

# Analiza utjecaja oznaka na kolniku na ponašanje vozača

---

Jurić, Vedran

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*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:119:658588>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Fakultet prometnih znanosti**

Vedran Jurić

**ANALIZA UTJECAJA OZNAKA NA KOLNIKU NA  
PONAŠANJE VOZAČA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA UTJECAJA OZNAKA NA KOLNIKU NA  
PONAŠANJE VOZAČA**

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF ROADWAY  
MARKINGS ON DRIVER'S BEHAVIOR**

Mentor: dr. sc. Dario Babić

Student: Vedran Jurić

JMBAG: 0135233238

Zagreb, 2019.

# Analiza utjecaja oznaka na kolniku na ponašanje vozača

## **SAŽETAK:**

Prometna signalizacija predstavlja sredstva putem kojih nadležna tijela komuniciraju sa sudionicima u prometu, a važnu ulogu u tome imaju i oznake na kolniku kao elementi horizontalne signalizacije. Oznake na kolniku vode i upozoravaju sudionike u prometu, stavljaju im određene zabrane i ograničenja te im pružaju potrebite informacije nužne za sigurno kretanje prometnim mrežama. Naročito važnu ulogu oznake na kolniku imaju u noćnim uvjetima tijekom kojih se vozači u vizualnom promatranju okoline, zbog smanjenog vidnog polja te manjka vizualnih informacija, baziraju na centralni i fokusirani vid. Upravo u tim uvjetima oznake na kolniku vozačima ocrtavaju konture ceste i pomažu im pri sigurnom kretanju. Cilj ovog rada je analizirati na koji način i u kojoj mjeri oznake na kolniku utječu na ponašanje vozača u noćnim uvjetima.

**KLJUČNE RIJEČI:** horizontalna signalizacija, vidno polje, noćni uvjeti, ponašanje vozača

# Analysis of the impact of roadway markings on driver's behavior

## **SUMMARY:**

Traffic signalization represent the way of communication between competent authorities and traffic participants. Roadway markings as elements of horizontal signalization play a very important role in traffic signalization. Roadway markings guide and warn traffic participants giving them certain prohibitions and restrictions. Also, they provide useful informations which are necessary to navigate traffic network safely. Furthermore, roadway markings play an extremely important role in night conditions during which drivers focus more on central and focused vision due to lack of visual information and reduced field of vision. Precisely in these conditions, roadway markings outline the contours of the road and help drivers to operate the vehicle safely. The aim of this theses is to analyze the way roadway markings affect driver's behavior in night conditions.

**KEY WORDS:** horizontal signalization, field of vision, night conditions, driver's behavior

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DEFINICIJA I PODJELA OZNAKA NA KOLNIKU .....	3
2.1. Povijesni razvoj oznaka na kolniku.....	3
2.2. Definicija i podjela oznaka na kolniku .....	4
2.3. Materijali za izradu oznaka na kolniku.....	6
2.3.1. Oznake izrađene od boje.....	6
2.3.2. Oznake izrađene od plastičnih materijala .....	7
2.3.3. Oznake izrađene od trake.....	8
3. ANALIZA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U RH.....	10
4. ČOVJEK KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU .....	15
4.1. Osobne značajke vozača .....	15
4.2. Psihofizičke značajke vozača .....	15
4.3. Obrazovanje i kultura.....	16
5. PREGLED DOSADAŠNJEG ISTRAŽIVANJA .....	17
6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....	19
6.1. Scenarij vožnje na simulatoru .....	19
6.2. Istraživačka oprema .....	21
7. ODREĐIVANJE UTJECAJA OZNAKA NA KOLNIKU NA PONAŠANJE VOZAČA .	23
7.1. Deskriptivna analiza podataka ispitanika.....	23
7.2. Analiza podataka dobivenih iz simulatora .....	25
7.3. Analiza podataka dobivenih praćenjem pogleda ispitanika .....	25
8. ZAKLJUČAK.....	28
LITERATURA.....	31
POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA.....	34

# 1. UVOD

Prometne nesreće se mogu definirati kao događaji na cesti u kojima sudjeluje najmanje jedno vozilo u pokretu te dolazi do materijalne štete, teških ili lakih ozljeda osoba ili smrtno stradalih. Budući da prometne nesreće na temelju podataka iz 2016. godine na razini Europske unije bilježe više od 25.000 smrtno stradali i preko 135.000 ozlijeđenih, predstavljaju jedan od značajnijih problema [1]. Prema procjeni Svjetske zdravstvene organizacije, štete uzrokovane prometnim nesrećama i pretvorene u financijske pokazatelje stvaraju gubitke koji prosječno iznose od 1 % do 3 % bruto domaćeg proizvoda [2]. Takva procjena gubitaka odnosno troškova obuhvaća izravne troškove poput liječenja i rehabilitacije, troškove materijalne štete na vozilima, infrastrukturi i okolišu, ali i neizravne troškove gdje je došlo do radne nesposobnosti osobe nakon sudjelovanja u prometnoj nesreći, gdje osoba nije u mogućnosti doprinosti društvenoj korisnosti (troškovi policije, sudova, osiguravajućih društva i sl.). S obzirom na količinu prometnih nesreća, a samim time i količinu troškova, stvara se potreba za povećanjem stupnja sigurnosti u prometu.

Na promet utječe niz povezanih čimbenika, a to su cesta sa svojom infrastrukturom i okolinom, vozilo i čovjek. Čovjek, odnosno ljudski faktor, se oduvijek smatrao glavnim uzročnikom prometnih nesreća što ne mora nužno biti takav slučaj. Prometnu nesreću mogu skriviti i ostali čimbenici, što se odražava na čovjeka te on čini grešku, npr. ukoliko prometne signalizacije nema ili nije postavljena na odgovarajući način na potencijalno opasnim mjestima, te je nemoguće pravovremeno obavijestiti vozača o potencijalnoj opasnosti, može doći do greške, odnosno nespremnosti vozača na situaciju, a samim time i do prometne nesreće. Stoga, kvalitetna i odgovarajuća prometna signalizacija predstavlja vrlo bitnu stavku u sigurnosti prometa. Elemente prometne signalizacije je potrebno postaviti na način da ih vozači lako izdvoje iz okoline te da svojim izgledom privlače pažnju. Potrebno je voditi računa o količini prometne signalizacije, odnosno paziti da ne dođe do situacije gdje je postavljen preveliki ili premalen broj prometnih znakova i oznaka.

Važan dio prometne signalizacije predstavljaju i oznake na kolniku koje vode, upozoravaju i informiraju sudionike u prometu te stavljaju obaveze i ograničenja prilikom kretanja po prometnoj mreži. Da bi oznake efikasno mogle izvršavati svoju funkciju one moraju biti vidljive u svim vremenskim i prometnim uvjetima. Tijekom dana vidljivost oznaka na kolniku omogućuje difuzna refleksija te je tijekom dnevnog osvjetljenja potrebno osigurati da boje kojima su iscrtane oznake nisu izbljedile. Tijekom noćnih uvjeta, od prvog sumraka do

potpunog svanuća, difuzna refleksija je onemogućena radi nedovoljno prirodnog osvjetljenja. Tijekom noćnih uvjeta potrebno je osigurati dovoljnu razinu retrorefleksije oznaka kako bi se osigurala zadovoljavajuću vidljivost, a samim time i povećala sigurnost prometa.

Potrebno je napomenuti da su pozitivni učinci kvalitetnih oznaka na kolniku poznati u teoriji, dok njihov utjecaj na ponašanje vozača nije dovoljno istražen. Budući da vožnja u noćnim uvjetima sužava vidno polje što predstavlja jedan od bitnijih problema, cilj ovoga rada je istražiti na koji način oznake na kolniku utječu na ponašanje vozača u uvjetima smanjene vidljivosti. Budući da provođenje takvih istraživanja na stvarnom prometnom sustavu mogu biti veoma skupa i opasna, istraživanje se provodilo na simulatoru vožnje. Uz simulator vožnje, koristile su se i naočale za praćenje pogleda vozača.

Rad je strukturiran u osam poglavlja:

1. Uvod
2. Definicija i podjela oznaka na kolniku
3. Analiza sigurnosti cestovnog prometa u RH
4. Čovjek kao čimbenik sigurnosti u prometu
5. Pregled dosadašnjeg istraživanja
6. Metodologija istraživanja
7. Određivanje utjecaja oznaka na kolniku na ponašanje vozača
8. Zaključak

Početak rada se odnosi na povijesni razvoj oznaka te definiciju i podjelu oznaka, zajedno s načinom izrade oznaka od raznih materijala. Zatim slijedi analiza sigurnosti cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine. U četvrtom poglavlju bit će opisan čovjek kao najvažniji čimbenik sigurnosti cestovnog prometa. Peto poglavlje se bazira na pregledu dosadašnjih istraživanja vezanih za utjecaj oznaka na kolniku na ponašanje vozača. Nakon pregleda dosadašnjih istraživanja dolazi se do metodologije rada u kojoj je objašnjen način provođenja istraživanja, scenarij na kojem se provodilo istraživanje te oprema koja se koristila u istraživanju. U sedmom poglavlju se nalazi analiza izvršenog istraživanja odnosno deskriptivna analiza podataka ispitanika i analiza podataka dobivenih putem opreme koja se koristila u istraživanju. Nakon izvršene analize dobivenih podataka slijedi zaključak što je ujedno i posljednje poglavlje rada.

## 2. 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 sve oznake na kolniku i predmete uz rub kolnika. Kao što je navedeno u uvodnom dijelu, oznake na kolniku vode, upozoravaju i informiraju sudionike u prometu te stavljaju obaveze i ograničenja prilikom kretanja po prometnoj mreži. U narednim poglavljima bit će opisan povijesni razvoj oznaka na kolniku te njihova podjela kao materijali od kojih se izvode.

### 2.1. Povijesni razvoj oznaka na kolniku

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 [1].

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 [1].

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 [1].



## 2.2. Definicija i podjela oznaka na kolniku

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. 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 [3]. Postavljanje oznaka se vrši ucrtavanjem, lijepljenjem, ugrađivanjem ili utiskivanjem u asfaltni ili betonski kolnički zastor.

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, retroreflektivnim 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.

### *a) Uzdužne oznake*

Uzdužne oznake na kolniku predstavljaju sve oznake koje su paralelne s osi kolnika, a to su [7]:

- razdjelne crte,
- rubne crte,
- crte upozorenja,
- crte vodilje,
- 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 najavljivanje blizine pune razdjelne linije, odnosno blizine mjesta gdje počinje zabrana pretjecanja, dok se crte vodilje koriste najčešće u raskrižjima [7].

