

Utjecaj oznaka na kolniku na lateralni položaj vozila i brzinu vožnje

Jezidžić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:578191>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-05**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

UTJECAJ OZNAKA NA KOLNIKU NA LATERALNI POLOŽAJ
VOZILA I BRZINU VOŽNJE

INFLUENCE OF ROAD MARKINGS ON THE LATERAL
POSITION OF THE VEHICLE AND DRIVING SPEED

Mentor: izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Student: Filip Jezidžić, 0135237578

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 29. ožujka 2023.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7148

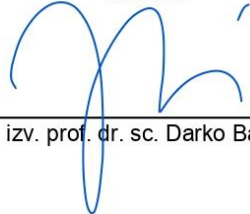
Pristupnik: **Filip Jezidžić (0135237578)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj oznaka na kolniku na lateralni položaj vozila i brzinu vožnje**

Opis zadatka:

Skup longitudinalnih i transverzalnih crta, natpisa i simbola čine oznake na kolniku, a njihov je zadatak oblikovanje površine prometne infrastrukture. Dio su cjelokupne prometne signalizacije i ne mogu se nadomjestiti drugim znakovima ili propisima. Imaju jako velik utjecaj na sigurnost prometa jer upozoravaju vozače, informiraju ih, te ih vode do njihovog cilja identificirajući im sigurnu putanju vožnje. Kvaliteta prometnih oznaka očituje se njihovom vidljivošću tijekom dana, noći i otežanih uvjeta, odnosno očituje se retroreflektirajućim svojstvima. Diplomskim radom ispitat će se utjecaj kvalitete oznaka na kolniku na ponašanje vozila i reakciju vozača, odnosno utjecaj na lateralni položaj i brzinu vožnje. Istražit će se povezanost vozačevih reakcija, tj. parametara dinamike vozila s kvalitativnim svojstvima izrade oznaka na kolniku.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

SAŽETAK

Oznake na kolniku spadaju u elemente horizontalne signalizacije kao sastavni dio prometne signalizacije. Uloga oznaka na kolniku u funkciji sigurnosti prometa je pravovremeno upozoravanje, sigurno vođenje i osiguravanju nužnih informacija za sigurno kretanje svih sudionika u prometu. U uvjetima smanjene vidljivosti najčešće zbog vremenskih prilika (noć, magla, kiša i sl.) oznake na kolniku su praktički jedini putokaz vozaču u kojem smjeru se proteže cesta. Za potrebe izrade diplomskog rada provedeno je istraživanje na simulatoru vožnje na Zavodu za prometnu signalizaciju, Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagreb kojim je dokazan utjecaj oznaka na lateralni položaj i brzinu vožnje, odnosno da se vozači ponašaju drugačije u uvjetima različite vidljivosti oznaka na kolniku. U istraživanju je sudjelovao ukupno 31 ispitanik, te su prikupljeni podaci o brzini vožnje i lateralnom položaju vozila za tri različite razine vidljivosti oznaka na kolniku na ravnom djelu ceste, u desnom zavoju i u lijevom zavoju.

KLJUČNE RIJEČI: oznake na kolniku, simulator, brzina vožnje, lateralni položaj

SUMMARY

Roadway markings belong to the elements of horizontal signalization as an integral part of traffic signalization. The role of roadway markings in the function of traffic safety is timely warning, safe guidance and provision of necessary information for the safe movement of all traffic participants. In conditions of reduced visibility, most often due to weather conditions (night, fog, rain, etc.), markings on the road are practically the only guide to the driver in which direction the road stretches. For the purposes of the thesis, research was conducted on the driving simulator at the Department of Traffic Signalization, Faculty of Traffic Sciences, University of Zagreb, which proved the influence of roadway markings on the lateral position and driving speed, i.e. that drivers behave differently in conditions of different visibility of roadway markings. A total of 31 respondents participated in the research, and data was collected on the driving speed and lateral position of the vehicle for three different levels of visibility of markings on the road on a straight part of the road, in a right turn and in a left turn.

KEY WORDS: roadway markings, simulator, driving speed, lateral position

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	VIZUALNA PERCEPCIJA U PROMETU	3
3.	DEFINICIJA I PODJELA OZNAKA NA KOLNIKU	5
3.1.	Povijesni razvoj oznaka na kolniku	5
3.2.	Podjela oznaka na kolniku.....	6
3.3.	Materijali za izradu oznaka na kolniku	8
3.4.	Vidljivost oznaka na kolniku	12
4.	OSVRT NA DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	16
5.	METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	18
5.1.	Simulator.....	18
5.2.	Scenarij vožnje	20
5.3.	Ispitivanje.....	22
6.	ANALIZA ISTRAŽIVANJA	23
6.1.	Deskriptivna analiza podataka ispitanika.....	23
6.2.	Rezultati i analiza istraživanja	25
6.2.1.	<i>Brzina</i>	25
6.2.2.	<i>Lateralni položaj</i>	32
7.	ZAKLJUČAK.....	39
	LITERATURA.....	41
	Popis slika i tablica	42
	Popis priloga.....	43

1. UVOD

Primjena oznaka na kolniku počinje u 20. stoljeću zbog potrebe za kontrolirano upravljanje i vođenje prometa utjecajem naglog povećanja broja motornih vozila na prometnicama. U vrlo kratkom vremenskom razdoblju raste proizvodnja osobnih automobila te bivaju dostupni sve većem broju građana. Samim time rasla je i potreba za poboljšanje karakteristika vidljivosti oznaka na kolniku. Dokazom da se vidljivost u noćnim uvjetima značajno povećala primjenom retroreflektirajućih staklenih kuglica u oznakama na kolniku, staklene perle postaju neizostavan element prilikom izvođenja oznaka na kolniku.

Vozači daleko najveći dio informacija dobivaju vizualno stoga je izrazito važno da prometna signalizacija bude pravilno postavljena, isto tako pravovremeno uočljiva te da pruži sve potrebne informacije svim sudionicima u prometu prvenstveno zbog sigurnosti i neometanog funkcioniranja prometa. Upravo je iz tog razloga važno da oznake na kolniku, kao elementi horizontalne prometne signalizacije budu kvalitetno izvedene i redovito održavane pogotovo na prometnicama s većim intenzitetom prometa.

Cilj istraživanja diplomskog rada je ustanoviti utječe li različita vidljivost oznaka na kolniku na ponašanje vozača u smislu održavanja lateralnog položaja vozila. Istraživanje se bazira na podacima prikupljenim pomoću simulatora vožnje.

Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Vizualna percepcija u prometu
3. Definicija i podjela oznaka na kolniku
4. Osvrt na dosadašnja istraživanja
5. Metodologija istraživanja
6. Analiza istraživanja
7. Zaključak

U uvodu je sažeto objašnjena tema rada te cilj istraživanja, uz to je prikazana struktura rada po poglavljima. Zatim je u drugom poglavlju opisana uloga vizualne percepcije i primjena u

prometu, odnosno prilikom prepoznavanja prometne signalizacije. Definicija i podjela oznaka na kolniku predočeni su u trećem poglavlju, ukratko je predočen povijesni razvoj oznaka na kolniku i osnovna podjela po funkcionalnosti, struktura materijala koji se primjenjuju i opisana je vidljivost oznaka na kolniku.

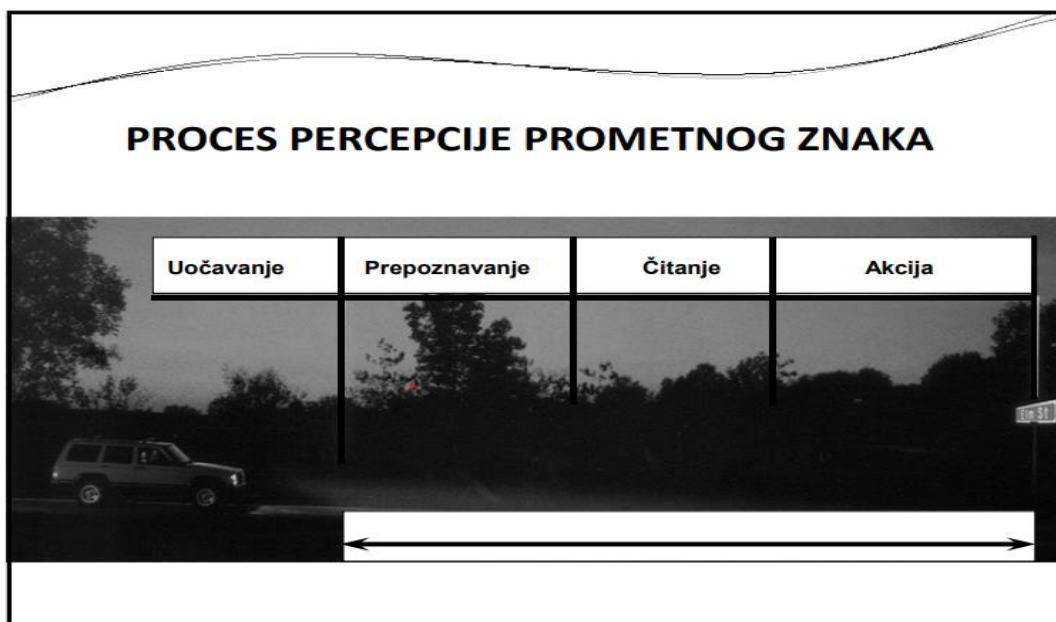
Osvrt na dosadašnja istraživanja predstavljen je u četvrtom poglavlju, navedena su znanstvena istraživanja povezana sa utjecajem oznaka na kolniku na ponašanje vozača. Peto poglavlje opisuje metodologiju istraživanja, karakteristike korištenog simulatora i kratko objašnjenje pripremljenog scenarija vožnje. Zatim slijedi analiza istraživanja, objašnjena je metodologija statističke obrade prikupljenih podataka ispitanika. Sedmo poglavlje predstavlja zaključak provedenog istraživanja temeljem dobivenih rezultata.

2. VIZUALNA PERCEPCIJA U PROMETU

Ulaskom svjetla u oko, njegovom pretvorbom u električne impulse te prenošenjem signala do mozga započinje proces vizualne percepcije koji obuhvaća obradu prikupljenih podataka. Obrada vizualnih informacija je proces koji se neprestano odvija te je nešto što je uređeno u nama i o čemu u načelu ne razmišljamo. Dva su osnovna tumačenja procesuiranja informacija, direktna i konstruktivna percepcija. Direktna percepcija se zasniva na konstantnom primanju podražaja odnosno informacija iz okoline koji se zatim postepeno obrađuju sve dok se u mozgu ne stvori reprezentacija predmeta, primljeni podaci se obrađuju „korak po korak“. Konstruktivna percepcija se temelji na pretpostavci da je percepcija vođena spoznajom, da ono što ljudi vide je oblikovano kontekstualnim podražajima i našim prijašnjim iskustvima [1]

Pojednostavljeno se može reći da je percepcija složeni (kontinuirani) nesvjesni proces aktivnog prikupljanja i organiziranja primljenih osjetnih informacija iz spektra vidljive svjetlosti te njihova interpretiranja na temelju usporedbe s već postojećim informacijama (znanje, iskustvo) koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Temelji se na informacijama dobivenim iz okoline, ali i na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju i emocijama itd. [1].

Čovjek tijekom sudjelovanja u prometu, tako i vozači osobnih automobila primaju više od 90 % informacija putem vida, sigurnost cestovnog prometa uvelike ovisi o pravovremenosti informacije koju vozač dobiva, a koja se u najvećoj mjeri prenosi prometnom signalizacijom, naročito u uvjetima smanjene vidljivosti. U navedenim je uvjetima količina vizualnih informacija ograničena (najčešće samo na svjetla vozila), što u konačnici uvelike utječe na kvalitetu vizualne percepcije čovjeka. Naime, smanjenjem vizualnih informacija sužuje se i skraćuje vidno polje (naročito periferni vid), otežava percepcija boja i tekstura te umanjuje sposobnost prepoznavanja objekata zbog smanjenog kontrasta između objekta i okoline. Upravo u takvim uvjetima kvalitetna i pravilno postavljena prometna signalizacija uvelike doprinosi pravovremenoj percepciji nadolazeće situacije i prilagodbi ponašanja vozača [1].



Slika 1. Proces percepcije prometnog znaka [1]

Slika 1 prikazuje proces percepcije prometnog znaka kod vozača. Proces se sastoji od 3 faze. Prva faza je uočavanje samog prometnog znaka koji se nalazi u vidnom polju, zatim druga faza odnosno prepoznavanje samog znaka, po obliku, boji, veličini i sl. Te završna treća faza percepcije je čitanje ili iščitavanje svih potrebnih informacija nakon čega slijedi sama reakcija vozača te poduzimanje potrebnih mjera. Ovaj proces se ponavlja prilikom primanja svih informacija tijekom vožnje, ne samo kod prepoznavanja prometne signalizacije, nego i prilikom neočekivanih i iznenadnih događaja u prometu.

