaznamenány nejvyšší průměrné hodnoty tepu a to včetně té po uplynutí doby potřebné pro adaptaci na nový hudební styl. Taktéž při pohledu na graf je vidět, že tep neměl vyrovnaný nebo klesající průběh jako u jiných stylů, ale naopak se v průběhu času postupně zvyšoval. Tím zcela jasně prokázal svou nevhodnost pro poslech při řízení motorového vozidla.

Z výše popsaného vyplývá, že nejvíce nebezpečný hudební styl pro řízení pro tuto konkrétní řidičku je *metal* a *elektronická hudba*. Naproti tomu nejlepší výsledky byly zcela jednoznačně dosaženy při poslechu *vážné hudby*.

8.6.13 Výsledky měření respondenta číslo 13

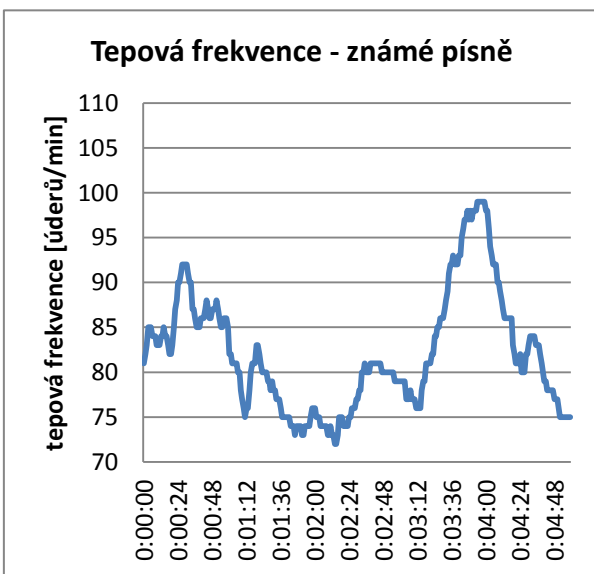
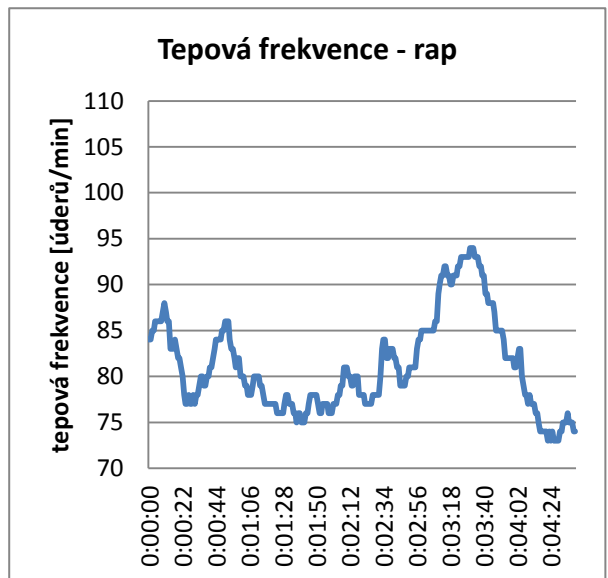
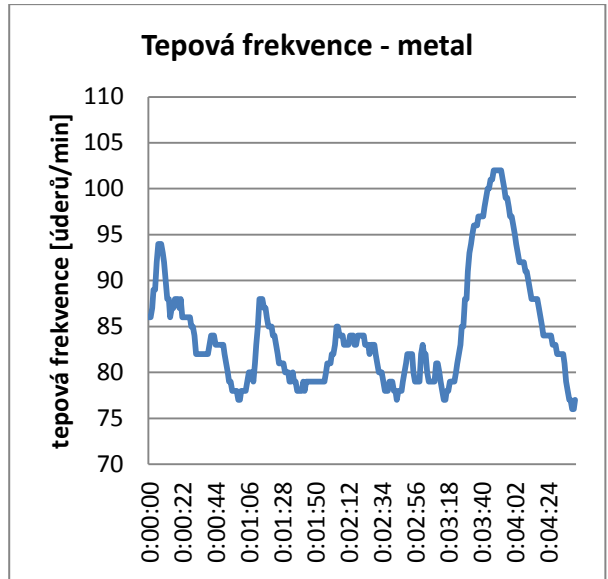
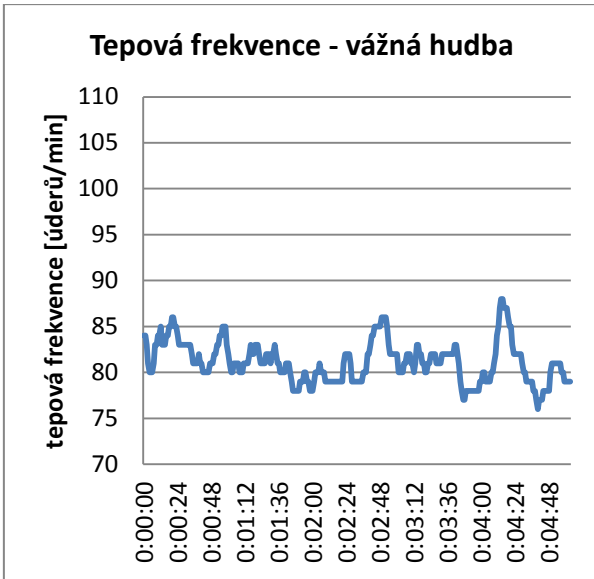
Tabulka č. 35: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13