### *b) Poprečne oznake*

Poprečne oznake predstavljaju sve one oznake koje se nalaze okomito ili pod nekim malim kutom na os ceste, a to su [7]:

- crte zaustavljanja,
- kose crte,
- graničnici,
- pješački prijelazi,
- 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 [7].

#### *c) Ostale oznake na kolniku*

Pod ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika spadaju [7]:

- strelice,
- polja za usmjerivanje prometa,
- crte usmjerivanja,
- natpisi,
- oznake za označivanje prometnih površina za posebne namjene,
- 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

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 [7].

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 crveno-bijelom 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].

### **2.3. Materijali za izradu oznaka na kolniku**

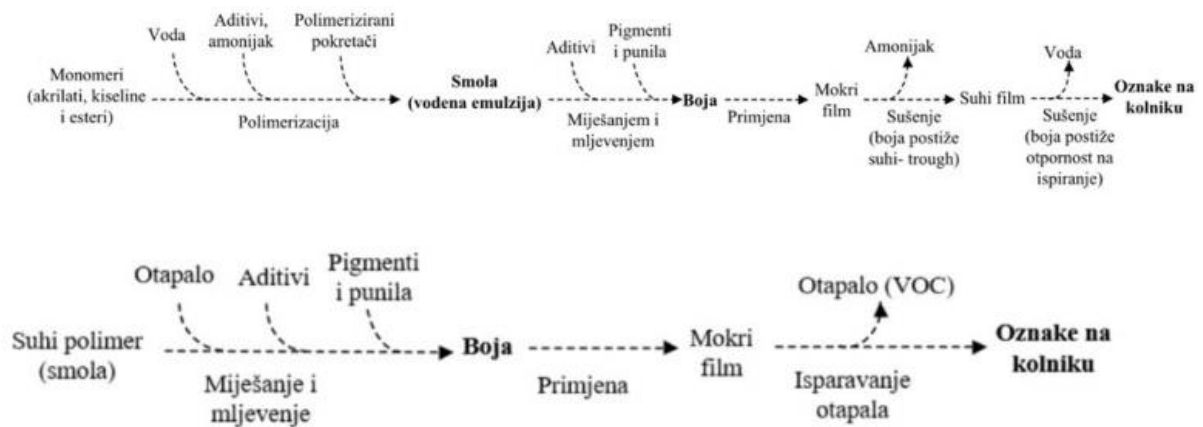
Oznake na kolniku predstavljaju cjeline sastavljene od međusobno povezanih materijala (pigmenata, veziva, punila, specijalnih kemikalija i otapala). Odabir odgovarajućeg materijala ovisi o prometnim, klimatskim i geografskim uvjetima na cesti gdje se primjenjuju. Razlike u materijalima očituju se u načinu primjene, vijeku trajanja, cijeni, debljini nanosa te strukturalnim značajkama. Oznake prema vrsti materijala se dijele na boje, plastične materijale i trake [3].

#### **2.3.1. Oznake izrađene od boje**

Oznake izrađene od boje su tankoslojni jednokomponentni materijal, debljine suhog nanosa između 220 – 500  $\mu\text{m}$ . 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. Postoje dvije vrste oznaka izrađene od boje, a to su boje na bazi vode i boje na bazi otapala (Slika 1.) [3].

Kod oznaka na bazi vode, isparavanjem vode dolazi do sušenja i učvršćivanja boje na kolniku, dok se kod oznaka na bazi otapala to ostvaruje putem isparavanja otapala. Boje na bazi

otapala imaju bolju kontrolu sušenja u odnosu na boje na bazi vode, a razlog tome je što kod boja na bazi vode dolazi do razvodnjavanja i razlijevanja boje prilikom doticaja s vodom. Vrlo bitna razlika kod ove dvije vrste se očituje u načinu skladištenja. Potrebno je pravilno skladištenje smjesa na bazi otapala jer postoji mogućnost oslobađanja hlapljivih organskih spojeva, te je potrebno očuvati stalnu razinu viskoznosti [3].



Slika 1. Postupak dobivanja oznaka putem boje na bazi vode (gore) te na bazi otapala (dolje)

Izvor: [3]

Uertavanje 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 [3].

### 2.3.2. Oznake izrađene od plastičnih materijala

Oznake izrađene od plastičnih materijala su debeloslojne (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 2.). 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 [3].

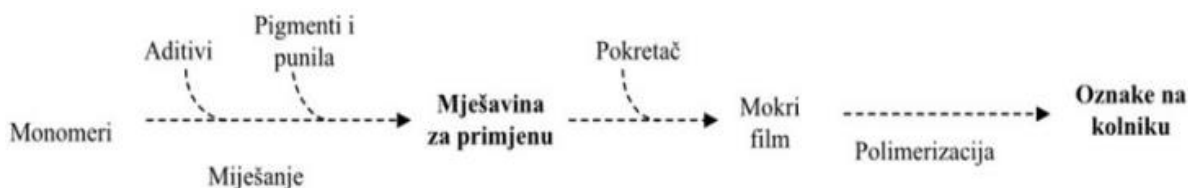


Slika 2. Postupak dobivanja oznaka putem termoplastike

Izvor: [3]

Termoplastika se prije izvođenja kuha u posebnim kotlovima na temperaturi od 180°C-220°C oko dva sata pri čemu se dodaju retroreflektirajući i, po potrebi, protuklizni elementi. Nakon kuhanja, termoplastika se prebacuje u stroj koji je pod povišenom temperaturom te se nanosi na kolnik. Prije nanošenja kolnik je potrebno očistiti od svih mogućih prljavština. Kod nanošenja na asfaltni kolnik dolazi do termičkog povezivanja materijala i površine kolnika čime se ostvaruje vrlo dobra povezanost. S druge strane, na betonskim se kolnicima stvara isključivo mehanička veza (zbog nemogućnosti topljenja gornjeg sloja betonske podloge) zbog čega je prilikom izvođenja na betonske kolnike nužna primjena dodatnog premaza („primer“) između kolnika i oznake [3].

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 3.). Može se primjenjivati na sve kolničke zastore te ju je moguće izvoditi pri različitim temperaturama kolnika i okoline [3].



Slika 3. Postupak dobivanja oznaka putem hladne plastike

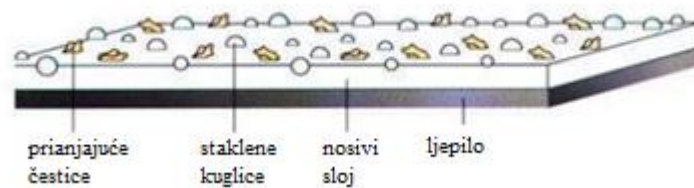
Izvor: [3]

### 2.3.3. Oznake izrađene od trake

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 izgledane

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 [3].

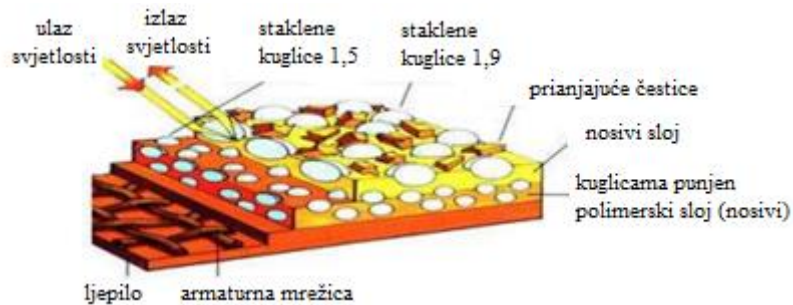
Vijek trajanja traka za trajne oznake je dulji od godinu dana te se najčešće postavljaju na nove asfaltne kolnike. Mogućnost primjene je i kod starih asfaltnih ili betonskih kolnika uz primjenu posebnih ljepila. Debljina takvih traka iznosi od 0.7 – 2.5 mm te se sastoje od nosivog sloja, ljepila, prijanjajućih čestica i staklenih perli (Slika 4.) [3].



Slika 4. Prikaz konstrukcije trake za trajne oznake

Izvor: [3]

Trake za privremene oznake na kolniku se upotrebljavaju tijekom privremene regulacije prometa te se izvide *overlay* metodom žutom ili narančastom bojom. Sastoje se od nosivog sloja, ljepila, prijanjajućih čestica, staklenih perli i armaturne mrežice (Slika 5.) [3].



Slika 5. Prikaz konstrukcije trake za privremene oznake

Izvor: [3]

### 3. ANALIZA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U RH

Sigurnost cestovnog prometa je jedan od najvažnijih čimbenika odnosno pokazatelja učinkovitosti prometnog sustava. Kao primarni pokazatelj sigurnosti prometa uzimaju se prometne nesreće. Povećanjem broja vozila na prometnicama uzrokovalo je i povećanje broja prometnih nesreća, dok navedeno povećanje uzrokuje stvaranje novih mjera i ograničenja u prometu kako bi se rizik od nastanka prometne nesreće sveo na najmanju moguću razinu. Neke od mjera koje se mogu primijeniti u tu svrhu se očituju u prilagođavanju prometne infrastrukture, ugradnji raznih sigurnosnih sustava u prijevozna sredstva, uvođenje novčanih kazni i sl.