3. DEFINICIJA I PODJELA OZNAKA NA KOLNIKU

Prometna signalizacija se može podijeliti na vertikalnu i horizontalnu prometnu signalizaciju. Vertikalnu prometnu signalizaciju predstavljaju znakovi, dok horizontalna prometna signalizacija obuhvaća oznake na kolniku i predmete uz rub kolnika.

Oznake na kolniku se mogu definirati kao skup crta, natpisa i simbola čijom se kombinacijom oblikuju površine prometne infrastrukture. Predstavljaju dio prometne signalizacije, te se mogu postavljati i u kombinaciji s prometnim znakovima ukoliko je potrebno posebno naglasiti značenje takvih znakova [2].

Osnovni zadaci oznaka na kolniku su upozoravanje, vođenje, informiranje i reguliranje prometa na optimalan način, odnosno omogućiti vozačima u što je većoj mjeri sigurnije odvijanje prometa [1]. Postavljanje oznaka se vrši ucrtavanjem, lijepljenjem, ugrađivanjem ili utiskivanjem u asfaltni ili betonski kolnički zastor. S obzirom na njihovu funkcionalnu raznovrsnost osnovni su razlozi za primjenu oznaka na kolniku sljedeći [2]:

- upućivanje sudionika u prometu na tok ceste i označavanje ceste u odnosu na okruženje
- upozoravanje sudionika u prometu na posebne i/ili opasne pojave ili mjesta na određenim dijelovima prometnice
- definiranje namjene prometne površine
- ograničavanje pristupa određenim kolničkim trakama (npr. za javni gradski prijevoz)
- osiguravanje vođenja prometa na raskrižjima
- nadopuna informacijama koje su dane s pomoću prometnih znakova
- prenošenje pisanih informacija.

3.1. Povijesni razvoj oznaka na kolniku

Prilikom sve većeg stupnja motorizacije početkom prošlog stoljeća samim time i izgradnjom dodatne prometne infrastrukture dolazi do potrebe za sigurno i učinkovito kretanje sudionika u prometu po prometnoj mreži. U nastavku su primjeri primjene te implementacija novih tehnologija oznaka na kolniku kroz povijest.

Prva dokumentirana oznaka na kolniku datira iz 1911. godine gdje je na Trenton River cesti u Wayne Countyjuu Michiganu (SAD) obojana središnja linija. Edward N. Hines je došao do ideje nakon što je ugledao kako mlijeko curi iz spremnika te ostavlja bijeli trag duž ceste [2]. Uporaba bojanih središnjih linija postaje obavezna 1917. godine na ruralnim i državnim cestama duž Michigana, Oregona i Kalifornije. Iste godine u travnju, prvi put je korištena žuta boja za označavanje središnje linije u cilju poboljšanja vidljivosti tijekom noći i kišnih uvjeta [2].

U Europi su prve oznake na kolniku izvedene u Velikoj Britaniji 1918. godine. Iako su nakon toga na nizu cesta izvedene oznake, službena regulativa nije donesena sve do 1926. godine. Ubrzo nakon toga oznake su se počele primjenjivati i u drugim zemljama u Europi, pa su tako ceste u Berlinu već 1925. godine bile označavane bijelim središnjim i rubnim linijama. U Njemačkoj se određeno vrijeme primjenjivala crna boja za oznaku linija kako bi se povećala vidljivost tijekom dana, no to se ubrzo promijenilo te se vratilo na označavanje s bijelom bojom, a razlog tome je što oznake označene crnom bojom nisu bile vidljive tijekom noći [4].

Budući da je vidljivost oznaka noću predstavljala glavni problem s obzirom da tijekom noći nema kontrasta između oznake i kolnika došlo se na ideju korištenja retroreflektirajućih staklenih kuglica u oznakama na kolniku čime bi se povećala njihova vidljivost. Ideju je iznio *Canadian Engineer* objavom članka *Lumious Marking for Hihgwaysu* kojem je zaključeno da staklene sfere značajno doprinose vidljivosti oznaka u noćnim uvjetima. Ubrzo nakon toga, staklene kuglice su postale standardni dio oznaka na kolniku te se koriste i danas [2].

3.2. Podjela oznaka na kolniku

Budući da postoji više vrsta oznaka na kolniku, potrebno je navesti i njihovu osnovnu podjelu po funkcionalnosti. Osim osnovne podjele, moguća je podjela i po njihovoj trajnosti, retrorefleksijskim značajkama, vrstu primijenjenog materijala, načinu njihove aplikacije, koeficijentu trenja i sl. Oznake se prema funkcionalnosti mogu podijeliti na uzdužne, poprečne i ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika. U Republici Hrvatskoj, u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/2019), oznake na kolniku dijele se prema funkciji na [3]:

Uzdužne oznake - oznake na kolniku koje predstavljaju sve oznake koje su paralelne s osi kolnika, a to su: razdjelne crte, rubne crte, crte upozorenja, crte vodilje te crte za odvajanje trakova za vozila javnog prijevoza putnika.

Razdjelne crte predstavljaju linije odnosno oznake koje razdvajaju dva suprotna smjera, dok se rubnim crtama označava rub vozne površine kolnika. Njihove širine ovise o širini kolnika, odnosno o širini prometnog traka. Iz toga proizlazi da je širina oznake 0,2 m za širinu prometnog traka od 3,5 m i više, 0,15 m za širinu prometnog traka od 3,0–3,5 m, 0,12 m za širine prometnog traka od 2,75–3,0 m, te 0,1 m za širine prometnog traka od 2,5–2,75 m. Crte upozorenja služe za najavljanje blizine pune razdjelne linije, odnosno blizine mjesta gdje počinje zabrana pretjecanja, dok se crte vodilje koriste najčešće u raskrižjima [3].

Poprečne oznake - predstavljaju sve one oznake koje se nalaze okomito ili pod nekim malim kutom na os ceste, a to su: crte zaustavljanja, kose crte, graničnici, pješački prijelazi te prijelazi biciklističkih staza preko kolnika.

Takva vrsta oznaka mogu biti povučene kroz jedan ili više prometnih trakova, te su takve oznake šire od uzdužnih oznaka s obzirom na kut pod kojim ih vozač vidi. Crte zaustavljanja se postavljaju pri ulasku u samo mjesto raskrižja te mogu biti pune i isprekidane. Kod punih crta zaustavljanja vozač je obavezan zaustaviti svoje vozilo te propustiti vozila koja se kreću cestom s pravom prednosti prolaska, dok je kod isprekidanih vozač dužan zaustaviti vozilo ukoliko na glavnom prometnom pravcu nailazi vozilo. Kose crte predstavljaju mjesto gdje se otvara izlazni trak i zatvara ulazni trak na autocesti. Graničnik označuje mjesto ulaženja na kojem je potrebno odvojiti dio kolnika na kojem je zabranjen promet [3].

Ostale oznake na kolniku - pod ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika spadaju: strelice, polja za usmjerivanje prometa, crte usmjerivanja, natpisi, oznake za označivanje prometnih površina za posebne namjene te oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake (oznake na predmetima uz rub kolnika).

Strelice na kolniku obilježavaju smjer kretanja te mogu biti duljine 5, 7 i 12 metara. Mogućnost označavanja strelicama je višestruka, odnosno mogu označavati jedan smjer, dva smjera, smjer kretanja u garažama, skretanje prometa, najava završetka pretjecanja, te

prestrojavanja na dva bliža raskrižja gdje se prestrojavanje mora obaviti prije prvog raskrižja na koje je zabranjeno skretati u naznačenim smjerovima. Polja za usmjerivanje prometa označuju površinu na kojoj je zabranjen promet i na kojoj nije dopušteno zaustavljanje i parkiranje vozila, a koje razdvajaju trake s suprotnim ili istim smjerovima kretanja.

Crte usmjerivanja se koriste za označivanje promjene slobodne površine kolnika ispred čvrstih 6 prepreka koje se nalaze na cesti ili na njezinim rubovima. Natpisi na kolnicima daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti za sigurno odvijanje prometa, odnosno za obavješćivanje vozača o namjeni prometnog traka, ograničenju brzine, nazivima mjesta i sl. Označavanje prometnih površina za posebne namjene služi za obilježavanje mjesta namijenjenih isključivo za autobusna stajališta i taksi vozila, za pješačke prijelaze u blizini škola, za mjesta namijenjena isključivo osobama s invaliditetom, mjesta na kojima je zabranjeno parkiranje i zaustavljanje, te biciklističkih i pješačkih prijelaza.

Kod oznaka na predmetima uz rub kolnika spadaju bijele točke uz vanjsku stranu rubne crte za procjenu vidljivosti u magli. Njihova veličina iznosi 200x40cm, dok je razmak između svake 35 m. Mogućnost označavanje predstavlja i obilježavanje elemenata konstrukcije koje ulaze u slobodni i prometni profil kolnika. Kod prometnog profila obilježavanje se vrši crvenobijelom bojom, dok kod slobodnog crno-bijelom bojom. Kod evakuacijskih crta u tunelima, obilježavanje se vrši crvenom bojom, širine 50 cm na visini od 90 cm iznad razine pješačkog hodnika [3].

3.3. Materijali za izradu oznaka na kolniku

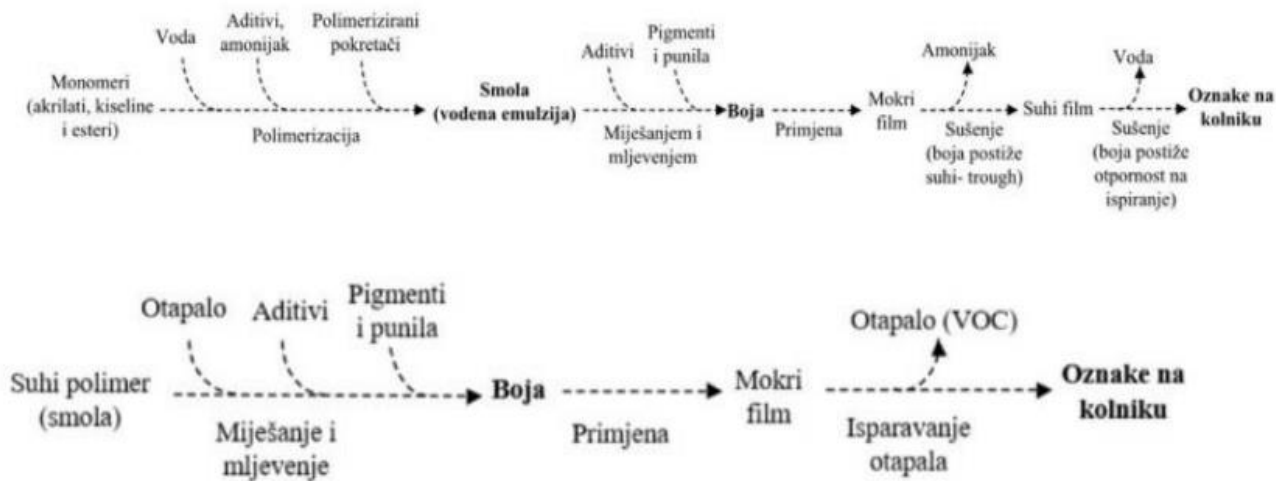
Po strukturi oznake na kolniku možemo definirati kao cjeline sastavljene od međusobno povezanih materijala (pigmenata, veziva, punila, specijalnih kemikalija i otapala). Odabir odgovarajućeg materijala ovisi o prometnom opterećenju, klimatskim i geografskim uvjetima na prometnici gdje se primjenjuju. Razlike u materijalima očituju se u načinu primjene, vijeku trajanja, cijeni, debljini nanosa te strukturalnim značajkama. Oznake prema vrsti materijala se dijele na boje, plastične materijale i trake.

a) Oznake izrađene od boje

Oznake izrađene od boje jesu jednokomponentni materijal, debljine suhog nanosa između 220 – 500 µm. Sastoje se od vezivnog elementa, pigmenta i otapala. Vezivni element daje

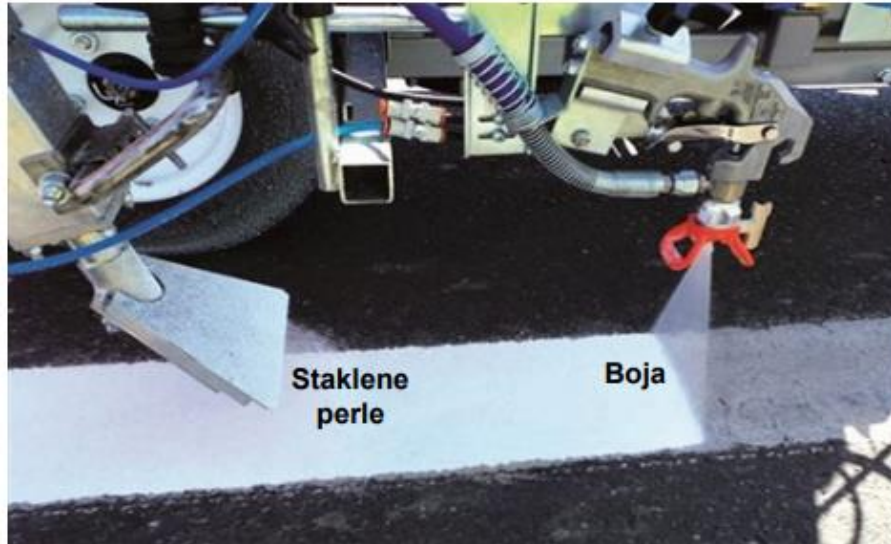
masu i predstavlja osnovni dio materijala, pigmenti omogućuju neprozirnost, boju i čvrstoću, dok otapala osiguravaju sušenje i učvršćivanje materijala nakon izvođenja. Glavne karakteristike boje u odnosu na druge materijale su: kratak vijek trajanja, tekuće stanje, tankoslojnost, neprozirnost, relativno slaba razina retrorefleksije, slaba vidljivost u kišnim i mokrim uvjetima, niska cijena i jednostavna primjena [1].