	vážná	metal	elektro	rap	známé písně
průměrná rychlost v úseku A - obec [km/h]	37.76	41.72	52.99	50.85	47.64
max rychlost v úseku A - obec [km/h]	53.29	58.86	67.69	65.33	69.78
průměrná rychlost v úseku B [km/h]	63.09	61.37	74.50	70.86	69.39
max rychlost v úseku B [km/h]	91.13	107.47	107.75	105.57	86.91
průměrná rychlost v úseku C [km/h]	81.14	89.77	92.72	88.75	93.01
max rychlost v úseku C [km/h]	104.45	176.20	185.28	172.37	180.82
průměrná rychlost v úseku D - obec [km/h]	64.59	77.72	94.83	50.96	89.12
max rychlost v úseku D - obec [km/h]	81.01	102.82	101.75	80.79	104.04
průměrná rychlost v úseku E [km/h]	76.28	86.60	80.66	83.02	69.51
max rychlost v úseku E [km/h]	98.36	117.01	101.62	108.96	113.40
rychlost na přejezdu č.1 [km/h]	39.27	43.15	36.81	39.48	48.07
rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.20	0.00	52.09	37.85	51.63
max.povolená rychlost na přejezdu č.2 [km/h]	50.00	30.00	50.00	50.00	50.00
celkový čas jízdy [s]	249.14	231.54	214.99	227.69	239.62
průměrná rychlost v celém úseku [km/h]	72.76	78.22	84.24	79.64	75.74

Tepové frekvence:

Tabulka č. 36: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13

	vážná hudba	metal	elektro	rap	známé
minimální	76.00	76.00	74.00	73.00	72.00
maximální	88.00	102.00	107.00	94.00	99.00
průměrná	81.16	84.32	85.81	81.19	82.16
průměrná od 35 s	80.88	83.89	85.83	81.04	81.64



Graf č. 13: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13

U respondenta číslo 13 je zcela zřetelně vidět, že nejlepších výsledků bylo dosaženo při poslechu *vážné hudby*, kdy maximální i průměrné rychlosti v úseku A a C byly úplně nejnižší, taktéž maximální rychlosti v úseku B a E. Tomu odpovídá i nejdelší celkový čas potřebný pro objetí stanoveného okruhu a nejnižší průměrná rychlost. Jako nejhorší hudební styl pro tohoto řidiče je možné jednoznačně určit *elektronickou hudbu*, která ovšem patří mezi respondentovy neoblíbené hudební styly. Při poslechu této hudby byly výrazně překonávány nejvyšší dovolené rychlosti, ať už ve městě nebo i mimo něj. Například ve druhé obci (úsek D) byla průměrná rychlost téměř $95 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, což značí, že řidič v této obci pravděpodobně takřka vůbec nezměnil rychlost oproti rychlosti mimo obec nebo zpomalil pouze nepatrně. Takto vysoká rychlost v obci je zcela nepřípustná, zejména přihlédne-li se k faktu, že celá obec leží v táhlém levotočivém oblouku. Taktéž maximální rychlost na rovném úseku v části C je možné označit za hazardní, neboť řidič dosáhl se svým vozem rychlosti $185 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$!!! Jedná se tudíž o absolutní maximum v dosažené rychlosti za celou dobu měření této diplomové práce. Nutno také zmínit, že řidič (vyjma *vážné hudby*) dosahoval při ostatních hudebních stylech také velmi vysokých a nezákonných rychlostí a prakticky vždy měl problém na konci rovného úseku vozidlo ubrzdit a udržet na vozovce, aniž by došlo k dopravní nehodě. Taktéž celkový čas jízdy byl nejnižší a průměrná rychlost nejvyšší při *elektronické hudbě*. Zajímavý je také fakt, že řidič při jízdě na *metal* dokonce na druhém železničním přejezdu úplně zastavil vozidlo, ačkoli zastavit nemusel, stačilo pouze zpomalit na $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jízdu na *metal* za zcela bezpečnou považovat nelze (i přes nejnižší průměrnou rychlost v úseku B), protože v úseku B byla naměřena nejvyšší maximální i průměrná rychlost.

Z tabulky tepových frekvencí je krásně vidět, že nejlepší výsledky má na svědomí *vážná hudba*, která nejen že přinesla nejnižší průměrné tepy za minutu za celou jízdu i nejnižší maximální dosažený tep, který byl výrazně nižší, než v dalších kolech, ale také značně vyrovnaný průběh tepové frekvence po čas celé jízdy. Naopak *elektronická hudba* zapříčinila nejvyšší průměrné tepy i nejvyšší dosažený tep vůbec. Výrazný nárůst tepové frekvence mezi 3. a 4. minutou u všech stylů hudby (vyjma *vážné hudby*) byl způsoben velmi agresivní a nebezpečně rychlou jízdou, kdy řidič na rovném úseku mimo obec jel rychlostí vysoce přes $170 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a díky tomu mu vyskočil tep výrazně nahoru. Jasný důkaz o tom, že agresivní jízda má obrovský vliv na tělesné funkce člověka.

Jako uklidňující se ukázala *vážná hudba*, která se pro tohoto řidiče jevila jako bezpečná, naproti tomu *elektronická hudba* díky velmi agresivní a rychlé jízdě byla nevhodná.

8.7 Vyhodnocení experimentu

Na následující tabulce jsou shrnuty výsledky popsané a vysvětlené výše. V tabulce číslo 37 je uvedeno vždy číslo respondenta, doporučený hudební styl, na který řidič jel nejlépe a nejbezpečněji a také hudební styl pro jízdu nebezpečný, díky kterému řidič nedodržel dopravní předpisy, jel agresivně a jaký se nedoporučuje při řízení vozidla u daného respondenta.