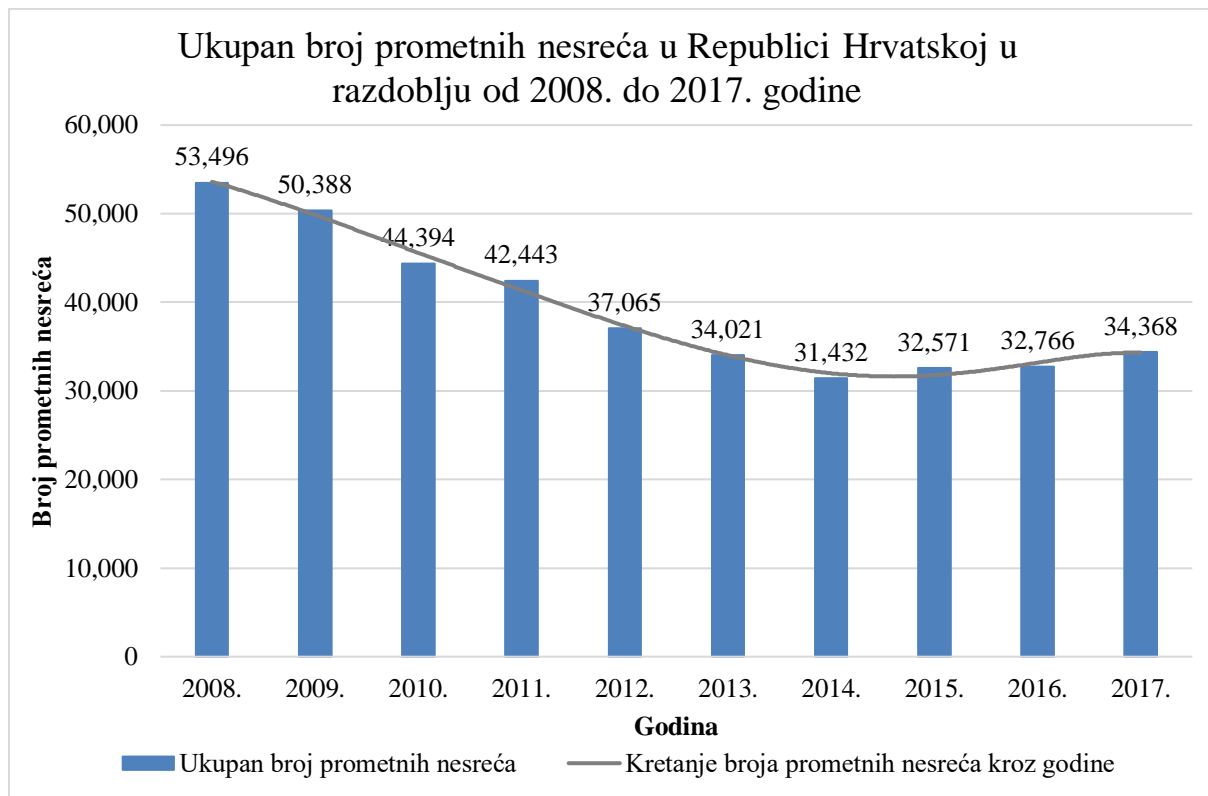
Prema podacima o broju prometnih nesreća prikupljenih od strane Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske utvrđeno je da se u razdoblju od 2008. godine do 2017. godine na cestama u Republici Hrvatskoj dogodilo ukupno 392.944 prometne nesreće. Potrebno je napomenut da se prometne nesreće dijele u 3 kategorije; prometne nesreće s poginulim osobama, prometne nesreće s ozlijeđenim osobama i prometne nesreće u kojima je nastala materijalna šteta. Prema prikupljenim podacima, od ukupnog broja prometnih nesreća u tom razdoblju 0,95% ili 3.735 nesreća su imale smrtnu posljedice, u 30,83% ili 121.139 nesreća je ozlijeđena minimalno jedna osoba, dok je materijalna šteta ostvarena u najvećem broju od 268.070 nesreća, što iznosi 68,22% ukupnog broja [4]. Ukupan broj prometnih nesreća te njegova raspodjela prema posljedicama prikazano je u tablici 1.

Tablica 1. Broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine s obzirom na posljedice

Godina	Broj prometnih nesreća			Ukupan broj prometnih nesreća
	s poginulim osobama	s ozlijeđenim osobama	s materijalnom štetom	
2008.	585	15.698	37.213	53.496
2009.	493	15.237	34.658	50.388
2010.	402	12.870	31.122	44.394
2011.	385	12.843	29.215	42.443
2012.	355	11.418	25.292	37.065
2013.	328	10.897	22.796	34.021
2014.	284	10.323	20.825	31.432
2015.	317	10.721	21.533	32.571
2016.	279	10.500	21.987	32.766
2017.	307	10.632	23.429	34.368
<b>Ukupno:</b>	<b>3.735</b>	<b>121.139</b>	<b>268.070</b>	<b>392.944</b>
<b>Prosječno:</b>	<b>374</b>	<b>12.114</b>	<b>26.807</b>	<b>39.294</b>

Izvor [4]

Ukoliko se promatra broj prometnih nesreća neovisno o posljedicama, vidljiv je pad broja nesreća od 2008. godine do 2014. godine gdje je zabilježen najmanji broj prometnih nesreća. Nakon 2014. godine, odnosno u 2015. godini vidljiv je ponovni porast prometnih nesreća te se povećava do kraja promatranog razdoblja (Grafikon 1.).

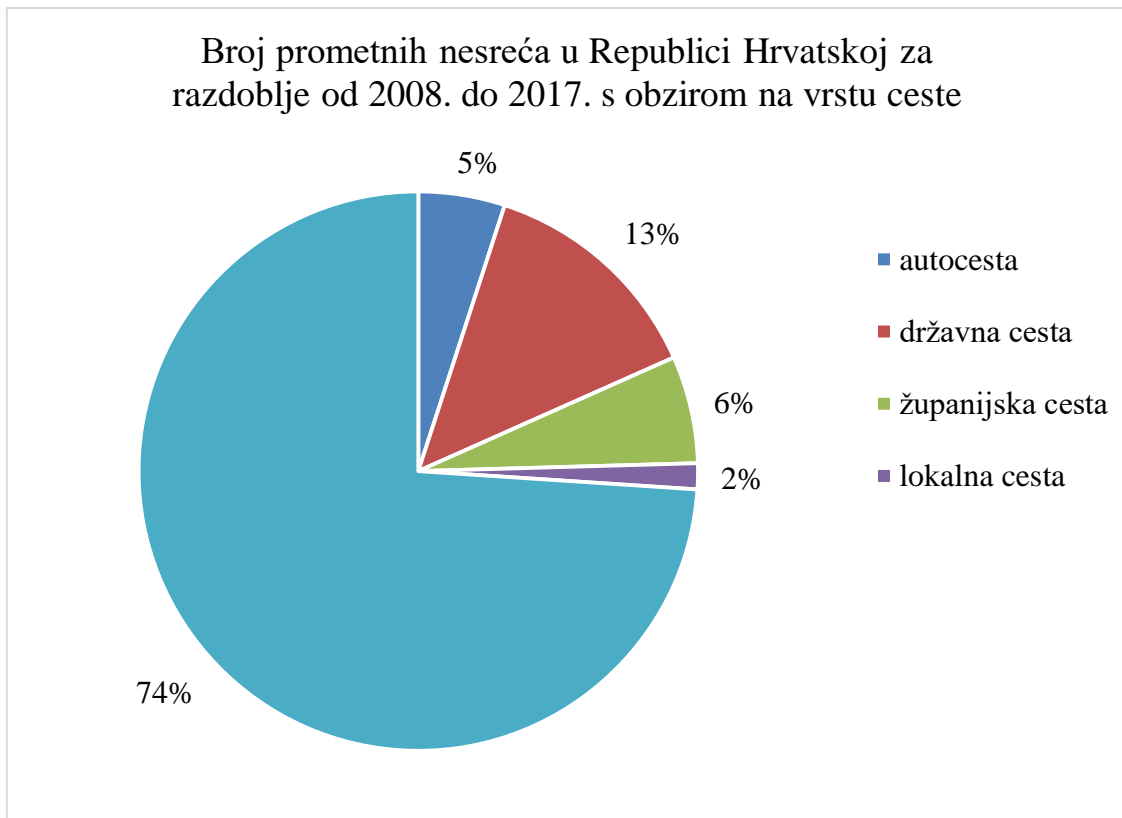


Grafikon 1. Ukupan broj nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine  
2017. godine

*Izvor:[4]*

Ukoliko se prometne nesreće promatraju s obzirom na vrstu ceste gdje su nastale (Grafikon 2.), vidljivo je da 74 % prometnih nesreća događa na nerazvrstanim cestama. Takve ceste su najčešće prometnice koje prolaze kroz naselja, te ih karakterizira složena prometna situacija. U drugom pogledu, prometne nesreće na autocestama bilježe vrlo mali udio u ukupnom broju, a razlog tome je fizičko odvajanje suprotnih tokova, čvorovi izvan razina, te neprekidno odvijanje prometa.





Grafikon 2. Postotni udio prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2017. godine s obzirom na vrstu ceste

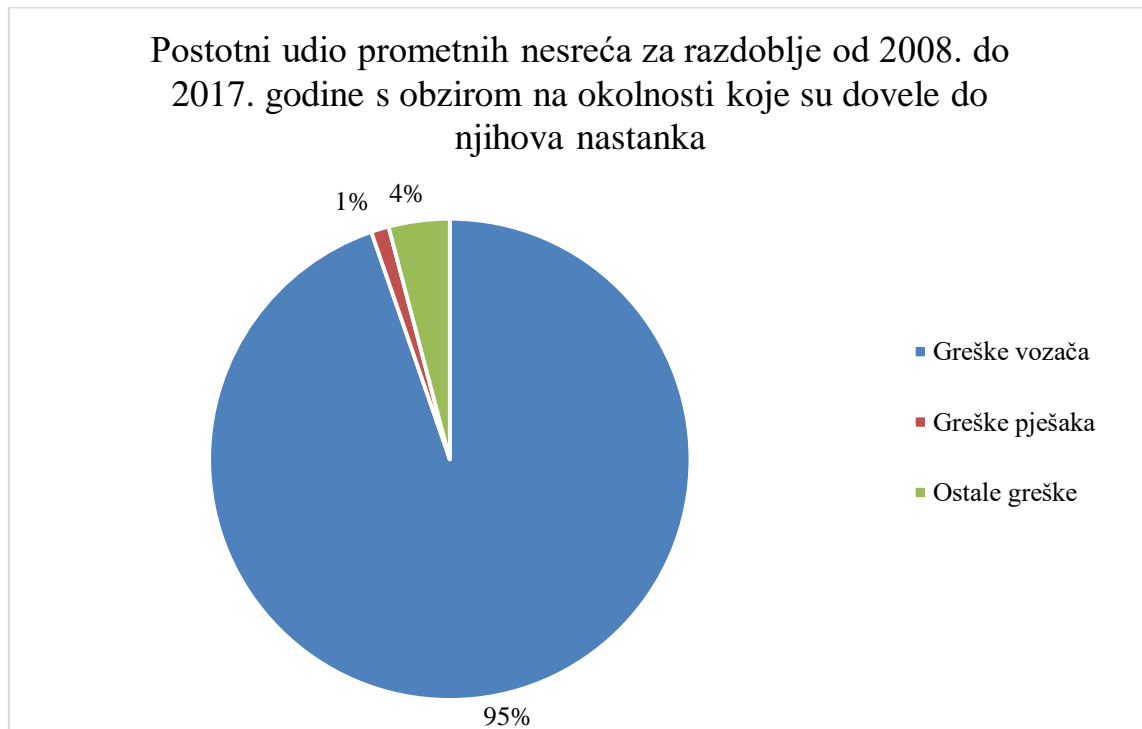
*Izvor: [5]*

Na sigurnost prometa utječu čimbenici koji se mogu podijeliti u tri osnovne skupine: čovjek, vozilo i cesta, odnosno okolina. Prema takvoj podijeli, smatra se da je čovjek najčešći uzrok prometnih nesreća, te se u nekim istraživanjima, uzimajući u obzir ljudsku prirodu i sklonost pogreškama, smatra da je kriv za čak 85 % prometnih nesreća. U ulozi vozača može doći do pogreške pri vožnjom nepropisanom brzinom, kasnog uočavanja opasnosti, nepravilnog obavljanja radnji skretanja, mimoilaženja, obilaženja i sl. Ukoliko se osoba nalazi u ulozi pješaka, postupcima kao što su prelazak preko kolnika gdje nema pješačkog prijelaza, nepoštivanjem svjetlosnih znakova i sl. može omesti ostale sudionike u prometu, vozače, te prouzročiti prometnu nesreću.

