

# Utjecaj glazbe na ponašanje vozača

---

**Stanić, Veronika**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:433035>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Veronika Stanić**

**UTJECAJ GLAZBE NA PONAŠANJE VOZAČA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2020.**

Zagreb, 12. travnja 2020.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Prometna signalizacija**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 5805

Pristupnik: **Veronika Stanić (0135240902)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

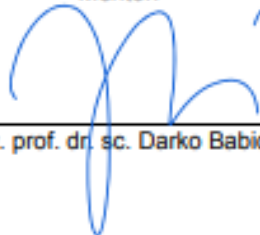
Zadatak: **Utjecaj glazbe na ponašanje vozača**

### Opis zadatka:

Ljudski faktor predstavlja jedan od osnovnih elemenata cestovne sigurnosti. Općenito na ponašanje sudionika u prometu utječe nit čimbenika među koje spadaju i trenutno raspoloženje i stanje. Prema dostupnim istraživanjima, većina ljudi tijekom vožnje sluša glazbu kako bi popravili svoje raspoloženje. Nadalje, iako utjecaj glazbe na ponašanje vozača nije u potpunosti istraženo, dosadašnje studije sugeriraju da glazba u određenoj mjeri može utjecati na pravovremenost i točnost izvođenja određenih radnji vezanih uz vožnju te na taj način utjecati na cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa. Glazbeni elementi kao što su melodija, ritam, tempo i sl. u pojedincu mogu pobuditi određene osjećaje te time zaokupiti te time umanjiti njegovu percepciju ostalih informacija iz okoline.

S obzirom na navedeno, zadatak diplomskog rada je primjenom simulatora vožnje i naočala za praćenje pogleda vozača analizirati na koji način različiti glazbeni žanrovi kao i tempo i glasnoća glazbe utječu na ponašanje vozača i njegovu percepciju okoline.

Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ GLAZBE NA PONAŠANJE VOZAČA  
INFLUENCE OF MUSIC ON DRIVER'S BEHAVIOUR**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Darko Babić

Student: Veronika Stanić

JMBAG: 0135240902

Zagreb, rujan 2020.

## SAŽETAK

Ljudski faktor predstavlja jedan od osnovnih elemenata cestovne sigurnosti. Općenito na ponašanje sudionika u prometu utječe niz čimbenika među koje spadaju i trenutno raspoloženje i psihofizičko stanje. Prema dostupnim istraživanjima, većina ljudi tijekom vožnje sluša glazbu kako bi popravili svoje raspoloženje. Nadalje, iako utjecaj glazbe na ponašanje vozača nije u potpunosti istražen, dosadašnje studije sugeriraju da glazba u određenoj mjeri može utjecati na pravovremenost i točnost izvođenja određenih radnji vezanih uz vožnju te na taj način utjecati na cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa. Glazbeni elementi kao što su melodija, ritam, tempo i sl. u pojedincu mogu pobuditi određene osjećaje te time zaokupiti te umanjiti njegovu percepciju ostalih informacija iz okoline. Cilj izrade diplomskog rada je analizirati, na temelju rezultata dobivenih primjenom simulatora vožnje i naočala za praćenje pogleda vozača, na koji način različiti glazbeni žanrovi utječu na ponašanje vozača i njegovu percepciju okoline.

*KLJUČNE RIJEČI:* simulator vožnje; praćenje pogleda vozača; cestovna sigurnost; percepcija; glazbeni žanrovi

## SUMMARY

The human factor is one of the basic elements for road traffic safety. In general, on behavior of traffic participants is influenced by a number of factors, including current mood and psychophisic condition. According to available research, most people listen to music while driving to improve their mood. Furthermore, although the influence of music on drivers behavior hasn't been fully investigated, studies to date have suggested that music may, to some extent, affect the timing and accuracy of certain driving activities and thus affect the overall safety of road traffic. Musical elements such as melody, rhythm, tempo, etc. in an individual can arouse certain emotions and thus capture and diminish his perception of other environmental information. The aim of this master's thesis is to analyze how different music genres influence the behavior of driver and his perception of the environment, based on the results obtained with the use of driving simulator and eye tracking glasses..

*KLJUČNE RIJEČI:* Driving simulator; eye tracking; road safety; perception; music genres

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. OPĆENITO O LJUDSKOJ PERCEPCIJI</b> .....	3
<b>3. PERCEPCIJA ZVUKA</b> .....	8
3.1. Opći pojmovi o zvuku .....	8
3.2. Percepcije zvuka .....	12
3.3. Prostorne dimenzije percepcije zvuka .....	14
<b>4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....	16
<b>5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA</b> .....	20
5.1. Istraživačka oprema .....	20
5.2. Procedura ispitivanja .....	22
5.3. Deskriptivna analiza podataka ispitanika .....	24
5.4. Definiranje scenarija vožnje .....	27
<b>6. ANALIZA UTJECAJA GLAZBE NA PONAŠANJE VOZAČA</b> .....	30
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	41
<b>LITERATURA</b> .....	43
<b>POPIS SLIKA</b> .....	44
<b>POPIS TABLICA</b> .....	44
<b>POPIS GRAFIKONA</b> .....	44
<b>PRILOZI</b> .....	45

# 1. UVOD

Sigurnosti u prometu pridaje se veliko značenje, a razlog tomu je što u prometu sudjeluje veliki broj ljudi bilo to u ulozi vozača, pješaka, putnika ili na bilo koji drugi način. Za sigurno odvijanje prometnog sustava značajan čimbenik je čovjek, s obzirom da su upravo ljudske greške najčešći uzrok prometnih nesreća. Prilikom same vožnje vozači su izloženi raznim situacijama kao što su buka, prometna zagušenja, različite iznenadne situacije i sl., što uvelike utječe na njihovo psihičko stanje, raspoloženje te u konačnici na njihovo ponašanje u prometu. Nadalje, tijekom same vožnje pojavljuju se razni distraktori koji utječu na vozača, a sukladno time i na sigurnost svih ostalih sudionika u prometu.

Općenito, distrakcija vozača predstavlja odvlačenje njegove pozornosti prema aktivnostima i elementima unutar i izvan vozila što može rezultirati nedovoljnom ili gotovo nikakvom pažnjom na aktivnosti koje su kritične za sigurnu vožnju. Distrakcija je češće prisutna kod mladih vozača koji su zbog manjka iskustva, precjenjivanja vlastitih sposobnosti, želje za dokazivanjem, društvenih pritisaka, znatiželje itd., često podložni njihovom utjecaju. Osim na temelju mjesta nastanka (unutar ili izvan vozila), distrakcije se još dijele na: vizualne, kognitivne, fizičke i zvučne. Fizička distrakcija pojavljuje se u trenutku kada se jedna ili obje ruke miču sa upravljača vozila, vizualna nastaje u trenutku skretanja pogleda sa ceste, kognitivna kada se ne razmišlja o sudjelovanju u prometu te zvučna distrakcija kada je vozač pod utjecajem glazbe koja mu odvlači pažnju koja treba biti usmjerena na prometnicu.

Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da glazba može u određenoj mjeri utjecati na psihološko stanje vozača, njegovo mentalno opterećenje, te vozačke performanse prilikom upravljanja motornim vozilom, a time i na pravovremenost i točnost izvođenja određenih radnji vezanih uz vožnju te na cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa.

Cilj izrade ovog diplomskog rada je, primjenom simulatora vožnje i naočala za praćenje pogleda vozača analizirati na koji način različiti glazbeni žanrovi utječu na ponašanje vozača i njegovu percepciju okoline. Za tu svrhu simulirat će se dionica ceste koja prolazi urbanom sredinom te koja predstavlja svakodnevnu vožnju unutar gradova. Svrha rada je utvrditi na koji način glazba utječe na ponašanje vozača, a time i cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa.

Tema diplomskog rada je *Utjecaj glazbe na ponašanje vozača*, a tematika rada je strukturirana u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Općenito o ljudskoj percepciji
3. Percepcija zvuka

4. Pregled dosadašnjih istraživanja
5. Metodologija istraživanja utjecaja glazbe na ponašanje vozača
6. Analiza utjecaja glazbe na ponašanje vozača
7. Zaključak

U prvom poglavlju iznesena su uvodna razmatranja koja su povezana sa problematikom samog rada te same svrhe i cilja rada.

U drugom poglavlju opisani su osnovni pojmovi vezni uz vizualnu percepciju, kao i sam proces vizualne percepcije te prisutnosti vizualne percepcije u prometu koja je ujedno važna i za cjelokupnu prometnu sigurnost.

U trećem poglavlju definirano je što je to zvuk, opisani su pojmovi koji su važni za razumijevanje procesa percepcije zvuka, te su opisane osnovne osobine nekog zvuka (glasnoća, visina i boja zvuka).

U četvrtom poglavlju analizirana su dosadašnja istraživanja koja su usko vezana za temu ovog diplomskog rada. Na temelju tih istraživanja doneseni su zaključci kako to glazba utječe na ponašanje kod vozača prilikom vožnje. Peto poglavlje opisuje metodologiju istraživanja koja uključuje opis korištene opreme i način provođenja ispitivanja.

U šestom poglavlju definiran je i opisan postupak analize utjecaja glazbe na ponašanje vozača uz pomoć simulatora vožnje, dok su u zadnjem poglavlju iznesena zaključna razmatranja koja su donesena na temelju dobivenih podataka prilikom provedenog istraživanja. U zadnjem poglavlju iznesena su zaključna razmatranja.



## 2. OPĆENITO O LJUDSKOJ PERCEPCIJI

U ovom poglavlju će se definirati što je to percepcija, te će se navesti koje su to najvažnije funkcije percepcije. Znajući da čovjek za vrijeme vožnje najviše informacija dobiva vizualnim putem, opisać će se proces vizualne percepcije, te koje vrste informacija čine navedeni proces. Nadalje, opisać će se "vrste" vizualne percepcija, te važnost perceptivnih iluzija koje utječu na percepciju.

Općenito, percepcija predstavlja složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini [1]. Temelji se na informacijama dobivenim iz okoline, ali i na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju, emocijama i drugom. Drugim riječima, percepcija predstavlja integraciju osjeta, znanja, iskustva, prosudbi, emocionalnih stanja, stavova, vrijednosti i osobina ličnosti. Neke od važnijih vrsta percepcija su vizualna, slušna te taktilna percepcija [1]. Među navedenim vrstama u prometu je najvažnija vizualna percepcija s obzirom da je preko 90% informacija u prometu vizualnog karaktera. Upravo iz toga razloga se vizualna percepcija smatra najvažnijom vrstom percepcije.

Proces percepcije sastoji se od tri međusobno povezana procesa, a to su prikupljanje informacija, obrada informacija i donošenje odluke, odnosno perceptivna reakcija. Proces percepcije započinje prikupljanjem informacija putem osjetila. Prikupljene informacije se zatim obrađuju na način da se prvo transdukcijom (pretvorba jednog oblika energije u drugi) pretvaraju u električne signale. Informacije pretvorene u električne impulse se tada privremeno pohranjuju u radnu memoriju te uspoređuju s već postojećim informacijama, znanjima i iskustvima iz trajne memorije kako bi ih se prepoznalo te sukladno tome djelovalo. Na slici 1. prikazan je perceptivni proces gdje plave strelice označavaju podražaje, zelene procesiranje te crvene perceptivnu reakciju [2].



Slika 1. Proces percepcije

Izvor: [2]

Svi ti podražaji koje primamo i koji se nalaze oko nas emocionalno su obojeni npr. neki zvukovi su nam privlačni, a neki odbojni, neki predmeti su nam ružni, neki lijepi i sl. Ljudi su aktivni pri percipiranju i teže k percipiranju onoga što njima odgovara i to „sukladno“ njihovim očekivanjima i emocijama. Očekivanja i emocije se s vremenom mijenjaju pa tako u jednom trenutku neka melodija koja je bila ugodna za slušanje odjednom može postati odbojna, a to se osobito događa ako je vezana uz neki ružni događaj. Osim emocije na percipiranje utječe i iskustvo. Iskustvo oblikuje i mijenja percepciju od samog rođenja kroz cijeli život i utječe na samu brzinu percipiranja. Tako npr. brže čitamo riječi na svom jeziku, nego na stranom. Iskustvo nam pomaže i pri percipiranju reduciranih podražaja. Naime, iz reduciranih podražaja se stvara cijela slika na osnovi iskustva, a cijela slike ne mora biti uvijek onakva kakvu čovjek zamišlja [3].

Najvažnija vrsta percepcije koja je prisutna u prometu je vizualna percepcija. Sam proces vizualne percepcije, kao što je već ranije navedeno, sastoji se od dva procesa obrade informacija: obrada trenutno dobivenih informacija i već postojećih informacija. Trenutno dobivene informacije su informacije koje čovjek dobiva na temelju boje, veličine, oblika i same teksture predmeta, dok informacije koje se temelje na već postojećim informacijama su informacije na temelju emocija, iskustva, očekivanja i znanju. Proces obrade vizualnih informacija započinje osjetilom vida koji je jedan od važnijih osjetila u čovjekovom životu jer omogućuje raspoznavanje svijeta oko sebe. Pomoću vida raspoznavamo predmete koji se nalaze

u našoj neposrednoj okolini jer se svjetlo s njih reflektira u promatračevo oko gdje započinje vid i tamo se pretvara u električni signal. Taj električni signal putuje do čovjekovog mozga i pohranjuje se u radnu memoriju. Nakon toga se informacije kodiraju u perceptivnim procesorima i prenose se u spremište senzorne slike koji je dio radne memorije koja se sastoji od dijelova dugotrajne memorije. Kognitivnim (urođenim) procesima povezuju se informacije iz dugotrajne memorije s informacijama iz spremišta senzorne slike te se donosi odluka o reakciji [1].

Dvije najvažnije funkcije percepcije su prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje podrazumijeva utvrđivanje što je predmet koji smo opazili, npr. je li to auto, stablo, ormar ili nešto drugo, dok je lokalizacija određivanje udaljenosti predmeta, te pomoću nje se utvrđuje je li predmet blizu ili daleko, udaljava li se ili se pak približuje i sl. Neki od ključnijih elemenata vizualne percepcije su vizualna jasnoća, periferni vid, percepcija dubine, noćni vid te razlikovanje boja [4].

U prometu, vizualna percepcija nam pomaže pri uočavanju pješaka, vozila, prometne signalizacije itd., te tako omogućava osjećaj sigurnosti. Problem se javlja što vozač prilikom vožnje nesvjesno uočava više stvari odjednom. Primjerice, prilikom vožnje po dionici ceste potrebno je obratiti pozornost na druge automobile, bicikliste, pješake, prometne znakove ili možda i upute od strane suputnike te pratiti zbivanja u prometu preko retrovizora što je u konačnici to previše informacija za vozača u istom trenutku. Upravo zato vožnja i većina prometnih situacija su složenog karaktera te ljudski mozak nije u stanju obraditi sve informacije dobivene iz okoline u vrlo kratkom periodu. Uz sve navedeno ukoliko su i uvjeti smanjene vidljivost to dodatno može negativno utjecati na vozača i na njegove reakcije prilikom upravljanja motornim vozilom. Naime, u takvim pak situacijama znatno je manje dostupnih vizualnih informacija, vidno polje je smanjeno i suženo, a percepcija boje, oblika i tekstura značajno smanjeno kao što je prikazano na slici 2. Tada mozak donosi odluku na temelju loše kvalitete što uvelike povećava mogućnost pogreške, a time i nastanak prometnih nesreća.



Slika 2. Smanjena vidljivost

*Izvor: [5]*

Kako bi u tim složenim situacijama mogli sigurno izvršavati funkcije vožnje vozači moraju: filtrirati sve dobivene informacije, identificirati njima bitne informacije te sistematizirati te informacije. Sistematizacija predstavlja proces povezivanja različitih informacija dobivenih iz okoline. Što je veća brzina vožnje to vozač prima veću količinu informacija iz okoline te samim time stvara veće opterećenje za perceptivni sustav. Sastavni dijelovi vizualne pažnje su filtriranje, identifikacija i sistematizacija, a tri osnovne funkcije vizualne pažnje su usmjeravanje mehanizama perifernog vida na osnovi prethodnog unosa podataka, modulacija središnjih varijabli pažnje vezanih uz obradu podataka iz većeg broja osjetilnih modaliteta, te kodiranje i pohrana podataka dobivenih vizualnim kanalom. Vrijeme koje je potrebno vozaču za sakupljanje dostatnih podataka te za donošenje potrebne odluke ovisi o prirodi odluke hitnosti koja određuje prioritet. Najviši prioritet dodjeljuje se trima vrstama zadaćama a tu su: pozicijskim zadaćama, situacijskim zadaćama i naposljetku navigacijskim zadaćama [4].

Glavna zadaća na pozicijskoj razini je održavanje željenoga lateralnog i longitudinalnog položaja u odnosu na voznu traku. Vozačevi potencijalni izvori informacija su oni koji daju podatke o ispravnosti usmjerenja i kontrole brzine vozila, te se ti podaci primarno dobivaju iz oznaka na kolniku. Glavna zadaća situacijske razine uključuje zahtjeve za udaljenost potrebnu za usporavanje ili zaustavljanje, promjenu vozne trake, reakciju na promjene u situacije na cesti, te reakciju na prisutnost drugih vozila. Glavni informacijski izvori koje vozač dobiva vezani su uz relativni položaj i brzinu u odnosu na ostala vozila, relativni položaj u odnosu na pješake, znakove regulacije i upozorenja, prepreke i promjene u geometriji ceste. Kod navigacijske razine vozač aktivno traži informacije potrebne da stigne do svog odredišta, a količina i sam tip

informacija o smjeru koji je potreban ovisi o vozačevom prethodnom iskustvu u nalaženju ovog cilja i opsegu planiranja prije puta u vezi s odabirom puta [4].

