Analiza percepcije prometnih znakova primjenom metode praćenja oka vozača

Pavić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:481881

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mario Pavić

ANALIZA PERCEPCIJE PROMETNIH ZNAKOVA PRIMJENOM METODE PRAĆENJA OKA VOZAČA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 19. travnja 2016.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3520

Pristupnik: **Mario Pavić (0135212692)**
Studij: Promet
Smjer: Gradski promet

Zadatak: **Analiza percepcije prometnih znakova primjenom metode praćenja oka vozača**

Opis zadatka:

Prometni znakovi obaviještavaju vozače o stanju na cestama, opasnostima, ograničenjima te drugim informacijama potrebnim za njihovo sigurno kretanje cestama. Prijenos informacija sudionicima u prometu putem prometnih znakova ovisi o kvaliteti prometnog znaka, izraženoj putem snage retrorefleksije. Osim toga, važan je i položaj lokacije znaka u odnosu na smjer kretanja vozila. Pravovremeno uočavanje prometnog znaka veliki je faktor za sigurno odvijanje prometa. Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini.
U radu je potrebno pojasniti pojam vizualne percepcije te što je metoda praćenja oka vozača i kako se ona provodi. Primjenom navedene metode treba analizirati vozačevu percepciju prometnog znaka te zaključiti o čimbenicima koji utječu na uočavanje i pravovremno razumijevanje znaka.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Predsjednik povjerenstva za diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA PERCEPCIJE PROMETNIH ZNAKOVA PRIMJENOM METODE PRAĆENJA OKA VOZAČA

ANALYSIS OF THE TRAFFIC SIGNS PERCEPTION USING THE METHOD OF MONITORING THE DRIVER´S EYES

Mentor: prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec
Student: Mario Pavić, 0135212692

Zagreb, 2016.

ANALIZA PERCEPCIJE PROMETNIH ZNAKOVA PRIMJENOM METODE PRAĆENJA OKA VOZAČA

SAŽETAK

Vizualna informacija prometnih znakova daje sudionicima u prometu osnovne upute koje se tiču odabira rute, sigurnosti na raskrižjima, upozorenja u svezi fizičkih zapreka na cesti i označavanja sigurnog pravca putovanja. Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Učinkovit i jednostavan način analize utjecaja prometnih znakova na ponašanje sudionika u prometu je primjena sofisticiranih sustava za praćenje pogleda odnosno oka vozača te je u ovom radu primjenom jednog takvog sustava analizirana vozačeva percepcija prometnog znaka. Na temelju te analize određeni su čimbenici koji utječu na uočavanje i pravovremno razumijevanje promatnog znaka.

KLJUČNE RIJEČI: vizualna informacija, prometni znakovi, percepcija, praćenje oka

ANALYSIS OF THE TRAFFIC SIGNS PERCEPTION USING THE METHOD OF MONITORING THE DRIVER´S EYES

SUMMARY

Visual information of traffic signs gives road users the basic instructions regarding the selection of routes, safety at intersections, warning of uncertainty regarding physical obstacles on the road and marking safe direction of travel. Perception is a complex unconscious process of active collecting, organizing and interpreting sensory information received and existing information that allows an individual to know and identify the meaning of objects, phenomena and events in the environment. An efficient and easy way to analyze the influence of traffic signs in the behavior of road users is the use of sophisticated systems for monitoring the views or eye of drivers and in this paper the application of such a system analyzes the driver's perception of the traffic sign. Based on this analysis certain factors that affect the detection and timely to understand the characters were determined.

KEY WORDS: visual information, traffic signs, perception, monitoring the eye

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. DEFINICIJA I PODJELA PROMETNIH ZNAKOVA 3

2.1. Podjela prometnih znakova 4

2.2 Proces proizvodnje prometnih znakova 12

3. RETROREFLEKTIRAJUĆI MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA 14

3.1. Materijal Klase I – Engineer Grade 15

3.2. Materijal Klase II – High Intensity Grade 16

3.3. Materijal Klase III – Diamond Grade 17

4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA TE PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 19

4.1 Općenito o percepciji 19

4.2. Dosadašnja istraživanja o percepciji prometnih znakova 21

5. SUSTAVI ZA PRAĆENJE POGLEDA 24

5.1. Povijest praćenja pogleda 24

5.2. Tehnike praćenja oka 25

5.3. Sustav za praćenje oka Tobii Pro Glasses 27

6. ANALIZA PERCEPCIJE PROMETNIH ZNAKOVA PRIMJENOM METODE PRAĆENJA OKA VOZAČA 28

7. ZAKLJUČAK 37

LITERATURA 39

POPIS SLIKA 40

POPIS TABLICA 41

POPIS GRAFIKONA 42

1. UVOD

Kako bi se promet mogao odvijati nesmetano i sigurno posebnu je pozornost potrebno posvetiti prijenosu informacija sudionicima u prometu. Te informacije koje sudionici u prometu percipiraju najčešće su vizualnog karaktera te ih dobivaju kroz prometnu signalizaciju koja se dijeli na horizontalnu i vertikalnu. Pod vertikalnu prometnu signalizaciju podrazumjevamo prometne znakove koji su osnovno sredstvo komunikacije između nadležnih za ceste i sudionika u prometu.

Prometni znakovi obavještavaju vozače o stanju na cestama, opasnostima, ograničenjima te drugim informacijama potrebnim za njihovo sigurno kretanje cestama. Vizualna informacija prometnih znakova daje sudionicima u prometu osnovne upute koje se tiču odabira rute, sigurnosti na raskrižjima, upozorenja vezanih uz fizičke zapreke na cesti i označavanja sigurnog pravca putovanja. Da bi prometni znakovi mogli izvršavati svoju funkciju oni moraju biti vidljivi u svim prometnim i vremenskim uvjetima.

Prijenos informacija sudionicima u prometu putem prometnih znakova ovisi o kvaliteti prometnog znaka, izraženoj putem snage retrorefleksije. Kod izrade prometnog znaka, ovisno za koju kategoriju cestovne prometnice je predviđen, treba primijeniti retroreflektivnu foliju određenoga tipa i određene klase retrofleksije koja mora imati propisanu jačinu retrofleksije izražene u cd/lx/m² za pojedinu boju. Osim toga, važan je i položaj, odnosno lokacija znaka u odnosu na smjer kretanja vozila. Pravovremeno uočavanje prometnog znaka značajno utječe na sigurno odvijanje prometa. Minimalna vidljivost koja se očekuje od prometnog znaka uključuje minimalnu udaljenost s koje vozač može pročitati znak i još uvijek na vrijeme reagirati potrebnim manevrom. Čimbenici koji utječu na percepciju znaka su: dimenzije i položaj znaka, jednostavnost simbola ili upotrebljenog teksta, boja znaka i retrorefleksija.

Općenito se može reći da je percepcija složen nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuju pojedincu upoznavanje i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Vizualna percepcija je ključna za sigurno odvijanje prometa. Procjenjuje se da je 90% svih za vožnju potrebnih informacija vizualnog karaktera.

Učinkovit i jednostavan način analize utjecaja prometnih znakova na ponašanje sudionika u prometu moguć je primjenom sofisticiranih sustava za praćenje pogleda vozača. Navedenim sustavima moguće je analizirati vrijeme uočavanja, prepoznavanje i čitanje znaka te ukupni broj fiksacija na sam znak.

Na temelju navedenih analiza moguće je utvrditi koje vrste znakova i koji materijali predstavljaju kritične točke s obzirom na percepciju. Dosadašnja istraživanja vezana za retrorefleksiju prometnih znakova u većini slučajeva su bila usmjerena na trajnost i kvalitetu retrorefleksije te utjecaj retrorefleksije na uočavanje prometnih znakova od strane vozača, a samim time i na sigurnost odvijanja promatnog toka.

Svrha istraživanja provedenog u ovom radu je primjenom sustava za praćenje oka vozača analizirati kako poznavanje određene rute utječe na percepciju prometnih znakova.

Cilj rada je utvrditi kako se percepcija prometnih znakova mijenja sukladno učestalosti vožnje po određenoj ruti, odnosno sukladno poznavanju rute te na koji način vozači percipiraju prometne znakove. Također, cilj rada je na temelju analize identificirati čimbenike koji utječu na prercepciju prometnih znakova te analizirati utjecaj vidljivosti znakova na vozačevu percepciju.

2. DEFINICIJA I PODJELA PROMETNIH ZNAKOVA

Radi sigurnog i nesmetanog odvijanja prometa posebnu je pozornost potrebno posvetiti prijenosu informacija sudionicima u prometu. Takve informacije sudionici u prometu ponajprije dobivaju prometnom signalizacijom koja se može podijeliti na horizontalnu i vertikalnu. Pod vertikalnu prometnu signalizaciju spadaju prometni znakovi koji su osnovna sredstva komunikacije između nadležnih za ceste i sudionika u prometu. Prometni znakovi se mogu tretirati kao dio tehničkih sredstava za upravljanje prometnim tokovima te se postavljaju isključivo na temelju projekata, a odobravaju ih nadležne osobe ili institucije [1].