Postoje dvije vrste oznaka izrađenih od boje, na bazi vode i na bazi otapala (slika 2). Kod oznaka na bazi vode isparavanje vode uzrokuje sušenje i stvrdnjavanje boje na kolniku, dok se kod oznaka na bazi otapala to postiže isparavanjem otapala. Boje na bazi otapala imaju bolju kontrolu sušenja od boja na bazi vode zbog činjenice da se boje na bazi vode razrjeđuju i razlijevaju kada dođu u dodir s vodom. Vrlo bitna razlika između ove dvije vrste je u načinu na koji se čuvaju. Potrebno je pravilno skladištenje smjesa na bazi otapala jer se mogu osloboditi hlapljivi organski spojevi



Slika 2. Postupak dobivanja oznaka putem boje na bazi vode, te na bazi otapala [1].

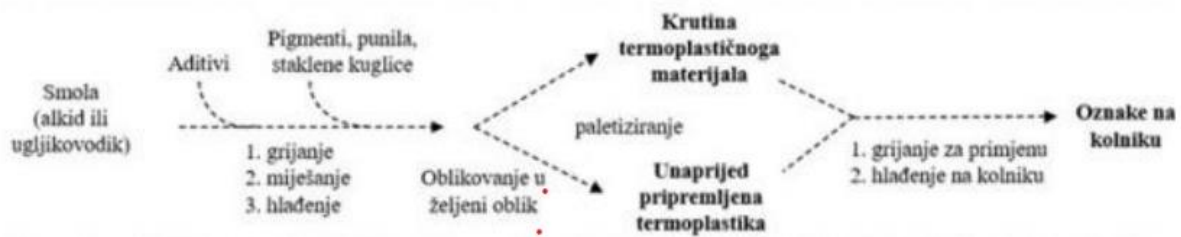
Ucrtavanje oznaka na kolniku može se vršiti primjenom raznih strojeva. Prije nanošenje boje na kolnik potrebno je pripremiti podlogu, odnosno površinu kolnika očistiti od svih prljavština, prašine i sl. Potrebno je provjeriti površinu kolnika i već prethodno nanese oznake koje nisu potrebne te ih ukloniti. Tijekom izvođenja boja se može nanositi na kolnik pomoću mlaznica uz pomoć zraka (airspray system) ili bezzračno (airless system). Treba napomenuti da tijekom nanošenja boje kolnik mora bit suh bez prisutnosti vlage [1].



Slika 3. Prikaz nanošenja boje i staklenih perli [1].

b) Oznake izrađene od plastičnih materijala

Oznake izrađene od plastičnih materijala su debeloslojni (u pravilu 1-3 mm, a maksimalno 6 mm) i višekomponentni materijali. Sastoje se od sintetičkih veziva, prirodnih ili umjetnih smola, pigmentata, punila i staklenih perli (Slika 4.). Mogu biti neprofilirane i profilirane. Neprofilirane oznake imaju ravnu površinu te je debljina sloja od jedan do tri milimetara, dok profilirane oznake imaju uzdignuća i debljina sloja im može biti maksimalno šest milimetara. Oznake od plastičnih materijala u odnosu na oznake izrađene od boje imaju duži vijek trajanja te jaču retrorefleksiju. Postoje dvije vrste za izradu oznaka na kolniku, a to su termoplastika i hladna plastika [1].



Slika 4. Termoplastika postupak dobivanja oznaka [1]

Hladna plastika se bazira na dvije komponente. Reaktivnu komponentu predstavljaju metil metakrilat monomer, pigmenti, punila i retroreflektirajući elementi, dok drugu

komponentu predstavljaju tekućine ili prah koji se dodaje prvoj te se s njom miješa. Miješanjem komponenti dolazi do povezivanja svih elemenata u jedno te je materijal spreman za korištenje (Slika 5.). Može se primjenjivati na sve kolničke zastore te ju je moguće izvoditi pri različitim temperaturama kolnika i okoline [1].



Slika 5. Hladna plastika postupak dobivanja oznaka [1]

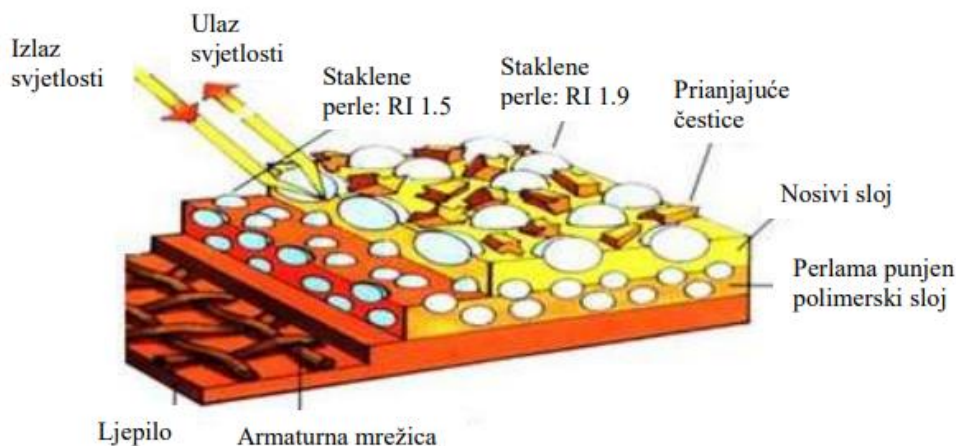
c) Oznake izrađene od traka

Postoje dvije mogućnosti izvođenja oznaka putem traka, Inlay i Overlay metoda. Inlay metoda se postiže valjanjem ili utiskivanjem u vrući površinski sloj asfalta. Trake se postavljaju neposredno nakon asfaltiranja dok je asfalt vruć te se nakon toga uvaljaju valjkom u površinski sloj asfalta. Overlay metoda se izvodi lijepljenjem na površinu kolnika ili u posebno izglodane utora u kolniku. Trake se mogu postavljati na stare asfaltne i betonske kolnike te se lijepe pomoću ljepila. Ovisno o načinu izvođenja, dijele se na trajne i privremene. Vijek trajanja traka za trajne oznake je dulji od godinu dana te se najčešće postavljaju na nove asfaltne kolnike. Mogućnost primjene je i kod starih asfaltnih ili betonskih kolnika uz primjenu posebnih ljepila. Debljina takvih traka iznosi od 0.7 – 2.5 mm te se sastoje od nosivog sloja, ljepila, prijanjajućih čestica i staklenih perli (Slika 6.) [1].



Slika 6. Oznake izrađene trakom [1]

Trake za privremene oznake na kolniku se upotrebljavaju u slučajevima privremene regulacije prometa, većinom zbog radova na infrastrukturi, te se izvode overlay metodom žutom ili narančastom bojom. Sastoje se od nosivog sloja, ljepila, prijanjajućih čestica, staklenih perli i armaturne mrežice – koja služi za lakše uklanjanje traka (Slika 7.). S obzirom na njihovu namjenu izvode se žutom ili narančastom bojom, kao što je to slučaj u nekim europskim zemljama i RH, kako bi se i bojom ukazalo na specifičnost situacije koja slijedi. [1].



Slika 7. Sastav traka za privremene oznake [1].

3.4. Vidljivost oznaka na kolniku

Da bi oznake na kolniku bile funkcionalne moraju biti vidljive sudionicima u prometu u svim vremenskim uvjetima, te moraju imati dobra reflektirajuća svojstva. Posebno je to važno u noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti kada je količina vizualnih informacija koje vozači primaju znatno ograničena. Kvaliteta vidljivosti oznaka na kolniku u noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti očituje se u koeficijentu retrorefleksije (R_L) koji se definira, kao omjer izlazne sjajnosti površine (L) i ulaznoga osvjetljenja po toj površini (E), kao što je prikazano u formuli [2]:

$$R_L = \frac{L}{E}$$

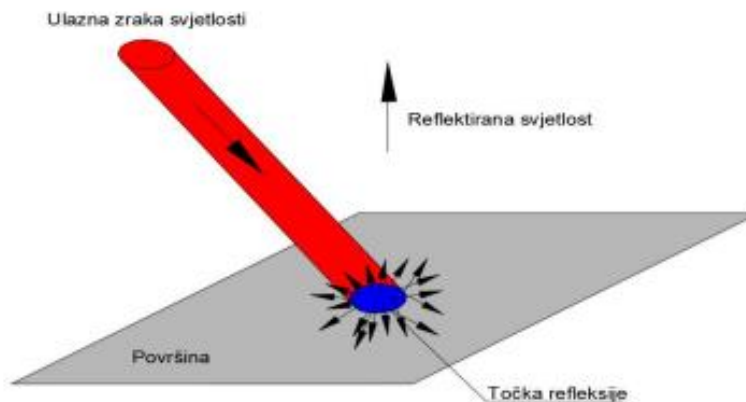
Pritom se sjajnost mjeri u kandelima po metru kvadratnom (cd/m^2), a osvjetljenje u luksima (lx), pa se tako koeficijent retrorefleksije mjeri u kandelima po luksu po metru kvadratnom ($cd/lx/m^2$), odnosno, prikladnija je jedinica za oznake milikandela po luksu po metru kvadratnom ($mcd/lx/m^2$). Može se reći da koeficijent retrorefleksije opisuje koliki je potencijal

materijala za vraćanje svjetla, kako po danu (stvaranjem većeg kontrasta), tako i po noći (stvaranjem veće sjajnosti površine) [2].

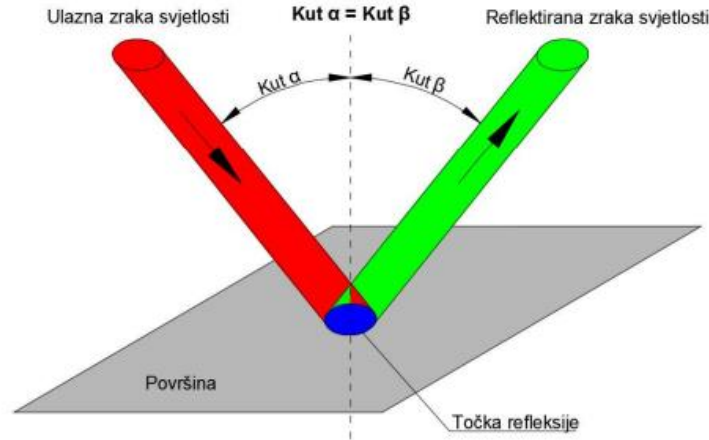
U prirodi postoje tri specifična oblika refleksije svjetlosti, a to su [2]:

- difuzna refleksija
- zrcalna refleksija
- retrorefleksija.

Kod difuzne refleksije svjetlost se raspršuje površine jednako u svim smjerovima bez obzira na kut upada. Događa se na hrapavim površinama pri čemu reflektirano svjetlo s hrapave površine nema odsjaja i svjetlosnih točaka. Uzrokom je tomu struktura hrapave površine zbog čega se svaka upadna zraka svjetla reflektira pod različitim kutom (Slika 8.). Difuzna refleksija naziva se još i dnevna vidljivost jer omogućava ljudima vizualno uočavanje tijekom dnevnoga svjetla.