Tabulka č. 37: Shrnutí výsledků měření

Číslo respondenta	Doporučený hudební styl	Nevhodný hudební styl
1	vážná hudba	metal
2	elektronická hudba, známé písně	vážná hudba
3	vážná hudba, známé písně	metal, elektronická hudba
4	elektronická hudba, rap	metal
5	vážná hudba	metal, známé písně
6	rap	známé písně
7	známé písně	elektronická hudba
8	rap, známé písně	metal, elektronická hudba
9	vážná hudba	metal, rap
10	vážná hudba, rap	elektronická hudba
11	známé písně	rap
12	vážná hudba	metal, elektronická hudba
13	vážná hudba	elektronická hudba

Tabulka č. 38: Vliv oblíbené a neoblíbené hudby

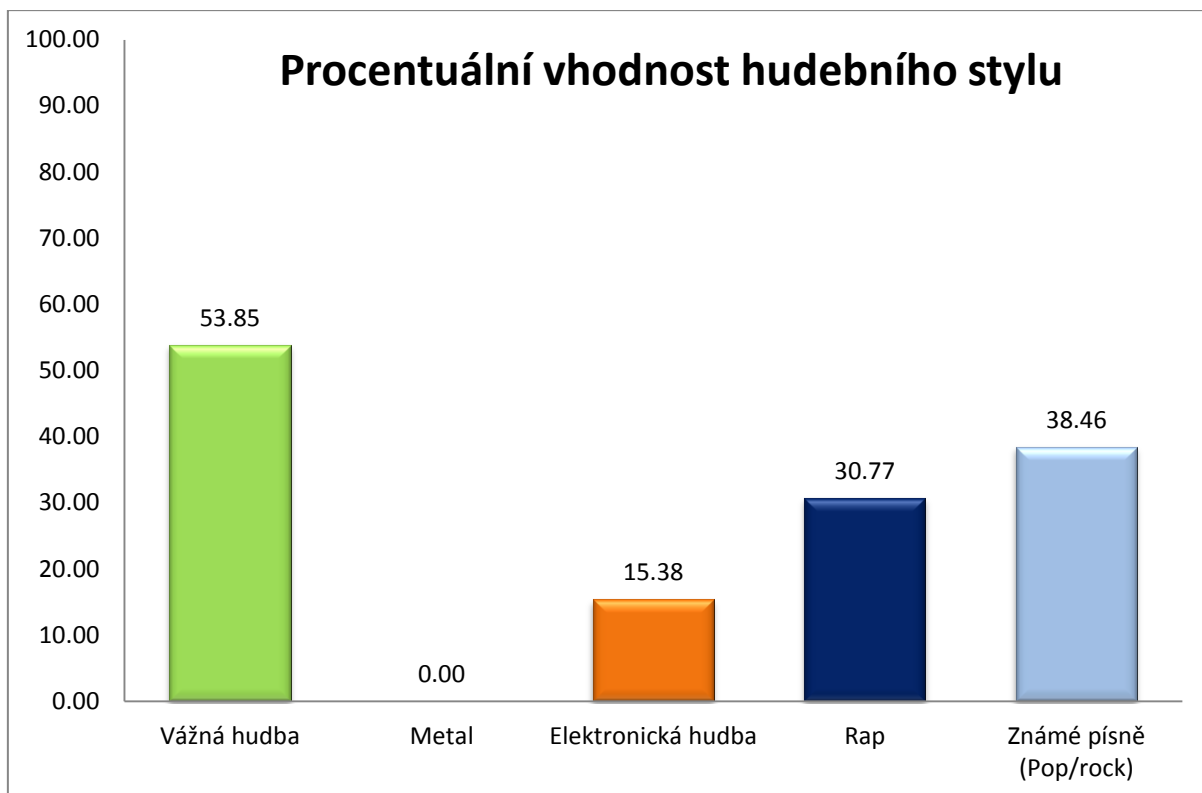
Číslo respondenta	Oblíbený styl hudby	Neoblíbený styl hudby	Účinky oblíbené hudby	Účinky neoblíbené hudby
1	Elektronická hudba	Rap	žádné	žádné
2	Pop/rock, metal	Vážná hudba	pozitivní	negativní
3	Rap, hip hop	Vážná hudba	žádné	pozitivní
4	Metal, pop/rock	Vážná hudba	negativní	žádné
5	Elektronická hudba	Vážná hudba	žádné	pozitivní
6	Metal	Elektronická hudba	žádné	žádné
7	Rap, elektr. hudba	Vážná hudba	negativní	žádné
8	Vážná hudba	Metal, elektr. hudba	žádné	negativní
9	Metal, rap, elektr.hudba	Vážná hudba	negativní	pozitivní
10	Rap, hip hop	Vážná hudba	pozitivní	pozitivní
11	Pop/rock, rap	Elektronická hudba	pozitivní i negativní	žádné
12	Pop/rock	Metal	žádné	negativní
13	Pop/rock	Elektronická hudba	žádné	negativní

V tabulce číslo 38 je vyobrazeno porovnání oblíbených a neoblíbených stylů hudby a jejich dopad na jízdní styl pro jednotlivé respondenty. Oblíbené a neoblíbené hudební styly byly zjištěny ústní formou před zahájením experimentu. V případě, že řidič vykazoval dobré výsledky na oblíbený či neoblíbený hudební styl, je v tabulce odpovídající kolonka vyplněna textem „**pozitivní**“, v případě, že poslouchaná hudba měla neblahý vliv na řízení, je odpovídající kolonka vyplněna textem „**negativní**“. Pro lepší přehled jsou negativní účinky zbarveny červeně a pozitivní účinky zeleně. Díky tomu je z tabulky již na první pohled zcela zřetelné, že nelze dogmaticky určit, zda oblíbená či neoblíbená hudba má striktně pozitivní nebo negativní účinek, často nemá dokonce účinek žádný. Jedná se tedy o silně individuální záležitost a každému jedinci svědčí jiný styl hudby, až už ho má rád či nikoli.