Kako bi se povećala propusna moć i sigurnost odvijanja prometa na cestama, ceste se moraju obilježavati propisanim prometnim znakovima kojima se sudionici u prometu upozoravaju na opasnost koja im prijeti na određenoj cesti ili dijelu te ceste, stavljaju do znanja ograničenja, zabrane i obveze kojih se sudionici u prometu moraju držati i daju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan tok prometa. Prometnim znakovima moraju se obilježiti i opasnosti privremenog karaktera, osobito one koje nastanu zbog iznenadnog oštećenja ili onesposobljavanja ceste, te privremena organičenja i privremene zabrane u prometu. Znakovi koji služe privremenom obilježavanju moraju se ukloniti čim prestanu razlozi zbog kojih su postavljeni [2].

Iz svega navedenog može se reći da prometni znakovi predstavljaju skup posebno kodiniranih oznaka namjenjenih sudionicima u prometu koje se u odnosu na prometne površine nalazi u vertikalnoj ravnini. Njihove zadaće su da reguliraju kretanja po prometnoj mreži, označavaju opasna mjesta te upućuju, odnosno usmjeravaju i vode sudionike u prometu do željenih ciljeva putovanja [3].Da bi prometni znakovi bili učinkoviti, odnosno da bi osigurali sigurno odvijanje prometa oni moraju [1]:

- zadovoljiti potrebe sudionika u prometu
- privući pozornost vozača
- prenositi jednostavne i jasne informacije
- pobuđivati respekt vozača i pješaka
- biti smješteni tako da sudionicima u prometu daju dovoljno vremena za pravilnu reakciju.

Zahtjevi koje prometni znakovi moraju zadovoljiti su čitljivost što znači da svi elementi prometnog znaka moraju biti čitljivi, razumljivost što znači da znakovi trebaju biti koncipirani i prezentirani na način da su podjednako razumljivi svim sudionicima u prometu, uniformnost

što znači da sva mjesta istih funkcija i karakteristika trebaju na isti način biti opremljena prometnim znakovima, kontinuiranost znakova kako bi sudionik u prometu na svim dijelovima prometne mreže bio kontinuirano obavješten, konstantnost oblika, boje i veličine znakova kako danju tako i noću, uočljivost što znači da prometni znakovi moraju biti uočljivi u svim vremenskim uvjetima i različitim uvjetima okoline, jednostavnost što znači da prometni znakovi moraju biti na onoj razini detaljnosti koja osigurava njezinu punu učinkovitost te jednoobraznost znakova neovisno na kojem dijelu prometne mreže trebaju djelovati.Prometni znakovi postavljaju se i održavaju tako da ih sudionici u prometu mogu na vrijeme i lako uočiti i danju i noću i pravovremeno postupiti u skladu s njihovim značenjem. Prometni znakovi moraju se ukloniti, dopuniti ili zamijeniti ako njihovo značenje ne odgovara izmijenjenim uvjetima prometa na cesti ili zahtjevima sigurnosti [1].

2.1. Podjela prometnih znakova

Najčešće podjela prometnih znakova je prema funkciji znaka, obliku, veličini, njihovom značenju, načinu izrade te prema stalnosti informacije na znakovima. Prema obliku, prometni znakovi se dijele na tri osnovna oblika i više podoblika. Osnovni oblici su jednakostanični trokut, krug i kvadrat ili pravokutnik. Jednakostraični trokut koristi se za znakove opasnosti koji označavaju blizinu dijela ceste ili mjsta na cesti na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost. Krug se koristi za znakove izričitih naredbi koji stavljaju na znanje sudionicima u prometu na cesti zabrane, ograničenja, obaveze i obavijesti. Kvadrat ili pravokutnik koristi se kaod znakova obavijesti koji daju sudionicima u prometu potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta te druge obavjesti koje im mogu koristiti [1].Osim navedenih osnovnih oblika postoje i drugi oblici [1]:

- osmerokut za znak “obavezno zaustavljanje”
- naopačke okrenuti trokut za znak “križanje s cestom s prednošću prolaza”,
- pravokutnici u obliku slova X koji označavaju znak “Andrijin križ”
- romb koji predstavlja znak “cesta s prednošću prolaza” i “završetak ceste s prednošću prolaza”
- pravokutnik sa završetkom u obliku strelice koji predstavlja znak “putokaz.

Boje koje se koriste kod izrade prometnih znakova su bijela, žuta, crvena, plava, zelena, crna i za posebne uvjete narančasta i smeđa. Svaka boja nosi posebno značenje i rezervirana je za pojedinu grupu prometnih znakova. Boje koje se koriste za prometne znakove određene su kolorometrijskim osobinama i položajem u kromatskom području boje. Boje definirane

standardima koje se koriste kod izrade prometnih znakova su: bijela, žuta, crvena, plava, zelena, crna te narančasta i smeđa za posebne uvjete [3].

Dimenzije prometnih znakova određena je kategorijom prometnice na kojoj se nalazi prometni znak te je definirana dužinom, širinom i polumjerom znaka. Dimenzije prometnih znakova u RH, ovisno o kategoriji ceste prikazane su u tablici 1..

Tablica 1. Veličina prometnog znaka prema kategoriji prometnice

Mjesto postavljanja	Istostranični trokut [cm]	Krug ili osmerokut [cm]	Kvadrat ili pravokutnik [cm]
Autocesta i cesta rezervirana za promet motornih vozila, državne ceste	120	90	90*90 90*135
Županijske ceste i glavne gradske promatnice	90	60	60*60 60*90
Ostale ceste	40	40	40*60 40*60
Umetnuti znakovi	60	30	-

Izvor: [1]

Najvažnija podjela prometnih znakova je prema njihovoj funkciji, odnosno značenju. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cesti definira podjelu prometnih znakova prema značenju na [3]:

a) Znakove opasnosti
b) Znakove obavijesti
c) Znakove izričitih naredbi
d) Znakove obavijesti za vođenje prometa
e) Dopunske ploče
f) Promjenjive prometne znakove

a) Znakovi opasnosti

Znakovi opasnosti sudionicima u prometu označuju blizinu dijela ceste ili mjesto na kojem sudionicima u prometu prijeti opasnost (slika 1.). Znakovi opasnosti imaju oblik istostraničnog trokuta, čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a vrh nasuprot njoj okrenut je prema gore, osim znakova A47 i A48 (Andrijin križ) te A49 (približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima) i A50 (približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika) [3].

Osnovna boja znakova opasnosti je bijela boja, a rubovi trokuta su crveni, osim znaka A25, čija je osnovna boja žuta. Simboli na znakovima opasnosti crne su boje. Na cestama iz drugog navoda mogu se prema potrebi postavljati i znakovi opasnosti, čija stranica trokuta iznosi 120 cm, a na cestama iz trećeg navoda i znakovi opasnosti, čija stranica trokuta iznosi 90 cm.Znakovi opasnosti, u pravilu, se postavljaju izvan naselja na udaljenosti 150 do 250 m ispred opasnog mjesta na cesti.Znakovi se mogu postavljati i na udaljenosti manjoj od 150 m ispred opasnog mjesta na cesti, ako to zahtijevaju okolnosti na dijelu ceste na kojemu se znak postavlja. Ako sigurnost prometa zahtijeva, osobito brzina kojom se vozila kreću ili nepreglednost ceste, ti će se znakovi opasnosti postaviti i na udaljenosti većoj od 250 m ispred opasnog mjesta na cesti [3].

Znakovima opasnosti, koji su postavljeni na udaljenosti manjoj od 150 m ili većoj od 250 m, moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označuje udaljenost od opasnog mjesta zbog kojeg se ti znakovi postavljaju.

Na nepreglednim cestama ili na cestama na kojima je dopuštena veća brzina vožnje te u drugim slučajevima u kojima postoji opasnost da vozač iznenada i nepripremljen naiđe na opasno mjesto na cesti, između znaka opasnosti postavljenog na propisanoj udaljenosti i toga opasnog mjesta na cesti dodati će se jedan ili više istih znakova, uz koje će se postaviti i dopunske ploče s naznakom udaljenosti do opasnog mjesta [3].



Slika 1. Znakovi opasnosti

Izvor: [4]

b) Znakovi obavijesti

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću, nazivima mjesta kroz koja cesta prolazi i udaljenosti do tih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi, te druge obavijesti koje im mogu koristiti (slika 2.). Znakovi obavijesti imaju oblik kvadrata, pravokutnika ili kruga.

Znakovi obavijesti postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, obavijesti o prestrojavanju, obavijesti o skretanju, obavijesti o smjeru kretanja, te da označe objekt, teren, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose.

Ako se objekt ili teren na koji se znak obavijesti odnosi ne nalazi na cesti na kojoj je znak postavljen, potrebna obavijest može biti postavljena na dopunskoj ploči ili na samom znaku tako da se sudionicima u prometu omogući lak i brz pronalazak objekata, odnosno terena na koji se znak odnosi [3].