Našem doživljaju točne percepcije najviše doprinosi konstantnost veličina koja odgovara stvarnoj fizičkoj situaciji. Točna se percepcija najčešće pojavljuje u dobro osvijetljenim prirodnim okruženjima u kojima postoji puno dostupnih informacija. No, kada su uvjeti takvi da nemamo dovoljno informacija točnost percepcije se smanjuje [6]. Svi su se u nekome trenutku susreli sa situacijama gdje je perceptivni sustav analizirao podražajnu situaciju da je u jednom trenutku bilo nešto vidljivo što u stvarnosti nije ni postojalo. Upravo do toga može doći iz više razloga, no najčešće se to događa radi procesa koji se događaju u samom mozgu. Osim vizualnih perceptivnih varki također postoje i one slušne varke, a primjer takve varke je Shepardov ton. Shepardov ton otkrio je Roger Shepard. Slušajući taj ton, dobiva se dojam da se ton stalno snižava ili povisuje, ali taj je zvuk zapravo stalno jedne te iste visine iako većina slušača to ne doživljava na taj način. Radi se o nekoliko dionica sinusoidnog zvučnog vala koje su razmaknute za jednu oktavu. Karakteristika tih dionica je da se sve te dionice jednakom brzinom "snizuju", odnosno frekvencija im se stalno smanjuje. Dionice jedna po jedna završavaju, postupno se stišavajući, dok istovremeno druga dionica počinje, postupno se pojačavajući. Tako slušatelj ne primjećuje promjenu dionica, što dovodi do toga da ton zvuči neprekinuto. Kad se ton (obično povisujući ili snizujući) nakratko prekine (npr. 50ms), a u to se vrijeme ubaci jednako kratak šum, naše uho ton percipira kao neprekinut. Upravo zahvaljujući takvim slušnim varkama u prometnoj gužvi možemo normalno funkcionirati [7].

### 3. PERCEPCIJA ZVUKA

U ovoj cjelini opisano je koje su to subjektivne i objektivne slušne percepcije. S aspekta percepcije razlikuju se tri osnovne osobine nekog zvuka a to su glasnoća, visina i boja zvuka. Za govornu komunikaciju osim karakteristike zvuka i njegove proizvodnje, jednako je važno i kako percipiramo glas odnosno govor. Svoj vlastiti govor percipiramo putem sluha, a govor druge osobe percipiramo kako slušno tako i vizualno. Važno je napomenuti da postoje razlike između objektivne i subjektivne slušne percepcije. Kada se govori o objektivnim slušnim percepcijama onda se govori o frekvenciji i intenzitetu zvuka, dok kod subjektivne slušne percepcije se misli na visinu zvuka i na njegovu glasnoću.

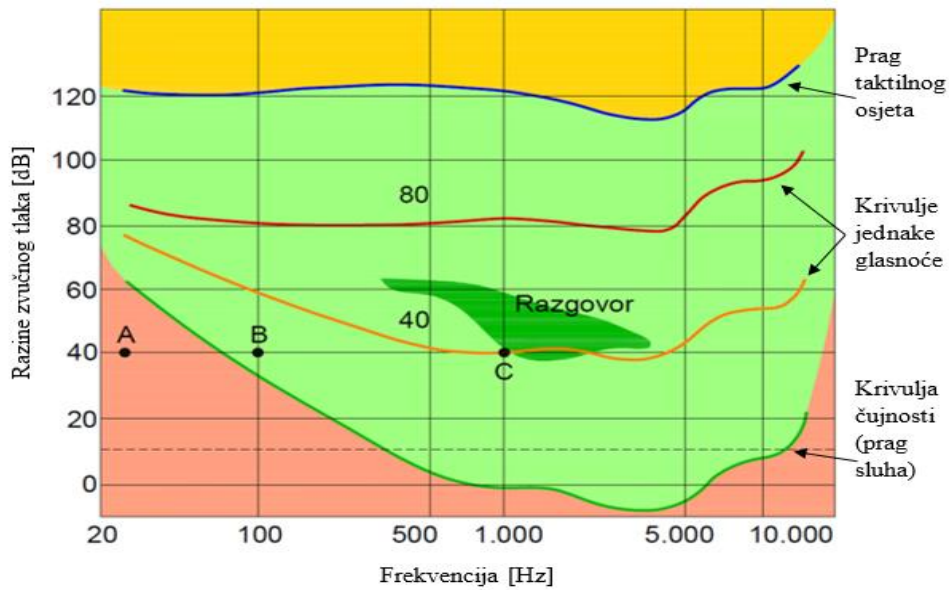
#### 3.1. Opći pojmovi o zvuku

Zvuk je mehanički val frekvencije od 16 Hz do 20 kHz, to jest u rasponu u kojem ga čuje ljudsko uho [8]. Glavne karakteristike zvuka su frekvencija zvuka, intenzitet zvuka, valna duljina, brzina širenja zvuka, čisti ton, složeni zvuk i šum.

Heinrich Rudolf Hertz (1857. - 1894.) bio je njemački fizičar po kome je mjerna jedinica za frekvenciju - herc (Hz) dobila ime. On je prvi 1888. dokazao postojanje elektromagnetskih valova pomoću aparature koja je proizvodila radio valove. Hertz je otkrio da elektro-signalni mogu putovati kroz zrak na temelju čega se danas temelji bežični prijenos signala radija, televizije, telefonije, interneta i sl. Frekvencija je učestalost broja titraja u sekundi, a izražava se u hercima, dok tisuću puta veće vrijednosti iskazuju se u kilohercima (kHz) [9].

Pojam zvuk povezan je s pojmom frekvencije budući da različiti rasponi frekvencije utječu na različite načine percipiranja samog zvuka. Tako ovisno o rasponu frekvencije razlikuju se slijedeći pojmovi kao što su infrazvuk, ultrazvuk i hiperzvuk. Zvuk frekvencije niže od 16 Hz naziva se infrazvukom, zvuk čija je frekvencija viša od 20 kHz ultrazvukom, te ona koja je veća od 1 GHz naziva se hiperzvukom. Frekvenciju koje ljudsko uho može normalno čuti je u rasponu od 16 Hz do 20 000 Hz još se naziva i prag čujnosti [10].

Na slici 3. prikazana je krivulja čujnosti i područje reakcije na zvuk. Svijetlozeleno područje između krivulje čujnosti i krivulje praga taktilnog osjeta predstavlja područje sluha. Tonovi koji imaju kombinaciju dB i frekvencije koja se nalazi u svijetlocrvenom području su zvukovi koje čovjek ne može čuti, dok žuto područje predstavlja područje koje izaziva bol. Nadalje, frekvencija na mjestima gdje isprekidana crta na 10 dB presijeca slušnu funkciju označavaju koje se frekvencije mogu čuti na 10 dB razine zvučnog tlaka.



Slika 3. Prikaz krivulje čujnosti

Izvor: [2]

Svijetlo zeleno područje iznad krivulje čujnosti naziva se područjem reakcije na zvuk, s obzirom da u navedenom području možemo čuti tonove. Pri intenzitetima ispod krivulje čujnosti čovjek ne čuje ton. Primjerice, ton od 30 Hz na 40 dB na slici 3. prikazano točkom A čovjek ne čuje. Gornju granicu područja reakcije na zvuk predstavlja krivulja označena kao „Prag taktilnog osjeta“. Tonovi koji imaju ovako visoke amplitude su oni koje osjetimo, koji mogu postati bolni i mogu izazvati oštećenje slušnog sustava. Krivulja čujnosti i područje reakcije na zvuk označavaju da glasnoća čistih tonova ne ovisi samo o tlaku zraka nego i o frekvenciji [2].

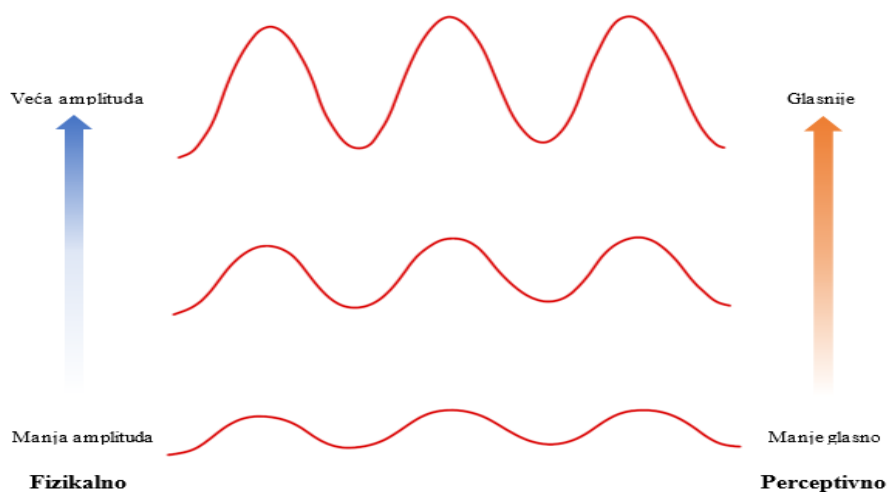
Nadalje, intenzitet ili jakost zvuka je količina energije koja u jednoj sekundi prostruji kroz plohu od  $1 \text{ m}^2$  postavljenu okomito na smjer širenja zvuka. Jakost se zvuka izražava u watima na  $\text{m}^2$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). [4] Čovjek zdravog sluha može zamijetiti zvuk do jakosti od  $10\text{-}12 \text{ W}/\text{m}^2$  i taj zvuk je prema međunarodnom dogovoru akustičara određeno kao referentni zvučni intenzitet i tom intenzitetu odgovara zvučni tlak od  $20 \text{ }\mu\text{Pa}$  (mikro Paskala), koji se još zove i referentni zvučni tlak. Referentni zvučni tlak od  $20 \text{ }\mu\text{Pa}$  na frekvenciji od  $1.000 \text{ Hz}$  je najmanji intenzitet koji zdravo uho može zamijetiti tzv. prag čujnosti, ovaj intenzitet u akustici je označen kao vrijednost od  $0 \text{ dB}$ . Jakost zvuka koja se decibelski odnosi prema referentnom intenzitetu zove se razina intenziteta, a zvučni tlak u decibelskom odnosu prema referentnom zvučnom tlaku naziva se razina zvučnog tlaka [9].

Tablica 1. Prikaz decibela i odnos zvučnih tlakova za neke zvukove

PRIMJER	DECIBELI [dB]	OMJER TLAKOVA
Prag čujnosti	0	1
Najtiši šapat	20	10
Tihi razgovor	40	100
Prosječna razina buke u dnevnoj sobi	50	316
Normalan razgovor	60	1000
Glasan razgovor (prometna ulica)	70	3160
Unutrašnjost autobusa	80	10000
Prag neugode (prolazak vlaka)	90	31600
Bučna tvornica	100	100000
Mlazni avion	120	1000000
Prag bola	130	3160000

Izvor: [9]

Druga značajnija karakteristika zvuka je i amplituda zvuka. Jedan od načina određivanja amplitude zvuka je određivanje razlike u tlaku između visokih i niskih vrhova samog zvučnog vala. Na slici 4. prikazana su tri čista tona s različitim amplitudama gdje su veće amplitude povezane s povećanjem perceptivnog doživljaja glasnoće odnosno jačine zvučnog doživljaja. Povećanjem fizikalnog svojstva amplitude od male do velike prikazano plavom strelicom povezano je s povećanjem perceptivnog doživljaja glasnoće što je prikazano crvenom strelicom.

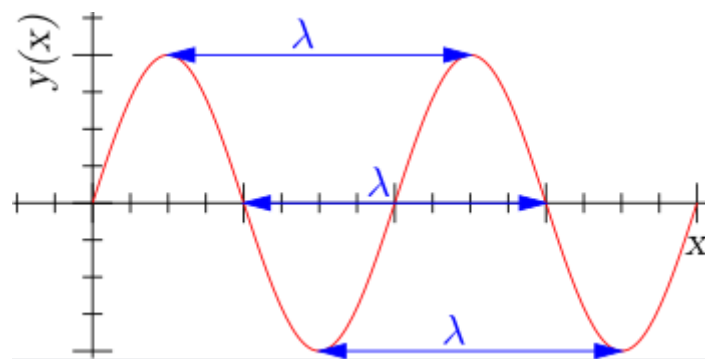


Slika 4. Prikaz triju tonova različitih amplituda

Izvor: [9]



Valna duljina je razmak između dvije susjedne točke najvećeg nadtlaka ili podtlaka, odnosno dviju susjednih čestica koje titraju u fazi. Jedan puni val označava jedan titraj, pa se iz toga zaključuje da je broj valova nekog zvuka u sekundi jednak frekvenciji tog istog zvuka. Trajanje valova mjeri se na osciloskopu, te ako se na osciloskopu izmjeri trajanje jednog vala može se iščitati frekvencija zvuka ( $f$ ) tako da se izračuna koliko takvih valova ima u jednoj sekundi. Valna duljina ( $\lambda$ ) je obrnuto proporcionalna frekvenciji ( $f$ ), a iskazuje se u metrima ( $m$ ). Dobiva se dijeljenjem brzine kojom se val rasprostire u prostoru ili sredstvu kojim se širi ( $v$ ) sa frekvencijom tog vala ( $f$ ) [11].



Slika 5. Prikaz valne duljine između dva vala

Izvor: [11]

Brzina širenja zvuka je brzina kojom se titranje odnosno vibracije čestica širi kroz neku tvar. Brzina kojom će se zvuk širiti ovisi isključivo o fizikalnim svojstvima tog medija. Zvuk koji se širi zrakom njegova brzina širenja ovisi o njegovoj gustoći, atmosferskom tlaku, temperaturi, vlažnosti i drugim svojstvima [10]. Prema obliku zvučnog spektra zvukovi se dijele na čiste tonove, složene zvukove i šumove, dok se prema obliku i pravilnosti titranja mogu podijeliti na periodične zvukove i aperiodične zvukove.

Čisti ton je jednostavan periodični zvuk, najčešće sinusoidnog valnog oblika i konstantne frekvencije. U prirodi se ovakvi tonovi rijetko susreću, ali se koriste u elektroakustici za razna mjerenja [12]. Složeni zvuk nastaje kombinacijom čistih tonova različitih frekvencija, a u prirodi se pojavljuje kao muzički ton tzv. harmoničan zvuk. Karakteristika takvog zvuka je da se sastoji od osnovnog tona i određenog broja harmoničkih tonova. Primjer harmoničnog zvuka su samoglasnici koji se izgovaraju u govoru. Složeni zvuk osim harmoničkog zvuka može biti i disharmoničan i to u slučaju ako se osnovna frekvencija prema višim tonovima nalazi u nekom drugačijem omjeru, a ne kao cjelobrojni višekratnik [12].

Treća vrsta zvuka koje čuje ljudsko uho je šum, a predstavlja složen ne periodičan signal čije se karakteristike neprekidno mijenjaju. Šum je zvuk nepravilnog titranja gdje nema stalnih frekvencija i amplituda. U elektroakustičkim mjerenjima koriste se dva karakteristična oblika šuma a to su bijeli i ružičasti šum. Bijeli šum je oblik složenog zvuka koji sadrži u sebi velik broj frekvencija čujnog spektra, a akustička energija se jednoliko raspoređuje u cijelom spektru. Naziv je dobio po normalnom danjem svjetlu koje u sebi sadrži sve boje, a to su sve valne duljine vidljivog spektra, koje možemo vidjeti samo ako se svjetlo propusti kroz staklenu prizmu. Ružičasti šum identičan je bijelom šumu što se tiče samog spektralnog sastava, ali se intenzitet unutar spektra linearno smanjuje od najniže prema najvišoj frekvenciji [12].

### **3.2. Percepcije zvuka**

Zvuk svojim fizičkim veličinama djeluje na čovjeka preko organa sluha. Fizičke promjene stvaraju određene subjektivne osjećaje, koje u određenoj mjeri ovise o fizičkim veličinama zvuka i o njihovim promjenama. Karakteristike zvuka u domenu subjektivnog osjećaja tzv. subjektivne psihološke ili biofizičke karakteristike zvuka koje odgovaraju objektivnim veličinama su visina tona, boja zvuka i glasnoća zvuka.

Glasnoća zvuka je fizička veličina koja opisuje osjećaj jačine zvuka u našem uhu. Odnos između objektivne jačine zvuka ( $L$ ) i subjektivnog osjećaja glasnoće određuje se eksperimentalno. Razina glasnoće se izražava bezdimenzionalnom jedinicom koja se naziva fon koji odgovara decibelu. Razina glasnoće od fona ima onaj zvuk čija je glasnoća jednaka glasnoći koju izaziva zvuk frekvencije od 1000 Hz i razine zvučnog pritiska iznad praga čujnosti. Fonska skala oslanja se na subjektivni osjećaj glasnoće, dok je decibelska skala usmjerena je prema mjerenju jačine zvuka. Jačina zvuka mijenja se sve dok se glasnoća oba tona ne izjednači, te ako se intenzitet zvuka odnosno jačina zvuka mijenja linearno tada se razina čujnosti mijenja logaritamski. Uho standardnog slušaoca najosjetljivije je na takozvanim srednjoj frekvencijskom području u rasponu od 2 kHz do 4kHz [9]. Glasnoća zvuka mijenja se u realnoj situaciji pri čemu se prag čujnosti za tonove koji se nalaze u tom području povećavaju ovisno o pojavi tona visokoga intenziteta, a u suprotnom snižavaju. Zbog navedenog se dešava da susjedne tonove ne čujemo u slučaju da je jedan od tih tonova mnogo veći od drugih iako je intenzitet tonova iznad praga čujnosti.