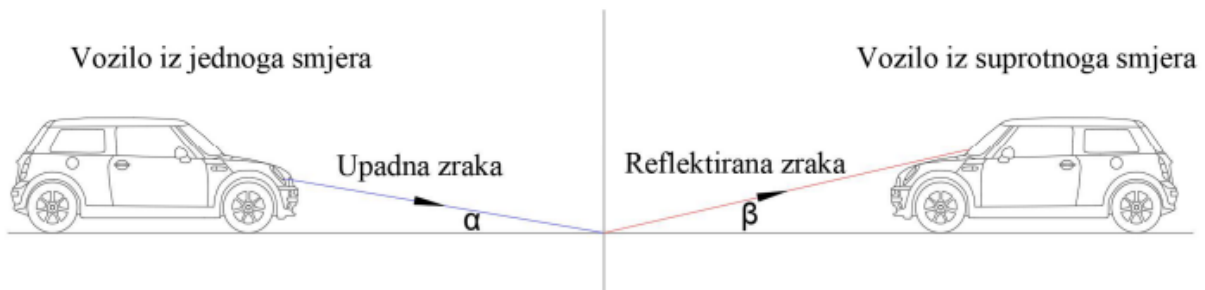


Slika 8. Difuzna refleksija [2]



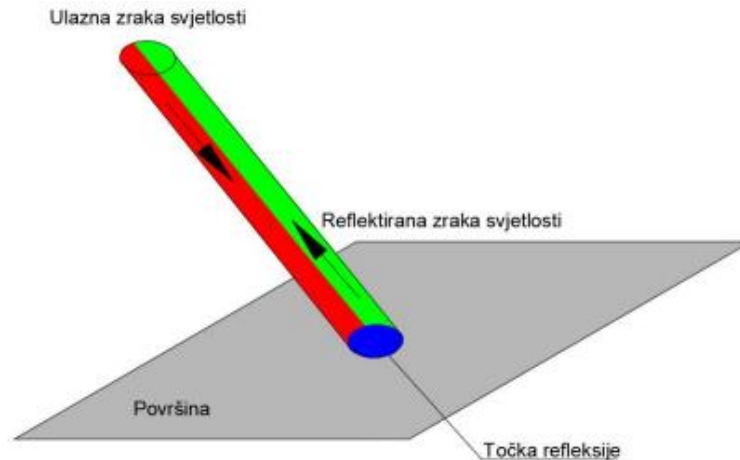
Slika 9. Zrcalna refleksija [2].

Kod zrcalne refleksije upadna se svjetlost reflektira od glatkih i sjajnih površina pod istim upadnim kutom kao i kutom refleksije. Idealna je zrcalna refleksija prikazana na Slici 9. gdje su upadni kut (α) i kut refleksije (β) jednaki. Prikaz primjera zrcalne refleksije u prometu kao negativan učinak (Slika 10.).



Slika 10. Negativan utjecaj zrcalne refleksije u prometu [2].

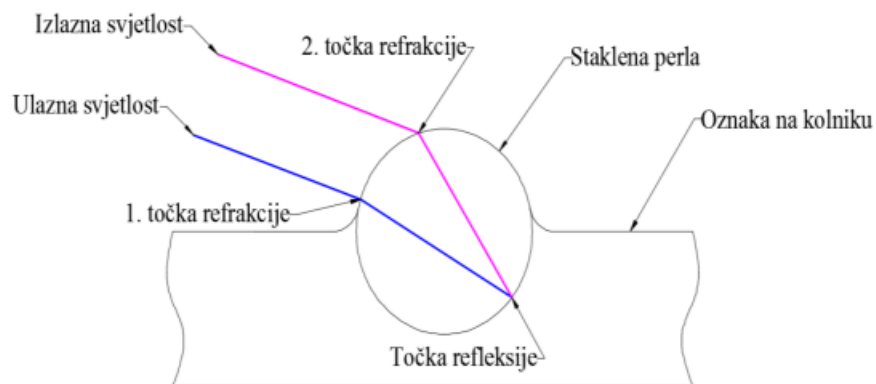
Noćni uvjeti i uvjeti smanjene vidljivosti su najkompleksniji uvjeti vožnje u kojima je količina vizualnih informacija ograničena, a vidno polje vozača kao i oštrina vida znatno su smanjeni. U većini slučajeva na otvorenoj cesti farovi su jedini izvori svjetla koje vozač ima. Kako bi u takvim uvjetima vozač mogao percipirati okolinu, svjetlo iz farova vozila mora se reflektirati od objekata iz okoline nazad prema vozaču, odnosno mora se postići učinak retrorefleksije. Stoga se može reći kako je retrorefleksija pojava kod koje se svjetlost reflektira od površine pod istim upadnim kutom nazad prema svom izvoru [2]. (Slika 11.)



Slika 11. Prikaz retrorefleksije [2].

Staklene perle, kao jedna od komponenti materijala za izradu oznaka na kolniku ustvari su staklene kuglice različitih dimenzija (granulacije), koje imaju za „zadatak“ postići učinak retrorefleksije tako što će vratiti dio svjetlosti koji dolazi iz samog izvora.

Kod sferične retrorefleksije staklena perla lomi (refrakcija) ulazni svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Svjetlost se zatim reflektira sa zrcalne površine iza kuglice te se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice svjetlost lomi i reflektira u smjeru svoga izvora (Slika 12.) [2].



Slika 12. Prikaz sferične retrorefleksije [2].

4. OSVRT NA DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Sredinom 60-ih godina započela su se provoditi i znanstvena istraživanja vezana uz oznake, te su uočene povezanosti između vidljivosti, načina i oblika izvedbe samih oznaka s ponašanjem vozača te sa sigurnosti prometa, odnosno s brojem prometnih nesreća. Utjecaj oznaka na ponašanje vozača istraživano je s gledišta lateralnog položaja vozila unutar kolničkih traka te promjene brzine vožnje ovisno o postojanju oznaka, dok utjecaj oznaka na sigurnost prometa podrazumijeva istraživanja povezanosti oznaka s učestalošću nastanka prometnih nesreća koje su se dogodile zbog izlijetanja vozila s ceste i frontalnih sudara. Zbog nemogućnosti izračuna točnog utjecaja oznaka na kolniku na ponašanje vozača i na sigurnost prometa, zbog drugih relevantnih elemenata okoline, znatan broj istraživanja je usmjeren na vidljivost i trajnost oznaka na kolniku.

Na jednom od istraživanja analiziralo se ponašanja vozača s obzirom na širinu rubne linije, odnosno položaj vozila s obzirom na os ceste. Ispitivanje se izvodilo na ravnom dijelu ceste, gdje su istraživači prvo bilježili rezultate gdje je rubna linija bila označena isprekidanom bijelom linijom širine 10 cm, a zatim su na istoj dionici ceste rubnu liniju označili 20 cm širokom bijelom linijom postavljenom bliže rubu ceste. Rezultati ispitivanja su dokazali da su vozači kod jasnije označene rubne linije promijenili svoj položaj vozila s obzirom na os ceste, odnosno vozili su bliže označenom rubu kolnik te se samim time povećao razmak između mimoilazećih vozila i smanjila mogućnost nastanka frontalnog sudara s vozilom iz suprotnog smjera [5].

U studiji [6], autori su istražili kako utjecaj oznaka na kolniku utječe na ponašanje vozača u zavojima, odnosno utjecaj oznaka na kolniku na brzinu vožnje prolazeći kroz zavoj. Utvrdili su kako vozači najsporije voze u zavojima bez rubnih oznaka, što dovodi do zaključka da vozači nemaju dovoljno informacija o putanji ceste i voze opreznije. Zatim kod zavoja označenih rubnim linijama uočili su povećanje brzine noću, što ne mora nužno biti pokazatelj smanjenja sigurnosti prometa jer su prosječne izmjerene brzine bile niže u odnosu na brzine tijekom vožnje po danu, a vozači su imali osjećaj sigurnosti radi vizualno jasnog praćenja putanje ceste.

U Teksasu na dvosmjernoj ruralnoj cesti autori studije [7] proveli su istraživanje „prije i poslije“ dodavanja rubnih linija na sigurnost prometa. Analizom rezultata zaključeno je da

prisutnost rubnih oznaka na kolniku u noćnim uvjetima te u uvjetima smanjene vidljivosti pozitivno utječu na sigurnost prometa, zatim da ceste bez rubnih oznaka na kolniku povećavaju rizik od nastanka prometne nesreće za 11 %.

Novija istraživanja su dokazala da se na kraćim dionicama ceste gdje je postignuta zadovoljavajuća retrorefleksija povećala sigurnost prometa, tako što se broj prometnih nesreća smanjio u odnosu na očekivani broj prometnih nesreća, također je potvrđeno to da održavanje oznaka na kolniku ima značajne učinke na sigurnost prometa [8].

Tijekom 1996. godine provedeno je istraživanje vezano za minimalnu potrebnu razinu retrorefleksije kod starijih vozača. Autor Graham i suradnici su proveli terensko istraživanje na ispitanicima od 20 do 89 godina gdje su se ocjenjivala 24 segmenta ceste različite vrijednosti retrorefleksije oznaka na kolniku na svakom segmentu. Cilj je bio utvrditi subjektivno potrebnu razinu retrorefleksije oznaka na kolniku pri vožnji s kratkim svjetlima. Rezultati istraživanja su pokazali da je više od 85% ispitanika, koji su stariji od 60 godina, ocijenilo da je minimalna zadovoljavajuća retrorefleksija oznaka na kolniku 100 ($mc\text{d}/\text{lx}/\text{m}^2$) [9].

5. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Svrha istraživanja ovog diplomskog rada nastoji istražiti odnos između različitih vidljivosti oznaka na kolniku s ponašanjem vozača, odnosno na brzinu vožnje i lateralni položaj vozila. Istraživanje se iz praktičnih i ekonomskih razloga provodilo na simulatoru vožnje u kontroliranim uvjetima. U ovom poglavlju je opisana metodologija istraživanja, tj. oprema koja je korištena prilikom ispitivanja, scenarij vožnje zatim procedura samog ispitivanja.

5.1. Simulator

Simulator ili oponašatelj je složeni uređaj ili sustav za uvježbavanje posade u upravljanju letjelicom, plovilom ili vozilom, ili za djelovanje u kritičnim slučajevima. Takvi i slični simulatori koji se rabe za uvježbavanje posada tenkova, podmornica, brodova, vlakova ili automobila, omogućuju predočivanje složenih ili opasnih situacija bez opasnosti za posadu, a takvo je školovanje nerijetko znatno jeftinije nego ono koje se izvodi u stvarnosti [10].

Prva primjena simulatora veže se za obuku pilota u vojne svrhe prije početka Drugog svjetskog rata, zbog jeftinijeg i bezopasnijeg obučavanja pilota. Od samog početka simulatori su usko vezani uz promet, za obuku posada na brodovima, priprema posada za svemirske letove, te i u autoindustriji gdje se istraživalo vozačevo upravljanje vozilom. Istraživanja u stvarnom prometnom sustavu jesu skupa, opasna i u većini slučajeva vrlo zahtjevna, stoga se u tu svrhu koriste simulatori vožnje koji simuliraju stvarne uvjete u sigurnom okruženje na kojima se provodi istraživanje. Šira uporaba simulatora je počela prije dvadesetak godina paralelno sa razvojem računalnih igara, naime simuliranje vožnje se počelo provoditi u autoškolama za trening i procjenu vozačkih sposobnosti [11]. Danas se koriste za razna istraživanja poput utjecaja umora, distrakcije, pospanosti na vrijeme reakcije i percepcije određenih informacija u prometu tijekom vožnje, djelovanje alkohola i opijata na vozačevo ponašanje, itd.

Problem kod istraživanja na simulatoru dilema vezana uz to koliko i u kojoj mjeri je ponašanje ispitanika kao u stvarnom svijetu, jer je stvarno okruženje zbog kompleksnosti i slojevitosti informacija gotovo nemoguće realno prikazati na simulaciji. Na primjer kod provođenja ovog istraživanja zbog karakteristika simulatoru ispitanici nemaju pravi dojam o brzini kretanja vozila te voze brže nego što bi vozili u realnim uvjetima, također na ispitanike odnosno

na vozilo ne djeluju otpori tokom vožnje samim time i sile kao posljedica toga, stoga i položaj vozila na prometnici treba uzeti za dozom rezerve jer se može dogoditi da ispitanici prelaze razdjelnu crtu ili rubnu liniju.



Slika 13. Prikaz simulatore vožnje korišten za istraživanje

Za potrebe istraživanja diplomskog rada korišten je statični simulator tvrtke Carnetsoft B. V. 18 (Slika 13.). Sam simulator sastoji se od vozačkog dijela i tri povezana zaslona. Vozački dio ovog simulatora sastoji se od sjedala s pedalama, upravljača i mjenjača, koji može biti i manualni i automatski.