Slika 2. Znakovi obavijesti

Izvor: [4]

c) Znakovi izričitih naredbi

Znakovi izričitih naredbi stavljaju do znanja sudionicima u prometu na cesti zabrane, ograničenja i obveze (slika 3.). Znakovi izričitih naredbi imaju oblik kruga, osim znakova B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaska) i B02 (obvezno zaustavljanje). Postavljaju se neposredno na mjesta na kojima za sudionike u prometu počinje obveza da se drže naredbe izražene prometnim znakom. Ako je zbog slabe preglednosti ceste ili zbog drugih razloga sigurnosti sudionike u prometupotrebno unaprijed obavijestiti o izričitoj naredbi, znak izričite naredbe može biti postavljen i na odgovarajućoj udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi.

Također, moraju se ponovno postaviti nakon svakoga križanja s drugom cestom ako izričita naredba vrijedi i poslije takvog križanja. Izričita naredba izrađena znakom zabrane i ograničenja ili znakom obveze postavljenim na ulazu u naselje na istom stupu na kojem je postavljen i znak za obilježavanje naseljenog mjesta vrijedi na području cijelog naselja ako na pojedinim cestama ili dijelovima ceste u naselju nije drugim prometnim znakom izražena druga naredba.

Znakovima izričitih naredbi, koji se prema zakonu postavljaju na određenoj udaljenosti ispred mjesta na kojem je postavljen znak izričite naredbe i od kojeg vrijedi, moraju se dodati dopunske ploče s naznakom udaljenosti od mjesta od kojega naredba vrijedi.Znak B08 (zabrana prometa za cisterne), B09 (zabrana prometa za vozila koja prevozeeksploziv ili neke lakozapaljive tvari) i B10 (zabrana prometa za vozila koja prevoze opasnetvari), postavljaju se u skladu s odredbama posebnih propisa.

Za označavanje izričitih naredbi koje vrijede samo za određeno vrijeme tijekom dana ili samo u određene dane mogu se na cesti postavljati i prometni znakovi izrađeni tako da susimboli i dopunske ploče kojima je određeno njihovo značenje uočljivi samo u vrijeme za koje vrijedi izričita naredba izražena znakom. Znakovi izričitih naredbi s promjenljivom porukom postavljaju se uvijek iza stalnih znakova izričitih naredbi [3].



Slika 3. Znakovi izričitih naredbi

Izvor: [4]

d) Znakovi obavijesti za vođenje prometa

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavještavaju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema njima, križanjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i udaljenostima do odredišta (slika 4.). Veličine znakova obavijesti za vođenje prometa ovise o visini i broju pojmova (slova) na znaku [1]. Svrha i ciljevi vođenja prometa su prema [3] sljedeći:

- utvrđivanje optimalne trase i cestovnog pravca
- pronalaženje željenog odredišta
- određivanje položaja vozača na mreži cesta i prostoru
- osiguranje ravnomjernog i sigurnog toka prometa
- usmjeravanje prometa i željena distribucija prometnog toka na određenoj razini mreže
- sigurnost u prometu

Obavještavanje sudionika u prometu znakovima obavijesti za vođenje prometa u zoni raskrižja provodi se u pet stupnjeva.

Stupnjevi obavijesti su [3]:

-prethodno obavještavanje

-obavještavanje o smjeru kretanja

-obavještavanje o prestrojavanju

-obavještavanje o skretanju

-potvrdno obavještavanje

Na autocestama, brzim cestama i cestama s raskrižjima u više razina moraju se postaviti svih pet stupnjeva obavijesti. Na državnim cestama moraju se postaviti drugi, četvrti i peti stupanj, a treći ako je cesta s više prometnih traka, dok se na županijskim cestama moraju se postaviti drugi i četvrti, a na ostalim cestama najmanje četvrti stupanj obavijesti.

Ovisno o vrsti i kategoriji ceste, geometrijskom oblikovanju raskrižja te o udaljenosti dvaju susjednih raskrižja, može se izostaviti ili dodati jedan od stupnjeva obavijesti, osim četvrtog stupnja obavijesti koji je obvezan [3].



Slika 4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa

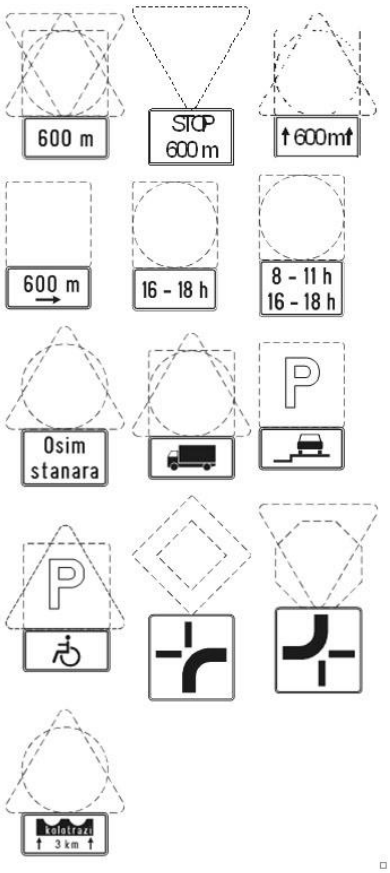
Izvor: [4]

e) Dopunske ploče

Uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi i znakove obavijesti mogu biti istaknute i dopunske ploče (slika 5.). Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka. Osnovna boja je bijela, a boja natpisa i simbola na dopunskoj ploči je crna.

Dopunske ploče postavljaju se zajedno s prometnim znakovima na koje se odnose, i to ispod donjeg ruba prometnog znaka. Širina dopunske ploče postavljene uz znak na cesti ne smije biti veća od dužine one stranice znaka uz koji se dopunska ploča postavlja, odnosno od projekcije krajnjih točaka znaka. Na autocestama i brzim cestama dopunske ploče mogu biti postavljene i iznad gornjeg ruba prometnog znaka.

Dopunsku ploču postavlja pravna osoba koja održava cestu ili prometna policija za vrijeme obavljanja policijskog ili sudbenog očevida, te se moraju ukloniti nakon što prestanu razlozi zbog kojih su postavljene. [3]



Slika 5. Dopunske ploče

Izvor: [5]

f) Promjenjivi prometni znakovi

Promjenljivi prometni znakovi su znakovi na kojima se sadržaj prometnog znaka može mjenjati ili isključiti ovisno o potrebi prometnoga toka (slika 6.). Oni koriste elektromehaničke tehnologije koje imaju mogućnost prikazivanja različitih poruka.Njima se može prikazati prometna situacija s obzirom na vremenske prilike,upozorenja, naredbe i zabrane, te obavijesti preusmjeravanja prometa, treba se posvetitigrađevinski uvjetovanim opasnim točkama.

Promjenjivi prometni znakovi mogu biti [3]:

- **kontinuirani** - izgledom jednaki stalnim prometnim znakovim i

- **nekontinuirani** - moguća inverzija boja i pojednostavljen prikaz simbola u odnosu na stalne prometne znakove.

Nekontinuirani znakovi mogu se izvesti u tehnologiji [3]:

- optičkih vlakana

- svjetlosnih polja, dodanih na obične znakove
- svjetlećih dioda (LED)
- tekućih kristala (LCD)



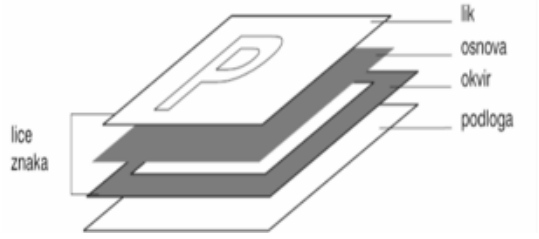
Slika 6. Promjenjivi prometni znakovi

Izvor: [6]

2.2 Proces proizvodnje prometnih znakova

Osnovni elementi prometne signalizacije su prometni znak, nosač prometnog znaka te dijelovi za pročvršćivanje prometnog znaka na nosač. Prometni znakovi svojom vrstom, značenjem, oblikom, bojom, veličinom i načinom postavljanja trebaju biti u skladu sa važećim zakonskim odredbama te hrvatskim i europskim normama. Zakonske odredbe propisane su u Pravilniku o prometnim znakovima (N.N. Pravilnik 33/2005).

Prometni znak sastoji se od lica znaka i podloge (slika 7.). Lice znaka je prednja strana znaka, ona koju sudionik u prometu vidi kada nailazi na znak, a sastoji se od lika osnove i okvira. Lice znaka izrađuje se retroreflektirajućih materijala tj. folija. Lik znaka čine simboli i/ili natpisi. Osnova znaka je element na kojem je upisan lik i nalazi se neposredno ispod simbola i teksta. Okvir je onaj dio znaka koji uokviruje ili zatvara simbol odnosno natpis. Podlogu znaka predstavlja dio znaka na kome se nalazi osnova znaka sa svim elementima.



Slika 7. Sastavni dijelovi prometnog znaka

Izvor: [1]

Kod izrade prometnog znaka, ovisno za koju kategoriju cestovne prometnice je predviđen, treba primijeniti retroreflektivnu foliju određenoga tipa i određene klase retrofleksije koja mora imati propisanu jačinu retrofleksije izražene u cd/lx/m² za pojedinu boju, te mora biti definirana njegova stabilnost na ultraljubičasto zračenje [7].