Nadalje, visina zvuka može se definirati kao perceptivni doživljaj visine tona koji nastaje povećanjem frekvencije tona [2]. Zvukove koje čujemo oko sebe i u prirodi doživljavamo kao niske odnosno duboke tonove, srednje tonove ili pak visoke tonove. Sam osjećaj visine zvuka koji se čuje ovisi o frekvenciji zvuka, frekvenciji osnovnog tona u spektru

složenog zvuka i o njegovom intenzitetu. Ton postaje dublji tj. doživljavamo ga dubljim nego što je samo ako mu se poveća intenzitet, a nasuprot tomu ako se intenzitet zvuka smanji onda zvuk postaje viši. Većina ljudi zna prepoznati razliku između visokog i niskog tona, ali to se dešava samo ako su zvukovi emitirani slijedom jedan iza drugoga.

Da bi se dvije frekvencije koje su vrlo bliske mogle slušno razlikovati kao dvije različite tonske visine minimalna razlika među njima mora iznositi oko 2,5 %. Dakle za isti subjektivni osjećaj promjene visine tonova vrijedi isti odnos frekvencija, a jedinica koja se koristi za mjerenje razlike u visini tonova naziva se muzički interval. Oktava kao najpoznatiji muzički interval je raspon između dvije frekvencije gdje je odnos više i niže frekvencije 1:2. Oktava se zasniva na percepciji jer kada se proizvedu dva zvuka koji su pravilnih periodičnih titraja nastat će treći zvuk [12].

Postoje dvije teorije percepcije visine zvuka a to su teorija mjesta i temporalna teorija. Prema teoriji mjesta zvuk prolazi vrstu spektralne analize gdje kompleksni zvuk pobuđuju različita mjesta uzduž bazilarne membrane, a tonska visina zvuka ovisi o obliku pobude koju je zvuk uzrokovao. Za čiste tonove se smatra da je tonska visina određena mjestom najveće pobude. Prema temporalnoj teoriji, tonska visina zvuka određena je vremenskim oblikom impulsa, i pretpostavlja da mi preferiramo tonove za koje postoji sličnost vremenskog oblika. Također, samu pojavu percipiranja visine zvuka može se dati na primjeru određivanja glazbene tonske visine. Poznato je da čovjek vrlo teško može odrediti glazbene tonske visine kao i procjenu intervala nakon 5 kHz zato što na toj frekvenciji ne funkcionira neuralna sinkronija. Budući da je najviša frekvencija osnovnih tonova kod muzičkih instrumenata ispod 5 kHz dolazi se do zaključka da uzrok našoj nesposobnosti određivanja tonske visine iznad 5 kHz nedostatak izloženosti takvih frekvencija, odnosno nedovoljno učenja [13].

Kada dva tona imaju jednaku glasnoću, visinu i trajanje, no zvuče drugačije ta razlika je razlika u boji tona. Frekvenciju podražaja čistog tona određuje se na način da se odredi koliko se puta u sekundi ponavlja sinusni val. No našim slušnim doživljajem ne dominiraju samo čisti tonovi već više složenih zvukova koje stvarju priroda ili strojevi. Takvi složeni podražaji sadrže mnoge frekvencije, a te dodatne frekvencije pomažu u stvaranju različitih boja tonova [2].

Boju tona određuju viši harmonici, te po boji tona razlikujemo i prepoznamo muzičke instrumente. Isticanje pojedinih harmonika u samome spektru ovisi o volumenu i obliku rezonatora. Kod muzičkih zvukova isticanje neparnih viših harmonika stvara subjektivni osjećaj tankog odnosno zatvorenog tona. U slučaju da su naglašeni parni harmonici zvuk je svijetao i otvoren. Također, treba napomenuti da se ispod svakog osnovnog harmonika ne

javljanju stabilne oscilacije koje bi samim time spadale u harmoničan dio spektra koji je čovjek ugodan [12].

### 3.3. Prostorne dimenzije percepcije zvuka

Prostorne dimenzije percepcije zvuka percipiraju se uz pomoć osjetila sluha. Osjetilo sluha je prijemnik koji se svakodnevno prilagođava trodimenzionalnom zvučnom polju i sastoji se od lijevog i desnog uha. Na temelju zvuka mogu se opaziti različiti razmještaji predmeta u okolini i na temelju toga stvarati si dojam zvučnog prostora. Mehanizam određivanja pravca nailaska zvuka odnosno sposobnost lokalizacije predmeta u prostoru na temelju zvukova primjer je lokalizacije zvuka. Lokalizacija samog položaja zvuka proučava se kroz tri koordinate a to su uzduž azimuta (horizontalne) koordinate, visinske (vertikalne) koordinate i koordinate udaljenosti. Horizontalna koordinata proteže se s lijeva na desno, vertikalna u smjeru gore i dolje, dok koordinata udaljenosti služi za određivanje kolika je udaljenost zvuka od slušatelja. Slušatelji najtočnije mogu lokalizirati zvukove koji se nalaze točno ispred njih, dok manje točno mogu lokalizirati zvukove koji se nalaze po strani ili iza glave [2].

Postoje dvije vrste znakova za lokalizaciju, a to su binauralni znakovi i monauralni znakovi. Binauralni znakovi temelje se na dolasku signala do lijevog i desnog uha, dok monauralni ovise isključivo o jednom uhu. Dva binauralna znaka temelje se na usporedbi zvučnih signala koji stižu i do lijevog i do desnog uha. Zvukovi koji dolaze sa strane prije će doći do jednog uha nego do drugog, a razlika u vremenu u kojem zvuk dođe do lijevog i desnog uha naziva se interauralnim kašnjenjem [2]. Sposobnost slušaoca da može odrediti odakle dolazi zvuk zasniva se na razlikama koje postoje između pritisaka koji djeluju na lijevo i desno uho. Kada je azimut pravca iz koga nailazi zvučni val različit od nule zvuk stiže do bližeg uha nešto ranije nego što dolazi do onog uha koji mu je dalji a to se događa zbog njihove međusobne udaljenosti. Na frekvencijama gdje je trajanje periode veće od interauralnog kašnjenja, a to su niže frekvencije, osjetilo sluha vremensku razliku koristi za utvrđivanje pravca iz koga dolazi zvuk. Vremenska razlika koja tako nastaje najveća je za azimut  $90^\circ$  i za prosječnu glavu ona je oko 0,6 ms. Iako vrlo mala, ova vremenska razlika dovoljna je za formiranje pravca iz koga je naišao zvuk. U trenutku kada se frekvencija počinje povišivati, to jest kada trajanje periode signala postaje manja od interauralnog kašnjenja, u procesiranju vremenske razlike nastaje konfuzija jer fazna razlika više nije povezana sa vremenskim kašnjenjem. Ta granica se nalazi na frekvencijama oko 1 kHz, pa iznad te granice interauralna vremenska razlika nema značaja za određivanje pravca. S druge strane, kada je frekvencija dovoljno niska, ispod 100 Hz, trajanje periode signala mnogo je veće od interauralnog kašnjenja, pa je fazna razlika koja nastaje

zanemariva. Tada su pritisci na lijevom i desnom uhu u fazi. Zbog toga se pri zvučnim pojavama na tako niskim frekvencijama ne dobiva dovoljno informacija za određivanje pravca nailaska zvuka, pa čovjek u toj domeni praktično nema sposobnost lokalizacije pravca nailaska zvuka. Sposobnost određivanja pravca nailaska zvučnog vala na osnovu razlika u razini signala na lijevom i desnom uhu gubi se na niskim frekvencijama kada valna dužina postaje veoma velika u odnosu na dimenzije glave. Tada glava kao prepreka u zvučnom polju više nema utjecaja, pa signali na oba uha postaju jednaki [14].

Kada na uho djeluju zvukovi kompleksnog spektralnog sadržaja i složene vremenske strukture, kao što je to na primjer muzika ili šumovi iz okruženja, u tome slučaju vibracioni odziv bazilarne membrane postaje mnogo složeniji. Tada dolazi do međusobnih utjecaja između pobuda koje djeluju na bliske dijelove bazilarne membrane, kao i do drugih pojava u unutrašnjem uhu kao i na živčanim putevima. Sve to zajedno čini da je proces percepcije kompleksnih zvukova složeniji od slučaja sinusnih tonova, a to sve dovodi do toga da je proces percepcije kompleksnih zvukova složeniji od slučaja čistih tonova i da je kod takvih zvuka teže odrediti pravac odakle se pojavljuju [14].

Najznačajnija pojava koja se pojavljuje pri pobudi kompleksnim zvukovima je maskiranje. Maskiranje je pojava koja se pojavljuje nesposobnošću sluha da registrira zvučni nadražaj samo zbog toga što istovremeno u uho stiže neki drugi, konkurentski zvuk koji ga na neki način "maskira". Maskiranje se može pojaviti zbog bliskosti maskirajućeg i maskiranog zvuka na skali frekvencija (frekvencijsko maskiranje) ili zbog međusobne blizine na vremenskoj osi (vremensko maskiranje). Kada se slušaju kompleksni zvukovi frekvencijsko maskiranje čini da dio prisutnog zvučnog sadržaja nije dostupan osjetilu sluha, što se događa zbog toga što najjače komponente maskiraju eventualne istovremeno prisutne slabije komponente [14].

Upravo iz svega navedenog može se zaključiti da je kod kompleksnijih zvukova puno teže odrediti iz kojeg pravca takvi zvukovi dolaze, te kojih su frekvencija i intenziteta, za razliku od čistih tonova. Također, na percepciju pravca iz kojega zvuk dolazi također ovisi s koje strane zvuk dolazi do slušaoca. Ako je zvuk pušten ispred glave slušaoca on će vrlo brzo moći odgonetnuti odakle taj zvuk dolazi, no ako zvuk dolazi sa strane ili iza slušaoca tu se već javlja problem oko određivanja točnog pravca zvuka zbog prepreka koje su prisutne. Nadalje, na teškoću u percipiranju kompleksnih zvukova utječe i pojava koja se naziva maskiranje. Zbog te pojave dolazi da određeni zvukovi zbog toga što slabije budu potisnute od jačih komponenata i zato ih slušaoci ne mogu zamijetiti. Na isti način i vozač percipira zvuk tijekom vožnje, te zato postoji razlika je li zvuk dolazi iz okoline ili je pušten putem radija ili mobitela.

## 4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Budući da emocije utječu na način na koji vozači procesiraju i reagiraju na unutrašnje faktore uvelike mogu utjecati na ponašanje vozača, a time i cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa. Naime, uslijed intenzivnog djelovanja emocija, vozači manje usmjeravaju pogled na relevantne elemente ceste i okoline zbog čega može doći do pogrešaka ili nepercipiranja promjena u neposrednoj blizini. U studiji iz 2016. godine, autori Maryam Fakh Hosseini i Myounghoon Jeon su analizirali utjecaj različite glazbe na subjektivna, bihevioralna i fiziološka stanja kod uznemirenih vozača [15]. U istraživanju ispitanici su bili podijeljeni u pet grupa, a to su „ljuti“ vozači koji su vozili uz glazbu koju su sami odabrali, „ljuti“ vozači koji su vozili sa sretnom glazbom, „ljuti“ vozači sa tužnom glazbom, „ljuti“ vozači koji voze bez glazbe te „neutralni“ vozači bez ikakve glazbe u pozadini.

Nakon provođenja eksperimenta dobiveni su sljedeći podaci koji su podijeljeni u tri grupe [15]:

### 1. SUBJEKTIVNI PODACI

Na temelju osobnih obrazaca koje su ispitanici ispunjavali, dobiveni su rezultati da je uspješno inducirana ljutnja u svih četiri grupe, osim u kontrolnoj grupi u kojoj nisu uspjeli inducirati ljutnju. Od 51 sudionika njih 42 sudionika postali su ljuti do trenutka kada su morali početi ispunjavati obrazac. Ostalih 9 kod kojih nije bila inducirana ljutnja subjektivnim mjerenjem uzeti su u analizu jer možda nisu bili svjesni promjene u svome afektivnom stanju. Na samome kraju došlo se do zaključka da se razina ljutnje tijekom eksperimenta smanjivala, ali je i dalje bila viša nego onda kada su došli na testiranje. Uzorci povećanja i smanjenja rezultata ljutnje bila su slična u sve četiri grupe.

### 2. BIHEVIORALNI PODACI

Uočeno je kako prelazak u suprotnu traku prilikom vožnje i brzina vožnje se ne razlikuju između navedenih 5 grupa koji su predmet istraživanja. Rezultati su pokazali kako se broj pogrešaka između grupa bitno ne razlikuje, no uočene su razlike kada su se uzele u obzir težina rute i uvjeti na cesti. Dokazano je da u lakim i srednjim uvjetima ne postoji bitna razlika, ali zato u teškim postoje. Testovi su također pokazali da vozači koji su sami sebi odabrali glazbu da su imali puno veći broj pogrešaka tijekom vožnje nego ostale grupe.

### 3. FIZIOLOŠKI PODACI

Analiza je pokazala da je povećanje otkucaja srca prilikom slušanja tužne glazbe značajno drugačija od smanjenja otkucaja srca među „ljutim“ vozačima koji nisu slušali glazbu, također i onih koji su slušali sretnu glazbu i od onih vozača u kontrolnoj grupi.

Na temelju provedenog istraživanja zaključuje se da su vozači, koji su slušali glazbu koju su oni sami odabrali, ubrzavali i kočili agresivnije nego oni koji su slušali tužnu ili sretnu glazbu. Razlog takvom ponašanju može biti da vozači koji su slušali glazbu koju su htjeli, su odabrali glazbu koja se podudarala s njihovim trenutnim raspoloženjem koja je samim time i povećala vozačevu ljutnju, što je u konačnici i rezultiralo agresivnijom vožnjom. Što se tiče rezultata mjerenje otkucaja srca, oni su se mijenjali za vrijeme vožnje. Pokazalo se je da tužna glazba povećavala otkucaje srca više nego kod onih koji nisu slušali nikakvu glazbu.

Budući da se smatra da povezanost između slušanja glazbe, emocija i vozačkih performansi i distrakcije ovisi o vozačevom temperamentu provedena je studija utjecaj slušanja glazbe na fiziološko stanje, mentalno opterećenje i performanse vožnje s obzirom na temperament vozača gdje se analiziralo kako slušanje glazbe tijekom vožnje utječe na fiziološko stanje, mentalno opterećenje i u konačnici i na izvedbu vožnju kod vozača [16].

Studija je uključila ispitanike podijeljene prema četiri tipa temperamenta: kolerik, sangvinik, flegmatik i melankolik. Istraživanjem je uočeno kako su vozači kolerici agresivniji i imaju sklonost za uzrokovanje prometnih prekršaja, dok su sangvinici uglavnom manje strpljivi pogotovo u monotonom cestovnom okruženju. Flegmatični vozači imaju duže vrijeme reakcije, a melankolici su skloni riziku.

Na temelju provedenog istraživanja zaključeno je da je vožnja pod utjecajem rock glazbe povezana s višim nivoima uzbuđenja i percipiranim mentalnim opterećenjima, dok je lagana glazba bila povezana s pogreškama u vožnji. Također, sama izvedba kod flegmatičnih vozača je manje osjetljiva na glazbeni žanr, dok performanse vozača kolerika je znatno osjetljiva na glazbeni žanr.

Nadalje, poznato je kako i različita vrsta glazbe različito utječe na simulirano upravljanje automobilom i upravo iz toga razloga provedena je studija utjecaja različite vrste glazbe na upravljanje motornim vozilom [17]. U studiji analiziralo se hoće li preferirana glazba utjecati drugačije u odnosu na neutralnu glazbu, na brzinu vožnje i broj učinjenih pogrešaka u prometu u simuliranoj vožnji te time pokazati mogući ugrožavajući efekt glazbe po sudionike prometa.

Nakon što su sudionici odvozili simuliranu vožnju prikupljeni su podaci o brzini vožnje uz preferiranu i neutralnu glazbu. Rezultati analize pokazali su kako ne postoji statistički značajna razlika maksimalnih, te prosječnih postignutih brzina vožnje s obzirom na vrstu glazbe. Također, utvrđeno je da nije bilo značajne razlike u broju grešaka tijekom vožnje. Osim toga, korelacija između harmonijskih sredina brzine vožnje tijekom preferirane i neutralne glazbe, također se nije pokazala značajnom. Ono što se statistički pokazalo značajnim je korelacija između maksimalnih postignutih brzina tijekom vožnje, te korelacija između broja učinjenih grešaka što ukazuje da su navedene korelacije ukazale na to da su sudionici imali jednak stil vožnje tijekom obje vožnje, odnosno da glazba nije imala utjecaj na vozačev izbor brzine i na broj grešaka koju su počinili. U provedenom istraživanju 18% sudionika je izjavilo da su bili manje koncentrirani uz preferiranu glazbu, 30% da glazba nije uopće utjecala na njihovu izvedbu, dok je 29% ispitanika izjavilo da im je bilo ugodnije voziti uz njihovu preferiranu glazbu te da su tada bili opušteniji. [17].