Prikaz scenarija se prikazuje na zaslonima veličine 30' s rezolucijom 5760x1080. Ono što je posebno bitno za naglasiti je činjenica da zaslone omogućuju prikaz stvarnosti od 210° okoline preko šest različitih kanala. Kanali su lijevi, srednji, desni pogled s tri retrovizora. Na srednjem zaslonu je prikazana i kontrolna ploča vozila odnosno pokazatelj ubrzanja, brojač okretaja, pokazivači smjera, osvjetljenja i goriva u spremniku kao i pokazivači smjera i sl. Takvim prikazom još se doprinosi vjerodostojnijem dojmu vožnje. Simulacijski softver zaslužan za pokretanje simulatora vožnje je Windows 10 (64 bita) na računalu sa 8 GB unutarnje memorije i 4 GB memorije za pohranu.

5.2. Scenarij vožnje

Za potrebe istraživanja ovog diplomskog rada koristila su se ukupno tri scenarija (A, B i C) a svaki od njih je podijeljen na prvi dio odnosno 'zagrijavanje' ispitanika, koje traje otprilike 2-3 minute ovisno o brzini vožnje, te drugi dio scenarija na kojem se provodi istraživanje. Drugi dio scenarija sastoji se od tri etape koje karakteriziraju isti elementi ceste poput ravnice, desnog zavoja i lijevog zavoja ali s različitim razinama vidljivosti oznaka na kolniku – najmanja vidljivost (V1), srednja vidljivost (V2) i najveća vidljivost oznaka na kolniku (V3). Razlika između scenarija jest poredak spomenute tri etape ceste, odnosno razina vidljivosti oznaka, koji se sastoje od tri ista elementa ceste na kojima je provedeno istraživanje.

Scenarij je dizajniran kao dvosmjerna cesta izvan naselja sa širinom kolnika od 6,50 m, znači širina vozne trake iznosi 3,25 m. Vožnja simulira noćne uvjete vožnje te su svi ispitanici imali upaljena kratka svjetla kako bi imali jednake uvjete vožnje. Ukupna duljina scenarija iznosi 12,5 km, od toga je prvi dio dugačak 2,24 km, te drugi dio 10,26 km. Prosječno vrijeme trajanja vožnje na simulatori kreće se od 10-15 minuta, ovisno o brzini vožnje.

Na primjeru scenarija A kratko je opisan scenarij vožnje, vrijedi i za scenarij B i C samo drugačiji redoslijed položaja ravnice odnosno desnog i lijevog zavoja. Ispitanik započinje vožnju, prvom etapom dionice gdje je razina vidljivosti oznaka na kolniku najmanja (V1), na ravnom dijelu dionice duljine 150 metara gdje je postavljena prometna signalizacija, ograničenje brzine 90 km/h (znak: B30; dimenzije-60 cm; visina-1,5 m; udaljenost od ruba-1m), zatim slijedi ravnica duljine 500 metara na kojoj prikupljaju podaci o brzini vožnje i lateralnom položaju vozila, slijedi ravnica od 150 metara sa prometnim znakovima za nailazak na desni zavoj (A05-1; dimenzije-90 cm; visina-2,3 m; udaljenost od ruba-1 m) i ograničenje brzine od 70 km/h (B30; dimenzije-60 cm; visina-1,5 m; udaljenost od ruba-1,5 m), desni zavoj započinje s prijelaznicom duljine 50 metara i radijusa 200 metara, zatim slijedi zavoj od 110 metara s radijusom 150 metara, te ponovo prijelaznica od 50 metara s radijusom 200 metara. Prometni znakovi za označavanje oštrog zavoja (K10-1; dimenzija-60 cm; visina 1,5 m; udaljenost od ruba-7,5 m) postavljeni su na udaljenosti od 37, 73.5 i 110 metara od početka prijelaznice. Potom slijedi ravnica od 150 metara gdje su postavljeni znakovi za nailazak na lijevi zavoj (A05) i ograničenje brzine (B30), te lijevi zavoj sa istim karakteristikama i vrijednostima te postavljenom prometnom signalizacijom kao i desni

zavoj. Nakon toga ispitanik prolazi četverokrakim raskrižjem gdje ima prednost prolaska te kreće druga etapa scenarija sa srednjom razinom vidljivosti oznaka na kolniku (V2), prolaskom kroz lijevi zavoj zatim ravnicu potom desni zavoj. Slijedi raskrižje s prednošću prolaska te ispitanik u trećoj etapi dionice, gdje je vidljivost oznaka na kolniku najveća (V3) vozi prvo kroz desni zavoj, zatim slijedi lijevi zavoj te ravnicu na kraju koje završava ispitivanje.



Slika 14. a) V1- najslabija vidljivost b) V2- srednja vidljivost c) V3- najveća vidljivost

5.3. Ispitivanje

Na početku ispitivanja ispitanicima su pročitane upute vezano za istraživanje te ukoliko nisu imali objektivni razlog za nesudjelovanje, potpisali "Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju" (Prilog 2.).

Nadalje, ispitanici su popunili obrazac kojim su prikupljeni osobni podaci: datum i godina rođenja, spol, datum stjecanja vozačke dozvole, procjena vozačke sposobnosti, učestalost vožnje, procjena prijeđenih kilometara, te problemi s vidom ako postoje (Prilog 3.). Osim toga, ispitanici su morali popuniti upitnik vezan za samoprocjenu psihofizičkog stanja prije i poslije vožnje na simulatoru (Prilog 4.) i (Prilog 5.). Ispitanicima je 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, zbog sigurnosti samog ispitanika. Ispitanici su zamoljeni da tijekom vožnje voze isključivo uz upaljena „kratka“ svjetla na vozilu, također naglašeno je da se ispitivanjem ne ocjenjuje njihova kvaliteta vožnje te da u slučaju kršenja prometnih propisa neće biti kažnjeni.

Ispitivanje započinje probnom vožnjom odnosno „zagrijavanjem“ koje je trajalo nekoliko minuta, varirajući od ispitanika do ispitanika ovisno o njihovoj brzini vožnje. Prilikom „zagrijavanja“ ispitanicima je preporučeno da se „upoznaju“ sa simulatorom vožnje te da slobodno mogu probati naglo ubrzavati i kočiti, skretati lijevo – desno. Prije početka „testnog“ dijela vožnje, ispitanici su pravovremeno bili obaviješteni o njezinom početku. Prosječno trajanje vožnje na simulatoru iznosi 10 – 15 minuta po ispitaniku, a po završetku vožnje ispitanici su popunili obrazac koji ispituje opće stanje ispitanika nakon (Prilog 5.), kako bi se utvrdila razlika između psihofizičkog stanja prije i poslije vožnje na simulatoru.

6. ANALIZA ISTRAŽIVANJA

Kao što je prethodno navedeno, ispitanici su na simulatoru vožnje vozili scenarij s prethodno pripremljenim različitim razinama vidljivosti oznaka na kolniku kao dijela prometne signalizacije i opreme. Tijekom vožnje na scenariju, razina vidljivosti elemenata prometne signalizacije, oznaka na kolniku, mijenjala se kroz tri prethodno definirane dionice ceste. Podaci koji su se prikupljali tijekom vožnje kroz tri karakteristične dionice (ravna dionica, desni zavoj te lijevi zavoj), vezani su uz brzinu vožnje i lateralni položaj vozila. U poglavljima koji slijede prikazana je analiza i statistička obrada dobivenih rezultata.

6.1. Deskriptivna analiza podataka ispitanika

Istraživanje se provodilo na 31 punoljetnom ispitaniku, svi ispitanici koji su sudjelovali u istraživanju su morali posjedovati vozačku dozvolu minimalno B kategorije. Od ukupno 31 ispitanika u istraživanju je prisustvovalo 10 žena (32,26 %) i 21 muškarac (67,74 %). Prosječna starost ispitanika iznosi 26,68 godina (Min = 18,89 godina, Maks = 32,69 godina, SD = 2,92 godina), prosječno vozačko iskustvo iznosi 7,03 godina (Min = 0,77 godina, Maks = 14,66 godina, SD = 3,07 godina). Ocjena koji ispitanici mogli odrediti svoje vozačke sposobnosti je u interval od jedan do pet, prosječna ocjena vozačke sposobnosti iznosi 4,06 (Min = 3, Maks = 5, SD = 0,62). Prema procjeni prijeđenih kilometara godišnje prosjek iznosi 12 354,84 kilometara (Min = 1 000 km, Maks = 50 000 km, SD = 12 149,07 km).

Tablica 1. Podaci o ispitanicima

Oznaka ispitanika	Spol	Starost	Vozačko iskustvo (godine)	Vlastita procjena vozačke sposobnosti	Učestalost vožnje	Procjena prijeđenih kilometara (km/god)	Dioptrija
S01	M	24,47	5,78	4	A	40.000	Ne
S02	M	24,63	6,61	5	A	50.000	Ne
S03	Ž	24,8	6,75	3	C	1.000	Ne
S04	Ž	24,93	6,73	3	D	1.000	Da
S05	M	24,62	4,13	5	A	20.000	Ne
S06	Ž	26,45	8,41	4	C	3.000	Da
S07	Ž	28,27	10,19	4	D	1.000	Ne
S08	Ž	29,06	9,45	4	A	10.000	Da
S09	Ž	31,04	12,31	3	B	1.500	Da
S010	M	22,23	2,72	5	A	2.500	Ne
S011	Ž	22,15	3,86	4	A	2.000	Da
S012	Ž	24,53	4,68	4	A	15.000	Ne
S013	M	28,84	9,91	4	B	5.000	Ne
S014	M	27,33	2,53	5	A	20.000	Ne
S015	M	25,54	4,51	4	D	1.000	Ne
S016	M	26,00	7,31	3	A	10.000	Ne
S017	M	26,80	3,53	4	A	8.000	Ne
S018	Ž	28,34	10,05	4	D	1.000	Ne
S019	M	26,41	6,69	4	B	10.000	Ne
S020	M	26,51	8,49	4	A	20.000	Da
S021	M	27,13	7,05	4	A	30.000	Da
S022	M	26,88	8,59	4	A	20.000	Ne
S023	M	32,69	14,66	4	A	25.000	Ne
S024	M	27,38	5,18	4	A	10.000	Ne
S025	M	29,13	4,49	5	B	30.000	Da
S026	M	26,47	5,47	4	A	12.000	Da
S027	M	26,74	8,73	5	A	2.000	Ne
S028	M	25,05	6,88	5	B	12.000	Ne
S029	M	18,89	0,77	4	A	10.000	Ne
S030	M	32,53	11,08	4	B	5.000	Ne
S031	Ž	31,37	10,55	3	B	5.000	Ne

1 – vrlo loše, 2 – loše, 3 – dobro, 4 – vrlo dobro, 5 – odlično
A – svakodnevno, B – par puta tjedno, C – par puta mjesečno, D – par puta godišnje

6.2. Rezultati i analiza istraživanja

Prilikom analiziranja podataka dobivenih iz simulatora za svakog ispitanika pojedinačno korišten je program za statističku analizu IBM SPSS. Prvo se pristupilo deskriptivnoj analizi podataka brzine i lateralnog položaja, promatrano s gledišta tri različite vidljivosti oznaka na kolniku i na temelju prikupljenih podataka računa se srednja vrijednost, standardna devijacija, maksimalna i minimalna vrijednost i sl. Nadalje se koristi Levene-ov test za dokazivanje homogenosti varijanci, odnosno da li postoji i koliko statistički značajna razlika između promatranih opservacija.

Zatim se pomoću statističke analize ANOVA ispituje postoji li statistički značajna razlika između promatranih grupa, u ovom slučaju tri različite vidljivosti oznaka na kolniku (V1,V2,V3) za ravnica, desni zavoj i lijevi zavoj. U slučaju da dobiveni rezultati zadovoljavaju uvjet značajnosti $<0,05$ za ovaj diplomski korišten je test (Games-Howell) za višestruku usporedbu (*eng. post hoc*) u kojem se računa srednja razlika vrijednosti između promatranih grupa (V1,V2,V3), standardna devijacija, značajnost, donja i gornja granica vrijednosti.

Kao što je prethodno opisano, ispitanici su scenarij vozili na simulatoru vožnje s pripremljenim scenarijem koji je podijeljen u tri etape, različita vidljivost oznaka na kolniku (V1,V2,V3), s tri promatrana elementa prometnice a to je ravnica, desni i lijevi zavoj. Prvo su prikazani rezultati i analiza brzine vozila na ravnici, zatim za desni i lijevi zavoj, te rezultati lateralnog položaja vozila za te iste elemente prometnice.