Debljina podloge prometnog znaka najčešće iznosi između 2 i 3 milimetara sa ili bez pojačanog okvira i vodoravnim pojačanjem. Prometni znakovi moraju biti izrađeni od antikorozivnog lima određene kvalitete i sadržaja aluminija. Pozadina prometnog znaka mora biti sive boje i bez sjaja kako bi se vozačima spriječilo odvraćanje pozornosti. Na pozadini znaka mora biti trajna oznaka sa sljedećim sadržajem: ime proizvođača, mjesec i godina proizvodnje. Vezni elementi moraju biti izrađeni od antikorozivnog materijala ili moraju imati antikorozivnu zaštitnu presvlaku [7].

Retroreflektirajuće folije za izradu prometnih znakova su samoljepljive folije koje se najčešće koriste za oslikavanje različitih materijala ravne površine.

Postoje dva načina izrade [1]:

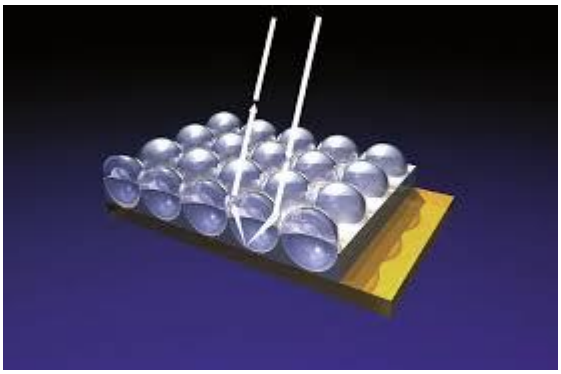
1. Ispisivanje prometnih znakova na folije, vrši se pomoću računala i printera velikih dimenzija odnosno plotera. Nakon ispisivanja prometnih znakova na folije potrebno ih je izrezati na odgovarajuće dimenzije. Ukoliko se cijela folija izrađuje printanjem potrebno izvršiti laminaciju, odnosno „plastificiranje“ folije. Zaštitna laminacija štiti foliju od oštećenja i UV zračenja, te omogućuje lakše brisanje i čišćenje.
2. Oslikavanje folije za prometne znakove metodom sitotiska. Postupak sitotiska sastoji se od štampanja simbola na foliju pri čemu se koristi odgovarajući uređaji boja za sitotisak kako bi se postigla maksimalna trajnost i postojanost boje. Okvir sita izrađuje se od tvrdog drva ili metala, koji mora biti dovoljno velik, kako bi omogućio potreban prostor između okvira i površine za štampanje (15- 20cm). Tkanina sita mora biti čvrsto i ravnomjerno napeta i učvršćena na okvir. Rakel (guma) treba biti dovoljno dugačak da potpuno pokrije površinu za tisak uz 5 cm preklopne dužine na svakom kraju. Metoda sitotisak predstavlja bolji način izrade prometnih znakova.

Nakon što se na retroreflektirajuću foliju nanese simbol znaka jednom od navedenih metoda slijedi njihovo lijepljenje na prednju stranu prometnog znaka. Trajnost znaka neposredno ovisi o pravilnom lijepljenju folije na podlogu. Vrlo je važna priprema podloge za postupak lijepljenja, tj., površina na koju se folija lijepi ne smije sadržavati prašinu, masnoću, ostatke ulja ili koroziju.

3. RETROREFLEKTIRAJUĆI MATERIJALI ZA IZRADU PROMETNIH ZNAKOVA

Prometni znakovi moraju biti vidljivi u svim vremenski uvjetima kako danju tako i noću što nije uvijek jednostavan zadatak. Upravo pravovremeno uočavanje prometnih znakova može doprinijeti povećanju prometne sigurnosti. Važnu ulogu u tome ima refleksija, odnosno retrorefleksija materijala od kojih je znak izrađen.

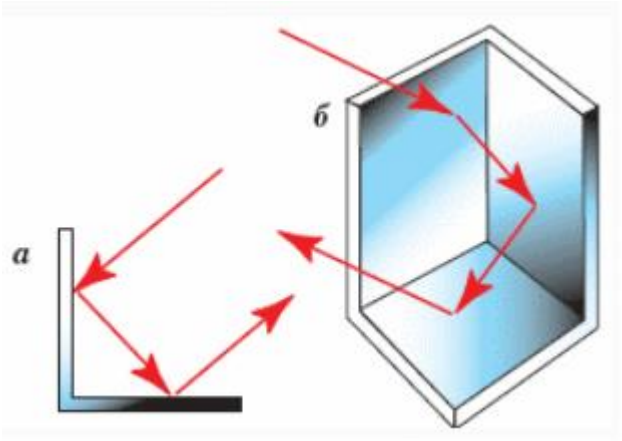
Retroreflektirajući materijali od kojih se izrađuju prometni znakovi vraćaju dolazno svjetlo (svjetlo iz farova vozila) nazad prema svom izvoru, točnije očima vozača. Upravo zbog tog svojstva retrorefleksija omogućuje odličnu vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. Ovisno o vrsti retroreflektirajućeg materijala retrorefleksiju dijele se na sferičnu i prizmatičnu. Kod sferične retrorefleksije staklena kuglica lomi ulazni svjetlosni trak pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Svijetlost se zatim reflektira sa zrcalne površine iza kuglice te se ponovnim prolaskom kroz prednju površinu kuglice, svijetlost lomi i reflektira u smjeru svog izvora kao što je prikazano na slici 8. [1].



Slika 8. Sferična retrorefleksija

Izvor: [8]

Kod prizmatične retrorefleksije tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti lomi i reflektira u smjeru svog izvora usporedo s ulaznim svjetlom (slika 9.). Sa optičke točke gledišta, prizmatični reflektori su daleko savršeniji u odnosu na sferične i posjeduju vrlo veliki koeficijent retrorefleksije [1].



Slika 9. Prizmatična retrorefleksija

Izvor: [1]

Osnovno svojstvo retroreflektirajućih materijala temelji se na svojstvima ugrađenih elemenata (staklenih kuglica ili mikroprizmi), a odnosi se na snagu retrorefleksije i kutnost. Snaga retrorefleksije je pojam koji opisuje količinu svijetla koja se reflektira s reflektirajućeg materijala. Ta količina svijetla mjeri se u jačini reflektiranog svijetla u odnosu na ulazno svjetlo po m^2 odnosno candela po luxu po m^2 ($cd/lx/m^2$). Kutnost predstavlja vrijednost refleksije kod većeg kuta ulaznog svijetla. Najčešće je to slučaj kada se prometni znak nalazi na lijevoj strani prometnice ili daleko na desnoj strani prometnice tj. bankine. Koristeći svojstvo sferične i prizmatične retrorefleksije nastali su retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova kako bi bili vidljivi u dnevnim i noćnim uvjetima [1].

Prvi retroreflektirajući materijali izrađeni su 1937. godine u firmi 3M u Minnesoti u SAD-u. Danas se u primjeni nalaze tri tipa retroreflektirajućih materijala [9]:

- materijal Klase I – Engineer Grade
- materijal Klase II – High Intensity Grade
- materijal Klase III – Diamond Grade

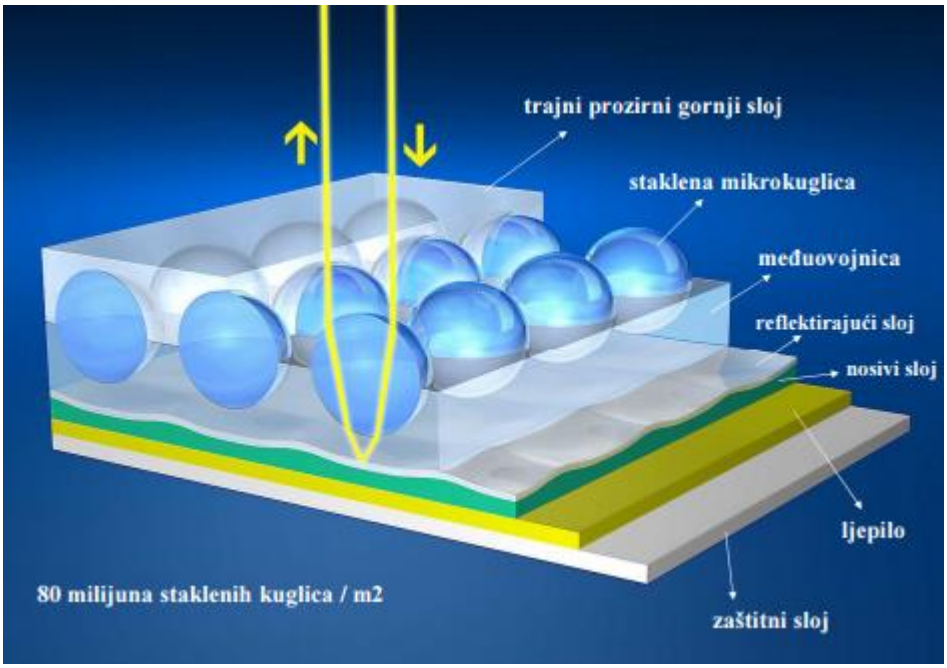
3.1. Materijal Klase I – Engineer Grade

Poznat je i kao folija prve generacije. Reflektirajuće folije izrađene su od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama i uspješno se koriste za izradbu prometnih znakova od 1959. godine [9].