Slično istraživanje je provedeno i u studiji utjecaj prirodnih zvukova i različite vrste glazbe na performanse vožnje i na psihologiju vozača. Prilikom istraživanja sudionici su bili izloženi 4 stanja: bez prisustva zvuka, s prirodnim zvukovima, klasičnom i hard rock glazbom. Kod sudionika koji su bili izloženim pod navedenim stanjima analiziralo se kako će svako stanje zasebno utjecati na vozačke performanse kod vozača, te ima li spol utjecaja glazbe na izvedbu.

Na temelju istraživanja dobiveni su podaci o utjecaju glazbe na kontrolu, koncentraciju, uživanje i distrakciju kod vozača. Iz rezultata autori su zaključili kako je najniža razina kontrole, koncentracije i uživanja bila prisutna pod utjecajem Hard Rock glazbe, a najviša razina kontrole kod prirodnog zvuka. Što se tiče kontrole, koncentracije i uživanja najviša je prisutna kod prirodnog zvuka.

Nadalje, uočeno je kako kod odnosa između slušnog podražaja i standardnog odstupanja položaja vozila u traci nije bilo izravnog učinka, već pod utjecajem otkucaja srca. Prema rezultatima, stopa sluha je statistički značajno posredovala u relaciji između standardne devijacije položaja vozila u traci i slušnog podražaja gdje interval pouzdanosti nije sadržavao nulu što znači da je došlo do posredovanja. Na temelju svega navedenog autori su zaključili kako slušni poticaj ima značajan učinak na performanse vožnje i na psihi vozača. Istraživanje pokazuje kako su vozne performanse bila najučinkovitije u slušanju prirodnih zvukova. Rezultat opažajnih iskustava pokazuje da je vožnja s prirodnim zvukovima imala najvišu razinu kontrole, koncentracije, uživanja i najnižu razinu distrakcije. Pored svega navedenog dokazan je utjecaj otkucaj srca na odnos između slušnog podražaja i voznih performansi. Također,



uočeno je kako utjecaj slušnog podražaja na performanse vožnje i otkucaja srca nije bio značajno različit u usporedbi sa spolom [18].

Utvrđivanje vozačevog stresa u stvarnim prometnim situacijama različitim prometnim zagušenjem te pozadinskom glazbom provedeno je u studiji [19]. Motiv za provođenje studije je činjenica da tijekom prometnih zagušenja, bila ona manja ili veća, dolazi do povećanja razine stresa vozača te posljedično većeg broja prekršaja prometnih pravila i propisa. Za potrebe istraživanja, formirane su dvije skupine vozača: oni koji su se susreli prvo s velikom količinom prometa pa tek onda sa manjom, te oni koji su prvo bili izloženi malom količinom prometa pa onda velikoj količini prometa. Na temelju toga omogućena je procjena stresnog stanja vozača zbog usporedbe prve skupine s velikim zagušenjima i prve sa malim prometnim zagušenjem. Na temelju provedenog istraživanja uočeno je kako razlika u razini stresa između žena i muškarca nije značajna, dok pod utjecajima visoke i niske razine zagušenja postoje razlike u razini stresa kod vozača. Također, zabilježena je veća razina stresa u uvjetima velikog zagušenja za ispitanike koji nisu slušali glazbu tijekom vožnje u odnosu na one koji su slušali.

Na temelju rezultata autori zaključuju kako glazba ometa, ali i opušta ljude u stresnih situacijama. Međutim, pozitivan utjecaj glazbe može biti ograničen jer možda efekt glazbe smanjuje stres ovisno o jačini prisutnosti stresa koji je prisutan kod vozača [19].

## 5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Tijekom vožnje niz čimbenika može u određenoj mjeri odvlačiti pažnju vozača te time utjecati na njihovo raspoloženje, ponašanje te u konačnici na sigurnost cestovnog prometa. Cilj ovoga diplomskog rada, kao što je ranije navedeno, je istražiti u kojoj mjeri različiti glazbeni žanrovi imaju utjecaj na vozača i na njegovo upravljanje vozilom.

Znajući da provođenje takvog istraživanja u stvarnom prometnom sustavu je vrlo kompleksno, zamorno, skupo i opasno ovo istraživanje provelo se koristeći simulatora vožnje koji omogućava provođenje istraživanja u sigurnom okruženju. U ovom poglavlju detaljno će biti opisana istraživačka oprema, procedura provođenja istraživanja kao i karakteristike ispitanika.

### 5.1. Istraživačka oprema

Za potrebu izrade ovog istraživanja korištena je sljedeća istraživačka oprema: simulator vožnje, naočale za praćenje pogleda, te zvučnik za puštanje glazbe.

Za provođenje istraživanja korišten je statični simulator vožnje tvrtke Carnetsoft B. V. Simulator se sastoji od vozačkog dijela kojeg čine sjedalo s pedalama, upravljačem i mjenjačem, te tri međusobno povezana zaslona, veličine 30" i rezolucije 5760 x 1080 za prikaz određenog scenarija. Također, simulator pruža interaktivni prikaz stvarnosti s 210° okoline preko šest kanala a to su lijevi, srednji i desni pogled, te tri retrovizora na svakom monitoru. Simulacijski softver pokreće operacijski sustav Windows 10 Pro 64-bitni na računalu sa 3 GB memorije za pohranu videa.

Simulator se sastoji od tri LCD povezana zaslona uz pomoć kojih se prikazuje scenarij od koji središnji zaslon sadrži najviše informacija te je on ključan za provedbu simulacije. Prednost simulatora je ta što sva tri zaslona daju mogućnost pogled vozača izvan vozila kao i praćenje prometa iza vozila retrovizorima što je od iznimne važnosti. Na središnjem zaslonu nalazi se brojač okretaja, pokazatelj ubrzanja, pokazatelj razine goriva u spremniku, lijevi i desni pokazivač smjera, pokazivač osvjetljenja ceste i pokazatelj korištenja parkirne kočnice. Simulator vožnje koji je korišten prilikom ovog istraživanja prikazan je na slici 6.



Slika 6. Simulator vožnje Carnetsoft BV korišten u istraživanju

Nadalje, osim simulatora vožnje kao ključne opreme za provedbu istraživanja korištene su i naočale za praćenje pogleda ispitanika tijekom vožnje. Budući da preko 90 % svih potrebnih informacija u prometu vozači dobivaju putem vida, primjena metode praćenja pogleda ispitanika u velikoj mjeri pomaže prilikom utvrđivanja na što točno ispitanik usmjerava pogled i koji mu se objekti nalaze u fokusu tijekom vožnje. Metoda praćenja pogleda vozača omogućuje određivanje u kojem smjeru i što točno osoba gleda tijekom vožnje, odnosno služi za prikupljanje podataka o usmjerenosti pogleda prema području interesa. Krajem 20. stoljeća istraživanja i metodologije u praćenju pogleda su se bitno poboljšale što je u konačnici omogućilo razlikovanje pokreta oka i glave, te je dovelo do mogućnosti praćenja pogleda u stvarnom vremenu na temelju snimljenog videa.

U ovome istraživanju korištene su Tobii Pro Glasses 2 naočale. Naočale sadrže četiri kamere koje lociraju položaj zjenice i HD kameru koja prati točne fiksacije osobe u stvarnom vremenu. Kamera koja je postavljena na prednjoj strani naočala omogućuje snimanje prostora ispred ispitanika s HD rezolucijom od 1920x1080 piksela te doseg vidnog polja od 160° vodoravno i 70° okomito, dok su preostale kamere koje snimaju kretanje oka postavljene u unutarnjoj strani naočala. Dizajn naočala je sličan klasičnim naočalama što omogućava, normalno ponašanje sudionika pružajući zadovoljavajuće rezultate. Također, naočale sadrže i mikrofoni kojim je moguće snimiti zvuk prilikom ispitivanja čime se omogućuje detaljna obrada ispitanikovih komentara. Nadalje, naočale sadrže SD karticu na kojoj trajno ostaje zapis provedenog istraživanja [7].



Slika 7. Naočale za praćenje pogleda Tobii Pro Glasses 2

*Izvor: [20]*

Na slici 8. prikazan je glavni uređaj koji je žično povezan s naočalama za praćenje pogleda koji se napaja punjivim Li-ionskim baterijama čime je omogućeno njegovo korištenje u raznim uvjetima i realnim situacijama. Navedeni sustav podrazumijeva i instalacijski alat postavljen na računalnoj jedinici koji je izravno povezan s glavnim uređajem [21].



Slika 8. Glavni uređaj za snimanje i pohranu podatak Tobii Pro Glasses 2

*Izvor: [21]*

## 5.2. Procedura ispitivanja

Kako bi se dobio uvid u navike ispitanika provedena je online anketa. Sukladno tome dva tjedna prije provođenja istraživanja na simulatoru vožnje ispitanici su kontaktirani te im je poslana online anketa koju su morali ispuniti. Anketa se sastojala od sljedećih pitanja: spol, datum i godina rođenja, inicijali imena i prezimena, jesu li glazbeno obrazovani, koji žanr glazbe rado slušaju, slušaju li glazbu dok voze (ukoliko da, je li to radio ili vlastita glazba), nadalje koji žanr muzike slušaju dok voze ako slušaju vlastitu glazbu, kada slušaju glazbu (tijekom vožnje gradom, autocestom, uvijek), preferiraju li slušanje glazbe dok voze u uvjetima prometnog zagušenja, smiruje li ih glazba tijekom vožnje ili povećava stres ili ne djeluje nikako

posebno. Zadnja dva pitanja su bila koncipirana kao tekst dugog odgovora gdje su trebali opisati i obrazložiti svoje odgovore, a pitanja su smatraju li da slušanje glazbe tijekom vožnje utječe na način kako voze, te ukoliko je odgovor bio potvrdni trebali su objasniti kako to utječe. Zadnje pitanje bilo je vezano uz sigurnost i glasilo je: smatrate li da slušanje glazbe tijekom vožnje povećava rizik vezan uz sigurnost, te ukoliko da, zašto? Izgled i pitanja koja su postavljena ispitanicima putem online ankete prikazano je u *Prilogu 1*.

Dva tjedna nakon ispunjavanja online ankete ispitanici su sudjelovali u simulatorskom dijelu istraživanja. S obzirom na situaciju vezanu za COVID-19 ispitanici su dolazili jedan po jedan, u točno definiranim vremenima, na Zavod za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, gdje se provodio laboratorijski (simulatorski) dio istraživanja. Također, sukladno epidemiološkim uputama pri samom ulazu u dvoranu ispitanicima se vršila dezinfekcija ruku, te mjerila temperatura, a nakon provođenja ispitivanja vršila se dezinfekcijska oprema.

Na samom početku, ispitanicima su pročitane upute vezane uz istraživanje koje se nalazi u *Prilogu 2*. Naglašeno im je da se istraživanje provodi sukladno Etičkom kodeksu Fakulteta prometnih znanosti te da će svi prikupljeni podaci biti kodirani i da se neće objavljivati pod njihovim imenom i prezimenom. Prije početka istraživanja ispitanici su bili zamoljeni da pročitaju i ako nemaju neki objektivan razlog za nesudjelovanje potpišu “Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju“ (*Prilog 3*). te popune obrazac kojim se prikupljaju demografski podaci i oni o vozačkom iskustvu kao (*Prilog 4*) i upitnike vezane uz samoprocjenu budnosti i trenutno psihofizičko stanje (*Prilog 5*). Nakon toga je ispitanicima pojašnjeno kako je tijekom vožnje na simulatoru moguća pojava blažih “mučnina” kod malog postotka vozača simulatora (5 %), te da će se u slučaju pojave glavobolje, nelagode, mučnine ili sličnih simptoma istraživanje prekinuti. Nadalje, ispitanicima je pokazana i opisana istraživačka oprema (simulator vožnje i naočale za praćenje pogleda). Nakon toga ispitanici su zamoljeni da sjednu za simulator i prilagodite si sjedalo kako im je najudobnije, te da stave naočale za praćenje pogleda. Za svakog ispitanika izvršena je kalibracija naočala za praćenje pogleda sukladno uputama proizvođača. Ispitanicima je naglašeno, kako se u ovome istraživanju ne ocjenjuje njihova vožnja što znači da u slučaju “prometnih prekršaja” tijekom vožnje neće biti kažnjavani, niti će biti ikakvih drugih posljedica vožnje i da zbog toga tijekom simulirane vožnje voze upravo onako kako bi vozili i u stvarnosti bez ikakvih ustručavanja.

Sama vožnja na scenariju se sastojala od dva djela, prvi dio scenarija predstavljao je „zagrijavanje“, odnosno vježbu tijekom koje su se ispitanici prilagođavali na simulator i naočale za praćenje pogleda. „Zagrijavanje“ je trajalo nekoliko minuta unutar kojih su slobodno

mogli probati naglo ubrzavati, kočiti, skretati lijevo-desno itd. kako bi dobili što bolji osjećaj simulatora. Mjenjač na simulatoru je automatski te ispitanici nisu morali mijenjati brzine tijekom vožnje. Drugi dio scenarija predstavljao je „stvarnu vožnju“, a o početku su ispitanici bili pravovremeno obavješteni. Tijekom stvarnog scenarija zamoljeni su da voze „prirodno“, odnosno stilom vožnje kojim inače voze i za koje smatraju da su prikladni ovisno o nadolazećoj situaciji, te da na raskrižjima voze samo ravno.

### 5.3. Deskriptivna analiza podataka ispitanika

U ovome istraživanju angažiran je 41 punoljetni ispitanik sa važećom vozačkom dozvolom. Od ukupno 41 ispitanika, tri ispitanika nisu odvozili simuliranu dionicu do kraja jer se nisu osjećali dobro pa se njihovi podaci nisu uzimali prilikom analize. Također, još pet ispitanika nije uzeto u obzir zbog razlike koja je bila veća od 85 percentila prilikom analize „simulator sickness scora“ prije i poslije. U konačnici istraživanje je obuhvatilo 33 ispitanika, od koji je 13 žena (39,39 %) i 20 muškaraca (60,61 %) od čega njih 19 ispitanika ima dioptriju te tijekom vožnje su nosili leće. Starost ispitanika u prosjeku iznosi 24 godine ( $\bar{x}$  = 24,57; min = 18,89; max = 32,85; SD = 2,60), a njihovo vozačko iskustvo u prosjeku je bilo pet godina ( $\bar{x}$  = 5,09; min = 0,08; max = 13,65; SD = 3,11). Od 33 ispitanika njih troje (9,09 %) se izjasnilo da se smatraju neiskusnim vozačima, njih 18 (54,55 %) da su srednje iskusni vozači, te 12 (36,36 %) da su iskusni vozači. Što se tiče učestalosti vožnje njih 12 (36,36 %) je odgovorilo da voze svakodnevno, 13 (39,39 %) par puta tjedno, sedam (21,21 %) par puta mjesečno. Dok jedan ispitanik (3,03 %) vozi par puta godišnje. Prema vlastitoj procjeni ispitanici u prosjeku voze 683,48 km mjesečno, te 6.223,18 km godišnje. Navedeni podaci prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Podaci o ispitanicima

Broj ispitanika	Spol	Starost	Dioptrija	Vozačko iskustvo (god.)	Vlastita procjena vozačke sposobnosti	Učestalost vožnje	Prijeđeni kilometri u zadnjih godinu dana (km/god)
1	Ž	27,04	DA	7,04	C	1	1100
2	M	32,85	NE	13,65	C	1	15000
3	Ž	29,02	DA	10,29	B	2	5000
4	Ž	26,25	NE	8,14	B	3	5000
5	Ž	24,64	DA	5,25	C	1	5000
6	M	24,25	DA	3,37	B	3	400
7	M	23,51	NE	4,71	B	2	1200
8	M	24,33	NE	6,17	B	1	22000
9	M	24,29	DA	3,91	B	3	100
10	M	24,31	DA	5,04	C	1	25000
11	M	24,10	NE	2,45	C	1	12000

12	M	26,93	NE	7,96	C	2	900
13	M	25,14	DA	1,19	B	2	500
14	M	24,68	NE	6,29	B	3	500
15	M	24,08	DA	2,96	B	2	1200
16	Ž	23,75	NE	3,46	B	3	400
17	M	23,84	DA	5,47	B	2	6000
18	M	23,96	NE	0,11	A	2	65
19	M	21,83	DA	4,18	B	3	400
20	M	23,85	NE	4,83	B	2	600
21	M	23,15	NE	2,65	C	1	16000
22	Ž	30,05	DA	11,79	C	1	8000
23	M	23,76	DA	6,18	C	2	1300
24	M	24,56	DA	2,86	B	2	4000
25	M	28,06	NE	9,98	C	1	60000
26	Ž	22,79	NE	5,36	B	3	400
27	Ž	23,80	DA	0,08	A	1	100
28	Ž	21,67	DA	3,25	B	2	2000
29	Ž	18,89	DA	0,84	A	2	1000
30	Ž	20,64	DA	2,63	C	1	3000
31	Ž	23,66	DA	4,61	B	2	1700
32	Ž	22,64	DA	4,99	C	4	5000
33	Ž	24,44	DA	6,39	B	1	500
A-Neiskusani; B-Srednjeiskusani; C-iskusani 1-Svakodnevno; 2-Par puta tjedno; 3-Par puta mjesečno; 4- Par puta godišnje							