Budući da se smatra da je nepropisna brzina među deset najčešćih grešaka vozača. Pod nepropisnom brzinom spadaju sve brzine koje su veće od propisanih brzina za određenu vrstu ceste ili određenu prometnim znakom za ograničenje brzine (B31), ali i brzine manje od brzina određene znakom za najmanju dopuštenu brzinu (B44) [7]. Ukoliko na prometnicama nema prometnih znakova za ograničenje brzine, brzina je u tom slučaju određena Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17).

Prema Zakonu, najveća dopuštena brzina vožnje u naselju iznosi 50 km/h, dok se izvan naselja definira prema vrsti ceste, odnosno ukoliko se odnosi na brze ceste i ceste isključivo za motorni promet, ona iznosi 110 km/h, za autoceste 130 km/h, dok je za sve ostale ceste 90 km/h [8].

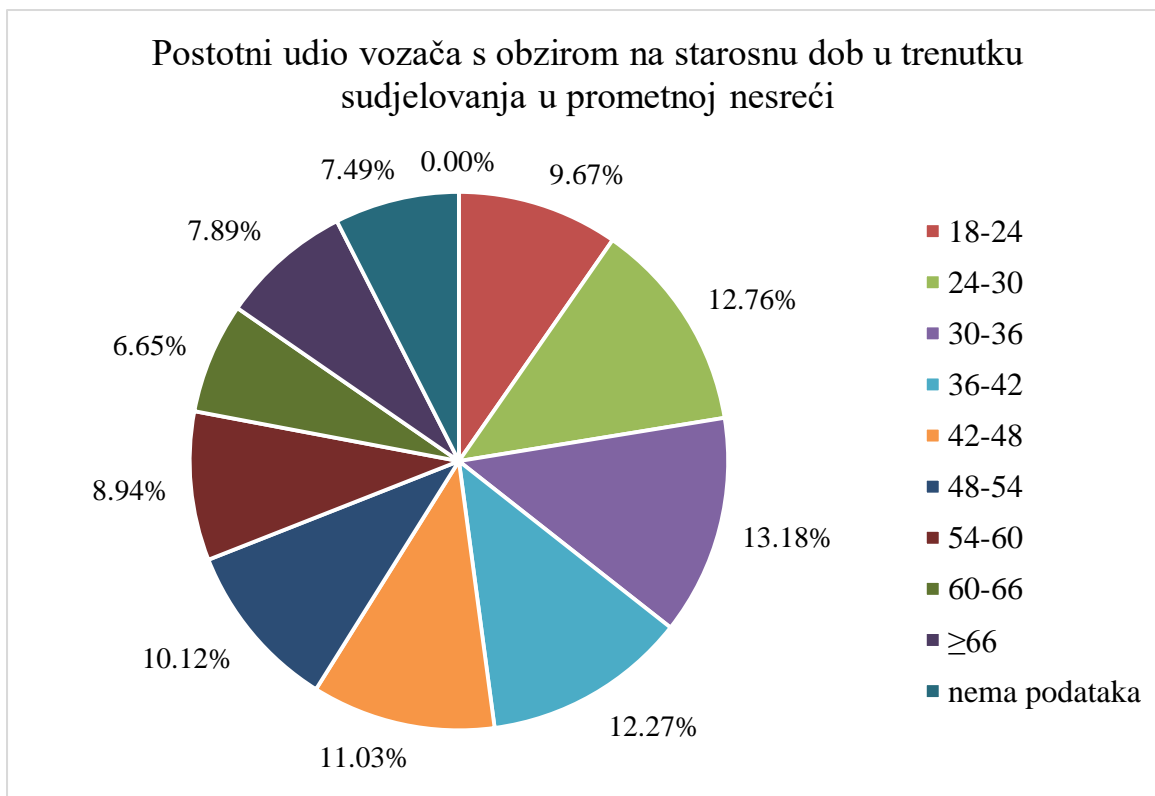
Greške vozača su najčešći uzrok prometnih nesreća i to svega 95 % kao što je prikazano na grafikonu 3. Od ukupnog broja prometnih nesreća uzrokovan ljudskim faktorom njih 21,06 % nastaje zbog vožnje brzinom koja je neprimjerena uvjetima na cesti.



Grafikon 3. Postotni udio prometnih nesreća za razdoblje od 2008. do 2017. godine s obzirom na okolnosti koje su dovele do njihova nastanka

Izvor: [4]

Potrebno je napomenuti da se često mladi vozači navode kao najrizičnija skupina koja sudjeluje u prometnim nesrećama. Skupinu mladih vozača čine svi vozači od navršene 18. godine, kada ostvare pravo na polaganje vozačkog ispita, do navršene 24. godine [8]. Na grafikonu 4. prikazan je postotni udio vozača s obzirom na dob u trenutku sudjelovanja u prometnoj nesreći. Mladi vozači između 18 i 24 godine čine 9,67 % od ukupnog broja vozača. Najviše vozača koji su sudjelovali u prometnim nesrećama, s obzirom na dob, čini skupina između 30 i 36 godina tj. 13,2 % vozača s obzirom na ukupan broj vozača. Skupina između 24 i 30 godina čine 12,76 % vozača, pri čemu takvi vozači čine drugu najrizičniju skupinu u odnosu na podatke.



Grafikon 4. Postotni udio vozača s obzirom na starosnu dob u trenutku sudjelovanja u prometnoj nesreći

Izvor: [5]

## **4. ČOVJEK KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU**

Kao što je prethodno navedeno, smatra se da je čovjek najčešći uzrok prometnih nesreća. Budući da je svaki čovjek jedinka za sebe, te nemaju jednaku sklonost pri griješenju, postoje različiti čimbenici koji imaju bitnu ulogu kako u ugrožavanju sigurnosti prometa tako i u načinu reagiranja te prevenciji dolaska do prometne nesreće, a to su: osobne značajke vozača, psihofizičke osobine te obrazovanje i kultura.

### **4.1. Osobne značajke vozača**

Osobnost je organizirana cjelina svih osobina, svojstva i ponašanja kojima se svaka ljudska individualnost izdvaja od svih drugih pojedinaca društvene zajednice. Psihički i skladno razvijena osoba preduvjet je za sigurno odvijanje prometa. Pod osobne značajke vozača, odnosno u njegove psihičke osobine ubrajaju se sposobnosti, stajališta, temperament, osobne crte i karakter [9].

Takve osobine su veoma važne kod svakog vozača jer one dolaze do izražaja u brzini reakcije, količini registriranih zbivanja u okolini i uspješnosti rješavanja problema. Sposobnost predstavlja skup prirođenih i stečenih uvjeta za obavljanje neke radnje, odnosno njegove fizičke karakteristike, dok stajališta vozača potječe od njegova odgoja u obitelji, školi i sl. pri čemu on ima određeno stajalište prema vožnji. Temperament predstavlja urođenu osobinu kod koje se vozači mogu podijeliti na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike [9]. Svaku skupinu karakteriziraju različitost reagiranja u određenim situacijama [10]. Kada je temperament u pitanju, odnosno tip vozača, pogodno bi bilo da je vozač negdje između kolerika i flegmatika [11]. Osobne crte su karakteristike vozača zbog kojih on u različitim situacijama reagira na isti način, te se mogu izdvojiti odnos prema pojedincu, prema drugima i prema sebi. Karakter čovjeka se očituje u čovjekovu moralu, odnosu prema drugima i poštivanju društvenih normi [9].

### **4.2. Psihofizičke značajke vozača**

Psihofizičke osobine predstavljaju osobine prema kojima se ljudi, a time i vozači, međusobno razlikuju, s time da te razlike mogu imati značajan utjecaj na način i brzinu reagiranja u različitim situacijama. Kod vozača do izražaja posebno dolaze osobine koje se odnose na funkcije organa osjeta te psihomotoričke i mentalne sposobnosti [12].

Vid predstavlja najvažnije ljudsko osjetilo tijekom vožnje. Razlog tome je taj što se putem vida prikuplja gotovo 90 % informacija o okolini koja nas okružuje. Oko je organ koji

upija elektromagnetska zračenja te šalje signale u centar za vid [13]. Budući da je potrebno odrediti značenje onoga što čovjek vidi kako bi pravilno odredio način na koji će reagirati, potrebno je percipirati takvu pojavu. Percepcija predstavlja proces prikupljanja, organiziranja i obrade osjetnih informacija te njihova povezivanja sa ranije stečenim znanjima, iskustvom, emocijama i sl. Vizualnom percepcijom se interpretiraju informacije prikupljene putem oka, te predstavlja najvažniju vrstu percepcije. Potrebno je još napomenuti da se vizualna percepcija sastoji od dvije funkcije: prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje podrazumijeva kategorizaciju predmeta uočenu tijekom vožnje, dok je lokalizacija utvrđivanje udaljenosti uočenog predmeta u odnosu na promatrača [14, 15].

Drugo vrlo bitno osjetilo je sluh. Njegova uloga u prometu je kontroliranje rada motora, određivanje smjera, udaljenosti vozila pri kočenju i sl. Negativna strana sluha je u tome što buka motora i okoline, doprinosi umoru vozača te smanjenju koncentracije tijekom vožnje [9].

Psihomotoričke sposobnosti omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad mišića. Sposobnosti koje su važne tijekom upravljanja vozila su brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta i sklad pokreta i opažanja. Elementi koji utječu na spomenute sposobnosti su dob, jačina podražaja, složenost prometne situacije, koncentracija i umor i slično [9].

Pod mentalnim sposobnostima se smatraju čovjekovo mišljenje, pamćenje, inteligencija, učenje i sl., odnosno mentalne sposobnosti predstavljaju snalaženje tj. prilagodbu u novonastalim situacijama uporabom novih, nenaučenih reakcija [9].