Ove folije primjenjuju se i danas u područjima gdje je promet slabijeg intenziteta s manjim brzinama vožnje. Tanki prozirni gornji sloj sprječava kontakt zraka i atmosferlija sa staklenim mikrokuglicama, štiti od utjecaja sunčevih zraka na smanjenje refleksije i

predstavlja dio optičkog sustava materijala (slika 10.). Sjaj reflektirajuće folije Klase I je za bijelu boju oko 70 cd/lx/m^2 [9].

Danas postoje i materijali Klase I izrađeni od trajnog materijala s mikroprizmama (optičkih prizmatskih leća) oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvorenih i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, čime se ostvaruje trajno pričvršćivanje na supstrate prometnih znakova. Jamstvo trajnosti refleksije materijala Klase I je sedam godina.[1]



Slika 10. Materijal Klase I

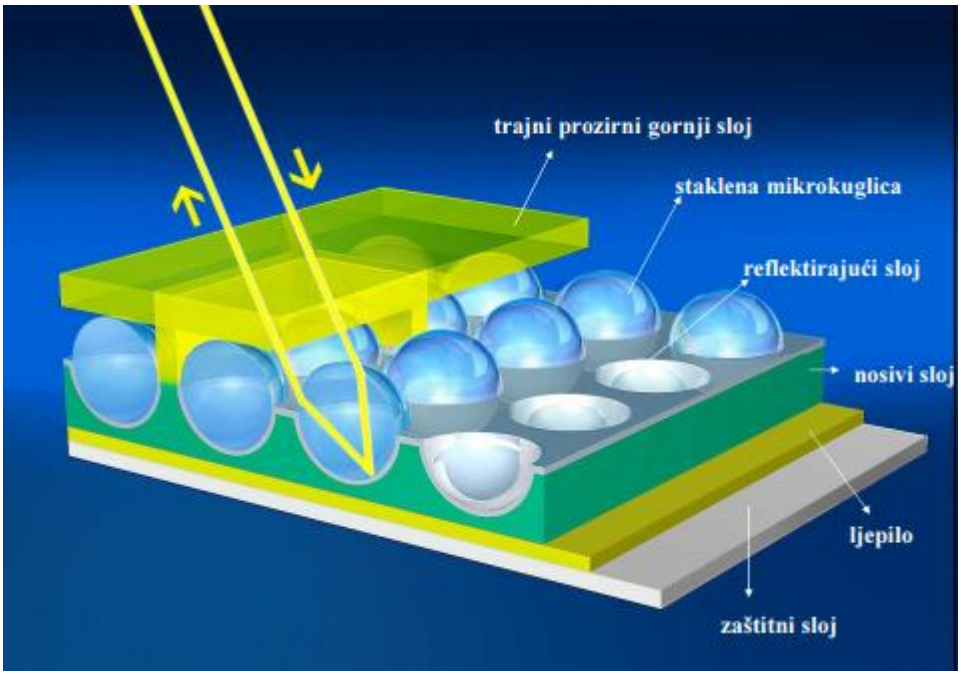
Izvor: [1]

3.2. Materijal Klase II – High Intensity Grade

Poznat je i kao folija druge generacije. Ove reflektirajuće folije sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su trostruko sjajnije od novih reflektirajućih folija Klase I. Štoviše, za ovu foliju se daje jamstvo da će i nakon deset godina uporabe na prometnicama još uvijek zadržati najmanje 80 posto prvotne sjajnosti. Znakovi izrađeni od folije Klase II jasno su vidljivi, čak iz širokoga kuta gledanja, te u osvijetljenoj okolini, učinkovito upozoravajući vozače na nadolazeće opasnosti na prometnicama.

Ovdje kuglice nisu ulijane u plastiku, već su naljepljene na plastični nosač, a njihov gornji dio nalazi se u zrakom napunjenoj kapsuli koja je zatvorena tankim prozirnim gornjim slojem (slika 11.). Pripada materijalima visokog sjaja. Struktura površine folije je u obliku saća, a to su noseće stranice koje osiguravaju bezzračni prostor ispod površinskog sloja sjaj ove refletirajuće folije je 250 cd/lx/m^2 [9].

Danas, kao i materijali Klase I, materijali Klase II izrađuju se od trajnog materijala s mikroprizmama (optičkih prizmatskih leća) oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli, hermetički zatvorenih i s ljepilom aktiviranim na pritisak na poleđini, čime se ostvaruje trajno pričvršćivanja na supstrate prometnih znakova [1].



Slika 11. Materijal Klase II

Izvor: [1]

3.3. Materijal Klase III – Diamond Grade

Poznat je i kao folija treće generacije. Materijal Klase III izrađen je od vrlo učinkovitih mikroprizama zahvaljujući kojima su više nego trostruko sjajnije od folija s učahurenim staklenim mikrokuglicama i čak deseterostruko sjajnije od folija s uvezanim staklenim mikrokuglicama (slika 12.). Stoga vozačima na prometnicama omogućuju veću vidljivost u svim dnevnim, noćnim i lošim vremenskim uvjetima. Dopuštajući ulazne kutove svjetlosnog traka do 60 stupnjeva, ove folije pružaju veliku fleksibilnost u postavljanju znakova. Među svim trajnim folijama za izradbu znakova ove folije raspolažu najsjajnijim reflektirajućim svojstvima [9].

Zbog svoje strukture nešto je deblji u odnosu na druge materijale što stvara određene probleme u procesu proizvodnje. Također njegov jedinstveni dizajn „puna kocka“ vraća gotovo 60 % raspoloživog svijetla, dva puta više od drugih prizmatičnih folija što vozačima omogućuje veću vidljivost u svim dnevnim, noćnim i lošim vremenskim uvjetima. Jamstvo trajnosti refleksije je sedam godina, a sjaj folije je 800 (cd/lx/m^2) [1].

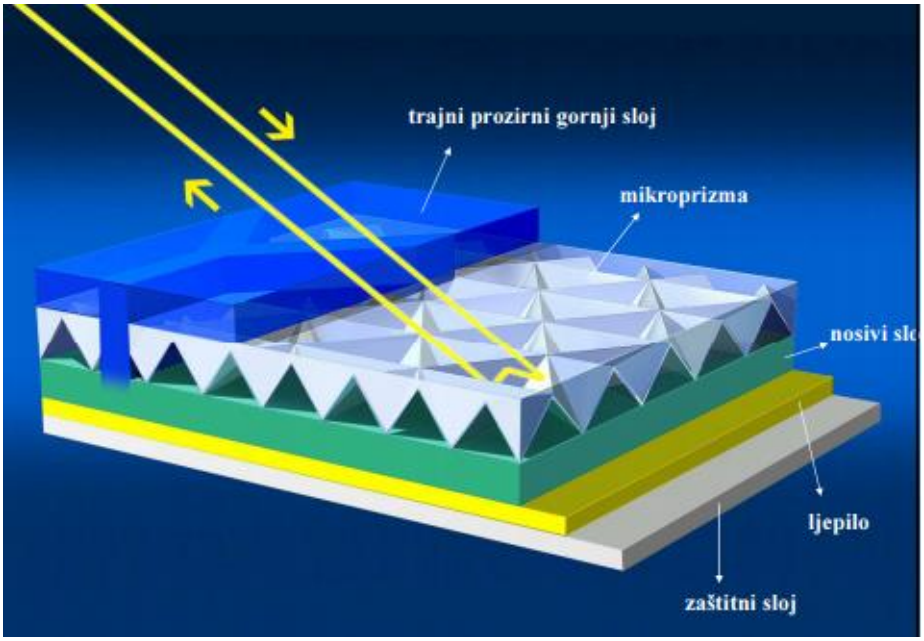
Postoji više tipova ove reflektirajuće folije [9]:

1. **V.I.P.** (Visual Impact Performance) – omogućuje maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i idealno je rješenje za signalizaciju u gradskom prometu. Ova folija namijenjena je za veliku gustoću osvjetljenja na kratkoj udaljenosti

2. **L.D.P.** (Long Distance Performance) – razvijena je specijalno za primjenu na autocestama i magistralnim cestama. Stoga se znakovi izrađeni od ovih folija uočavaju i prepoznaju i s velikih udaljenosti

3. **Fluorescent** – omogućuje povećanu vidljivost danju, a ne samo noću, s pomoću korištenja fluorescentnih boja

4. **Diamond Grade Cubed** – kombinira najbolje osobine VIP i LDP DG folija stoga se upotrebljava kako u gradskim uvjetima, tako i na autoputevima i magistralama. Nova mikrokubična struktura omogućava pojačanu vidljivost na svim udaljenostima te će ova folija vrlo brzo potpuno zamijeniti VIP i LDP verzije



Slika 12. Materijal Klase III

Izvor: [1]