6.2.1. Brzina

a) Ravnica

Deskriptivnom analizom podataka za brzinu vozila na ravnoj dionici trase u uvjetima najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1) za 31 ispitanika na temelju 17803 različitih opservacija srednja vrijednost brzine iznosi 94,07 km/h uz standardnu devijaciju od 14,96, te minimalnu brzinu od 63,26 km/h i maksimalnu 133,73 km/h. Druga promatrana skupina odnosi se na (V2) odnosno srednju vidljivost oznaka na kolniku, s obzirom na 17505 različitih opservacija čija srednja vrijednost brzine iznosi 95,65 km/h uz standardnu devijaciju od 15,36, te minimalnu brzinu od 66,76 km/h i maksimalnu brzinu od 134,85 km/h. Treća promatrana skupina se odnosi

na oznake na kolniku s najvećom retrorefleksijom (V3), s obzirom na 17527 različitih opservacija srednja vrijednost brzine iznosi 95,58 km/h, a standardna devijacija 15,53, te minimalna brzina 59,05 km/h i maksimalna od 134,51 km/h. U tablica 2 su prikazani prethodno definirani rezultati.

Tablica 2. Deskriptivna analiza brzine za ravnicu

V	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Std. greška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Min.	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
1	17803	94,0764	14,96317	0,11214	93,8566	94,2962	63,26	133,73
2	17505	95,6509	15,36224	0,11611	95,4233	95,8785	66,76	134,85
3	17527	95,5884	15,53437	0,11734	95,3584	95,8184	59,05	134,51
Ukupan	52835	95,0996	15,30388	0,06658	94,9691	95,2301	59,05	134,85

Nakon deskriptivne analize potrebno je utvrditi da li postoji značajna statistička razlika između promatranih parametara brzine, kako bi se zadovoljili tehnički uvjeti za obradu podataka ANOVA analizom. Tablica 3 prikazuje rezultate dobivene Levene-ovim testom usporedbe više varijanci, u slučaju da je rezultat značajnosti veći od 0,05 znači da ne postoji značajna razlika između promatranih varijanci. Iz dobivenih rezultata se može zaključiti da postoji statistička značajna razlika, jer rezultat značajnosti iznosi 0,00.

Tablica 3. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za ravnicu

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
74,167	2	52832	0,000

Rezultati One-way ANOVA testa su prikazani u tablici 4 te je dokazano da postoji statistička značajna razlika unutar promatranih grupa, odnosno između različitih uvjeta vidljivosti oznaka na kolniku (V1, V2, V3) za desni zavoj dionice. Iz prethodno navedenog uvjeta da rezultat značajnosti treba biti manji od 0,05, dokazano je da postoji statistička značajna razlika između promatranih grupa (0,00), te je potrebno pristupiti višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa Games-Howell post-hoc testom.

Tablica 4. Rezultati ANOVA testa brzine za ravnicu

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	28145,352	2	14072,676	60,221	0,000
Unutar grupa	12346034,722	52832	233,685		
Ukupan	12374180,074	52834			

Nakon provedenog ANOVA testa i dokazane statističke značajne razlike među promatranim parametrima (V1, V2, V3) za ravnicu, slijedi višestruka usporedba zavisnih varijabli Games-Howell metodom kojom je dokazana značajna razlika u brzine vožnje između najslabije vrijednosti vidljivosti oznaka na kolniku (V1), s obzirom na srednju vrijednost vidljivosti (V2) u iznosu od 1,57 km/h, te najbolju vrijednost vidljivost oznaka na kolniku (V3) sa srednjom razlikom od 1,51 km/h. Nadalje rezultati višestruke usporedbe pokazuju da ne postoji značajna statistička razlika u brzinu između srednje vidljivosti (V2) te najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3) uz srednju vrijednost razlike u iznosu od 0,06 km/h. Tablica 5 prikazuje opisane rezultate.

Tablica 5. Test Games-Howell višestruke usporedbe brzine za ravnicu

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. pogreška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	-1,57446*	0,16143	0,000	-1,9528	-1,1961
	3	-1,51197*	0,16231	0,000	-1,8924	-1,1315
2	1	1,57446*	0,16143	0,000	1,1961	1,9528
	3	0,06250	0,16508	0,924	-0,3244	0,4494
3	1	1,51197*	0,16231	0,000	1,1315	1,8924
	2	-0,06250	0,16508	0,924	-0,4494	0,3244

b) Desni zavoj

Istim postupkom su obrađeni rezultati brzine za desni zavoj, tablica 6 prikazuje deskriptivnu analizu 31 ispitanika. Za promatranu najslabiju razinu vidljivosti oznaka na kolniku (V1) s ukupno 16533 različitih opservacija srednja vrijednost brzine iznosi 89,68 km/h, uz standardnu devijaciju od 18,81, te minimalna brzina iznosi 43,32 km/h i maksimalna 133,95 km/h. Druga promatrana skupina je srednja vidljivost (V2) s 15901 opservacijom gdje srednja vrijednost

brzine iznosi 93,24 km/h uz standardnu devijaciju 16,46, uz minimalnu brzinu od 64,33 km/h i maksimalnu od 134,55 km/h. Treća promatrana skupina je najbolja vidljivost oznaka na kolniku (V3) s ukupno 15583 različitih opservacija čija je srednja vrijednost brzine 95,17 km/h uz standardnu devijaciju 17,84 i minimalnu brzinu od 54,90 km/h i maksimalnu 134,57 km/h.

Tablica 6. Deskriptivna analiza brzine za desni zavoj

V	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Std. greška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Minimum	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
1	16533	89,6815	18,81585	0,14633	89,3947	89,9683	43,32	133,95
2	15901	93,2425	16,46235	0,13055	92,9866	93,4984	64,33	134,55
3	15583	95,1776	17,84068	0,14292	94,8975	95,4577	54,90	134,57
Ukupan	48017	92,6444	17,89277	0,08165	92,4844	92,8044	43,32	134,57

Za test homogenosti varijanci također je korišten Levene-ov test, te su u tablici 7 prikazani rezultati koji dokazuju statističku značajnu razliku između promatranih varijanci (0,00) , u slučaju da je rezultat značajnosti veći od 0,05 znači da ne postoji značajna razlika između promatranih grupa.

Tablica 7. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za desni zavoj

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
120,609	2	48014	0,000

One-way ANOVA test je prikazan u tablici 8 te se iz dobivenog rezultata može zaključiti da postoji statistička razlika u brzini između promatranih grupa jer je rezultat značajnosti 0,00. S obzirom na dobivene rezultate ANOVA testom potrebno je pristupiti višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa Games-Howell post-hoc testom.

Tablica 8. Rezultati ANOVA testa brzine za desni zavoј

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	250825,584	2	125412,792	398,211	0,000
Unutar grupa	15121562,863	48014	314,941		
Ukupan	15372388,448	48016			

Višestruka usporedba zavisnih varijabli Games-Howell metodom kojom je dokazana značajna razlika u brzine vožnje između najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1), s obzirom na srednju vidljivost (V2) te najbolju vidljivost oznaka na kolniku (V3). Također rezultati višestruke usporedbe pokazuju da postoji značajna statistička razlika u brzini između srednje vidljivosti (V2) te najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3). Tablica 9 prikazuje opisane rezultate.

Tablica 9. Test Games-Howell višestruke usporedbe brzine za desni zavoј

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. greška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	-3,56100*	0,19611	0,000	-4,0206	-3,1014
	3	-5,49610*	0,20455	0,000	-5,9755	-5,0167
2	1	3,56100*	0,19611	0,000	3,1014	4,0206
	3	-1,93510*	0,19357	0,000	-2,3888	-1,4814
3	1	5,49610*	0,20455	0,000	5,0167	5,9755
	2	1,93510*	0,19357	0,000	1,4814	2,3888

Za desni zavoј rezultati analize brzine dokazuju značajnu razliku između svih promatranih grupa (V1, V2, V3), srednja razlika brzine između V1 i V2 iznosi 3,56 km/h, a srednja razlika brzine V1 naspram V3 jest 5,49 km/h. Dok srednja razlika brzine između V2 i V3 iznosi 1,93 km/h.

c) Lijeви zavoј

Također istom metodologijom su obrađeni rezultati brzine za lijevi zavoј, tablica 10 prikazuje deskriptivnu analizu 31 ispitanika. Za promatranu najslabiju razinu vidljivosti oznaka na kolniku (V1) s ukupno 31914 različitih opservacija srednja vrijednost brzine iznosi 90,37 km/h, uz standardnu devijaciju od 17,50, te minimalna brzina iznosi 52,16 km/h i maksimalna 131,87 km/h.

Druga promatrana skupina je srednja vidljivost (V2) s 31431 opservacijom gdje srednja vrijednost brzine iznosi 91,80 km/h uz standardnu devijaciju 18,10, uz minimalnu brzinu od 45,94 km/h i maksimalnu od 134,24 km/h. Treća promatrana skupina je najbolja vidljivost oznaka na kolniku (V3) s ukupno 31449 različitih opservacija čija je srednja vrijednost brzine 91,73 km/h uz standardnu devijaciju 16,75 i minimalnu brzinu od 53,82 km/h i maksimalnu 134,78 km/h.

Tablica 10. Deskriptivna analiza brzine za lijevi zavoj

V	N	Srednja vrijednost	Std. devijacija	Std. pogreška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Minimum	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
1	31914	90,3786	17,50249	0,09797	90,1866	90,5706	52,16	131,87
2	31431	91,8036	18,10334	0,10211	91,6035	92,0037	45,94	134,24
3	31449	91,7373	16,75472	0,09448	91,5521	91,9224	53,82	134,78
Ukupan	94794	91,3018	17,47453	0,05676	91,1906	91,4131	45,94	134,78

Nakon deskriptivne analize potrebno je utvrditi da li postoji značajna statistička razlika između promatranih parametara brzine, kako bi se zadovoljili tehnički uvjeti za obradu podataka ANOVA analizom. Tablica 11 prikazuje rezultate dobivene Levene-ovim testom usporedbe više varijanci, u slučaju da je rezultat značajnosti veći od 0,05 znači da ne postoji značajna razlika između promatranih grupa. Iz dobivenih rezultata se može zaključiti da postoji statistička značajna razlika, jer je dobiveni rezultat značajnosti između 94791 opservacija manji od 0,05 odnosno 0,00.

Tablica 11. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za lijevi zavoj

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
18,711	2	94791	0,000

Rezultati One-way ANOVA testa su prikazani u tablici 12 te je dokazano da postoji statistička značajna razlika unutar promatranih grupa, odnosno između različitih uvjeta vidljivosti oznaka na kolniku (V1, V2, V3) za lijevi zavoj dionice. Iz prethodno navedenog uvjeta da rezultat

značajnosti treba biti manji od 0,05, dokazano je da postoji statistička značajna razlika između promatranih grupa (Sig=0,00), te je potrebno pristupiti višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa Games-Howell post-hoc testom.

Tablica 12. Rezultati ANOVA testa brzine za lijevi zavoj

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	41077,588	2	20538,794	67,355	0,000
Unutar grupa	28904821,677	94791	304,932		
Ukupan	28945899,265	94793			

Nakon provedenog ANOVA testa i dokazane statističke značajne razlike među promatranim parametrima (V1, V2, V3), slijedi višestruka usporedba zavisnih varijabli Games-Howell metodom kojom je dokazana značajna razlika u brzine vožnje između najslabije vrijednosti vidljivosti oznaka na kolniku (V1), s obzirom na srednju vrijednost vidljivosti (V2) srednja razlika iznosi 1,42 km/h, te najbolju vrijednost vidljivost oznaka na kolniku (V3) sa srednjom razlikom od 1,35 km/h. Nadalje rezultati višestruke usporedbe pokazuju da ne postoji značajna statistička razlika u brzini između srednje vidljivosti (V2) te najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3) uz srednju vrijednost razlike u iznosu od 0,06 km/h. U tablica 13 su prikazani navedeni rezultati.

Tablica 13. Games-Howell test višestruke usporedbe brzine za lijevi zavoj

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. greška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	-1,42499*	0,14151	0,000	-1,7567	-1,0933
	3	-1,35865*	0,13611	0,000	-1,6776	-1,0396
2	1	1,42499*	0,14151	0,000	1,0933	1,7567
	3	0,06634	0,13912	0,882	-0,2597	0,3924
3	1	1,35865*	0,13611	0,000	1,0396	1,6776
	2	-0,06634	0,13912	0,882	-0,3924	0,2597

6.2.2. Lateralni položaj

a) Ravnica

Položaj vozila unutar prometne trake se definira kao lateralni ili bočni položaj vozila, tj. položaj vozila se određuju od sredine vozila do rubne desne linije odnosno do središnje razdjelne linije. Pozitivna vrijednost lateralnog položaj se odnosi na kretanje vozila prema središtu ceste, razdjelnoj liniji (kretanje ulijevo), negativne vrijednosti označavaju da se vozilo kreće prema rubu kolnika ili prema desnoj rubnoj liniji promatrano iz smjera vožnje.