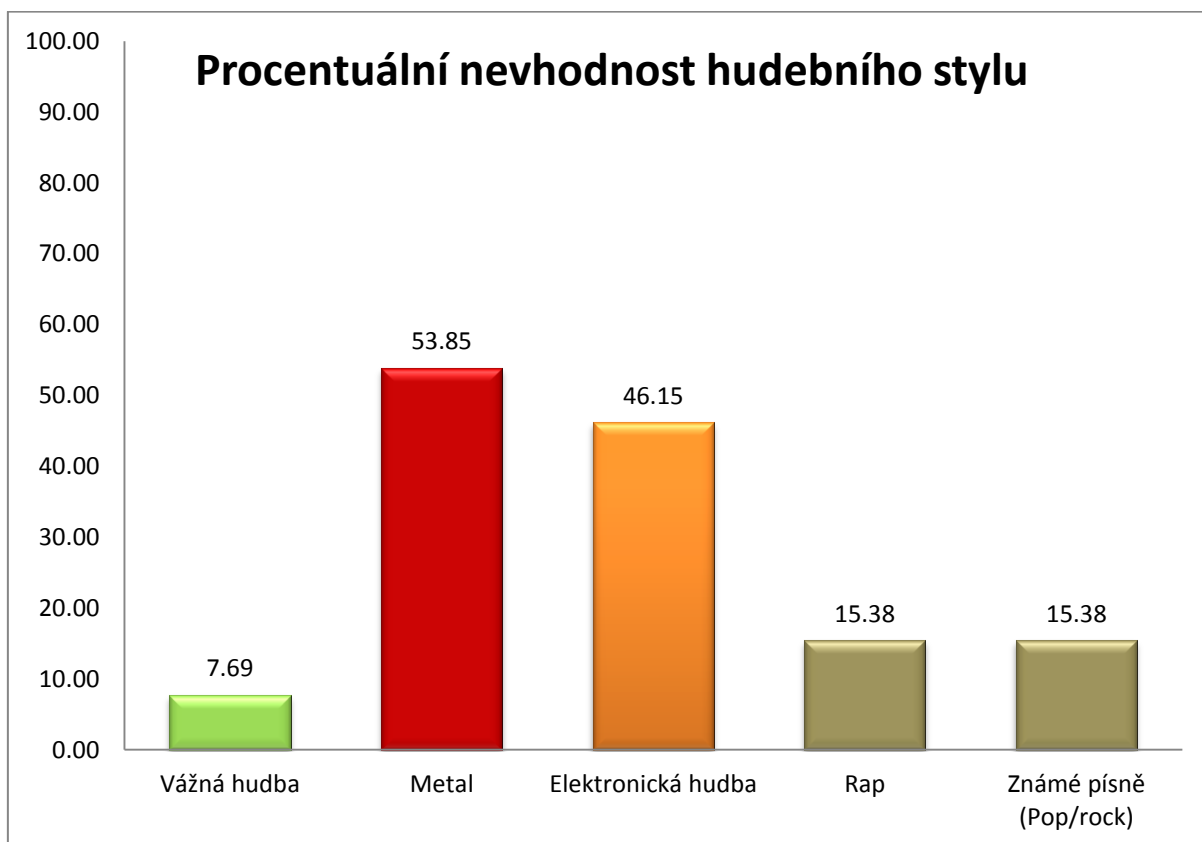
Tabulka č. 39: Četnost vhodnosti či nevhodnosti daného hudebního stylu

Hudební styl	Vhodný [-]	Nevhodný [-]
Vážná hudba	7x	1x
Metal	0x	7x
Elektronická hudba	2x	6x
Rap	4x	2x
Známé písně (Pop/rock)	5x	2x

Z tabulky číslo 39 lze přehledně vyčíst, kolikrát byl daný hudební styl určen jako vhodný a bezpečný pro řízení motorového vozidla a kolikrát byl vyhodnocen jako nevhodný a nebezpečný. Bylo uskutečněno celkem 13 měření, což znamená, že pro nadpoloviční počet všech jízd byl jako zcela nevhodný určen *metal*, který v sedmi případech dosáhl nejhorších výsledků a v žádné z jízd nebyl doporučen jako vhodný. Je možné tedy konstatovat, že s 54% pravděpodobností bude pro řidiče *metal* nevhodná hudební kulisa při řízení a tím se také potvrdila hypotéza výzkumníků z Londýnské Metropolitní univerzity, že čím tvrdší a rychlejší hudba je poslouchaná, tím rychleji řidič jede. Naproti tomu *vážná hudba* bude se stejným procentuálním zastoupením vhodná, neboť v sedmi případech ze třinácti dosáhla nejlepších výsledků a pouze v jednom případě byla zvolena jako nevhodná, čímž se opět potvrdila další hypotéza, že vědci v německém Bochumu na Porúrské univerzitě měli pravdu a *vážná hudba* skutečně uklidňuje a má pozitivní dopad na lidský organismus (konkrétně srdeční tep). *Elektronická hudba* vykazovala spíše negativní výsledky, protože takřka polovina jízd byla klasifikována jako nevhodná a pouze ve dvou případech bylo při jejím poslechu dosaženo dobrých výsledků. *Rap* a *známé písně* není možné zcela jednoznačně zařadit ani do jedné skupiny, protože dosahovaly v některých případech dobrých výsledků a v některých naopak nedostatečných. Ale spíše převládaly výsledky kladné.