Prilikom ispunjavanja online ankete dobiveni su podaci vezani uz osobnu ocjenu kako glazba utječe na ispitanike te kako se ponašaju prilikom slušanja glazbe u motornom vozilu. Od ukupno 33 ispitanika njih 33,33 % je glazbeno obrazovano, dok 66,67 % nije glazbeno obrazovano. Prilikom upravljanju motornim vozilom svih 33 ispitanika se izjasnilo da slušaju glazbu dok voze, od čega njih 23 (69,70 %) sluša radio glazbu, a vlastitu glazbu 10 (30,30 %) ispitanika. S obzirom da glazba može različito utjecati od osobe do osobe svaki ispitanik izjasnio se je kada sluša glazbu tijekom vožnje bilo to vožnjom u gradu, autocestom ili je glazba prisutna uvijek neovisno gdje i u kakvoj se situaciji nalazi. Na temelju njihovih odgovora dobiveno je da njih 93,93 % sluša glazbu uvijek. Također, dobiveni su podaci da 60,61 % ispitanika smatra da slušanje glazbe tijekom vožnje utječe na način vožnje odnosno njih 39,39 % smatra da glazba ne utječe na način vožnje. Konkretno za uvjete prometnog zagušenja dobiveni su podaci da kod 78,79 % ispitanika glazba ne smeta u uvjetima prometnog zagušenja, dok je 21,21 % ispitanika odgovorilo da im glazba u takvim uvjetima smeta te da u tom trenutku isključe glazbu i ne slušaju je jer ima odvlači pozornost sa prometnice. Tomu rezultatu pridonose i sljedeći podaci gdje se 72,73 % ispitanika izjasnilo da ih glazba smiruje tijekom vožnje, na 24,24 % ispitanika glazba prilikom vožnje ne djeluje nikako posebno, a na 3,03 %

povećava stres. Poznato je kako glazba može biti jedan od distraktora i na taj način utjecati na sigurnost prilikom upravljanja motornim vozilom. Upravo iz toga razloga ispitanicima je postavljeno pitanje: utječe li slušanje glazbe tijekom vožnje na sigurnost upravljanja motornim vozilom? Svega 25 ispitanika odnosno 75,76 % ispitanika dalo je potvrdni odgovor na navedeno pitanje, a njih 24,24 % je reklo da glazba ne utječe na sigurnost tijekom vožnje. Neki od obrazloženja bili su: „*da im glazba podiže adrenalin dok voze, da ovisno o vrsti glazbe koju slušaju u tom trenutku da na to utječe da više voze defenzivno ili ofenzivno, da im glazba smanjuje koncentraciju ukoliko je vrsta glazbe koju ne preferiraju, utječe na način da ne prate prometnu situaciju ili da znaju zbog toga znatno prekoračiti brzinu, te da se slušanjem „življe“ glazbe javlja želja za bržom vožnjom na temelju čega se zaključuje da glazba tijekom vožnje može povećavati rizik vezan uz sigurnost“.*

Tablica 3. Utjecaj glazbe na ispitanike prilikom vožnje

Ispitanik	Glazbeno obrazovan	Slušanje glazbe tijekom vožnje	Radio ili vlastita glazba	Slušanje glazbe prilikom vožnje u uvjetima prometnog zagušenja	Tijekom vožnje glazba	Glazbe tijekom vožnje utječe na način vožnje	Glazba tijekom vožnje utječe na sigurnost
1	0	1	R	1	C	0	1
2	0	1	V	1	A	0	1
3	0	1	R	1	A	1	1
4	0	1	R	0	A	1	1
5	0	1	R	1	A	1	0
6	0	1	R	1	A	1	1
7	0	1	V	1	C	1	1
8	0	1	V	1	A	1	1
9	0	1	R	0	A	1	1
10	0	1	R	1	A	1	1
11	0	1	R	1	A	1	0
12	1	1	V	1	A	1	1
13	0	1	V	1	A	1	1
14	1	1	V	0	C	0	0
15	1	1	R	1	A	1	1
16	0	1	R	1	A	0	1
17	1	1	R	1	B	1	1
18	1	1	R	1	A	1	1
19	1	1	R	1	C	1	1
20	1	1	R	0	A	0	1
21	0	1	V	1	A	1	0
22	0	1	V	0	C	1	1
23	0	1	R	1	A	1	1
24	1	1	V	1	C	1	0
25	1	1	V	1	A	0	0



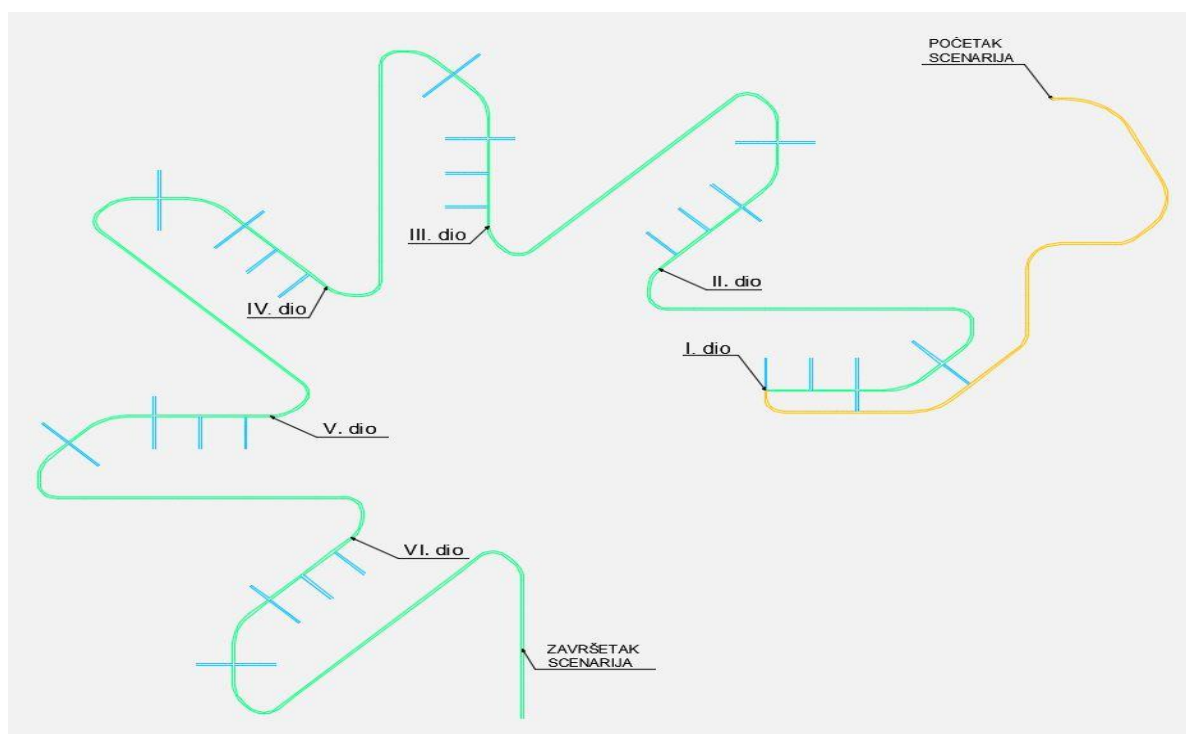
26	0	1	R	0	C	1	1
27	0	1	R	1	A	1	1
28	1	1	R	1	A	1	1
29	0	1	R	1	A	1	1
30	0	1	R	0	C	0	0
31	0	1	R	1	A	1	1
32	1	1	R	1	A	1	0
33	0	1	R	1	A	1	1
0-Ne; 1-DA; R-Radio glazba; V-Vlastita glazba; A-Smiruje; B-Povećava stres; C-Ne djeluje nikako posebno							

#### 5.4. Definiranje scenarija vožnje

Scenarij koji se koristio za potrebe ovog istraživanja bio je dizajniran kao dvosmjerna prometnica sa ukupnom širinom kolnika od 6,8 m, odnosno širinom jedne prometne trake od 3,4 m. Ukupna dionica sastojala se od identičnog odsječka dugačkog 1790 m koji se ponavljao šest puta u kontinuitetu, te od odsječka namijenjenog zagrijavanja duljine 2375 m (Slika 9.). Scenarij se sastojao od šest segmenata ceste koji su se ponavljali šest puta u kontinuitetu, a tijekom svakog dijela puštao se različit glazbeni žanr: domaći pop, strani pop, klasična glazba, metal, folk glazba, te dijela scenarija gdje se nije puštala nikakva glazba. Svi ispitanici vozili su isti scenarij sa svim pjesama (samo nasumičnog redoslijeda). U tablici 4. prikazan je popis pjesama sa odgovarajućim bpm-om. Duljina dionice koja je bila namijenjena za zagrijavanje smještena je u ruralnom djelu grada, dok ostatak scenarija u urbanom djelu grada. Duljina scenarija ukupno iznosi 13,115 km.

Tablica 4. Prikaz popis pjesama i njihov bpm

IZVOĐAČ	ŽANR	NAZIV PJESME	BPM
Nina Badrić	Domaći pop	Čarobno jutro	82
Ed Sheeron	Strani pop	How Would You Feel	70
Metallica	Metal	Master of Puppets	220
Beethoven	Klasična glazba	Für Elise	69
Mile Kitić	Folk	Plava ciganka	102



Slika 9. Prikaz scenarija u istraživanju

Širina središnjih i rubnih linija (označene bijelom bojom) iznosile su 15 cm, širina biciklističke staze 1 m, te širina pješačke staze 4 m. U scenariju su postojala tri ograničenja brzine: 40 km/h, 50 km/h i 60 km/h. Cijela dionica se sastojala od šest četverokrakih raskrižja gdje je bio prometni znak obavezno zaustavljanje (BO2), šest pješačka prijelaza (prometni znak CO2), te dvanaest oštih zavoja označenih s pločama za označavanje zavoja (prometni znak K10-1). Na dionici je bilo ukupno 66 prometnih znakova u smjeru vožnje prikazano u tablici 5.

Tablica 5. Broj prometnih znakova u scenariju po kategoriji

Kategorija znaka	Dimenzije (cm)	Broj znakova	Postotni udio (%)
Znakovi opasnosti	90x90x90	24	36,36 %
Znakovi izričitih naredbi	φ60	24	36,36 %
Znakovi obavijesti	60*60	6	9,10 %
Prometna oprema: Ploče za označavanje zavoja na cesti (K10-1)	50*50	12	18,18 %
UKUPNO	-	66	100 %

Također, u scenariju su postojale i potencijalne nesreće koje su se pratile dok su ispitanici vozili simuliranu vožnju. Prva potencijalna opasnost bilo je raskrižje gdje se promatralo hoće li se ispitanik zaustaviti na znak (B02) obavezno zaustavljanje, druga opasnost predstavljao je obilježeni pješački prijelaz gdje se promatralo jesu li ispitanici propustili pješake gdje je bio znak obilježeni pješački prijelaz (C02), te treća na kojemu je zabilježeno izlijetanje psa.

## 6. ANALIZA UTJECAJA GLAZBE NA PONAŠANJE VOZAČA

Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, scenarij se sastojao od identične dionice ceste koja se ponavljala šest puta u kontinuitetu, a tijekom svakog dijela puštao se različit glazbeni žanr: domaći pop (Nina Badrić-Čarobno jutro), strani pop (Ed Sheeran- How Would You Feel), klasična glazba (Beethoven- Fur Elise), metal (Metallica- Master of Puppets), te folk glazba (Mile Kitić-Plava ciganka). Na jednom dijelu scenarija nije se puštala nikakva glazba. S obzirom da su svi ispitanici vozili isti scenarij sa svim pjesama (samo nasumičnog redoslijeda) korištena je statistička analiza koja se naziva: repeated measures ANOVA, odnosno ANOVA ponovljenih mjerenja. ANOVA ponovljenih mjerenja koristi se prilikom analize većeg broja podataka, a sastoj se od zavisnih i nezavisnih varijabli. Neovisna varijabla se sastoji od kategorija koje se još nazivaju razinama ili srodnim skupinama [22]. Prilikom provođenja ANOVE u istraživanju je korištena Bonferronijeva post hoc analiza, gdje je statistička značajnost postavljena na 5 %. U samome istraživanju provela se analiza sljedećih varijabli: brzina vožnje (km/h), akceleracija ( $m/s^2$ ), deceleracija ( $m/s^2$ ), lateralni pomak prema sredini ceste (m), lateralni pomak prema desnom rubu ceste (m), te broj pogledanih prometnih znakova. Sve navedene varijable analizirale su se po žanrovima pjesama koje su se puštale ispitanicima tijekom vožnje simuliranom dionicom. U nastavku su prikazani i detaljnije opisani svi dobiveni statistički podaci za svaku varijablu.

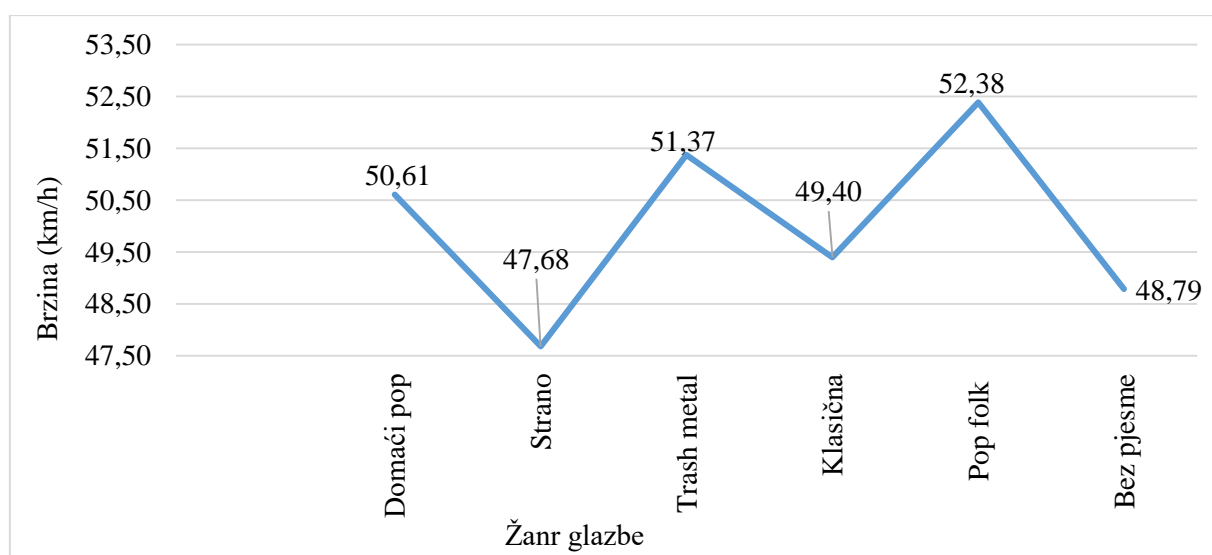
### a) Brzina

Jedna od varijabli koja se promatrala u samom istraživanju bila je brzina vožnje. Promatralo se kojom brzinom su ispitanici vozili ovisno o žanru glazbe, kako bi se na temelju toga mogao donesti zaključak utječe li vrsta glazbe na brzinu vožnje kod ispitanika. Kako bi se mogla provesti analiza podaci koji su dobiveni iz simulatora vožnje uneseni su u statističku analizu ANOVA. Podaci koji su dobiveni prikazani su u tablici 6.

Tablica 6. Statistički podaci brzine vožnje ovisno o glazbenom žanru

Žanr glazbe	Srednja vrijednost brzine (km/h)	Standardna devijacija (SD)	95 % interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	50,61	2,63	13,13	14,99
Strani pop	47,68	1,82	12,60	13,89
Metal	51,37	2,18	13,50	15,04
Klasična glazba	49,40	2,37	12,88	14,56
Folk	52,38	2,57	13,64	15,46
Bez glazbe	48,79	2,80	12,56	14,54

Rezultati statističke analize ANOVE (Tablica 6.) pokazuju da postoji statistička značajnost razlika između brzine vožnje ispitanika ovisno o vrsti glazbe koju su slušali, Wilks' Lambda = 0,412; F = 7,97; p < 0,05 (p = 0,000). Također, vidljivo je kako je najveća brzina (52,38 km/h; SD= 2,57) postignuta tijekom slušanja folk, te metal glazbe (51,37 km/h; SD= 2,18), dok nešto manja brzina postignuta je tijekom izvođenja pjesme Nine Badrić žanr domaći pop (50,61 km/h; SD= 2,63), te na klasičnoj glazbi (49,40 km/h; SD= 2,37). Najmanja brzina bila kada su ispitanici vozili bez prisustva glazbe (48,79 km/h; SD= 2,80). Budući da je najveći bpm (broj otkucaja srca u minuti) izmjeren na pjesmi Mile Kitića (146 bpm-a) i na pjesmi Metallica (220 bpm-a) zaključuje se da je tempo imao utjecaj na brzinu vožnje. Na temelju dobivenih podataka može se zaključiti da su ispitanici najbrže vozili dok su slušali „bržu“ pjesmu, a najsporije kada nije bilo pjesme (Grafikon 1.)