4. PERCEPCIJA PROMETNIH ZNAKOVA TE PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

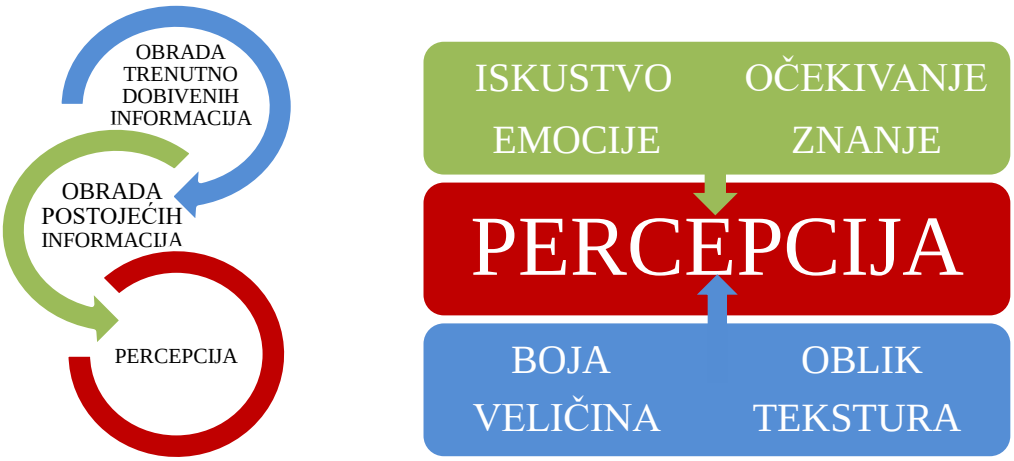
U ovom poglavlju definirati će se što je općenito percepcija te će se navesti najvažnije funkcije percepcije. Kako čovjek za vrijeme vožnje najviše dobiva informacije vizualnog karaktera, definirati će se što je proces vizualne percepcije, od kojih se procesa sastoji te koje vrste informacija čine pojedini proces. Također će se definirati proces percepcije prometnog znaka te će se isti opisati kroz tri osnovne faze.

Na posljetku dati će se kratki osvrt na dosadašnja istraživanja o percepciji prometnih znakova te će se nabrojati i ukratko opisati metode, studije i istraživanja koja su do sada radili razni autori i istraživači kako bi što bolje analizirali i shvatili proces percepcije prometnog znaka.

4.1 Općenito o percepciji

Percepcija je složeni nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuje pojedincu upoznavanja i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Temelji se na informacijama dobivenim iz okoline, ali i na postojećem znanju, iskustvu, očekivanju, emocijama i drugom. Prema tome, vizualna percepcija se može definirati kao sposobnost tumačenja okruženja obradom podataka koji se nalaze u vidljivom svjetlu. Percepcija je integracija osjeta, znanja, iskustva, prosudbi, emocionalnih stanja, stavova, vrijednosti i osobina ličnosti [10].

Proces vizualne percepcije se sastoji od dva istovremena procesa obrade informacija kao što je prikazano na slici 13.: obrada trenutno dobivenih i postojećih informacija.



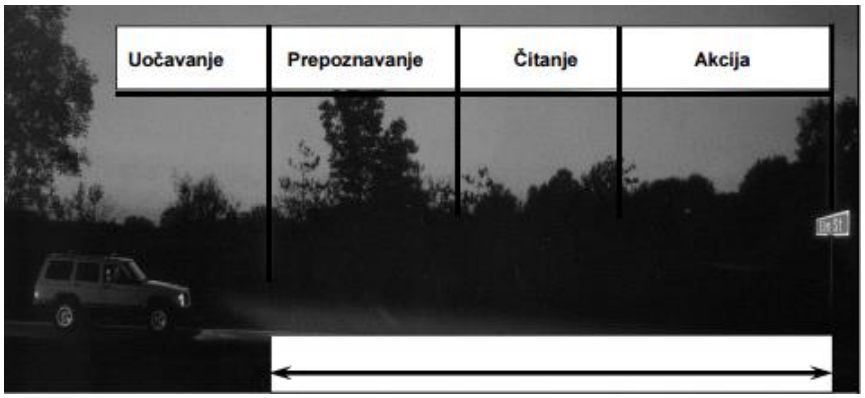
Slika 13. Proces vizualne percepcije

Izvor: [1]

Najvažnije funkcije percepcije su prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje podrazumjeva utvrđivanje što je predmet koji smo uočili, npr. je li to kuća, lopta, jabuka ili nešto drugo. Lokalizacija je određivanje udaljenosti predmeta, je li predmet blizu ili daleko, udaljava li se ili približuje i sl. Ključni elementi vizualne percepcije su vizualna jasnoća, periferni vid, percepcija dubine, noćni vid te zazlikovanje boja [1].

Vizualna percepcija je ključna za sigurno odvijanje prometa. Procjenjuje se da je 90% svih za vožnju potrebnih informacija vizualnog karaktera. Proces obrade vizualnih informacija započinje s ulaskom svjetla u oko. Nakon što se informacije kodiraju u perceptivnim procesorima prenose se u spremište senzorne slike koji je dio radne memorije koja se sastoji od dijelova dugotrajne memorije. Kognitivnim (urođenim) procesima povezuju se informacije iz dugotrajne memorije s informacijama iz spremišta senzorne slike te se donosi odluka o reakciji [1].

Proces percepcije prometnog znaka sastoji se od tri faze (slika 14.). Prva faza je uočavanje. Uočavanje podrazumjeva otkrivanje i registriranje najmanje površine koju ljudsko oko može otkriti u kontaktu s okolinom. Druga faza je prepoznavanje gdje sudionik u prometu raspoznaje znak po boji i obliku, a samim time i vrstu poruke jer su znakovi definirani bojom i oblikom. Treća faza je čitanje. Ovo je ujedno i najvažnija faza percepcije prometnog znaka jer sudionik u prometu prepoznaje poruku. Čitanje je najkompliciranija faza jer do izražaja dolazi oblik, veličina slova i simbola, međusobni raspored i kontrast između podloge i simbola i slova [1].



Slika 14. Proces percepcije prometnog znaka

Izvor: [1]

Vozačima mogu biti dostupne brojne informacije iz raznih osjetila (naročito vizualnih). Vožnja i većina prometnih situacija su složenog karaktera te ljudski mozak nije u stanju obraditi sve informacije dobivene iz okoline. Kako bi u tim složenim situacijama mogli

sigurno izvršavati funkcije vožnje vozači moraju: filtrirati sve dobivene informacije, identificirati njima bitne informacije te sistematizirati te informacije. Sistematizacija predstavlja proces povezivanja različitih informacija dobivenih iz okoline. Što je veća brzina vožnje to vozač prima veću koičinu informacija iz okoline te samim time stvara veće opterećenje za perceptivni sustav [11].

4.2. Dosadašnja istraživanja o percepciji prometnih znakova

Kako je percepcija prometnih znakova vrlo složen proces, u istraživanjima se primjenjuju najrazličitije metode, koje uglavnom imaju korijen u eksperimentalnoj psihologiji te imaju za cilj pronaći adekvatnu mjeru percepcije prometnih znakova.

Većina istraživanja je pokazala da vozači ne daju primjereno značenje prometnim znakovima. Tomu je više razloga, a jedan je da se često nailazi na znak koji nije aktualan. Na primjer znak ograničenja brzine zbog radova na cesti ostaje ondje i nakon završetka radova, znak za obvezne lance ostaje mjesecima nakon posljednjeg snijega, znak za ograničenje brzine stavlja se na neprimjereno nisku granicu itd. Neki od tih znakova već su postali redovita pojava; znak za školu, koji jednako stoji i nedjeljom i blagdanom, pa čak i za vrijeme školskih praznika. Svi takvi znakovi uzrokuju kod vozača stav nepovjerenja i vlastitu evalvaciju potrebe drukčijeg režima vožnje. Ako se takav stav generalizira, prometni znakovi gube svoju signalnu vrijednost i postaju drugorazrednog značenja u relevantno informativnom smislu za vozača. To rezultira smanjenjem postotka percipiranja prometnih znakova s jedne strane i podešavanjem vožnje uglavnom prema vlastitoj procjeni situacije.

Sremec je u svojim istraživanjima (Sremec, B.;1973) našao znatnu povezanost brzine vožnje s percepcijom prometnih znakova. Vozači koji percipiraju znak voze znatno sporije od vozača koji ga ne percipiraju. Ta činjenica je važna jer se danas postavlja relativno velik broj znakova (u gradu je čak oko 900 znakova i signala na oko 100 km ceste). U tom kontekstu treba imati na umu da je ograničen broj znakova koje vozač može memorirati, što je u velikoj mjeri subjektivni čimbenik, odnosno da postoje situacije kada većina vozača neće upamtiti tekstualni prometni znak jer ga, po važnosti, smatra znakom koji nema primarnu važnost [12].

Monkwas (Monkwas, D.; 1975.) je 1975. godine u Francuskoj ispitivao efekte prenatrpanosti dijagramskih znakova to jest grafičkih obavijesti. Prikazivao je znak u trajanju od 0,5 s i tražio od ispitanika da odabere odgovarajući pravac i da ga ucrta na posebnim listovima. Rezultati su pokazali da se s povećanjem broja pravaca na više od 3 smanjuje točnost opažanja. Također je dokazao da je maksimalni broj oznaka mjesta koje se mogu pokazati na jednom pravcu oko 5.