### **4.3. Obrazovanje i kultura**

Obrazovanje i kultura predstavljaju treću kategoriju u elementima podijele čovjeka kao čimbenik sigurnosti u prometu. Smatra se da je vozač obrazovan ukoliko on poznaje i poštuje prometne zakone i propise. Samim time, poštivanjem zakona i propisa on omogućuje sigurno sudjelovanje u prometu sebi i ostalim sudionicima. Isto tako, obrazovani vozači dobro poznaju svoje sposobnosti i kretanje svoga vozila, pri čemu se mogu, sukladno tome, ponašati u prometu. Potrebno je da vozač posjeduje i određenu količinu kulture, gdje se odnosi prema ostalim sudionicima u prometu s poštovanjem, te sudjeluje u prometu s svrhom smanjenja kritičnih situacija, ukoliko je u mogućnosti.

## 5. PREGLED DOSADAŠNJEG ISTRAŽIVANJA

U cilju povećanja sigurnosti u prometu provode se razna istraživanja kako bi se utvrdili čimbenici koji utječu na nastanak prometnih nesreća. Zajedno s time, pokušavaju se različite mjere koje mogu smanjiti rizik od pojave prometne nesreće. Sigurnost predstavlja jednu od najvažnijih karakteristika prometa, te je njezin osnovni cilj omogućiti kretanje svih sudionika u prometu bez štetnih i neželjenih posljedica, odnosno rizik od nastanka prometne nesreće svesti na najmanju moguću razinu. Veliku ulogu u postizanju takvih uvjeta ima prometna signalizacija, kako vertikalna tako i horizontalna.

Oznake na kolniku utječu na sigurnost prometa na tri načina: svojom prisutnošću, širinom linija i retrorefleksijom. 1981. godine provedeno je istraživanje čiji je cilj bio analizirati utjecaj dodavanjem središnjih i/ili rubnih linija na sigurnost u prometu. Konačni rezultati su pokazali da su se prometne nesreće s smrtno stradalima i/ili teško ozlijeđenima znatno smanjile dodavanjem linija. Provedenim istraživanjem dokazala se povezanost između bočnog položaja vozila unutar kolničkih traka i oznaka na kolniku. Vozila koja se mimoilaze biti će udaljenije ukoliko su središnje linije deblje, što rezultira s smanjenjem mogućnosti odnosno rizika od nastajanja frontalnog sudara. Razlog tome je taj što će vozači svoje vozilo pomicati bliže rubu ceste pri čemu će razmak između mimoilaženja biti veći [16, 17].

Budući da je potrebna određena količina retrorefleksije oznaka u noćnim uvjetima provedena su razna istraživanja koja pokušavaju dokazati povezanost između oznaka na kolniku i prometnih nesreća. Tako je 2002. godine provedena studija s ciljem utvrđivanja kako trajnost i retrorefleksija oznaka utječe na prometne nesreće. Studija je provedena u dvije etape. Prva etapa je obuhvaćala analizu lokacija s oznakama izvedenim bojom na bazi otapala te epoksi bojom. Ukupno je sadržavala 55 lokacija, 48 s bojom na bazi otapala i 7 s epoksi bojom. U drugoj etapi studije, oznake su bile izvedene dugotrajnim materijalima. Duljina dionica, vrijeme provođenja studije, prosječan godišnji dnevni promet te udio godišnjeg dnevnog prometa tijekom dnevnih, noćnih, suhih i mokrih uvjeta su uzeti u obzir u analizi. Rezultati studije su pokazali kako se broj prometnih nesreća u noćnim uvjetima smanjio za 6 % nakon obnavljanja oznaka [18].

U Teksasu je provedena studija u kojoj se analizira utjecaj dodavanja rubnih oznaka na sigurnost prometa na dvotračnim cestama. Autori studije su na temelju rezultata zaključili kako ceste bez rubnih oznaka imaju 11 % veći rizik od nastajanja prometnih nesreća. Na temelju

studije, kao što je prethodno navedeno, ceste s rubnim oznakama su pokazale veće učinke u uvjetima smanjene vidljivosti [19].

Međutim, potrebno je napomenuti da se nekim istraživanjima dokazalo da retrorefleksija oznaka ne utječe na nastanak prometnih nesreća. Takve studije su imale određena ograničenja kao što su studija [20] u kojoj su autori uzimali u obzir i ceste s smjerokaznim oznaka tj. reflektirajućim markerima, studiji [21] gdje retrorefleksija oznaka nije mjerena već je modelirana stoga postoji mogućnost odstupanja i pogrešaka, te u trećoj studiji [22] gdje je retrorefleksija mjerena na području od 60 m koja se uzela kao referentna za dužinu dionice od 8 km. Potrebno je napomenuti da u studiji [22] autor naglašava manjak podataka o prometnim nesrećama.

Novija istraživanja dokazuju da postoji povezanost retrorefleksije oznaka na kolniku i prometnih nesreća. Provedene studije u proteklih šest godina su dokazale značajnu ulogu retrorefleksije oznaka u noćnim uvjetima te uvjetima smanjene vidljivosti na kolniku [23, 24, 25]. Tako se u studiji [25], koja je objavljena 2016. godine, povećanjem retrorefleksije oznaka znatno smanjio očekivani godišnji broj prometnih nesreća. Na temelju rezultata dolazi se do zaključka gdje odražavanje oznaka na kolniku ima značajne učinke na sigurnost prometa.

Potrebno je spomenuti i istraživanja koja su vezana za utvrđivanje maksimalne udaljenosti vidljivosti tj. uočavanja oznaka te određivanje minimalnih razina retrorefleksije u mokrim i suhim uvjetima. Tako se na temelju rezultata studija [26, 27] dokazala maksimalna udaljenost uočavanja oznaka na kolniku, te se povećava s povećanjem njihove retrorefleksije ali neproporcionalno. U skladu s rezultatima, retrorefleksija od  $100 \text{ mcd/lx/m}^2$  je u prosjeku vidljiva s 91,44 m, dok je retrorefleksija od  $300 \text{ mcd/lx/m}^2$  vidljiva u prosjeku s 121,92 m.

## 6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Kao što je već navedeno, na sigurnost u prometu utječu niz međusobno povezanih čimbenika koji se mogu podijeliti u tri osnovne skupine: čovjek, vozilo i cesta. Budući da je čovjek po prirodi sklon pogreškama, ljudski faktor se smatrao glavnim uzročnikom prometnih nesreća. Potrebno je uzeti u obzir i mogućnost ljudske pogreške izazvane nedostacima vezanim uz cestu i njene okoline ili čak i vozila. Sukladno tome, suvremene strategije cestovne sigurnosti jasno razlikuju čimbenike koji su uzrok prometne nesreće što predstavlja temelj za definiranje mjera poboljšanja prometne sigurnosti [28]. Stoga, cilj istraživanja je utvrditi na koji način prometna signalizacija, odnosno horizontalna signalizacija utječe na ponašanje vozača, a time i cjelokupnu sigurnost cestovnog prometa.

S obzirom da istraživanja u stvarnom prometnom sustavu mogu biti veoma zahtjevna, skupa i opasna, sve se češće u tu svrhu koriste simulatori vožnje, koji uz relativno jednostavno simuliranje stvarnih uvjeta mogu provesti istraživanje u sigurnom okruženju.

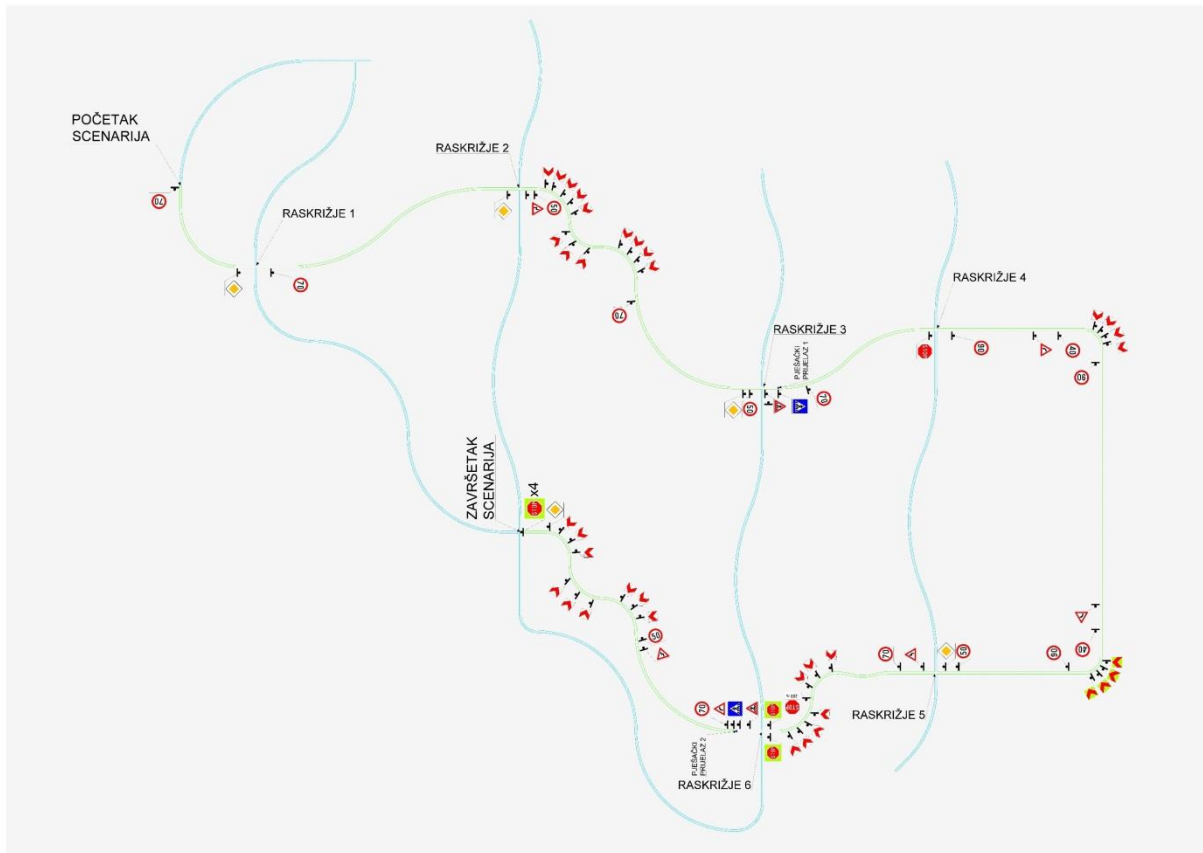
### 6.1. Scenarij vožnje na simulatoru

Scenarij koji se koristio u istraživanju bio je dizajniran kao dvosmjerna ulica s širinom kolnika od 6,50 m, odnosno širina jedne kolničke trake je iznosila 3,25 m. Ukupna duljina dionice iznosila je 6,61 km. Postojala su tri ograničenja brzine: 50 km/h, 70 km/h i 90 km/h. Ograničenje brzine od 50 km/h je predstavljalo dijelove dionice koje obuhvaćaju vožnju kroz naseljena mjesta, dok su ostala ograničenja, 70 km/h i 90 km/h, predstavljala dijelove dionice izvan naselja, odnosno otvorenu cestu. Cijela dionica se sastojala od šest četverokrakih raskrižja, dva pješačka prijelaza te deset oštih zavoja označenih s pločama za označavanje zavoja. Devet takvih zavoja bilo je označeno pločama bijelo-crvene boje (prometni znak K12), dok je jedan zavoj bio označen žuto-crvenom bojom (prometni znak K14). Na dionici je postavljeno ukupno 55 prometnih znakova u smjeru vožnje, te razdjelne i rubne linije bijele boje širine 15 cm.