Metodologija analize rezultata za lateralni položaj vozila je ista kao i kod analize rezultata za brzinu vozila. Deskriptivnom analizom podataka za lateralni položaj vozila na ravnoj dionici trase dobiveni su sljedeći rezultati. U uvjetima najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1) za 31 ispitanika na temelju 17804 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,11 uz standardnu devijaciju od 0,32. Druga promatrana skupina odnosi se na (V2) odnosno srednju vrijednost vidljivosti oznaka na kolniku, s obzirom na 17505 različitih opservacija čija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,075 uz standardnu devijaciju od 0,32. Treća promatrana skupina se odnosi na oznake na kolniku s najvećom retrorefleksijom (V3), s obzirom na 17527 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,08, a standardna devijacija 0,38. Tablica 14 prikazuje prethodno opisane rezultate.

Tablica 14. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za ravnicu

V	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Std. greška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Minimum	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
1	17804	0,1129	0,32871	0,00246	0,1080	0,1177	-0,85	1,51
2	17505	0,0751	0,32526	0,00246	0,0703	0,0799	-,088	1,08
3	17527	0,0872	0,38711	0,00292	0,0815	0,0929	-1,16	1,32
Ukupan	52836	0,0918	0,34844	0,00152	0,0889	0,0948	-1,16	1,51

Za test homogenosti također je korišten Levene-ov test u kojem je dokazana statistička značajna razlika između 52833 promatranih opservacija (varijanci), rezultat značajnosti iznosi 0,00, prikazano u tablici 15.

Tablica 15. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za ravnicu

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
386,799	2	52833	0,000

ANOVA testom standardne devijacije lateralnog položaja se zaključuje kako postoji statistički značajna razlika između promatranih skupina zbog toga što je rezultat značajnosti manji od 0,05 (0,00). Tablica 16 prikazuje rezultat One-way ANOVA testa. Na temelju dobivenih rezultata i zaključka da postoji razlika između promatranih grupa potrebno je pristupiti višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa Games-Howell post-hoc testom.

Tablica 16. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za ravnicu

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	13,156	2	6,578	54,289	0,000
Unutar grupa	6401,683	52833	0,121		
Ukupan	6414,839	52835			

Nadalje slijedi višestruka usporedba zavisnih varijabli Games-Howell metodom kojom je dokazana značajna razlika u lateralnom položaju vozila između najslabije vrijednosti vidljivosti oznaka na kolniku (V1), s obzirom na srednju vrijednost vidljivosti (V2) srednja razlika vrijednosti iznosi 0,037, te najbolju vrijednost vidljivost oznaka na kolniku (V3) sa srednjom razlikom od 0,025. Nadalje rezultati višestruke usporedbe pokazuju da postoji značajna statistička razlika lateralnog položaja vozila između srednje vidljivosti (V2) te najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3) uz srednju vrijednost razlike od 0,012. Rezultat značajnosti između V2 i V3 iznosi 0,004 te zadovoljava prethodno navedeni uvjet $<0,05$. U tablica 17 su prikazani navedeni rezultati.

Tablica 17. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za ravnicu

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. greška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	0,03777*	0,00348	0,000	0,0296	0,0459
	3	0,02565*	0,00382	0,000	0,0167	0,0346
2	1	-0,03777*	0,00348	0,000	-0,0459	-0,0296
	3	-0,01212*	0,00382	0,004	-0,0211	-0,0032
3	1	-0,02565*	0,00382	0,000	-0,0346	-0,0167
	2	0,01212*	0,00382	0,004	0,0032	0,0211

Naveću prosječnu vrijednost lateralnog položaja ima najmanja vidljivost oznaka na kolniku (V1) od 0,112, prosječna vrijednost lateralnog položaja vozila za srednju vrijednost vidljivosti oznaka na kolniku (V2) iznosi 0,075, dok prosječna vrijednost lateralnog položaja vozila iznosi 0,087 za vidljivost (V3). Rezultati lateralnog položaja podataka ukazuju na to da su ispitanici u uvjetima najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1) u prosjeku iznosi 0,112 orijentirani prema desnoj rubnoj liniji, u uvjetima srednje vidljivosti oznaka na kolniku (V2) lateralni položaj vozila ispitanika u prosjeku iznosi 0,075 također prema desnoj liniji, dok u uvjetima najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3) prosječni lateralni položaj vozila iznosi 0,087 orijentiran prema desnoj rubnoj liniji.

b) Desni zavoj

Deskriptivnom analizom podataka za lateralni položaj vozila u desnom zavoju dobiveni su naredni rezultati. U uvjetima najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1) za 31 ispitanika na temelju 16533 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,055 uz standardnu devijaciju od 0,411. Druga promatrana skupina odnosi se na (V2) odnosno srednju vrijednost vidljivosti oznaka na kolniku, s obzirom na 15901 različitih opservacija čija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,001 uz standardnu devijaciju od 0,429. Treća promatrana skupina se odnosi na oznake na kolniku s najvećom retrorefleksijom (V3), s obzirom na 15583 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi -0,001, a standardna devijacija 0,408. Tablica 18 prikazuje prethodno opisane rezultate.

Tablica 18. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za desni zavoj

V	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Std. greška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Minimum	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
					1	16533		
2	15901	0,0013	0,42970	0,00341	-0,0054	0,0080	-1,20	1,98
3	15583	-0,0019	0,38105	0,00305	-0,0079	0,0041	-1,15	1,60
Ukupan	48017	0,0188	0,40877	0,00187	0,0151	0,0224	-1,60	2,83

U tablici 19 prikazan je Levene-ov test homogenosti varijanci u kojem je dokazana statistička značajna razlika između promatranih varijanci lateralnog položaja, rezultat značajnosti iznosi 0,00.

Tablica 19. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za desni zavoj

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
149,137	2	48014	0,000

One-way ANOVA test standardne devijacije lateralnog položaja za desni zavoj dionice prikazuje kako postoji statistički značajna razlika između promatranih grupa, razina vidljivosti (V1,V2,V3) zbog toga što je rezultat značajnosti manji od 0,05 (0,00). Tablica 20 prikazuje rezultat One-way ANOVA testa. Na temelju dobivenih rezultata i zaključka da postoji razlika između promatranih grupa, zadovoljeni su uvjeti za višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa Games-Howell post-hoc testom.

Tablica 20. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za desni zavoj

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	33,265	2	16,633	99,954	0,000
Unutar grupa	7989,690	48014	0,166		
Ukupan	8022,955	48016			

Games-Howell metoda višestruke usporedbe je korištena pri analizi, te je dokazana značajna razlika u lateralnom položaju vozila između najslabije vrijednosti vidljivosti oznaka na kolniku (V1), s obzirom na srednju vrijednost vidljivosti (V2) srednja razlika vrijednosti iznosi 0,053, te najbolju vrijednost vidljivost oznaka na kolniku (V3) sa srednjom razlikom od 0,056. Nadalje rezultati višestruke usporedbe pokazuju da ne postoji značajna statistička razlika lateralnog položaja vozila između srednje vidljivosti (V2) te najbolje vidljivosti oznaka na kolniku (V3) uz srednju vrijednost razlike od 0,003. Rezultat značajnosti između V2 i V3 iznosi 0,760 što znači da ne postoji statistički značajna razlika u lateralnom položaju vozila. U tablica 21 su prikazani rezultati.

Tablica 21. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za desni zavoj

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. greška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	0,05373*	0,00467	0,000	0,0428	0,0647
	3	0,05696*	0,00442	0,000	0,0466	0,0673
2	1	-0,05373*	0,00467	0,000	-0,0647	-0,0428
	3	0,00323	0,00457	0,760	-0,0075	0,0140
3	1	-,005696*	0,00442	0,000	-0,0673	-0,0466
	2	-0,00323	0,00457	0,760	-0,0140	0,0075

c) Lijevi zavoj

Deskriptivnom analizom podataka za lateralni položaj vozila u lijevom zavoju dobiveni su naredni rezultati. U uvjetima najslabije vidljivosti oznaka na kolniku (V1) za 31 ispitanika na temelju 31914 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,147 uz standardnu devijaciju od 0,420. Druga promatrana skupina odnosi se na (V2) odnosno srednju vrijednost vidljivosti oznaka na kolniku, s obzirom na 31431 različitih opservacija čija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,126 uz standardnu devijaciju od 0,386. Treća promatrana skupina se odnosi na oznake na kolniku s najvećom retrorefleksijom (V3), s obzirom na 31449 različitih opservacija srednja vrijednost lateralnog položaja iznosi 0,145, a standardna devijacija 0,161. Tablica 22 prikazuje prethodno opisane rezultate.

Tablica 22. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za lijevi zavoj

	N	Srednja vrijednost	Std. odstupanje	Std. pogreška	Interval pouzdanosti od 95% za srednju vrijednost		Minimum	Maksimalan
					Donja granica	Gornja granica		
1	31914	0,1472	0,42078	0,00236	0,1426	0,1518	-1,24	2,29
2	31431	0,1267	0,38637	0,00218	0,1224	0,1310	-1,27	1,67
3	31449	0,1619	0,44513	0,00251	0,1570	0,1668	-0,91	2,55
Ukupan	94794	0,1453	0,41839	0,00136	0,1426	0,1479	-1,27	2,55

U tablici 23 prikazan je Levene-ov test homogenosti varijanci u kojem je dokazana statistička značajna razlika između promatranih varijanci lateralnog položaja, rezultat značajnosti iznosi 0,00. One-way ANOVA test standardne devijacije lateralnog položaja za lijevi zavoj dionice prikazuje kako postoji statistički značajna razlika između promatranih grupa, razina vidljivosti (V1,V2,V3) zbog toga što je rezultat značajnosti manji od 0,05 (0,00). Tablica 24 prikazuje rezultat One-way ANOVA testa. Na temelju dobivenih rezultata i zaključka da postoji razlika između promatranih grupa, zadovoljen je uvjeti za višestrukom usporedbom zavisnih varijabli promatranih grupa.

Tablica 23. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za lijevi zavoj

Levene-ov test za jednakost varijanci	df1	df2	Sig.
252,909	2	94791	0,000

Tablica 24. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za lijevi zavoj

	Suma kvadrata	df	Srednja vrijednost kvadrata	F	Sig.
Između grupa	19,661	2	9,830	56,224	0,000
Unutar grupa	16573,480	94791	0,175		
Ukupan	16593,141	94793			

Games-Howell metoda višestruke usporedbe je korištena pri analizi, te je dokazana značajna razlika u lateralnom položaju vozila između sve tri promatrane vidljivosti, rezultat značajnosti između promatranih grupa iznosi 0,000. U tablica 21 su prikazani rezultati.

Tablica 25. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za lijevi zavoj

(I) Vidljivost	(J) Vidljivost	Srednja razlika (I-J)	Std. greška	Sig.	Interval pouzdanosti od 95%	
					Donja granica	Gornja granica
1	2	0,02053*	0,00321	0,000	0,0130	0,0280
	3	-0,01468*	0,00344	0,000	-0,0227	-0,0066
2	1	-0,02053*	0,00321	0,000	-0,0280	-0,0130
	3	-0,03520*	0,00332	0,000	-0,0430	-0,0274
3	1	0,01468*	0,00344	0,000	0,0066	0,0227
	2	0,03520*	0,00332	0,000	0,0274	0,0430

7. ZAKLJUČAK

U svrhu izrade diplomskog rada provedeno je istraživanje u prostorijama Zavoda za prometnu signalizaciju na simulatoru vožnje s unaprijed pripremljenim scenarijom. Glavni cilj istraživanja je utvrditi statističkom obradom podataka brzine i lateralnog pomaka vozila primjenom ANOVA analize ponovljenih mjerenja povezanost između kvalitete (razine vidljivosti) oznaka na kolniku s razlikom u vožnji ispitanika. U istraživanju je sudjelovao ukupno 31 ispitanik, 10 žena (32,26 %) i 21 muškarac (67,74 %) s prosječnom starosti od 26,68 godina, srednja vrijednost vozačkog iskustva iznosi 7,03 godina, dok prosjek pređenih kilometara godišnje iznosi 12354,84 kilometra. Posjedovanje vozačke dozvole je bio jedini uvjet za pristup istraživanju.