Grafikon 1. Grafički prikaz srednje vrijednosti brzina

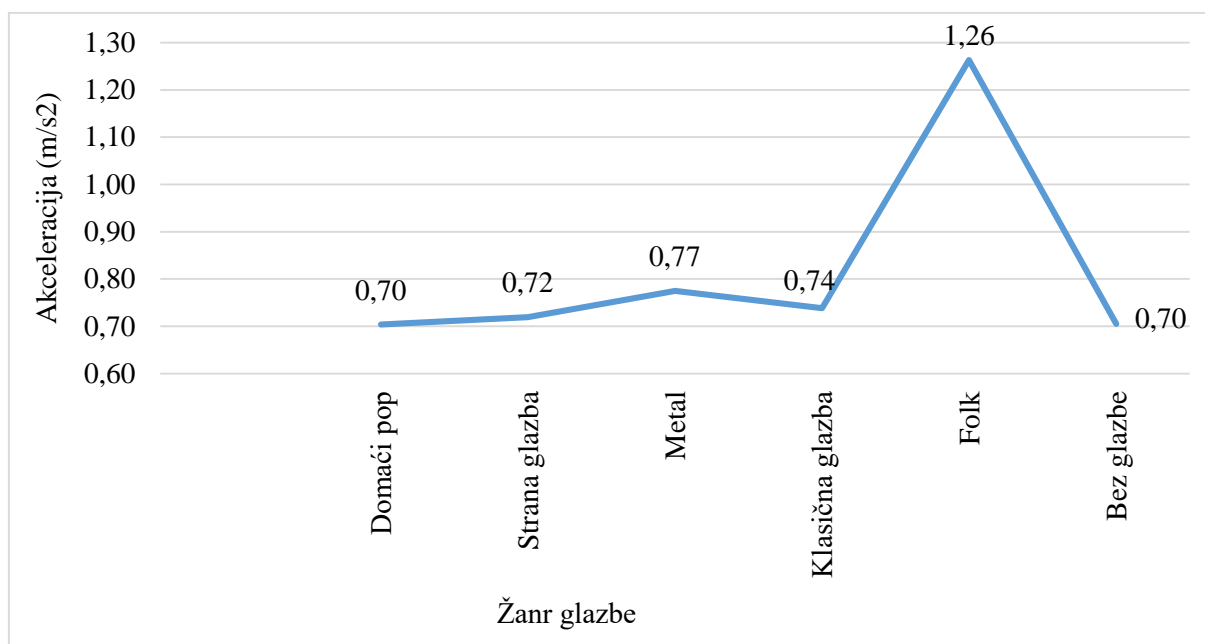
## b) Akceleracija

Ubrzanje ili akceleracija je fizikalna veličina koja opisuje promjenu brzine s vremenom, mjerna jedinica  $m/s^2$ . Na temelju akceleracije analiziralo se stil vožnje ispitanika na pojedinoj vrsti glazbe koju su slušali tijekom simulirane vožnje. Za razliku od brzine vožnje, rezultati ANOVE pokazuju kako ne postoji statistička značajnost razlika između akceleracije ovisno o vrsti glazbe koju su slušali, Wilks' Lambda = 0,824, F = 1,20,  $p > 0,05$  ( $p = 0,335$ ). Podaci koji su dobiveni na temelju ANOVE prikazani su u tablici 7.

Tablica 7. Statistički podaci akceleracije prikupljeni statističkom analizom

Žanr glazbe	Srednja vrijednost akceleracije ( $m/s^2$ )	Standardna devijacija (SD)	95% interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	0,70	0,24	0,62	0,79
Strana glazba	0,72	0,24	0,63	0,81
Metal	0,77	0,23	0,69	0,86
Klasična glazba	0,74	0,23	0,66	0,82
Folk	1,26	2,81	0,27	2,26
Bez glazbe	0,70	0,22	0,63	0,78

Iz tablice 7. vidljivo je kako su ispitanici u prosjeku najveće ubrzanje postigli slušajući pop folk glazbu ( $a=1,26 m/s^2$ ;  $SD= 2,81$ ), te metal ( $a=1,26 m/s^2$ ;  $SD= 0,23$ ), nešto manje ubrzanje slušajući klasičnu glazbu ( $a=0,74 m/s^2$ ;  $SD= 0,23$ ), te tijekom strane pop glazbe ( $a=0,72 m/s^2$ ;  $SD= 0,24$ ). U konačnici je vidljivo da su ispitanici u prosjeku najmanje ubrzanje postigli dok su vozili scenarij na kojoj nije bila puštena pjesma ( $a=0,70 m/s^2$ ;  $SD= 0,22$ ), te na žanru domaći pop ( $a=0,70 m/s^2$ ;  $SD= 0,24$ ). Iako su podaci pokazali da nije bilo statistički značajnih razlika tijekom vožnje, iz grafikona 2. vidljivo je da je uz pjesmu Mile Kitića došlo do najveće razine ubrzanja. Smatram da ishodu ovakvom rezultatu također može pridonijeti i podatak da se je najveći postotak ispitanika izjasnilo kako najviše sluša žanr folk čak 13 ispitanika (39%). Sukladno tomu vrlo je vjerojatno da su se ispitanici dok su slušali svoj preferirani žanr glazbe više opustili pa samim time i brže vozili te postizali veće ubrzanje. Također, vidljivo je kako je na pjesmi domaćeg popa ostvarena ista akceleracija od  $0,70 m/s^2$  kao i kada nije bilo pjesme.



Grafikon 2. Grafički prikaz srednje vrijednost akceleracije ovisno o žanru glazbe

### c) Deceleracija

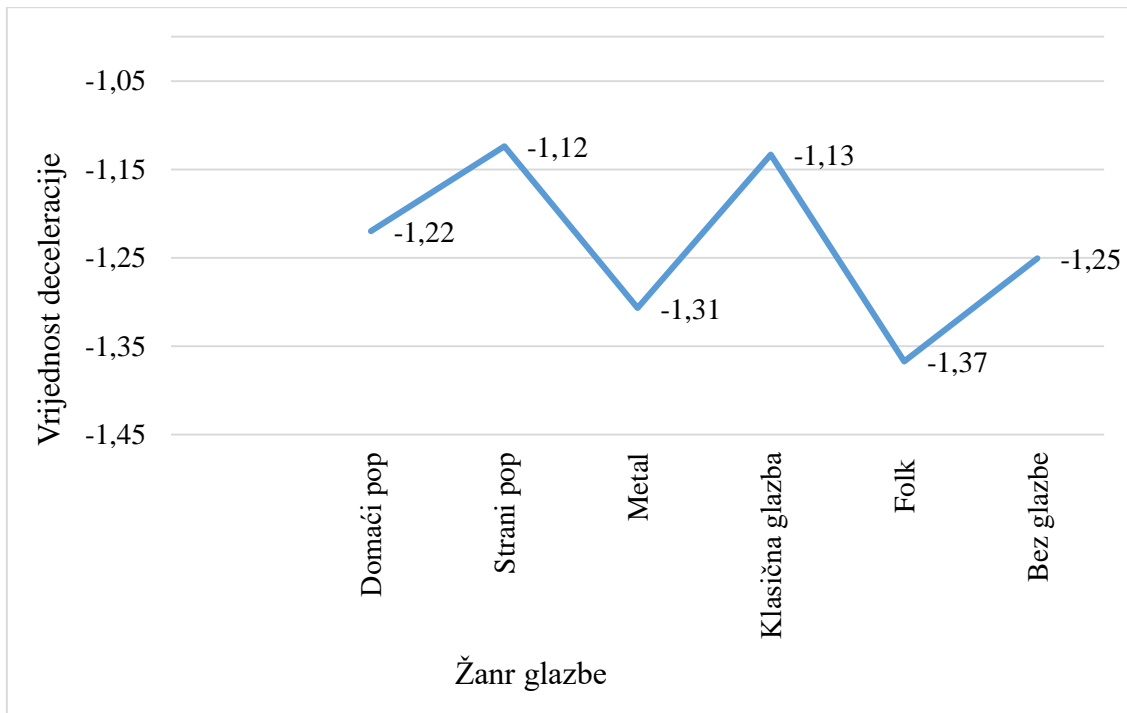
Varijabla koja se analizirala bila je i deceleracija odnosno usporenje, mjerna jedinica  $m/s^2$ . Na temelju te varijable analiziralo se postoji li statistički značajna razlika deceleracije ovisno o žanru glazbe. Statistički podaci dobiveni na temelju statističke analize ANOVE prikazani su u tablici 8.

Tablica 8. Statistički podaci deceleracije prikupljeni statističkom analizom

Žanr glazbe	Srednja vrijednost deceleracije ( $m/s^2$ )	Standardna devijacija (SD)	95% interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	-1,22	0,61	-1,44	-1,01
Strana glazba	-1,12	0,35	-1,25	-1,00
Metal	-1,31	0,44	-1,46	-1,15
Klasična glazba	-1,13	0,85	-1,43	-0,83
Folk	-1,37	0,76	-1,64	-1,10
Bez glazbe	-1,25	0,47	-1,42	-1,09

Iz tablice 8. mogu se iščitati sljedeće vrijednosti: deceleracija tijekom folk pjesme iznosila je  $-1,37 m/s^2$  ( $SD= 0,76$ ), metal  $-1,31 m/s^2$  ( $SD= 0,44$ ), zatim tijekom izvedbe domaćeg popa  $-1,22 m/s^2$  ( $SD=0,61$ ), bez pjesme  $-1,25 m/s^2$  ( $SD= 0,47$ ), klasične glazbe  $-1,13 m/s^2$  ( $SD= 0,85$ ), te stranog popa  $-1,12 m/s^2$  ( $SD= 0,61$ ). Kao i u slučaju akceleracije, rezultati ANOVE pokazuju kako ne postoji statistička značajnost razlika između deceleracije ovisno o vrsti glazbe

koju su slušali, Wilks' Lambda = 0.736, F = 2,009, p > 0,05 (p = 0,108). Iako ne postoji statistička značajnost razlika između deceleracije ovisno o vrsti glazbe uočava se kako je najviša deceleracija bila tijekom izvedbe folk i metala, a najniža deceleracija na stranoj glazbi (Grafikon 3.)



Grafikon 3. Srednja vrijednost deceleracije

#### d) Lateralni pomak prema sredini

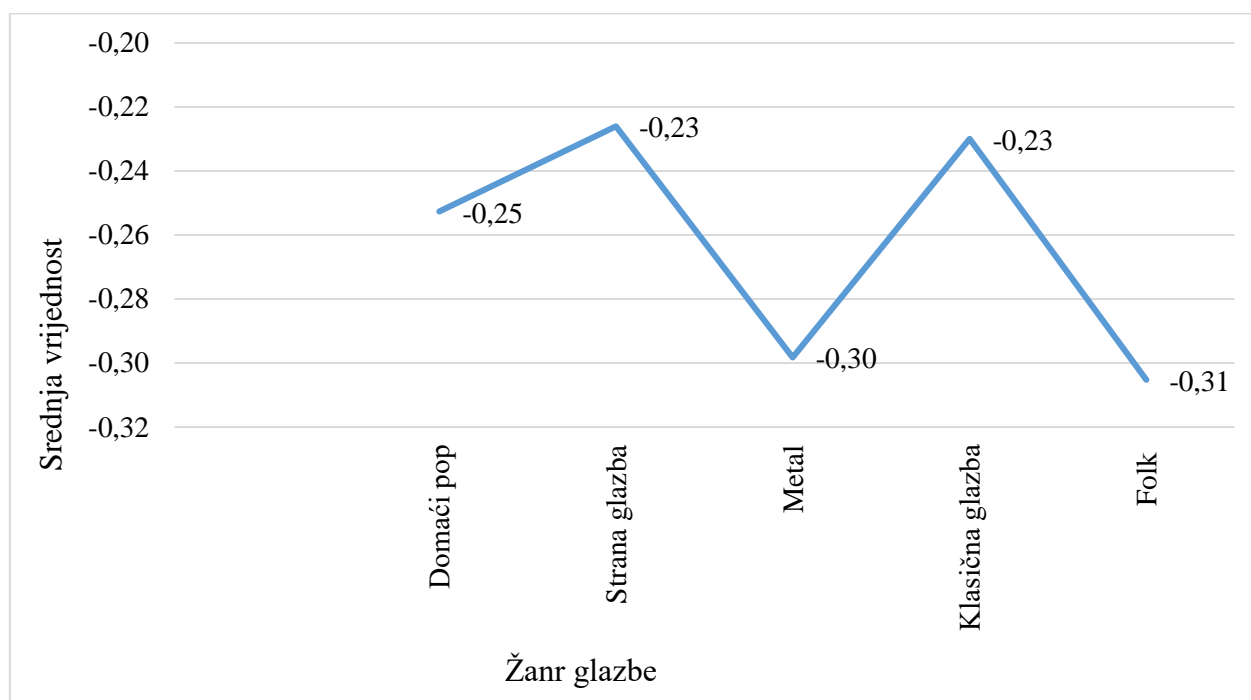
Lateralni pomak je položaj vozila određen udaljenošću od sredine prednjeg branika vozila do sredine desne rubne linije, mjerna jedinica metar (m). Negativna vrijednost predstavlja pomak vozila prema sredini ceste odnosno razdjelnoj liniji. Tijekom analize lateralnog pomaka vozila prema razdjelnoj liniji dobiveni su sljedeći podaci koji su prikazani u tablici 9. Što se tiče lateralnog položaja vozila prema sredini kolnika, rezultati ANOVE pokazuju kako ne postoji statistička značajnost razlika između lateralnog pomaka vozila prema sredini ovisno o vrsti glazbe koju su slušali, Wilks' Lambda = 0,851, F = 0,982, p > 0,05 (p = 0,446).



Tablica 9. Vrijednosti lateralnog pomaka prema sredini

Žanr glazbe	Srednja vrijednost (m)	Standardna devijacija (SD)	95% interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	-0,25	0,14	-0,30	-0,30
Strana glazba	-0,23	0,16	-0,28	-0,28
Metal	-0,30	0,34	-0,42	-0,42
Klasična glazba	-0,24	0,15	-0,29	-0,29
Folk	-0,31	0,43	-0,46	-0,46
Bez glazbe	-0,24	0,17	-0,31	-0,31

Na temelju podataka prikazanih u tablici 9. mogu se iščitati sljedeće vrijednosti: lateralni pomak prema sredini tijekom izvedbe pop pjesme bio je -0,31 m (SD= 0,43), tijekom izvedbe metala -0,30m (SD= 0,34), zatim tijekom izvedbe domaćeg popa -0,25 m (SD=0,14 ), bez pjesme -0,24 m (SD= 0,17), klasične glazbe -0,24 m (SD= 0,15), te na stranoj pop glazbi -0,23 m (SD= 0,16). Navedene vrijednosti prikazane su grafički u grafikonu 4. Iz grafikona je vidljivo da iako ne postoji statistička značajnost razlika između lateralnog pomaka vozila prema sredini da je najveći pomak ostvaren tijekom izvedbe folk pjesme, a najmanji lateralni pomak prema sredini tijekom žanra klasične i strane glazbe.



Grafikon 4. Grafički prikaz srednje vrijednosti lateralnog pomaka prema sredini

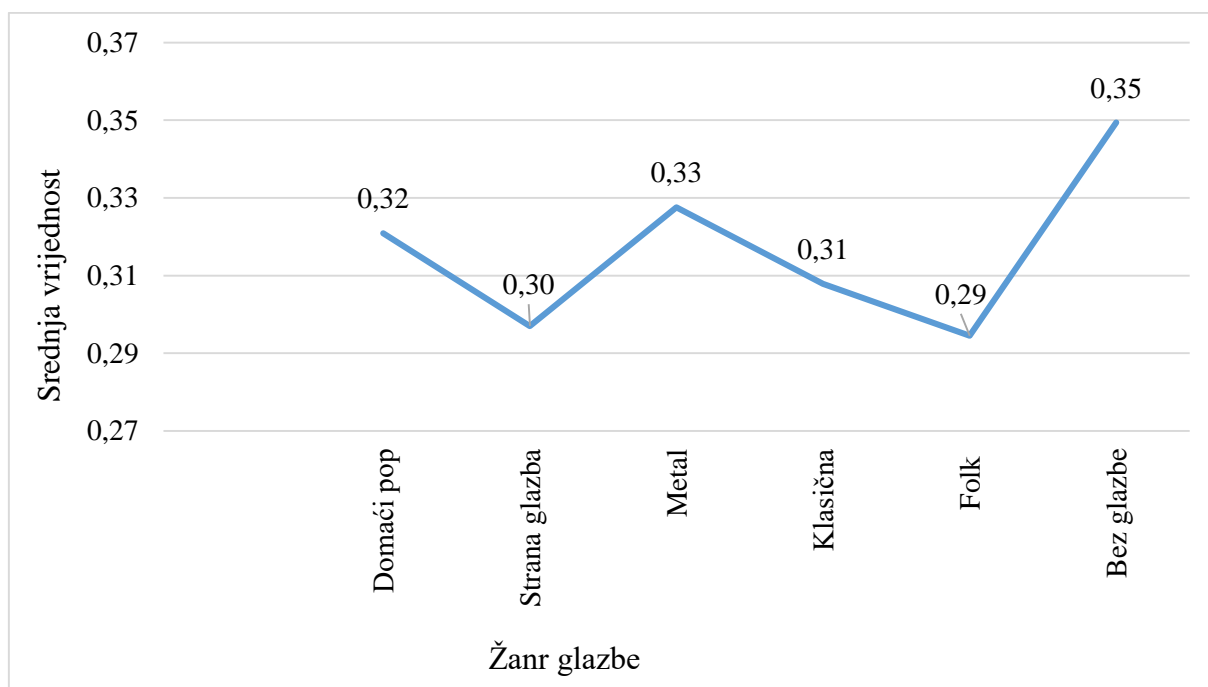
e) Lateralni pomak prema desnom rubu

Lateralni pomak je položaj vozila određen udaljenošću od sredine prednjeg branika vozila do sredine desne rubne linije, mjerna jedinica je metar (m). Pozitivna vrijednost predstavlja pomak vozila prema desnom rubu ceste odnosno rubnoj liniji. Tijekom analize lateralnog pomaka vozila prema rubnoj liniji dobiveni su sljedeći podaci koji su prikazani u tablici 10. Slično kao i kod lateralnog položaja vozila prema sredini kolnika, rezultati ANOVE pokazuju kako ne postoji statistička značajnost razlika između lateralnog pomaka vozila prema desnoj strani kolnika ovisno o vrsti glazbe koju su slušali, Wilks' Lambda = 0,906, F = 0,581,  $p > 0,05$  ( $p = 0,714$ ).