Od ukupno šest raskrižja, vozači su imali prednost prolaska na njih četiri (1., 2., 3. i 5.), dok su na ostala dva raskrižja (4. i 6.) imali postavljen znak stop tj. nisu imali prednost prolaska. Šesto raskrižje predstavlja potencijalno opasno mjesto, stoga je postavljen znak stop s dopunskom pločom 200 m prije raskrižja, dok su na samom raskrižju, s obje strane ceste, postavljena dva znaka stop s fluorescentnom žuto-zelenom podlogom. Dizajnirana su dva ista zavoja (istih geometrija), te označeni pločama za označavanje oštih zavoja različitim bojama: bijelo-crvena (K12) i žuto-crvena (K14). Na taj se način pokušao dobiti uvid u utjecaj boje



ploča za označavanje oštrog zavoja na ponašanje vozača. Na slici 6. prikazana je cestovna ruta korištena u scenariju.



Slika 6. Prikaz scenarija vožnje

Istraživanje se provodilo u dvije vožnje, svaka u trajanju od 6-7 minuta. Tijekom prve vožnje nije bilo prometne signalizacije, odnosno, nije bilo oznaka na kolniku niti prometnih znakova, dok je druga vožnja sadržavala prometnu signalizaciju. Na takav je način, analiziran utjecaj prometne signalizacije na ponašanje i razinu stresa kod vozača. U oba scenarija su bili simulirani noćni uvjeti, a ispitanici su smjeli imati upaljena jedino kratka svjetla tijekom vožnje.

Na početku samog istraživanja, ispitanicima je pojašnjena metodologija istraživanja no ne i cilj istog, kako se ne bi utjecalo na rezultate. Prikupljeni podaci su obuhvaćali: datum i godinu rođenja, spol, godinu stjecanja vozačke dozvole, vlastitu procjenu vozačke sposobnosti, sudjelovanje u prometnim nesrećama (kao vozači), učestalost vožnje, procjenu godišnje prijeđenih kilometara te eventualnih problema s vidnim sustavom (dioptrija te ostale očne mane). Potrebno je napomenuti da je ispitanicima bilo naglašeno kako se ne ocjenjuje njihova vozačka sposobnost te da tijekom testiranja voze što prirodnije na način na koji se oni osjećaju ugodno. Svakom ispitaniku prije početka testiranja postavljen su naočale za praćenje pogleda, te mu je bila omogućena probna vožnja na drukčijem scenariju kako bi se priviknuli na

simulator i ostalu istraživačku opremu u svrhu dobivanja relevantnih podataka. Način provođenja istraživanja prikazan je na slici 7.



Slika 7. Prikaz provođenja istraživanja bez i sa prometnom signalizacijom

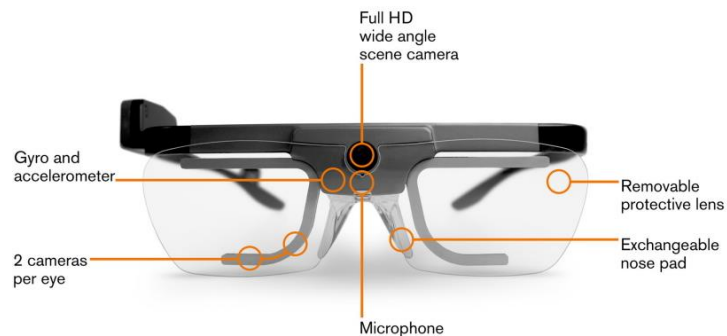
## 6.2. Istraživačka oprema

Za potrebe provođenja ovog istraživanja korišten je simulator vožnje te naočale za praćenje pogleda. Putem opreme prikupljeni su podaci vezani za brzinu vožnje, akceleracije i deceleracije, lateralni položaj vozila i osnovne očne pokrete (fiksacije i sakade).

Za potrebe istraživanja, korišten je statični simulator tvrtke Carnetsoft B. V. Simulator se sastoji od vozačkog dijela (sjedalo s pedalama, upravljačem i mjenjačem), te tri međusobno povezana zaslona, veličine 30' i rezolucije 5760x1080 na kojem se prikazuje određeni scenarij, te se pruža interaktivni prikaz stvarnosti s 210°okoline (Slika 7.) preko šest kanala (lijevi, srednji i desni pogled plus tri retrovizora na svakom monitoru).

Za praćenje pogleda ispitanika, koristile su se Tobii Pro Glasses 2 naočale. Takve naočale predstavljaju suvremenu, nenametljivu i prijenosnu metodu praćenja pogleda. Osnovni elementi sustava čine naočale s instaliranim kamerama, uređaj za snimanje i računalna jedinica s instaliranim softverom u kojem se snimaju, bilježe i pohranjuju prikupljeni podaci. Naočale predstavljaju osnovni dio sustava te se njima bilježi svaki pokret oka ispitanika, sadrže četiri kamere za snimanje oka (za svako oko po dvije) te četiri senzora (žiroskop i akcelometar). Naočale imaju i kameru koja je smještena s prednje strane te je njome omogućeno snimanje prostora ispred ispitanika s HD rezolucijom od 1920x1080 piksela, dok su ostale kamere smještene u leći naočala. Čime bi se omogućila još detaljnija obrada podataka, naočale imaju ugrađeni mikrofoni kojim je omogućeno snimanje zvuka kako bi se prilikom ispitivanja mogli zabilježiti ispitanikovi komentari. Kako bi naočale mogle prikupljati i bilježiti podatke, one

moraju biti spojene s glavnim uređajem za snimanje u kojem se nalazi memorijska (SD) kartica na kojoj ostaje trajan zapis provedenog ispitivanja [29]. Na slici 8. prikazane su naočale korištene za praćenje pogleda u provedenom istraživanju.



Slika 8. Tobii Pro Glasses 2 - naočale za praćenje pogleda

*Izvor: [29]*

Glavni uređaj (Slika 9.) je žično povezan s naočalama te se napaja 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. Za kontrolu snimanja, kalibraciju i uvid u usmjerenost pogleda ispitanika u realnom vremenu koristi se prijenosno računalo.



Slika 9. Glavni uređaj za snimanje i pohranu podataka

*Izvor: [29]*

## **7. ODREĐIVANJE UTJECAJA OZNAKA NA KOLNIKU NA PONAŠANJE VOZAČA**

Kao što je već navedeno, ispitanici su vozili isti scenarij dva puta. Oznake na kolniku tijekom prve vožnje nisu bile prisutne, dok su tijekom druge vožnje bile „aktivirane“. Podaci koji su se prikupljali tijekom obje vožnje vezani su uz brzine vožnje, akceleracije i deceleracije, lateralni položaj vozača, te osnovne očne pokrete ispitanika. U sljedećim poglavljima prikazati će se statistički obrađeni rezultati.

### **7.1. Deskriptivna analiza podataka ispitanika**

Istraživanje se provodilo na 32 punoljetna ispitanika sa važećom vozačkom dozvolom. Od ukupno 32 ispitanika, u istraživanju je sudjelovalo 23 muškaraca (71,88 %) i devet žena (28,13 %). Starost ispitanika u prosjeku iznosi 25 godina, dok je njihovo vozačko iskustvo u prosjeku šest godina.

S obzirom na činjenicu da su u periodu od 2008. do 2017. godine najviše prometnih nesreća skrivili mlađi vozači između 25 i 34 godine, smatraju se najrizičnijom skupinom u prometu s obzirom na dob [30]. Razlog tomu je činjenica da su mlađi vozači u određenoj mjeri neiskusni, neoprezni te skloni precjenjivanju i dokazivanju čime ugrožavaju sigurnost u prometu. Budući da su ispitanici svoje vozačke sposobnosti ocijenili u prosjeku s ocjenom od 4,22, gdje je ocjena 5 odlično a ocjena 1 vrlo loše, vidljivo je njihovo stajalište o njihovim vozačkim vještinama. Prema vlastitoj procjeni, ispitanici u prosjeku prelaze 10.468,75 kilometara automobilom godišnje. Prema dodatnim ispitivanju, dolazi se do podataka iz kojih je vidljivo da 28,13 % ispitanika vozi nekoliko puta tjedno i 12,50 % ispitanika nekoliko puta mjesečno.