Na temelju zabilježenih podataka o brzini dokazana je statistički značajna razlika između najslabije vidljivosti V1 s obzirom na srednju vidljivost V2 i jaku vidljivost V3, za promatrani dio scenarija koji se nalazi na ravnici i na području lijevog zavoja. Najmanja prosječna vrijednost brzine zabilježena je kod najslabije vidljivosti V1 (94,07 km/h), na ravnici te srednja razlika u brzini s obzirom na srednju vidljivost V2 i jaku vidljivost V3 iznosi 1,57 km/h, odnosno 1,51 km/h. Slični rezultati su dobiveni i na području lijevog zavoja, brzina za vidljivost V1 iznosi 90,38 km/h što predstavlja značajnu razliku s obzirom na V2 (91,80 km/h) i V3 (91,74 km/h). Na području desnog zavoja dokazana je značajna razlika u brzini između sve tri razine vidljivosti oznaka na kolniku, najmanja prosječna brzina također je zabilježena kod vožnje s najslabijom vidljivosti oznaka na kolniku u iznosu od 89,68 km/h, za srednju vidljivost V2 prosječna vrijednost brzine iznosi 93,24 km/h, dok je za vidljivost V3 prosječna brzina 95,18 km/h. Srednja razlika brzine za vidljivost V1 i V2 iznosi 3,56 km/h, između V2 i V3 1,94 km/h, dok je srednja razlika od čak 5,50 km/h evidentirana između slabe vidljivosti V1 i jake vidljivosti oznaka na kolniku V3. Za sve promatrane dijelove ceste ravnica, desni zavoj i lijevi zavoj prosječna brzina je najmanja kod slabe vidljivosti oznaka na kolniku V1. Mogući razlog za takve rezultate leži u tome da vozači nisu imali dovoljan osjećaj sigurnosti te su smanjivali brzinu kako bi kompenzirali nedostatnu vidljivost i umanjili rizik.

Rezultati lateralnog položaja vozila dokazuju da postoji statistički značajna razlika za sve tri razine vidljivosti na području ravnice i lijevog zavoja. Dok za područje desnog zavoja nije dokazana razlika između srednje V2 i jake vidljivosti V3. Značajna razlika u lateralnom položaju

vozila primijećena je prilikom prolaska kroz desni zavoj, prosječni lateralni položaj ispitanika u uvjetima slabe vidljivosti V1 iznosi 0,055 s orijentacijom u smjeru desne rubne linije, dok za vidljivost V2 prosječni lateralni pomak iznosi 0,0013 također prema desnoj liniji a za vidljivost V3 prosječni lateralni pomak vozila orijentiran je u lijevu stranu s vrijednosti -0,0019. Dobiveni rezultati upućuju na to da vozači prolaskom kroz desni zavoj u uvjetima slabe vidljivosti oznaka imaju tendenciju vozit se bliže vanjskom rubu ceste kako bi potencijalno izbjegli eventualnu opasnost od nalet vozila iz suprotnog smjera.

Treba napomenuti da uvjeti koji vladaju tijekom istraživanja na simulatoru vožnje nisu realni, naime sudionici imaju osjećaj veći sigurnosti zbog nedostatka centrifugalne sile koja ima značajan utjecaj u realnim uvjetima vožnje. Stoga se može pretpostaviti da su sudionici dostizali veće brzine nego bi to bilo u stvarnosti. To ne umanjuje rezultate ovog istraživanje, štoviše potvrđuje prijašnja istraživanja kako razina vidljivosti oznaka na kolniku značajno utječe na razlike u ponašanju vozača.

LITERATURA

- [1] Ščukanec, A.: Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, Akademska godina 2021./2022.
- [2] Babić, D. (2018.): Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [3] NN 92/2019 Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama
- [4] URL: <https://news.jardinemotors.co.uk/how-to/history-of-road-markings-and-how-they-were-first-designed>
- [5] Lundkvist, S. O.; Ytterbom, U.; Runersjoe, L. 1990. Continuous Edgeline on Nine-meterwide Two-lane Roads. Izvještaj. Swedish Road and Traffic Research Institute. Linkoping, Švedska.
- [6] Shinar, D.; Rockwell, T.; Mallecki, J. 1980. The Effects of Changes in Driver Perception on Rural Curve Negotiation. Ergonomics. 23(3) : 263–275. DOI: 10.1080/00140138008924739.
- [7] Tsyganov, A. R.; Machemehl, R. B.; Warrenchuk, N. M.; Wang, Y. 2006. Before-After Comparison of Edgeline Effects on Rural Two-Lane Highways. Izvještaj. Texas Department of Transportation. Austin, SAD.
- [8] Aldemir-Bektas, B.; Gkritza, K.; Smadi, O. 2016. Pavement Marking Retroreflectivity and Crash Frequency: Segmentation, Line Type, and Imputation Effects. Journal of Transportation Engineering. 142(8) : 04016030. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000863.
- [9] Graham, J.; Harrold, J.; King, L. 1996. Pavement Marking Retroreflectivity Requirements for Older Drivers. Journal of the Transportation Research Board. 1529 : 65–70. DOI: 10.3141/1529-08.
- [10] URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=56069> 15.8.2022.
- [11] URL: <https://cs-driving-simulator.com/>, 15.8.2021.

Popis slika i tablica

Slika 1. Proces percepcije prometnog znaka [1]	4
Slika 2. Postupak dobivanja oznaka putem boje na bazi vode, te na bazi otapala [1].	9
Slika 3. Prikaz nanošenja boje i staklenih perli [1].	10
Slika 4. Termoplastika postupak dobivanja oznaka [1].....	10
Slika 5. Hladna plastika postupak dobivanja oznaka [1]	11
Slika 6. Oznake izrađene trakom [1]	11
Slika 7. Sastav traka za privremene oznake [1].....	12
Slika 8. Difuzna refleksija [2]	13
Slika 9. Zrcalna refleksija [2].	14
Slika 10. Negativan utjecaj zrcalne refleksije u prometu [2].	14
Slika 11. Prikaz retrorefleksije [2].	15
Slika 12. Prikaz sferične retrorefleksije [2].	15
Slika 13. Prikaz simulatore vožnje korišten za istraživanje	19
Slika 14. a) V1- najslabija vidljivost b) V2- srednja vidljivost c) V3- najveća vidljivost	21
Tablica 1. Podaci o ispitanicima	24
Tablica 2. Deskriptivna analiza brzine za ravnicu.....	26
Tablica 3. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za ravnicu	26
Tablica 4. Rezultati ANOVA testa brzine za ravnicu.....	27
Tablica 5. Test Games-Howell višestruke usporedbe brzine za ravnicu	27
Tablica 6. Deskriptivna analiza brzine za desni zavoj.....	28
Tablica 7. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za desni zavoj	28
Tablica 8. Rezultati ANOVA testa brzine za desni zavoj.....	29
Tablica 9. Test Games-Howell višestruke usporedbe brzine za desni zavoj.....	29
Tablica 10. Deskriptivna analiza brzine za lijevi zavoj.....	30
Tablica 11. Levene-ov test homogenosti varijanci brzine za lijevi zavoj	30
Tablica 12. Rezultati ANOVA testa brzine za lijevi zavoj.....	31
Tablica 13. Games-Howell test višestruke usporedbe brzine za lijevi zavoj.....	31
Tablica 14. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za ravnicu.....	32

Tablica 15. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za ravnicu	33
Tablica 16. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za ravnicu	33
Tablica 17. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za ravnicu	34
Tablica 18. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za desni zavoj.....	35
Tablica 19. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za desni zavoj	35
Tablica 20. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za desni zavoj.....	35
Tablica 21. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za desni zavoj	36
Tablica 22. Deskriptivna analiza lateralnog položaja za lijevi zavoj.....	37
Tablica 23. Levene-ov test homogenosti varijanci lateralnog položaja za lijevi zavoj.....	37
Tablica 24. Rezultati ANOVA testa lateralnog položaja za lijevi zavoj	37
Tablica 25. Games-Howell test višestruke usporedbe lateralnog položaja za lijevi zavoj	38

Popis priloga

Prilog 1. Upute za istraživanje.....	44
Prilog 2. Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju	45
Prilog 3. Ispitni obrazac.....	46
Prilog 4. Upitnik prije vožnje	47
Prilog 5. Upitnik nakon vožnje	48

Prilog 1. Upute za istraživanje

Upute ispitanicima prije provođenja istraživanja na simulatoru vožnje

Dobrodošli na istraživanje Fakulteta prometnih znanosti i hvala na sudjelovanju. Prije početka istraživanja ukratko ćemo Vam pojasniti metodologiju istraživanja. Ako tijekom uputa neki element vožnje na simulatoru kod Vas proizvede bilo koji oblik bojazni/tjeskobe – slobodno zatražite pojašnjenje. Istraživanje se provodi sukladno Etičkom kodeksu Fakulteta prometnih znanosti te će svi prikupljeni podaci biti kodirani i neće se objavljivati pod Vašim imenom. Također, istraživanjem se ne ocjenjuje Vaša vožnja. Drugim riječima, u slučaju “prometnih prekršaja” tijekom vožnje nećete biti kažnjavani, niti će biti ikakvih drugih posljedica vožnje. Istraživanje će se provesti na simulatoru vožnje na kojem ćete voziti unaprijed pripremljen scenarij koji simulira dvosmjernu ruralnu cestu.

Tijekom vožnje na simulatoru moguća je pojava blažih “mučnina” kod malog postotka vozača simulatora (5 %). U slučaju pojave glavobolje, nelagode, mučnine ili sličnih simptoma molimo da iste prijavite nama istraživačima te će se istraživanje prekinuti. Prije početka istraživanja molimo Vas da pročitate, i ako nemate neki objektivni razlog za nesudjelovanje, potpišete “Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju”. Također, popunite obrazac kojim se prikupljaju demografski podaci i oni o vozačkom iskustvu kao i upitnik vezan uz trenutno psihofizičko stanje. (Dati ispitanicima obrasce i suglasnost) Molimo Vas da sada sjednete za simulator i prilagodite sjedalo kako Vam je. Mjenjač na simulatoru je automatski te ne morate mijenjati brzine tijekom vožnje. Lijevu nogu stavite sa strane, a desnom nogom ćete koristiti gas i kočnicu. Prvi dio scenarija vožnje predstavlja „zagrijavanje“, odnosno vježbu, u kojem ćete se prilagoditi na simulator. „Zagrijavanje“ će trajati nekoliko minuta unutar kojih slobodno možete probati naglo ubrzavati, kočiti, skretati lijevo-desno itd. kako bi dobili što bolji osjećaj simulatora. Početak dijela scenarija „stvarne vožnje“ će Vam biti naglašen. Tijekom stvarnog scenarija molimo Vas da vozite „prirodno“, odnosno stilom vožnje kojim inače vozite i koji smatrate prikladnim ovisno o nadolazećoj situaciji. 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, **OBAVEZNO** vozite samo ravno ne skrećući. Nakon vožnje ciljnog scenarija ponovno ćete 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. O detaljima istraživanja nemojte komentirati s kolegama, kako ne bi došlo do ugrožavanja daljnjeg istraživanja.

Prilog 2. Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju

Oznaka ispitanika: _____

SUGLASNOST

za sudjelovanje u znanstvenom istraživanju

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:

Potpis sudionika

Prilog 4. Upitnik prije vožnje

TESTIRANJE NA SIMULATORU VOŽNJE

Upitnik PRIJE vožnje - OPĆE STANJE ISPITANIKA

Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal (1993.)

Molimo Vas, zaokružite odgovor koji opisuje u kojoj mjeri je trenutno kod Vas prisutan svaki od navedenih simptoma:

Opća nelagoda	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Umor	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Glavobolja	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Naprezanje očiju	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Otežano fokusiranje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Pojačana slina	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Znojenje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Mučnina	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Otežano koncentriranje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Pritisak u glavi ("teška glava")	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Zamagljen vid	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Ošamućenost (otvorene oči)	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Ošamućenost (zatvorene oči)	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Vrtoglavica*	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Osjetljivost ("svjesnost") želuca**	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Podrigivanje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno

* Vrtoglavica se doživljava kao gubitak orijentacije u odnosu na okomiti (uspravni) položaj.

** Osjetljivost ("svjesnost") želuca obično se koristi za označavanje osjećaja nelagode koji prethodi mučnini.

Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S. & Lilienthal, M.G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220

Prilog 5. Upitnik nakon vožnje

TESTIRANJE NA SIMULATORU VOŽNJE

Upitnik NAKON vožnje - OPĆE STANJE ISPITANIKA

Kennedy, Lane, Berbaum & Lilienthal (1993.)

Molimo Vas, zaokružite odgovor koji opisuje u kojoj mjeri je trenutno kod Vas prisutan svaki od navedenih simptoma:

Opća nelagoda	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Umor	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Glavobolja	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Naprezanje očiju	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Otežano fokusiranje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Pojačana slina	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Znojenje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Mučnina	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Otežano koncentriranje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Pritisak u glavi ("teška glava")	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Zamagljen vid	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Ošamućenost (otvorene oči)	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Ošamućenost (zatvorene oči)	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Vrtoglavica*	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Osjetljivost ("svjesnost") želuca**	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno
Podrigivanje	Ništa	Blago	Umjereno	Značajno

* Vrtoglavica se doživljava kao gubitak orijentacije u odnosu na okomiti (uspravni) položaj.

** Osjetljivost ("svjesnost") želuca obično se koristi za označavanje osjećaja nelagode koji prethodi mučnini.

Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S. & Lilienthal, M.G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220