Tablica 10. Vrijednosti lateralnog pomaka prema desnom rubu

Žanr glazbe	Srednja vrijednost (m)	Standardna devijacija (SD)	95% interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	0,32	0,19	0,26	0,26
Strana glazba	0,30	0,12	0,25	0,25
Metal	0,33	0,18	0,26	0,26
Klasična glazba	0,31	0,17	0,25	0,25
Folk	0,29	0,13	0,25	0,25
Bez glazbe	0,35	0,22	0,27	0,27

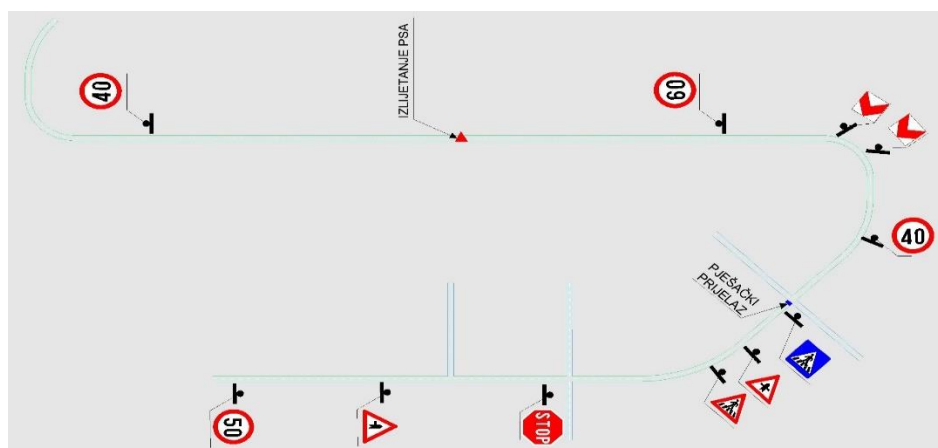
Na temelju podataka prikazanih u tablici 10. mogu se iščitati sljedeće vrijednosti: najmanji lateralni pomak prema desnom rubu ispitanici su u prosjeku vozili tijekom izvedbe pop folk pjesme (0,29 m, SD= 0,13). Nadalje, tijekom metal glazbe 0,30m, (SD= 0,12), zatim tijekom izvedbe klasične glazbe (SD=0,17 ), na žanru trash metal 0,33m, (SD= 0,18), domaćeg popa 0,32 m, (SD= 0,19). Nešto veći lateralni pomak prema desnom rubu, ali ipak ne statistički značajna razlika bila je tijekom vožnje gdje nije puštena pjesma 0,35 m, (SD= 0,16). Navedene vrijednosti prikazane su grafički u grafikonu 5.



Grafikon 5. Grafički prikaz srednje vrijednosti lateralnog pomaka prema desnom rubu

#### f) Broj pogledanih prometnih znakova

Na cijeloj dionici ukupno je bilo 66 prometna znaka. Primjenom Tobii Pro naočala koje su namijenjene za praćenje pogleda vozača prikupljeni su podaci o tome koliko su puta ispitanici svoj pogled usmjerili na prometni znak, odnosno koliko su prometnih znakova pogledali tijekom simulirane vožnje. Na slici 10. prikazani su prometni znakovi koji su zabilježeni u simuliranoj vožnji.



Slika 10. Prikaz prometnih znakova iz scenarija

S obzirom da su prometni znakovi sredstva komunikacije između upravitelja cesta i sudionika u prometu, analizom broja pogledanih znakova željelo se utvrditi na koji način glazbeni žanr utječe na ispitanikovo vizualno praćenje prometne situacije. U tablici 11.

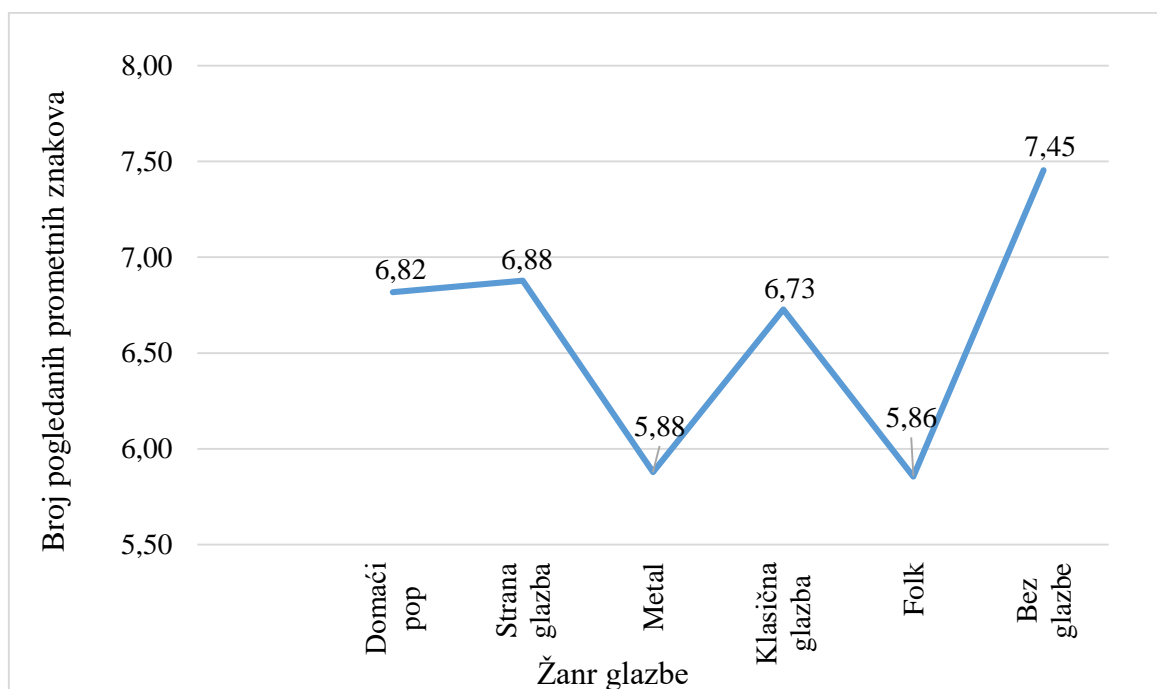
prikazani su statistički podaci srednje vrijednost broja pogledanih prometnih znakova, standardna devijacija, te 95 % interval pouzdanosti ovisno o žanru glazbe.

Prema statističkim podacima (Tablica 11.) može se zaključiti kako su ispitanici u prosjeku tijekom slušanja folk glazbe pogledali 5,86 znakova (SD= 2,42), metal glazbe 5,88 znakova (SD= 3,00), klasične glazbe 6,73 znakova (SD= 2,40), domaćeg popa 6,82 znakova (SD= 2,36), na stranog popa 6,88 (SD= 2,29), dok su tijekom vožnje bez glazbe pogledali u prosjeku 7,45 pogledana znaka (SD= 2,49). Analizom broja pogledanih prometnih znakova zaključuje se da postoji statistička značajnost razlika između navedene varijable i vrste glazbe koju su ispitanici slušali Wilks' Lambda = 0,637, F = 3,187, p < 0,05 (p = 0,021).

Tablica 11. Vrijednosti statističkih podataka o broju pogledanih prometnih znakova

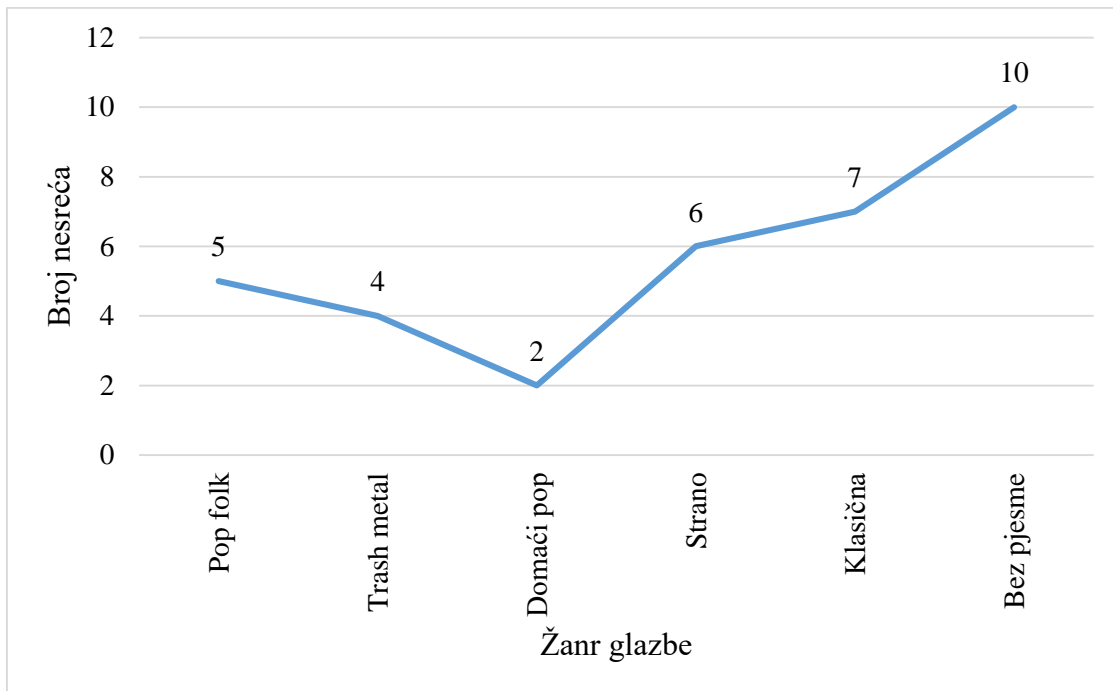
Žanr glazbe	Srednja vrijednost	Standardna devijacija (SD)	95% interval pouzdanosti	
			Donja granica	Gornja granica
Domaći pop	6,82	2,36	5,98	5,98
Strana glazba	6,88	2,29	6,07	6,07
Metal	5,88	3,00	4,82	4,82
Klasična glazba	6,73	2,40	5,88	5,88
Folk	5,86	2,42	5,00	5,00
Bez glazbe	7,45	2,49	6,57	6,57

Iz svega navedenog vidljivo je kako su ispitanici imali najmanju srednju vrijednost pogledanih prometnih znakova slušajući folk glazbu te na metal, dok na scenariju gdje nije puštena glazba je zabilježena najveća srednja vrijednost pogledanih prometnih znakova. Grafički prikaz navedenih vrijednosti prikazan je u Grafikonu 6.



Grafikon 6. Grafički prikaz srednje vrijednosti broja pogledanih prometnih znakova

Također, analizirajući sve navedene varijable može se donesti zaključak postoji li povezanost navedenih varijabli o broju prometnih nesreća koje su ispitanici napravili tijekom simulirane vožnje. Na ukupnoj dionici vožnje postojalo je 18 mjesta gdje je postojala mogućnost nastanka prometne nesreće. Potencijalne nesreće pratile su se na raskrižju gdje se promatralo hoće li se ispitanik zaustaviti na znak (B02) obavezno zaustavljanje, hoće li propustiti pješake gdje je bio znak obilježeni pješački prijelaz (C02), te dio na kojemu je zabilježeno izlijetanje psa. Ukupno su zabilježene 34 prometne nesreće. Od tih 34 prometne nesreće 10 ih zabilježeno u trenutku kada ispitanici nisu slušali pjesmu (29%), zatim slušajući klasičnu glazbu 7 nesreća (21%), stranog popa šest nesreća (18%), folk pet nesreća (14%), metalu četiri nesreće (12%), te najmanji broj prometnih nesreća slušajući domaći pop (6%). Navedene vrijednosti prikazane su u grafikonu 7. Uzimajući u obzir brzinu i akceleraciju koja je ostvarena na pojedinoj vrsti glazbe te broj prometnih nesreća nije uočena međusobna ovisnost. Na pjesmi na kojoj je postignuta najveća brzina i najveće ubrzanje (folk) nije zabilježen značajan broj prometnih nesreća.



Grafikon 7. Grafički prikaz broja prometnih nesreća

## 7. ZAKLJUČAK

Sigurnosti u prometu pridaje se veliko značenje, a razlog tomu je što u prometu sudjeluje veliki broj ljudi bilo to u ulozi vozača, pješaka, putnika ili na bilo koji drugi način. Za sigurno odvijanje prometnog sustava značajna su tri čimbenika (čovjek, vozilo i prometnica) među kojima je čovjek najvažniji, s obzirom da su upravo ljudske greške najčešći uzrok prometnih nesreća. Vozači su izloženi raznim situacijama kao što su buka, prometna zagušenja, različite iznenadne situacije i sl., što uvelike utječe na njihovo psihičko stanje, raspoloženje te u konačnici na njihovo ponašanje u prometu. Nadalje, tijekom same vožnje pojavljuju se i razni distraktori (vizualni, kognitivni, fizički i zvučni) koji utječu na vozača, a sukladno time i na sigurnost svih ostalih sudionika u prometu. Distrakcija je češće prisutna kod mladih vozača koji manjka iskustva često precjenjuju vlastite sposobnosti, željni su dokazivanju te podložni utjecaju okoline. Jedan od distraktora koji je prisutan tijekom vožnje je glazba, budući da glazba vozaču odvlači pažnju koja treba biti usmjerena na prometnicu. Zvučna distrakcija češće je prisutna kod mlađih ljudi s obzirom da oni češće slušaju glazbu tijekom vožnje. Glazba, pogotovo ako je preferirana kod mladih izaziva uzbuđenje i ponesenost pa time i smanjenu percepciju prometne situacije i uzrok nesreća. Cilj izrade ovog diplomskog rada je, primjenom simulatora vožnje i naočala za praćenje pogleda vozača analizirati na koji način različiti glazbeni žanrovi utječu na ponašanje vozača i njegovu percepciju okoline.

U ovom istraživanju korišteni su simulator vožnje te naočale za praćenje pogleda vozača. Ukupno je angažirano 33 mlađih ispitanika čija je prosječna starost 24 godine, a razlog tomu je što imaju manje vozačkog iskustva te su time skloniji pogreškama tijekom vožnje. Svjesnost da je glazba prisutna svuda oko nas pa tako i tijekom vožnje u radu se analiziralo imali glazba utjecaj na ponašanje vozača. Varijable koje su se analizirale bile su brzina, akceleracija, deceleracija, lateralni pomak prema sredini, lateralni pomak prema desno, te broj pogledanih prometnih znakova.

Na temelju dobivenih podataka o brzini i broju pogledanih prometnih znakova statističkom analizom dobilo se da postoji statistička značajnost razlika između brzine ovisno o vrsti glazbe, kao i kod broja pogledanih prometnih znakova. Vidljivo je da postoji koleracija između tih dviju varijabli. Budući da je ostvarena najveća brzina na folk pjesmi sukladno tomu bilo je za očekivati da će na tomu žanru biti i najmanji broj pogledanih prometnih znakova što je u konačnici i dokazano. Što je bila veća brzina ispitanici su manje gledali u prometni znak, dok u suprotnom što je bila manja brzina zabilježen je veći broj pogledanih prometnih znakova. To je dokazano na folk pjesmi gdje je ostvarena najveća brzina od 52,38 km/h, te uočen

najmanji broj pogledanih prometnih znakova u prosjeku 5,86 prometna znaka po ispitaniku. Nadalje, tijekom slušanja metal glazbe postignuta je druga najveća brzina koja je iznosila 51,37 km/h, te je pogledano u prosjeku 5,88 prometna znaka po ispitaniku što je drugi najmanji broj pogledanih znakova. Na pjesmi Master of Puppets izmjeren (metal žanr) je 220 bpm, a na pjesmi Plava ciganka (folk žanr) izmjeren je 146 bpm. Uočeno je kako su to dva žanra sa najvećim brojem otkucaja u minuti (bpm- mjerna jedinica u određivanju tempa glazbe), odnosno žanrovi glazbe sa bržim tempom i da su upravo to pjesme na kojima je postignuta najveća brzina.

Sukladno navedenom zaključilo se je da je tempo pjesme imao utjecaj na brzinu i na broj pogledanih prometnih znakova. Pjesme življeg karaktera i bržeg tempa utjecali su na to je zabilježena najveća brzina i najmanji broj pogledanih prometnih znakova. Također, budući da se je najveći postotak ispitanika izjasnilo da najviše sluša folk glazbu (39 %) a zatim metal (21 %) takvim rezultatima možda pridonosi i činjenica da postignuta brzina ovisi o tome što ispitanici najčešće slušaju. Kada su ispitanici slušali svoj omiljeni žanr tada su ostvarili najveću brzinu i najmanji broj pogledanih prometnih znakova.