Od ukupnog broja ispitanika, njih devetoro (28,12 %) je sudjelovalo u prometnoj nesreći kao vozači od čega su u 40 % nesreća ispitanici bili krivi. Potrebno je još napomenuti da šest ispitanika ima blagu dioptriju te tijekom vožnje nose naočale ili leće. Navedeni podaci za sve ispitanike su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Podaci o ispitanicima

Oznaka ispitanika	Spol	Starost (god.)	Vozačko iskustvo (god.)	Procjena vozačke sposobnosti	Sudjelovanje u nesreći	Krivac	Učestalost vožnje	Procjena prijedanih km/god	Dioptrijska
S01	M	31,4	13	5	Da (1 nesreća)	Ne	A	18.000	Ne
S02	Ž	30,8	13	5	Ne	Ne	A	12.500	Da
S03	Ž	25,6	6	4	Ne	Ne	A	12.000	Ne
S04	M	21,6	4	5	1 (1 nesreća)	Ne	B	1.000	Ne
S05	Ž	27,6	9	3	Ne	Ne	B	500	Da
S06	M	23,9	6	5	Da (1 nesreća)	Da	A	10.000	Ne
S07	M	23,1	5	4	Da (2 nesreće)	Da	B	8.000	Ne
S08	M	24,5	7	4	Da (1 nesreća)	Ne	C	5.000	Da
S09	M	23,4	5	5	Ne	Ne	A	19.000	Ne
S010	M	22,9	6	4	Ne	Ne	B	2.000	Ne
S011	M	24,9	6	5	Ne	Ne	C	5.000	Ne
S012	Ž	24,4	6	4	Ne	Ne	B	10.000	Ne
S013	M	24,5	6	5	Da (1 nesreća)	Ne	A	16.000	Ne
S014	M	25,0	6	4	Ne	Ne	A	15.000	Ne
S015	M	25,3	8	4	Da (1 nesreća)	Ne	A	25.000	Ne
S016	M	25,2	7	4	Ne	Ne	A	40.000	Ne
S017	M	23,1	5	4	Ne	Ne	A	10.000	Ne
S018	Ž	24,1	2	2	Ne	Ne	B	1.000	Ne
S019	M	23,2	5	4	Ne	Ne	B	5.000	Ne
S020	M	25,8	8	5	Ne	Ne	A	30.000	Ne
S021	M	25,3	6	5	Ne	Ne	A	10.000	Ne
S022	M	26,8	9	4	Ne	Ne	B	5.000	Ne
S023	M	25,7	8	4	Ne	Ne	A	10.000	Ne
S024	M	24,7	1	5	Ne	Ne	A	5.000	Da
S025	Ž	24,0	6	3	Ne	Ne	C	5.000	Ne
S026	M	23,5	1	3	Ne	Ne	B	500	Ne
S027	Ž	21,6	4	3	Ne	Ne	C	2.000	Ne
S028	M	27,0	9	5	Ne	Ne	A	25.000	Ne
S029	M	25,2	7	5	Ne	Ne	A	7.000	Ne
S030	Ž	26,1	8	5	Da (1 nesreća)	Da	A	5.000	Ne
S031	Ž	25,2	7	4	Ne	Ne	A	3.000	Da
S032	M	28,1	10	4	Da (1 nesreća)	Da	A	12.500	Da

A – Svakodnevno; B - Par puta tjedno; C - Par puta mjesečno  
 1– vrlo loše; 2 – loše; 3 – dobro; 4 – vrlo dobro; 5 –odlično

## 7.2. Analiza podataka dobivenih iz simulatora

Tijekom prve vožnje ispitanici su vozili u prosjeku brzinom od 58,63 km/h, te su vozilo pozicionirali bliže desnom rubu ceste. Vrijeme provedeno bliže desnom rubu ceste je iznosilo u prosjeku 4,11 minuta od vremena ukupne vožnje i to s ciljem izbjegavanja frontalnog sudara s vozilom iz suprotnog smjera. Vrijeme vožnje provedeno bliže sredini ceste u prosjeku iznosi 2,78 minuta, što je malo više od 40 % vremena ukupne vožnje. Zabilježen je i lateralni pomak vozila koji predstavlja udaljenost od sredine prednjeg branika do sredine desne rubne linije. Prosječni lateralni pomak prema sredini ceste tijekom prve vožnje iznosi 0,59 metara, a prema desnom rubu 0,37 metara. Prema podacima o lateralnom pomaku vidljivo je da su ispitanici u prvoj vožnji imali nestabilnu putanju vožnje, te im je raspon kretanja iznosio gotovo jedan metar (0,96 m).

Tijekom druge vožnje, u kojoj su oznake na kolniku bile „aktivirane“, ispitanici su vozili znatno stabilnije, odnosno pozicionirajući vozilo svega 0,59 metara u odnosu na središnju i rubnu liniju. Pozicioniranje vozila s obzirom na vrijeme tijekom druge vožnje je bilo približno jednako, 4,05 minuta se vozilo nalazilo bliže sredini ceste, dok se 3,59 minuta nalazilo bliže desnom rubu ceste. Prosječna brzina vozila tijekom druge vožnje iznosi 52,49 km/h, što je manje nego prosječna brzina vozila u prvom scenariju odnosno prvoj vožnji.

Statistička značajnost dobivenih rezultata prve i druge vožnje ispitana je promjenom *t-testa*. *T-test* je statistički test kojim se ispituje značajnost razlike između aritmetičkih sredina dvaju uzorka. S obzirom da su svi ispitanici vozili iste scenarije korišten je *t-test* zavisnih uzoraka [30]. Na temelju rezultata utvrđena je statistički značajna razlika između brzine vožnje i lateralnog položaja vozila u prvoj i drugoj vožnji.

## 7.3. Analiza podataka dobivenih praćenjem pogleda ispitanika

Primjenom Tobii Pro naočala za praćenje pogleda prikupljeni su podaci vezani za specifične pokrete oka tijekom obje vožnje (fiksacije i sakade). Iz pregleda rezultata praćenja pogleda ispitanika, zaključeno je da postoji statistička značajna razlika broja fiksacija, trajanja fiksacija i broja sakada. Potrebno je napomenuti da nije zabilježena statistička značajna razlika kod trajanja sakade. Budući da je horizontalna signalizacija kod druge vožnje bila prisutna, ispitanici su imali aktivnije oko odnosno više pokreta oka jer su pogled usmjeravali na središnju i rubnu liniju s ciljem prikupljanja informacija o sigurnom vođenju prometa odnosno praćenja putanje ceste. Trajanje fiksacije je u prvoj vožnji trajalo duže nego u drugoj što dokazuje da su ispitanici dulje fokusirali na pojedine elemente ceste i okoline kako bi prikupili dovoljan broj

informacija o nadolazećoj situaciji. Budući da su sakade pokreti oka između dvije fiksacije, broj sakada kod druge vožnje je bio značajno veći nego u prvoj vožnji, što potvrđuje zaključak da su vozači aktivnije skenirali okolinu odnosno pratili horizontalnu signalizaciju.

Oznake na kolniku, odnosno uzdužne linije (razdjelna, lijeva i desna rubna linija), predstavljaju vrlo važan element kod vizualnog vođenja vozača. Na temelju provedenog ispitivanja može se zaključiti da su se vozači najviše orijentirali preko razdjelne i desne rubne linije. U prosjeku su vozači 55,97 puta usmjerili pogled na rubnu desnu liniju (45,98 % od ukupnog broja pogleda), 53,28 puta na razdjelnu liniju (45,41 %), te 12,69 puta na rubnu lijevu liniju (10,40 %). Ukupan broj pogleda svakog ispitanika prikazan je u tablici 3.

Tablica 3. Broj pogleda ispitanika prema oznakama na kolniku

Oznaka ispitanika	Broj pogleda prema desnoj rubnoj liniji	Broj pogleda prema lijevoj rubnoj liniji	Broj pogleda prema razdjelnoj liniji
S01	77	27	50
S02	8	1	4
S03	15	10	53
S04	64	16	58
S05	54	8	25
S06	72	20	90
S07	100	8	80
S08	28	14	42
S09	47	6	52
S10	46	4	46
S11	43	12	70
S12	63	20	69
S13	190	6	70
S14	66	21	89
S15	85	37	87
S16	47	21	67
S17	46	13	6
S18	50	11	77
S19	7	6	23
S20	45	2	44
S21	47	17	52
S22	70	6	77
S23	28	2	18
S24	17	1	12
S25	140	44	99
S26	61	27	67
S27	30	1	14
S28	53	2	67
S29	80	16	54
S30	16	6	20

S31	90	18	112
S32	6	3	11
Aritmetička sredina	55,97	12,69	53,28

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da su ispitanici tijekom prve vožnje imali pasivnije oko, odnosno da su svoj pogled najviše usmjeravali na prostor unutar centralnog vidnog polja kako bi došli do dovoljnih informacija o nadolazećoj situaciji. Unatoč tome, u drugoj vožnji ispitanici su imali aktivnije oko radi postojeće prometne situacije. Prema obrađenim podacima vidljiv je veći broj kraćih fiksacija koje ispitanici usmjeravaju u oznake na kolniku te se osjećaju sigurnije zbog postojećih oznaka pri čemu je lateralni pomak vozila manji te se smanjuje opasnost od frontalnog sudara te izlijetanja s ceste. Na temelju rezultata, vidljiva je važnost oznaka na kolniku u cestovnom prometu u svrhu povećanja sigurnosti i sprječavanja prometnih nesreća.



## 8. ZAKLJUČAK

Kao što je već navedeno, zbog kontinuiranog rasta broja prometnih nesreća prometni stručnjaci nastoje riješiti taj problem. Prvi korak u rješavanju takvog problema je odrediti uzrok koji dovodi do prometnih nesreća, te se stoga uzroci promatraju kroz čimbenike čovjek, vozilo i cesta. Od navedenih čimbenika, čovjek se smatra kao najčešći uzrok nastanka prometnih nesreća, no sve češće tvrdnje smatraju da to nije u potpunosti točno. Iako je čovjek sklon pogreškama u vožnji, bilo to zbog njegovih mana, vozačkog neiskustva ili neznanja, do čovjekove pogreške može doći i uzrokom drugih čimbenika bilo to od strane vozila ili ceste. S obzirom da postoji takva mogućnost, u zadnje vrijeme se sve više provode istraživanja u svrhu utvrđivanja te rješavanja takvih problema.

Svrha ovog rada je utvrđivanje razlike u ponašanju vozača koje izaziva nedostatak odnosno vožnja u noćnim uvjetima bez prometne signalizacije i vožnja u noćnim uvjetima s postojećom prometnom signalizacijom. Potrebno je napomenuti da se vidno polje sastoji od fokusiranog, centralnog i perifernog vida, dok tijekom vožnje u noćnim uvjetima tj. uvjetima smanjene vidljivosti dolazi do znatnog smanjenja vidnog polja, odnosno vidno polje se tijekom noćnih uvjeta sastoji od fokusiranog i centralnog vida. Nedostatak perifernog vidnog polja tijekom noćne vožnje uzrokuje nedostatak svjetlosti, pri čemu ga gotovo nema ili je zanemarivo malo. Upravo zbog toga, u istraživanju su simulirani noćni uvjeti vožnje, kako bi se dobio dodatni uvid u ponašanje pojedinog ispitanika. Istraživanje se temeljilo na dvije vožnje na istoj trasi od kojih je prva vožnja bila u noćnim uvjetima bez prometne signalizacije, te druge vožnje s postojećom prometnom signalizacijom. Glavni uređaj za provođenje istraživanja bio je simulator vožnje te je ispitanicima omogućio realan prikaz prometnih situacija bez opasnosti za njihovu sigurnost. Osim simulatora vožnje korištene su i naočale za praćenje pogleda putem kojih se bilježio broj i trajanje fiksacija i sakada.