Graf č. 14: Procentuální vhodnost hudebního stylu



Graf č. 15: Procentuální nevhodnost hudebního stylu

Na grafech č. 14 a č. 15 je přehledně zobrazeno, jak je daný hudební styl procentuálně vhodný či nevhodný, čili pro každý hudební styl je ukázáno, jaká je pravděpodobnost při poslechu této hudby, že bude právě daný styl vhodný nebo nevhodný. Zcela jednoznačně je vidět, že *metal* není vhodný nikdy, naopak *vážná hudba* bude takřka v 54 % vhodná. Jako nejvíce nevhodný hudební styl se ukázal *metal* spolu s *elektronickou hudbou*, kdy přibližně v polovině případů má za následek agresivní a rychlou jízdu, naproti tomu *vážná hudba* má největší pravděpodobnost, že bude mít příznivé účinky na řízení a pouze v cca 8 % případů bude nevhodná.

9 Možné využití v praxi

Experiment provedený v rámci této diplomové práce měl ukázat, zda má hudba vliv na jízdní styl řidiče a bezpečnost. Ukázalo se, že hudba skutečně vliv má a to nejen na jízdní styl řidiče, ale také na jeho tep. V budoucnu by se tak mohlo tohoto poznatku využít například k vytvoření volantu, který by snímal tep řidiče a společně se systémy rozpoznávající únavu řidiče by mohl včas, lépe a přesněji určit, zda může řidič upadnout do mikrosnánku a předejít mu automatickým puštěním hudby, která by řidiče stimulovala a zvýšila mu srdeční tep, čímž by došlo k tomu, že by řidič za volantem neusnul. Případně by vozidlo mohlo využít i jiných (již vestavěných) zařízení, jako například vibrujícího sedadla řidiče, pokud je vozidlo vybaveno systémem rozpoznávání jízdy v jízdním pruhu. Dále by vozidlo mohlo v případě hrozícího nebo již probíhajícího mikrosnánku přejít automaticky do plně autonomního provozu a buď samočinně pokračovat v jízdě nebo bezpečně zastavit v odstavném pruhu či jiném vhodném místě, kde by nebyla ohrožena bezpečnost silničního provozu.

Jako další využití by mohlo být například to, že systémy volby jízdním režimů, které jsou již dnes běžně k dostání v sériových vozidlech, by spolupracovaly s audiosystémem a s měřením tepu a reagovaly by na řidiče dle svých získaných zkušeností a dle zvoleného režimu. Představit si to lze tak, že při zvolení jízdního režimu „Sport“ by vozidlo automaticky (mimo jiné) zvýšilo hlasitost audia a změnilo hudební styl na rychlejší a tvrdší, například *metal*. Naopak v případě zvolení režimu „Eco“ by vozidlo automaticky nastavilo nižší hlasitost a jako hudební styl by byla vybrána *vážná hudba*. Případně by ve vozidle mohla být volba hudebních stylů (ať už manuální či automatická), kde by si řidič (nebo vozidlo automaticky v případě rozpoznání problému) navolil, zda chce hudbu relaxační a uklidňující nebo naopak hudbu, která ho nabudí, aby neusnul. Dokonce by vozidlo mohlo samo rozpoznat hrozící kolizi, stresové vypětí nebo jakkoli vážnou fyzicky či psychicky náročnou situaci vyžadující obrovskou koncentraci a celý audio systém by samočinně vypnul, aby se řidič mohl plně koncentrovat na řešení dopravních problémů a komplikovaných situací a nedošlo třeba k dopravní nehodě.

Navigace v automobilech již bývají dnes v luxusnějších vozidlech standardem, a tak vozidlo ví, kolik kde je jaká nejvyšší dovolená rychlost. Toho by šlo využít například tak, že pokud by řidič jel po dálnici a jel by příliš pomalu a hrozilo by, že bude brzdit provoz, pustil by mu audiosystém rychlejší a tvrdší hudbu a řidič by sám od sebe nenuceně zrychlil. Naopak při nedodržování nejvyšších dovolených rychlostí by byla řidiči puštěna *vážná hudba*, což by mohlo mít za následek snížení rychlosti a to nenuceně a zcela bezpečně.

Dnes již bývají vozidla čím dál častěji vybaveny teploměry snímající teplotu venkovního vzduchu, senzory ABS, ESP a další řadou bezpečností a preventivních systémů, které mají řidiči pomáhat předvídat (případně zabránit) smyku a dopravní nehodě. Navíc dnes již je čím dál více vozidel vybaveno připojením na internet, ze kterého by mohlo získat aktuální data o počasí a o dopravní situaci před vozidlem. V případě, že by před vozidlem zanedlouho byla kolona nebo nějaký jiný dopravní problém (nehoda, omezení, zúžení apod.), pustilo by vozidlo *vážnou hudbu*, aby řidič zpomalil jízdu. Navíc jízdní chování řidiče by bylo v průběhu času sledováno a ukládáno na vestavěný harddisk a v případě, že by bylo rozpoznáno, že venku panuje špatné počasí a podmínky pro jízdu automobilem jsou nevhodné (déšť, náledí apod.) a řidič na tuto skutečnost nijak nereaguje a nepřizpůsobí styl ani rychlost jízdy, vozidlo by samočinně pustilo *vážnou hudbu*, která by podnítila snížení rychlosti a jízda by byla bezpečnější.