Sivak i drugi (Sivak, M., Olsen, P.L., Dastalan, L.A.; 1981.) 1981. godine ispitivali su skupinu mlađih ispitanika, do 24 godine starosti, i starijih iznad 60 godina, koji su imali jednaku oštrinu vida za dnevnu i noćnu vožnju. Pokazalo se da je, pri svim mogućim kombinacijama, udaljenost opažanja mnogo veća kod mlađih nego kod starijih ispitanika. Srednja udaljenost opažanja znaka u starijih vozača pri raznim uvjetima je 65% do 75% od one kod mlađih vozača. Stariji vozači slabije opažaju znakove u noćnim uvjetima, neovisno o retroreflektirajućim značajkama slova i podloge. Stariji vozači opažaju s kraćeg razmaka i manje vremena imaju za prijam poruke znaka. Bitne razlike u udaljenosti opažanja tih dviju skupina pripisuju se razlikama u oštrini vida na daljinu pri niskim razinama osvijetljenosti. Time se potpuno dokazalo da je slabije opažanje tekstualnoga prometnoga znaka isključivo rezultat opadanja vidnih sposobnosti s godinama, odnosno noćne vidne oštrine, a ne slabije perceptivne obrade [12].

Da na percipiranje prometnih znakova djeluju različiti čimbenici, pokazuje (Ells, J.G.; Dewar, R.E.; 1979.) značajan odnos između broja osoba u vozilu i percepcija znaka. Činjenica je da vozači koji su u vozilu sami češće percipiraju prometni znak nego ako u vozilu imaju suputnika. Ova spoznaja jasno govori o tome da taj socijalni čimbenik ima negativan utjecaj na vozača [12].

Može se općenito reći da je s obzirom na prometne znakove, okolina veoma neprilagođena čovjeku. Prijenos informacija u cestovnom prometu obavlja se najčešće prometnim znacima, te je veoma umjesno pitanje koliko je učinkovit prijenos informacija na taj način, odnosno ispunjavaju li prometni znakovi potpuno svoju funkciju obavještavanja vozača. Mnogi autori (Sivak, M.; Olsen, P.L.; Dastalan, L.A.; 1981.) navode da samo oko 75% vozača percipira znak. Najviše je istraživanja posvećeno pitanju kako vozači poštuju znak ograničenja brzine. Često dolazi do nedovoljnog usporenja zbog podcjenjivanja brzine koja se pojavljuje kada se nakon dulje vožnje većom brzinom prelazi na manju. Zbog toga se danas ponegdje mogu vidjeti poprečne crte, široke 0,6 m, s međusobnim razmacima koji se progresivno smanjuju u smjeru kretanja od 7 na 2 m, a u duljini od najmanje 400 m prije raskrižja. Vozač koji vozi konstantnom brzinom preko takvog sustava poprečnih crta ima izrazit doživljaj povećanja brzine, te spontano usporava. To usporenje u konkretnom slučaju iznosi u prosjeku 23%, a brže čak i 30% (Shinar, D., Drory, A.; 1983.). Također se postavljaju neravnine na cestama da bi vozač smanjio brzinu. Takve neravnine postavljene su najčešće ispred škola i u blizini pješačkih prijelaza.

Istraživanja provedena za vrijeme noćne vožnje pokazala su da je vožnja noću tipičan primjer izvanredno visokih zahtjeva za percepciju vozača. Može se slobodno reći da vrlo često

vožnja noću postavlja zahtjeve koji su znatno veći od mogućnosti čovjeka, te sigurnost više ovisi o situaciji određenih okolnosti nego o sposobnosti vozača. Čitljivost prometnih znakova mnogo je manja u noćnim uvjetima vožnje nego u dnevnim, a kad se dva vozila mimoilaze noću, čitljivost se još više smanjuje. Poseban je problem vidljivost pješaka u uvjetima noćne vožnje[12].

Veliko istraživanje na temu percepcije prometnih znakova provedeno je u Poljskoj. Tema je bila percepcija i prepoznavanje prometnih znakova s obzirom na odnos vozačevih karakteristika i sigurnosti. Svrha ovog istraživanja bila je procijeniti opseg problema usporedbom razumijevanja znakova iz različitih zemalja od strane različitih skupina vozača[13].

U istraživanju je sudjelovalo 250 volontera. Uzorak se sastojao od 50 vozača, 25 muškaraca i 25 žena podijeljenih u 5 skupina; mladi vozači (vozači koje su tek položile vozački ispit), turisti (vozači koji imaju vozačku dozvolu neke druge zemlje), stariji vozači (vozači koji imaju barem 62 godine), problematični vozači (vozači koji imaju ponovljeno kršenje propisa) te redoviti iskusni vozači. Istraživanje se provodilo na način da ispitanik ispuni kratki upitnik o vozačkoj dobi, spolu, i vozačkom iskustvu. Znakovi iz različitih zemalja (ukupno 31 znak) su tiskani na zasebnoj kartonskoj kartici, a zatim su prezentirani svakom ispitaniku koji je morao reći da li razumije značenje prometnog znaka [13].

Rezultati ove studije pokazali su hitnu potrebu za većom ujednačenosti znakova na autocestama diljem svijeta, te je veći naglasak na ergonomska načela u dizajnu novih znakova i redizajnu postojećih znakova. Rezultati su pokazali da su znakovi dobre prostorne usklađenosti jednako i dobro razumljivi svim ispitanicima. Rezultati ove studije pokazuju da kako bi se poboljšalo razumijevanje prometnih znakova na autocestama potrebno je uskladiti prostornu usklađenost, kompatibilnost, fizičku zastupljenost, poznavanje i standardizaciju prometnih znakova. Rezultati ove studije pokazuju da je hitno potrebna veća uniformnost znakova na autocesti među različitim zemljama svijeta s naglaskom na redizajniranje postojećih znakova.

Prethodne studije ukazuju na individualne razlike u razumijevanju znakova, na što utječu vozačeve godine i kultura. To pokazuje da stariji vozači imaju u pravilu niže razine razumijevanja od mlađih vozača [13].

5. SUSTAVI ZA PRAĆENJE POGLEDA

Praćenje pogleda označava proces detektiranja i praćenja usmjerenosti pogleda odnosno smjera u kojem osoba gleda. Većinom se pritom misli na određivanje objekta na koje se pogled fokusira. Praćenje pogleda ima niz primjena, vjerojatno najpoznatije kako pomoći osobama koje se teško kreću, posebno onima kojima je jedini kanal komunikacije sa okolinom pokret oka. U novije vrijeme sve više se koriste i u marketinškoj industriji za praćenje reakcija korisnika takvih usluga. Raširenu uporabu navedeni sustavi imaju i u području prometne sigurnosti, odnosno za praćenje reakcija na promjene u okolini, primjerice prilikom vožnje automobila u različitim vremenskim i prometnim situacijama i slično [14].

Danas se većina sustava praćenja oka temelji na video signalu odnosno snimanju lica, ili konkretnije područja oka, zajedno sa izvorom infracrvene svjetlosti. Većina današnjih uređaja dolazi sa već ugrađenim kamerama; prijenosna računala, mobiteli, tableti, pa i neki monitori. Povećanjem snage računala, odnosno procesora, obrada signala u realnom vremenu postaje moguće i na najmanjim uređajima što omogućuje i širenje tehnologije praćenja oka[14].

5.1. Povijest praćenja pogleda

U ranoj fazi razvoja područja praćenja pogleda, pokreti oka su se proučavali kako bi saznali više o njihovoj prirodi, a ne kao nečemu što bi omogućilo komunikaciju sa okolinom. Prvi uređaji za praćenje pogleda koji su davali objektivne i precizne podatke su bili izrazito invazivni i neudobni. Primjerice krajem 19. stoljeća, Delabarre je koristio aparaturu (svojevrsni poklopac za oko) koja se stavljala direktno na oko (što je zahtjevalo prethodnu anesteziju). Subjekt bi mogao gledati kroz rupicu na tom poklopcu što bi pomicalo polugicu i davalo objektivne rezultate. Početkom dvadesetog stoljeća razvijene su metode koje se temelje na fotografiji odnosno refleksiji svjetla od rožnice. Unapređenjem tehnologije uskoro su kategorizirani različita svojstva i tipovi pokreta oka. Miles Tinker je 1930-ih istraživao utjecaj veličine, fonta i drugih obilježja teksta prilikom čitanja.

Jung je 1939. godine mjerio horizontalne i vertikalne pomake oka sa elektrodama na koži blizu oka. Metoda poznata kao elektrookulografija omogućila je prvu mogućnost procesiranja pogleda u realnom vremenu korištenjem analogne elektronike. Paul Fitts, poznat po Fittovom zakonu, je 1947. godine koristio kameru kako bi snimio pokrete oka pilota prilikom spuštanja aviona. Zanimalo ga je kako piloti koriste sve kontrole u kabini [14].

Razvoj računalne snage doveo je do mogućnosti obrade podataka u realnom vremenu, a samim time i uređaja koji su mogli pomagati ljudima pri komunikaciji.