Budući da se mlađi vozači smatraju kao najrizičnija skupina, istraživanje se provelo na 32 punoljetna ispitanika sa važećom vozačkom dozvolom. Prosječna starost ispitanika iznosila je 25 godina, dok je njihovo vozačko iskustvo u prosjeku bilo šest godina. Prema analizi podataka o starosnoj dobi vozača koji su sudjelovali u prometnoj nesreći, vidljivo je da je mlađa skupina vozača (18-30 godina) sudjelovala u više od 20 % nesreća. Prema tome, izrađen je scenarij prema karakterističnim mjestima koja su se kroz analizu prometnih nesreća pokazala opasnim, te se na njemu provodilo ispitivanje.

Putem istraživanja vidljive su razlike u brzini vožnje, lateralnom položaju vozila, trajanju sakada i fiksacija. Brzina vožnje tijekom prve vožnje je iznosila 58,63 km/h, što je u odnosu na drugu vožnju, koja je iznosila 52,49 km/h, za 11,7 % veća. Oznake na kolniku predstavljaju veoma bitnu stavku u utvrđivanju lateralnog položaja vozila te smanjenju opasnosti od frontalnog sudara i izlijetanju s ceste. Tijekom prve vožnje ispitanici su imali veći raspon kretanja lijevo – desno i držali su se bliže sredini ceste u odnosu na drugu vožnju, gdje su ispitanici vozili znatno stabilnije. Nakon obavljenog testiranja, ispitanici su ocijenili zahtjevnost vožnje na temelju skale od jedan do pet (1 – vrlo zahtjevna; 2 – zahtjevno; 3 – srednje zahtjevno; 4 – lagana; 5 – vrlo lagana). Na temelju subjektivnih ocjena zahtjevnosti, te njihovog vlastitog mišljenja prva vožnja je ocijenjena kao srednje zahtjevna ( $\bar{x} = 3,06$ ), dok je druga vožnja ocijenjena kao lagana ( $\bar{x} = 4,3$ ). Potrebno je napomenuti da su dvoje ispitanika prvu vožnju ocijenili kao vrlo zahtjevnu (ocjena 1), dok je najniža ocjena kod druge vožnje bila 3 (srednje zahtjevna). Kod nepostojanja razdjelne crte vozačima je otežana procjena širine kolnika koja mu je na raspolaganju te se stoga vozi bliže sredini ceste gdje može doći do frontalnog sudara s vozilom iz suprotnog smjera. Isto tako, kod nepostojanja rubne crte gdje je otežana procjena u odnosu na rub kolnika može doći do izlijetanja s kolnika. Prema tome, može se zaključiti da postojanje oznaka na kolniku bitno utječu na položaj vozila na cesti, te na opuštenost vozača tijekom vožnje.

U drugoj vožnji zabilježeno je znatno smanjenje prometnih nesreća u odnosu na prvu vožnju. Tijekom prve vožnje zabilježeno je 14 prometnih nesreća kategorizirane kao: frontalni sudar, nalet na vozilo u raskrižju, slijetanje s ceste u zavoju te nalet na pješaka. Tijekom druge vožnje zabilježene su tri prometne nesreće kategorizirane: kao slijetanje s ceste u zavoju.

Prema dosadašnjim istraživanjima vidljiv je učinak oznaka na kolniku na sigurnost u cestovnom prometu. Iako neka od istraživanja imaju mješovite rezultate, u usporedbi s izvršenim istraživanjem te rezultatima koji su se postigli može se reći da oznake na kolniku poboljšavaju sigurnost te vođenje prometa. Prema istraživanju [16, 17] koje je dokazalo da dodavanjem središnjih i rubnih linija znatno smanjuju nesreće vidljiva je povezanost s izvršenim istraživanju gdje su se nesreće u drugoj vožnji smanjile za 78,57 % u odnosu na prvu. Isto tako, iz studije [18], vidljivo je smanjenje prometnih nesreća za 6 %, što dokazuje da vidljivost i trajnost oznaka ima vrlo bitnu ulogu cestovnoj sigurnosti. Studija [19], dokazuje kako ceste bez rubnih oznaka imaju 11 % veću mogućnost do nastajanja prometne nesreće, što je vidljivo iz rezultata izvršene studije. Stoga se prema navedenom vidi povezanost između

izvršenog i dosadašnjeg istraživanja te se može zaključiti da postojanje oznaka na kolniku značajno utječe na sigurnost cestovnog prometa.

Iako je u noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti potrebna veća opreznost vozača, prema izvršenom istraživanju vidljiv je pozitivan učinak horizontalnih oznaka na ponašanje vozača odnosno položaj vozila te smanjenju opasnosti od frontalnih sudara i izlijetanja s ceste. Iako je vidljiv pozitivan učinak, potrebno je uložiti dodatne napore u daljnja istraživanja s ciljem utvrđivanja u kojoj mjeri horizontalne oznake te njihova vidljivost utječe na kompletnu sigurnost prometa.

## LITERATURA

- [1] Babić, D. (2018.): Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [2] <http://icstriping.com/a-brief-history-of-road-surface-marking-and-striping/> (25.07.2019.)
- [3] Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2018./2019.
- [4] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa (2008. – 2017.), Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
- [5] Podaci Ministarstva unutarnjih poslova
- [6] Cerovac, V. (2001.): Tehnika i sigurnost prometa; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [7] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/2005)
- [8] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17)
- [9] Luburić, G. (2014.): Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1. radni materijal za predavanje; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [10] Narodni zdravstveni list broj: 596-597/2009, rujan-listopad; Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka
- [11] <https://www.autoskolapavlin.com/osobine-i-postupci-vozaca-koji-uticu-na-bezbednost-saobracaja/> (01.08.2019.)
- [12] Cerovac, V. (2001.): Tehnika i sigurnost prometa; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
- [13] <https://www.docsity.com/sr/osjeti-i-percepcija-1/2298725/> (03.08.2019.)
- [14] Goldstein, E. B., (2011.): Osjeti i percepcija; Naklada Slap; ISBN: 978-953-191-567-0
- [15] Olson, P. L., Dewar, R., Farber, E. (2010.): Forensic Aspects of Driver Perception and Response; Third Edition; Lawyers & Judges Publishing Company; Tuscon, SAD; ISBN:978-1933264783
- [16] Lundkvist, S. O., Ytterbom, U., Runersjoe, L. (1990.): Continuous edgeline on nine-meter-wide two-lane roads; Izvještaj; Swedish Road and Traffic Research Institute, Linkoping, Švedska.

- [17] Davidse, R., Driel, C., Goldenbeld, C. (2004.): The effect of altered roadmarkings on speed and lateral position; Izveštaj; Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Nizozemska.
- [18] National Cooperative Highway Research Program. 2002. Long-Term Pavement Marking Practices Chapter Four: Traffic Crashes and Pavement Markings. Izveštaj. Washington DC. SAD.
- [19] Tsyganov, A. R.; Machemehl, R. B.; Warrenchuk, N. M.; Wang, Y. 2006. Before-After Comparison of Edgeline Effects on Rural Two-Lane Highways. Izveštaj. Texas Department of Transportation. Austin. SAD
- [20] Dravitzki, V. K.; Lester, T.; Wilkie, S. M. 2006. The Safety Benefits of Brighter Road markings. Izveštaj. Land Transport. Wellington. Novi Zeland.
- [21] National Cooperative Highway Research Program. 2006. Pavement Marking Materials and Markers: Real-World Relationship between Retroreflectivity and Safety over Time. Izveštaj. Toronto. Canada.
- [22] Smadi, O.; Souleyrette, R.; Ormand, D.; Hawkins, N. 2008. Analysis of the Safety Effectiveness of Pavement Marking Retroreflectivity. Journal of the Transportation Research Board. 2056 : 17–24. DOI: 10.3141/2056-03.
- [23] Carlson, P.; Park, E. S.; Kang, D. H. 2013. Investigation of Longitudinal Pavement Marking Retroreflectivity and Safety. Journal of the Transportation Research Board. 2337 : 59–66. DOI: 10.3141/2337-08.
- [24] Avelar, R. E.; Carlson, P. J. 2014. Characterizing the Association Between Night time Crashes and Retroreflectivity of Edgelines and Center lines on Michigan Rural Two-Lane Highways. 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Record. Washington DC. SAD.
- [25] 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.
- [26] Aktan, F.; Schnell, T. 2004. Performance Evaluation of Pavement Markings Under Dry, Wet, and Rainy Conditions in the Field. Journal of the Transportation Research Board. 1877 : 38–49. DOI: 10.3141/1877-05

[27] Finley, M. D.; Carlson, P. J.; Trout, N. D.; Jasek, D. L. 2002. Sign and Pavement Marking Visibility from the Perspective of Commercial Vehicle Drivers. Izvještaj. Texas Transportation Institute. Austin. SAD.

[28] Elslande, P. Naing, C., Engel, R. (2008.): Analyzing human factors in road accidents; Izvještaj. Loughborough University, Velika Britanija

[29] URL: <https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/#Features> (siječanj 2019.)

[30] Petz, B., Kolesarić, V., Ivanec, D. (2012.):Petzova statistika; Naklada Slap; ISBN: 978-953-191-759-9

# POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

## Popis slika

Slika 1. Postupak dobivanja oznaka putem boje na bazi vode (gore) te na bazi otapala (dolje)	7
Slika 2. Postupak dobivanja oznaka putem termoplastike.....	8
Slika 3. Postupak dobivanja oznaka putem hladne plastike .....	8
Slika 4. Prikaz konstrukcije trake za trajne oznake .....	9
Slika 5. Prikaz konstrukcije trake za privremene oznake .....	9
Slika 6. Prikaz scenarija vožnje .....	20
Slika 7. Prikaz provođenja istraživanja bez i sa prometnom signalizacijom .....	21
Slika 8. Tobii Pro Glasses 2 - naočale za praćenje pogleda .....	22
Slika 9. Glavni uređaj za snimanje i pohranu podataka .....	22

## Popis tablica

Tablica 1. Broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine s obzirom na posljedice .....	10
Tablica 2. Podaci o ispitanicima .....	24
Tablica 3. Broj pogleda ispitanika prema oznakama na kolniku .....	26

## Popis grafikona

Grafikon 1. Ukupan broj nesreća u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2017. godine .....	11
Grafikon 2. Postotni udio prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2008. do 2017. godine s obzirom na vrstu ceste.....	12
Grafikon 3. Postotni udio prometnih nesreća za razdoblje od 2008. do 2017. godine s obzirom na okolnosti koje su dovele do njihova nastanka .....	13
Grafikon 4. Postotni udio vozača s obzirom na starosnu dob u trenutku sudjelovanja u prometnoj nesreći .....	14