Nedávno představený koncept od Škody s názvem Vision E (který má být již v roce 2025 plně autonomní) by měl monitorovat tep řidiče a mimo jiné v případě, že řidič bude mít vážné zdravotní problémy (např. infarkt), samo zastaví na krajnici a zavolá záchrannou službu. Tento počín od firmy Škoda je možno považovat jako důkaz, že snímání teploty a analýza zdravotního stavu řidiče je velmi důležité a v budoucnu bude hrát ještě významnou roli na poli asistenčních a pomocných systémů ve vozidle a navíc nebude problém tyto systémy rozšířit o výše popsaná řešení.

10 Závěr

Záměrem této diplomové práce bylo zjistit, zda různé hudební styly podněcují řidiče k rozdílnému a případně k agresivnímu či defenzivnímu stylu jízdy. Pro uskutečnění tohoto experimentu byl využit simulátor na Fakultě dopravní, který skvěle posloužil jako náhrada za vozidlo v reálném prostředí a experiment tak mohl být prováděn v bezpečí a vždy za stejných podmínek pro všechny účastníky experimentu. Celkem se účastnilo 13 respondentů. Bylo zajímavé sledovat, jak zásadně se často lišil jízdní styl jednotlivých řidičů a jak rozdílné výsledky předváděli, ať už co se týče naměřených rychlostí či hodnot tepu. Stejně tak bylo neméně zajímavé sledovat, jaký vliv mají jednotlivé hudební styly na rychlost a srdeční tep, kdy prakticky vždy došlo k určité změně, a řidič na změnu hudby reagoval. Po zpracování a vyhodnocení jednotlivých naměřených dat a jejich sumarizaci bylo provedeno celkové vyhodnocení, z kterého vyšlo, že nejvíce nebezpečná a nejméně vhodná hudba, která řidiče podněcuje a vybízí k rychlé, agresivní a často nebezpečné jízdě, je *metal*, u kterého bylo v experimentu zjištěno, že je 54 % pravděpodobnost, že bude řidiče vybízet k rychlé jízdě, a bude tudíž zcela nevhodný. Naopak u *vážné hudby* je 54 % pravděpodobnost, že bude řidiče uklidňovat, navodí mu příjemné a relaxační prostředí, a v důsledku toho pojedou pomaleji, obezřetně a ohleduplně. A právem si proto *vážná hudba* odnesla prvenství a byla zvolena jako nejbezpečnější a nejvíce uklidňující hudba ze všech zkoumaných hudebních stylů. Zároveň se tak ověřilo a potvrdilo to, co psali vědci v německém Bochumu na Porúrské univerzitě, o jejichž práci bylo zmíněno v kapitole 7.1.

Tento výzkum vlivu hudební kulisy na bezpečnost jízdy v automobilu potvrdil, že čím rychlejší a tvrdší hudba v automobilu hraje, tím jede řidič agresivněji a rychleji. Věřím, že tyto poznatky by mohly být v budoucnu využity například ve výše zmíněných řešeních, které byly detailněji popsány a rozebrány v kapitole 9 a že možná velcí výrobci automobilů investují peníze do vývoje software, který by dokázal reagovat na aktuální dopravní situaci a zároveň na tělesný stav řidiče a že se díky tomu podaří jednak zvýšit komfort jízdy a snížit únavu řidiče při dlouhé jízdě, ale především, že se sníží počet nehod na pozemních komunikacích a zároveň se také sníží počet mrtvých v důsledku dopravních nehod.

Data byla zpracována v programu MS Excel a textová část v programu MS Word.

11 Seznam použité literatury

- [1] *Music and Your Brain: A Deadly Lullaby of Distracted Driving* [online]. 2013 [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.bisociety.org/music-brain-deadly-lullaby-distracted-driving/>
- [2] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-542-3.
- [3] NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-010-2246-3.
- [4] MIŠUN, Vojtěch. *Vibrace a hluk*. Vyd. 2., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-3060-5.
- [5] *Decibellové veličiny v akustice, kmitočtová pásma* [online]. , 15 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_03.pdf
- [6] NOVÝ, Richard a Miroslav KUČERA. *Snížování hluku a vibrací*. Praha, 2009, 64 s. Dostupné také z: https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/SHV/Novy_Kucera_Snizovani_hluku_a_vibraci.pdf
- [7] *Práh slyšitelnosti a bolesti* [online]. In: . [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/sites/default/files/podrobnosti/insert/155-1.gif>
- [8] VAŇKOVÁ, Marie. *Hluk, vibrace a ionizující záření v životním a pracovním prostředí*. Brno: Vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-214-0818-9.
- [9] KUBÁNKOVÁ, Markéta. *Taje lidského sluchu* [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: http://www.studiumbiologie.cz/materialy/28621-Praktikum_taje_lidskeho_sluchu_student.pdf. ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství.
- [10] *Profesis: Základní informace k výkonu odborných profesí ve výstavbě* [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.profesis.cz/parser/go/76694d514d666d6f32554d434b382f6356514f746d434551376a304a686335657063642b7a7255623956355832536e7747644c6767716967344161674c4a323450427a644a454971524d544f0a4c35554342594a616c673d3d>
- [11] Předpis EHK č. 41 Hluk motocyklu. Ženeva: Organizace spojených národů 1985. 22s
- [12] FIRŠT, J.; *Zkoušení automobilů a motocyklů*, Praha: S&T CZ s.r.o., 2008.
- [13] Předpis EHK č. 51 Vnější hluk vozidel kategorií M a N. Ženeva: Organizace spojených národů 1985.
- [14] *Úřední věstník Evropské unie*. In: . 2011. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:307:0003:0063:CS:PDF>