Nadalje, što se tiče akceleracije i deceleracija nije utvrđena značajna statistička razlika ovisno o vrsti glazbe, kao ni kod lateralnog pomaka prema sredini i prema desnom rubu. Analizirajući broj prometnih nesreća uočeno je kako je najveći broj prometnih nesreća zabilježen kada nije bilo pjesme. Također, praćenjem kako ispitanici voze i kako se ponašaju tijekom vožnje uočeno je kako su ispitanici tijekom slušanja folk glazbe vozili jednom rukom, pjevušili, lupkali lijevom nogom te više ubrzavali i pomicali glavu u odnosu na ostale žanrove. Nadalje, na klasičnoj glazbi i scenariju gdje nije puštena pjesma uočilo se kako su ispitanici bili nervozni te su ispitivali kad će pjesma završiti, te na tim dijelovima nisu radili nikakve pokrete. Također, analizirajući vrste žanrova koje su ispitanici izjavili da slušaju i sam način kako su vozili i koliko su prometnih nesreća počinili na tim pjesmama uočeno je kako je upravo ta glazba koju slušaju značajnije utjecala na način vožnje u odnosu kada su slušali glazbu koju ne preferiraju.

U konačnici na temelju cjelokupne analize o utjecaju glazbe na ponašanje vozača dolazi se do zaključka da glazba u određenoj mjeri ima utjecaj na ponašanje vozača. Vozeći pod utjecajem „bržih“ pjesama te glazbe koju privatno preferiraju, ispitanici manje percipiraju prometne znakove i ostalu prometnu infrastrukturu, voze „agresivnije“ i brže, manje se koncentriraju na ograničenje brzine, te na taj način više ugrožavaju prometnu sigurnost.



## LITERATURA

- [1] Ščukanec A.: Autorizirana predavanja iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Zagreb, 2015./2016
- [2] E. Bruce Goldstein, Sensation and Perception, 7th ed., Thomson Wadsworth, 2007
- [3] Brkljačić, T.: Uvod u percepciju.pdf.
- [4] Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, ak.god. 2019./2020.
- [5] <https://www.google.com/searchsmanjena+vidljivostna+cesti+no%C4%87u>; (26.03.2020.)
- [6] Bruce Goldstein, E.: Osjet i percepcija ;Naklada slap;Zagreb 2010.; str.185.
- [7] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Perceptivne\\_varke](https://hr.wikipedia.org/wiki/Perceptivne_varke); (27.03.2020.)
- [8] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=67594>;(27.03.2020.)
- [9] Heđever,M.: Osnove fiziološke i govorne akustike, Sveučilište u Zagrebu Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Zagreb,2012., p.19.
- [10] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Zvuk>; (28.03.2020.)
- [11] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Valna\\_duljina](https://hr.wikipedia.org/wiki/Valna_duljina); (01.04.2020.)
- [12] <https://www.scribd.com/docume9/FIZIOLO-AKUSTIKA-2012-pdf>; (02.04.2020.)
- [13] <https://fonet.ffzg.unizg.hr/djelatnici/bakran/psi/pitch/PITCH3.html>; (03.04.2020.)
- [14] <http://telekomunikacije/predmeti/te4e/AkustikaKarakteristikepercepcije.pdf>; (5.04.2020.)
- [15] <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3004323.3004346>; (06.04.2020.)
- [16] <https://pdfs.semanticscholar.org/0618/da8a25b7ea6d7e5ebfe6a7c9413.pdf>; (07.04.2020.)
- [17] <https://repozitorij.ffos.hr/islandora/object/ffos%/datastream/PDF/view>; (09.04.2020.)
- [18] [http://www.engineeringletters.com/issues\\_v25/issue\\_4/EL\\_25\\_4\\_13.pdf](http://www.engineeringletters.com/issues_v25/issue_4/EL_25_4_13.pdf); (12.04.2020.)
- [19] Weisenthal D.I., Hennessy D. A., Totten B: The Influence of Music on Driver Stress; Journal of Applied Social Psychology,2000.; 30(8): 1709.-1719.
- [20] <https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/#Features>; (05.07.2020.)
- [21] Buswell G.: Fundamental reading habits: A study of their development; The University of Chicago, SAD;1922.
- [22] <https://statistics.laerd.com/statistical-guides/repeatmeasures-anova-statistical-guide.php>; (09.08.2020.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Proces percepcije.....	4
Slika 2. Smanjena vidljivost.....	6
Slika 3. Prikaz krivulje čujnosti .....	9
Slika 4. Prikaz triju tonova različitih amplituda.....	10
Slika 5. Prikaz valne duljine između dva vala .....	11
Slika 6. Simulator vožnje Carnetsoft BV korišten u istraživanju .....	21
Slika 7. Naočale za praćenje pogleda Tobii Pro Glasses 2 .....	22
Slika 8. Glavni uređaj za snimanje i pohranu podatak Tobii Pro Glasses 2 .....	22
Slika 9. Prikaz scenarija u istraživanju.....	28
Slika 10. Prikaz prometnih znakova iz scenarija.....	37

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz decibela i odnos zvučnih tlakova za neke zvukove.....	10
Tablica 2. Podaci o ispitanicima .....	24
Tablica 3. Utjecaj glazbe na ispitanike prilikom vožnje .....	26
Tablica 4. Prikaz popis pjesama i njihov bpm .....	27
Tablica 5. Broj prometnih znakova u scenariju po kategoriji .....	28
Tablica 6. Statistički podaci brzine vožnje ovisno o glazbenom žanru .....	31
Tablica 7. Statistički podaci akceleracije prikupljeni statističkom analizom.....	32
Tablica 8. Statistički podaci deceleracije prikupljeni statističkom analizom.....	33
Tablica 9. Vrijednosti lateralnog pomaka prema sredini .....	35
Tablica 10. Vrijednosti lateralnog pomaka prema desnom rubu.....	36
Tablica 11. Vrijednosti statističkih podataka o broju pogledanih prometnih znakova .....	38

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Grafički prikaz srednje vrijednosti brzina.....	31
Grafikon 2. Grafički prikaz srednje vrijednost akceleracije ovisno o žanru glazbe.....	33
Grafikon 3. Srednja vrijednost deceleracije .....	34
Grafikon 4. Grafički prikaz srednje vrijednosti lateralnog pomaka prema sredini .....	35
Grafikon 5. Grafički prikaz srednje vrijednosti lateralnog pomaka prema desnom rubu .....	37
Grafikon 6. Grafički prikaz srednje vrijednosti broja pogledanih prometnih znakova.....	39
Grafikon 7. Grafički prikaz broja prometnih nesreća.....	40

# PRILOZI

*Prilog 1. Pitanja koje je obuhvaćala online anketa*

1. Napišite inicijale Vašeg imena i prezimena? \_\_\_\_\_
2. SPOL: M/Ž
3. DOB: \_\_\_\_\_
4. Glazbeno obrazovan/obrazovana? DA/NE
5. Koju vrstu žanra rado slušate? \_\_\_\_\_
6. Slušate li glazbu dok vozite? Ukoliko da je li to ? RADIO/ VLASTITA GLAZBA
7. Koji žanr muzike slušate dok vozite ako slušate vlastitu glazbu? \_\_\_\_\_
8. Kada slušate glazbu?
  - a) TIJEKOM VOŽNJE GRADOM
  - b) AUTOCESTOM
  - c) UVIJEK
9. U uvjetima prometnog zagušenja preferirate li slušanje glazbe dok vozite? DA/NE
10. Tijekom vožnje je li Vas glazba smiruje ili povećava stres?
  - a) SMIRUJE
  - B) POVEĆAVA STRES
11. Smatrate li da slušanje glazbe tijekom vožnje utječe na način kako vozite? Ukoliko da, kako? \_\_\_\_\_
12. Smatrate li da slušanje glazbe tijekom vožnje povećava rizik vezan uz sigurnost? Ukoliko da, zašto?  
\_\_\_\_\_

## *Prilog 2. Upute ispitanicima prije provođenja istraživanja na simulatoru vožnje*

Dobrodošli u istraživanje u svrhu izrade diplomskog rada te Vam se zahvaljujem što ste se odazvali na sudjelovanje. Prije samog početka istraživanja ukratko ću Vam pojasniti metodologiju istraživanja. U slučaju da za vrijeme ovih upita bilo koji element vožnje u simulatoru kod Vas proizvede bilo koji oblik bojazni/tjeskobe/straha i sl., – slobodno zatražite pojašnjenje gdje ćemo se potruditi dati Vam preciznije objašnjenje i na taj način dati vam dozu sigurnosti i ukloniti početne simptome.

Istraživanje se provodi sukladno Etičkom kodeksu Fakulteta prometnih znanosti te će svi prikupljeni podaci biti kodirani i neće se objavljivati pod Vašim imenom i prezimenom. Također, u ovome istraživanju se ne ocjenjuje Vaša vožnja što znači da u slučaju “prometnih prekršaja” tijekom vožnje nećete biti kažnjavani, niti će biti ikakvih drugih posljedica vožnje. Stoga, tijekom simulirane vožnje vozite upravo onako kako bi vozili i u stvarnosti bez ikakvih ustručavanja.

Istraživanje će se provesti na simulatoru vožnje koji će dočaravati stvarnu situaciju u prometu. Dionica na kojoj ćete voziti je unaprijed pripremljen scenarij koji simulira urbanu vožnju. Tijekom vožnje simulirat će se dnevni uvjeti. Također, tijekom vožnje nosit ćete naočale za praćenje pogleda kojim će se prikupljati podaci o vizualnoj percepciji u vožnji (*pokazati naočale za praćenje pogleda*).

Tijekom vožnje na simulatoru moguća je pojava blažih “mučnina” kod malog postotka vozača simulatora (5 %). U slučaju pojave glavobolje, nelagode, mučnine ili sličnih simptoma molim da mi prijavite i u tome trenutku na Vaš pristanak istraživanje će se prekinuti.

Prije početka istraživanja molim Vas da pročitate i – ako nemate neki objektivni razlog za nesudjelovanje - potpišete “Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju” te popunite obrazac kojim se prikupljaju demografski podaci i oni o vozačkom iskustvu kao i upitnike vezane uz samoprocjenu budnosti i trenutno psihofizičko stanje.

*(Dati ispitanicima obrasce i suglasnost).*

Molim Vas da sada sjednete za simulator i prilagodite si sjedalo kako Vam je najudobnije. Nakon toga, zamolila bih Vas da stavite naočale za praćenje pogleda koje će se sada kalibrirati. (*provesti kalibraciju naočala*).

Prvi dio našeg scenarija vožnje predstavlja „zagrijavanje“, odnosno vježbu u kojem ćete se prilagoditi na simulator i naočale za praćenje pogleda. „Zagrijavanje“ će trajati nekoliko minuta unutar kojih slobodno možete probati naglo ubrzavati, kočiti, skretati lijevo-desno itd. kako bi dobili što bolji osjećaj simulatora. Mjenjač na simulatoru je automatski te ne morate mijenjati brzine tijekom vožnje. (*pustiti sudionike da isprobaju..*)

Početak dijela scenarija „stvarne vožnje“ bit će Vam naglašen od strane istraživača. Tijekom stvarnog scenarija molim Vas da vozite „prirodno“, odnosno stilom vožnje kojim inače vozite i koji smatrate prikladnim ovisno o nadolazećoj situaciji. U slučaju da niste vozač onda vozite po osjećaju, najbolje što možete, ali bez pritiska. Ističemo, tijekom vožnje ne morate se pridržavati prometnih propisa (ograničenja brzine itd.) jer za eventualne prekršaje nećete biti kažnjavani, ali uvažavajte signalizaciju koja Vas upozorava na sadržaje ceste kako biste joj se što bolje prilagodili. Tijekom vožnje, na eventualnim raskrižjima, vozite samo ravno ne skrećući.

Nakon vožnje ciljnog scenarija ponovno će te biti zamoljeni popuniti upitnik vezan uz trenutno psihofizičko stanje čime sudjelovanje u istraživanju završava.

Procijenjeno vrijeme istraživanja je 20-30 minuta (ovisno o vozačkom iskustvu).

**Na kraju još jednom naglašavamo da u bilo kojem trenutku možete odustati od istraživanja neovisno o razlogu.**

**OZNAKA ISPITANIKA:** \_\_\_\_\_

## **SUGLASNOST**

*za sudjelovanje u istraživanju za potrebu izrade diplomskog rada*

Potpisom ove suglasnosti izražavam svoj pristanak za sudjelovanje u istraživanju i potvrđujem:

- da sam upoznat s procedurom, metodologijom, opremom i svrhom istraživanja (ukoliko spoznaja o istoj ne utječe na rezultate istraživanja)
- da sam informiran da je moje sudjelovanje u istraživanju dobrovoljno te da će se analiza rezultata provoditi na anonimiziranim podacima, odnosno da se moj identitet neće koristiti u formalnim ili neformalnim publikacijama u pisanom, zvučnom ili video formatu, bez eksplicitnog pisanog dopuštenja
- da se obvezujem savjesno izvršavati zadaće u okviru istraživanja
- da neću formalno objavljivati prikazanu tehnologiju, metodologiju ili rezultate istraživanja u pisanom, zvučnom ili video formatu te da neću dijeliti informacije o tehnologiji, metodologiji, sadržaju ili rezultatima istraživanja s ostalim sudionicima u istraživanju prije okončanja istraživanja te na taj način utjecati na ostale sudionike istraživanja
- da se odričem materijalnih, novčanih i ostalih vidova kompenzacije za vrijeme utrošeno tijekom istraživanja
- da sam svjestan prava odustajanja (u bilo kojem trenutku)
- da sam upoznat da su istraživači obvezni pridržavati se Etičkog kodeksa i da su dužni zaštititi tajnost podataka.

**Datum:** \_\_\_\_\_

**Ime, prezime i potpis sudionika:**

\_\_\_\_\_

*Prilog 4. Obrazac kojim su se prikupljali demografski podaci i oni o vozačkom iskustvu*

**OZNAKA ISPITANIKA:** \_\_\_\_\_

### **ISPITNI OBRAZAC- OPĆI PODACI**

Poštovani, hvala što se odlučili na sudjelovanje u istraživanju. Molim Vas da ispunite sljedeće podatke:

**1. SPOL:** M/Ž

**2. DATUM I GODINA ROĐENJA:** \_\_\_\_\_

**3. DATUM I GODINA STJECANJA VOZAČKOG ISKUSTVA:** \_\_\_\_\_

**4. VLASTITA PROCJENA VOZAČKOG ISKUSTVA:**

- a) NEISKUSAN VOZAČ
- b) SREDNJE ISKUSAN VOZAČ
- c) ISKUSAN VOZAČ

**5. KOLIKO ČESTO VOZITE:**

- a) SVAKODNEVNO
- b) PAR PUTA TJEDNO
- c) PAR PUTA MJESEČNO
- d) PAR PUTA GODIŠNJE

**6. BROJ PRIJEĐENIH KILOMETARA ODVOŽENIH U ZADNJIH MJESEC DANA:** \_\_\_\_\_

**7. PROSJEČNI ODVOŽENI KILOMETRI TIJEKOM JEDNE GODINE:** \_\_\_\_\_

**8. DIOPTRIJA ILI DRUGE MANE/BOLESTI**

**OKA:** \_\_\_\_\_

**9.OSTALE NAPOMENE:** \_\_\_\_\_

OZNAKA ISPITANIKA: \_\_\_\_\_

TESTIRANJE NA SIMULATORU VOŽNJE

Upitnik **PRIJE/NAKON** vožnje - OPĆE STANJE ISPITANIKA

Molim Vas, ispred svakog ponuđenog simptoma zaokružite odgovor koji najbolje opisuje u kojoj mjeri je on trenutno kod Vas prisutan:

1. NOSTALGIJA	ništa	blago	umjereno	značajno
2. SMIRENOST	ništa	blago	umjereno	značajno
3. OPUŠTENOST	ništa	blago	umjereno	značajno
4. UGODA	ništa	blago	umjereno	značajno
5. OPĆA NELAGODA	ništa	blago	umjereno	značajno
6. UMOR	ništa	blago	umjereno	značajno
7. GLAVOBOLJA	ništa	blago	umjereno	značajno
8. NAPREZANJE OČIJU	ništa	blago	umjereno	značajno
9. OTEŽANA KONCENTRACIJA	ništa	blago	umjereno	značajno
10. OTEŽANO FOKUSIRANJE	ništa	blago	umjereno	značajno
11. PRITISAK U GLAVI	ništa	blago	umjereno	značajno
12. POJAČANA SLIKA	ništa	blago	umjereno	značajno
13. ZNOJENJE	ništa	blago	umjereno	značajno
14. MUČNINA	ništa	blago	umjereno	značajno
15. ZAMAGLJEN VID	ništa	blago	umjereno	značajno
16. VRTOGLAVICA	ništa	blago	umjereno	značajno
17. OŠAMUČENOST (OTVORENE OČI)	ništa	blago	umjereno	značajno
18. OŠAMUČENOST (ZATVORENE OČI)	ništa	blago	umjereno	značajno
19. PODRIGIVANJE	ništa	blago	umjereno	značajno

20. OSTALI SIMPTOMI: \_\_\_\_\_





Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
nečitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj  
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojem potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada  
pod naslovom **UTJECAJ GLAZBE NA PONAŠANJE VOZAČA**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom  
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Studentica:

U Zagrebu, 25.08.2020. \_\_\_\_\_

*Vesnika Stanic*  
\_\_\_\_\_  
(potpis)