- [15] Noises off. A Dove Publishing Label [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.dovepublishing.co.uk/blog/2016/2/1/noises-off>
- [16] Noises off [online]. In: . [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://static1.squarespace.com/static/53868e5fe4b04ed234f90f3a/t/56af7d1655598614c4b47454/1454341407654/>
- [17] 5 technických řešení, které má Octavia RS jako první Škodovka. ČERVENKA, Jiří. Autorevue.cz [online]. 2013 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/5-technicky-reseni-ktere-ma-octavia-rs-jako-prvni-skodovka/ch-48714>
- [18] Soundgenerator im Sportmodus. In: Octavia-rs.com [online]. 2015 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <https://uploads.tapatalk-cdn.com/20151227/3d2d20cf65b79580b0d82943aab9c0df.jpg>
- [19] Menší špionáž v BMW. In: Autohificlub.cz [online]. 2011 [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.autohificlub.cz/forum/13-ostatni/1523987-mensi-spionaz-v-bmw>
- [20] Lärm & Ruhe. Lärm & Ruhe [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://www.laerm.ch/de/laerm-und-ruhe/leiser-mobil-sein/laermarme-belaege/laermarme-belaege.html>
- [21] Lärmarme Beläge [online]. In: . [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: http://www.laerm.ch/de/bilder/funktionsweise_belag.JPG
- [22] Mazda 6 Skyactiv - kompletní odhlučnění vozidla [online]. In: . Brno, 2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.ahifi.cz/clanky/detail/mazda-6-skyactiv-kompletni-odhlucneni-vozidla-0.htm>
- [23] Mercedes-Benz třídy V - odhlučnění interiéru [online]. In: . Brno, 2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.ahifi.cz/clanky/detail/mercedes-benz-tridy-v-odhlucneni-interieru.htm>
- [24] Statistika nehodovosti na pozemních komunikacích v roce 2016. Www.autoklub.cz [online]. 2017 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: <http://www.autoklub.cz/dokument/12022-statistika-nehodovosti-za-rok-2016.html>
- [25] STRAKA, Jan a Jana FABIÁNOVÁ. Informace o nehodovosti - prosinec 2016 [online]. 2017, 12 s. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [26] Statistika nehodovosti: Statistické údaje nehodovosti na území ČR. [online]. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [27] Centrum dopravního výzkumu: Observatoř bezpečnosti silničního provozu [online]. 2016 [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/dopravni-nehody-nas-v-roce-2015-staly-68-miliard-zemrelo-737-osob/>
- [28] LISÁ, Zuzana. *Agresivita na silnicích, aneb, Proč se za volantem chováme jinak?*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2011. Právní monografie (Wolters Kluwer ČR). ISBN 978-80-7357-615-8.

- [29] LARSON, J.A. *Steering Clear of Highway Madness: A Driver's Guide to Curbing Stress & Strain*. Oregon, 1996.
- [30] Aggressive driving behaviour: Fourth Road Safety Week. *Unece* [online]. 2004 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.unece.org/trans/roadsafe/rs4aggr.html>
- [31] *Agresivita na silnicích, aneb, Proč se za volantem chováme jinak?*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2011, s. 18. Právní monografie (Wolters Kluwer ČR). ISBN 978-80-7357-615-8.
- [32] *Autoweb: 5 zaručených rad, jak snížit spotřebu* [online]. 2016 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/5-zarucenych-rad-jak-snizit-spotrebu/>
- [33] *TipCar.cz: Škoda Fabia 1.2 HTP 12V - test spotřeby* [online]. ŠIKL, Petr. 2007 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: https://www.tipcar.cz/test_spotreby_skoda_fabia_1.2_htp_12v-2621.html
- [34] *Strana zelených: Odhlučnění Pražského okruhu - realita a možnosti* [online]. 2014 [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://jesenice.zeleni.cz/odhlucneni-prazskeho-okruhu-realita-a-moznosti/>
- [35] *Speed management*. Paris: ECMT, c2006. ISBN 92-821-0377-3.
- [36] Hudba ovlivňuje psychické i fyzické zdraví. *Vitavera* [online]. 2015 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://vitavera.denik.cz/clanky/hudba-ovlivnuje-psychicke-i-fyzicke-zdravi/>
- [37] *Mozartova a Straussova hudba pomáhají snížit krevní tlak* [online]. 2016 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/zdravi/mozartova-a-straussova-hudba-snizuji-krevni-tlak_389831.html
- [38] KANTOR, J. *Základy muzikoterapie*. Praha: Grada Publishing, 2009. Str. 27.
- [39] SACKS, Oliver. *Musicophilia*. USA: Vintage, 2008. Pages 24-31
- [40] WORTHINGTON, Andy. *A History of Music Torture in the „War on Terror“* [online]. Huffpost Policits web. Posted on December 15, 2008 [cit. May 3, 2011]. Dostupné z: http://www.huffingtonpost.com/andy-worthington/a-history-of-music-tortur_b_151109.html
- [41] In: *Dreamstime* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://thumbs.dreamstime.com/z/gopro-hero-black-edition-isolated-white-background-bangkok-thailand-may-manufactured-inc-pro-55095228.jpg>
- [42] *ZModeler* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.zmodeler2.com/?mode=dl&ID=24>

12 Seznam obrázků

Obr. 1: Průběh akustického tlaku	12
Obr. 2: Průběhy křivek filtrů typu A, B a C.....	13
Obr. 3: Hladiny akustického tlaku běžných zdrojů hluku.....	14
Obr. 4: Graf prahu slyšitelnosti a prahu bolesti.....	15
Obr. 5: Šíření kulové (vlevo) a rovinné vlnoplochy (vpravo)	16
Obr. 6: Jednorozměrná (vlevo) a dvourozměrná (vpravo) válcová vlnoplocha	16
Obr. 7: Odraz akustické vlny	17
Obr. 8: Průchod vlnění kolem překážky	18
Obr. 9: Zeslabení vlnění pomocí bariéry	19
Obr. 10: Průchod vlnění přes otvory.....	19
Obr. 11: Schéma lidského ucha	20
Obr. 12: Značka schválení EHK/OSN č. 41.....	25
Obr. 13: Detail skla Ford Mondeo Vignale.....	29
Obr. 14: Performance sound generator Škoda Octavia RS	30
Obr. 15: Klapka ve výfuku BMW 650i.....	31
Obr. 16: Air pumping.....	32
Obr. 17: Odhlučnění zavazadlového prostoru a kapoty motoru u Mazdy 6.....	33
Obr. 18: Odhlučnění vnějšího a vnitřního plechu dveří u Mazdy 6.....	33
Obr. 19: Ukázka aplikace tlumícího materiálu v podběhu vozidla Mercedes-Benz Vito, vlevo před aplikací, vpravo po aplikaci	33
Obr. 20: Vývoj počtu usmrcených osob za roky 1961 - 2016.....	36
Obr. 21: Vývoj počtu nehod a jejich následků za roky 1961 - 2016	36
Obr. 22: Množství emisí v závislosti na rychlosti	43
Obr. 23: Hluk motoru, valení a celkový hluk produkovaný motorovým vozidlem v závislosti na rychlosti	45
Obr. 24: Interiér simulátoru	53
Obr. 25: Exteriér simulátoru	54
Obr. 26: GoPro HERO 4	54
Obr. 27: Polar H7 připevněný na tělo	55
Obr. 28: Mapa trati.....	56

13 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Rychlost šíření zvuku dle prostředí	16
Tabulka č. 2: Korekce pro přípustné hladiny hluku v dopravních prostředcích	22
Tabulka č. 3: Limitní hodnoty hluku v území	24
Tabulka č. 4: Hlukové limity vozidel	26
Tabulka č. 5: Hlukové limity pneumatik pro třídu C1	27
Tabulka č. 6: Statistika nehodovosti 2007 - 2016	35
Tabulka č. 7: Počet nehod dle příčiny zavinění za roky 2007 - 2016	38
Tabulka č. 8: Počet zesnulých dle příčiny zavinění za roky 2007 - 2016	39
Tabulka č. 9: Spotřeba paliva dle stylu jízdy	44
Tabulka č. 10: Soupis respondentů, jejich věk, oblíbený a neoblíbený styl hudby	57
Tabulka č. 11: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1	58
Tabulka č. 12: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1	58
Tabulka č. 13: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2	61
Tabulka č. 14: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2	61
Tabulka č. 15 : Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3	64
Tabulka č. 16: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3	64
Tabulka č. 17: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4	67
Tabulka č. 18: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4	67
Tabulka č. 19: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5	70
Tabulka č. 20: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5	70
Tabulka č. 21: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6	73
Tabulka č. 22: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6	73
Tabulka č. 23: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7	76
Tabulka č. 24: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7	76
Tabulka č. 25: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8	79
Tabulka č. 26: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8	79
Tabulka č. 27: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9	82
Tabulka č. 28: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9	82
Tabulka č. 29: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10	85
Tabulka č. 30: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10 ..	85
Tabulka č. 31: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11	88
Tabulka č. 32: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11 ..	88
Tabulka č. 33: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12	91
Tabulka č. 34: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12 ..	91
Tabulka č. 35: Rychlosti a časy v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13	94

Tabulka č. 36: Tepová frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13 ..	94
Tabulka č. 37: Shrnutí výsledků měření	97
Tabulka č. 38: Vliv oblíbené a neoblíbené hudby	97
Tabulka č. 39: Četnost vhodnosti či nevhodnosti daného hudebního stylu	98

14 Seznam grafů

Graf č. 1: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 1	59
Graf č. 2: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 2	62
Graf č. 3: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 3	65
Graf č. 4: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 4	68
Graf č. 5: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 5	71
Graf č. 6: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 6	74
Graf č. 7: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 7	77
Graf č. 8: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 8	80
Graf č. 9: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 9	83
Graf č. 10: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 10	86
Graf č. 11: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 11	89
Graf č. 12: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 12	92
Graf č. 13: Tepové frekvence v závislosti na poslouchané hudbě u respondenta č. 13	95
Graf č. 14: Procentuální vhodnost hudebního stylu	99
Graf č. 15: Procentuální nevhodnost hudebního stylu	99

15 Seznam příloh

15.1 DVD s naměřenými daty