2) **Leće**

Najpreciznija metoda za praćenje pogleda razvijena je korištenjem posebnih kontaktnih leći. Radi se o izrazito invazivnoj metodi jer korisnik mora umetnuti leću koja je spojena sa žicama. Zbog toga se koristi samo u laboratorijskim istraživanjima.

3) **Video-okulografija (VOG)**

Ova metoda koristi kameru koja snima pokrete oka, te različite značajke kako bi odredila točku usmjernosti pogleda odnosno liniju pogleda (slika 17.). Takve metode nisu intruzivne i često toleriraju pokrete glavom tako da su najraširenije.



Slika 17. Primjer VOG metode

Izvor: [14]

Sustave koje koriste kameru odnosno video signal dijelimo na udaljene sustave praćenja i na sustave montirane na glavi. U sustavima za udaljeno praćenje kamera i izvori svjetlosti se nalaze pokraj ekrana tako da ih korisnik nije niti svjestan. Takvi sustavi omogućuju i pomicanje glave, ali je potrebno da oči budu u videokrugu kamere. Postoje različite verzije sustava, neke zahtjevaju da korisnik na sebi ima neko obilježje kako bi se postigla veća brzina i preciznost. Sustavi koji su montirani na glavi korisnika uključuju naočale ili kacigu na kojoj se nalazi kamera i izvor IR luminacije.

Trenutno se nalazimo u četvrtoj generaciji uređaja za praćenje pogleda. Prva generacija je omogućavala mjerenje pokreta oka unutar glave, to uključuje elektro-okulografiju i slične metode koje nisu bile u stanju mjeriti točku usmjerenosti. Druga generacija su foto i video-okulografni uređaji koji također nisu računali točku usmjerenosti. Treća generacija su analogne tehnike utemeljene na vidu, koje su mogle pratiti odsjaj zjenice. Dobivene podatke danas obrađujemo tehnikama računalnog vida i algoritmima digitalne obrade signala. Kroz generacija, povećala se uporabljivost, a smanjila cijena tehnologije. [14]

5.3. Sustav za praćenje oka Tobii Pro Glasses

Švedska tvrtka Tobii specijalizirana je za razvoj suvremenih tehnologija za praćenje očiju odnosno pogleda koji rade bez potrebe ručne prilagodbe (slika 18.). Njihovi očni lokatori kombiniraju izvrsnu točnost i preciznost s izuzetno visokom tolerancijom za velike pokrete glave u raznim okruženjima. Pomoću njih uspjeli su razviti naočale koje služe kao sustav za praćenje oka. Naočale su vrlo jednostavne za korištenje stoga korisnici mogu snimiti prirodno ljudsko ponašanje. Drugim riječima korisnici mogu koristiti tehnologiju bez potrebe za opsežnom obukom te mogu dobiti rezultate u kratkom vremenskom roku. Usavršavanje tehnologije praćenja oka funkcionira precizno i točno za sve kategorije ljudi i u svim uvjetima, čak i za vrijeme velikih pokreta ispitanika [15].

Tobii Pro Glasses uređaj za snimanje video zapisa ima funkciju pohrane snimke pokreta očiju i zvučnih signala odnosno govora ispitanika. Prije samog ispitivanja potrebno je u uređaj za snimanje staviti bateriju i SD karticu na koju se pohranjuje video zapis. Ovaj džepni uređaj potrebno je uključiti i povezati kablom sa Tobii naočalama te tako povezani uređaji omogućuju ispitaniku kretanje bez ograničenja [15].



Slika 18. Tobii Pro Glasses naočale

Izvor: [15]

Prije same uporabe Tobii naočale zahtijevaju kalibraciju prema svakom ispitaniku. Kalibraciju je potrebno napraviti prije samog istraživanja za svakog pojedinog ispitanika kako bi se dobili točni podaci fokusiranja pogleda s obzirom da svaki čovjek ima različite vidne karakteristike.

6. ANALIZA PERCEPCIJE PROMETNIH ZNAKOVA PRIMJENOM METODE PRAĆENJA OKA VOZAČA

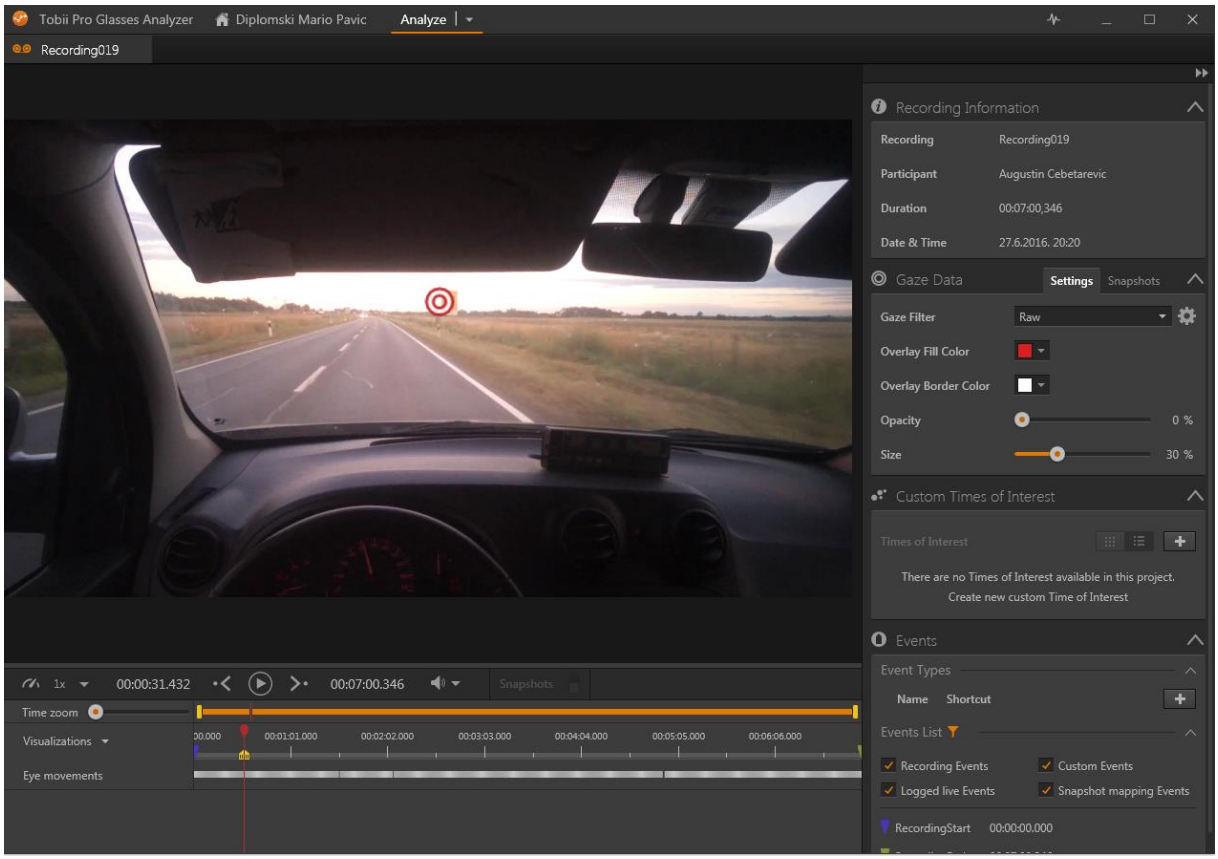
U svrhu ovog rada provedeno je istaživanje pomoću Tobii sustava za praćenje oka. Istraživanje je provedeno na dionici državne ceste DC30 u Zagrebačkoj županiji na području grada Velike Gorice. Duljina dionice na kojoj je provedeno istaživanje iznosila je 9 kilometara. Područje obuhvata prikazano je na slici 19.



Slika 19. Područje obuhvata

Izvor: [16]

Istraživanje je obuhvaćalo 10 ispitanika različitih godišta, vozačkog iskustva i spola. Ispitanici nisu bili upoznati sa ciljem istraživanja kako bi prikupljanje podataka bilo relevantno. Svaki ispitanik trebao se provesti istom dionicom ceste 10 puta (5 puta u jednom smjeru i 5 puta u drugom (suprotnom) smjeru) u razmacima od nekoliko dana. Svaka vožnja snimana je pomoću Tobii Pro Glasses naočala za praćenje pogleda. Obrada podataka vršila se pomoću softvera Tobii Pro Glasses Analyzer čije je sučelje prikazano na slici 20. Ovaj softver omogućavao je video pregled svih vožnji koje su ispitanici izvršili te se iz snimke određivao broj percipiranih znakova za svakog ispitanika. Kružnica predstavlja usmjerenost pogleda vozača te je ona točno pokazivala u kojem je smjeru ispitanik gledao u određenom trenutku vožnje te se tako moglo precizno odrediti koje znakove su ispitanici percipirali, a koje nisu. Rezultati s podacima ispitanika prikazani su u tablicama 2. i 3.



Slika 20. Sučelje Tobii Pro Glasses Analyzer softvera

Tablica 2. Rezultati vožnji za smjer

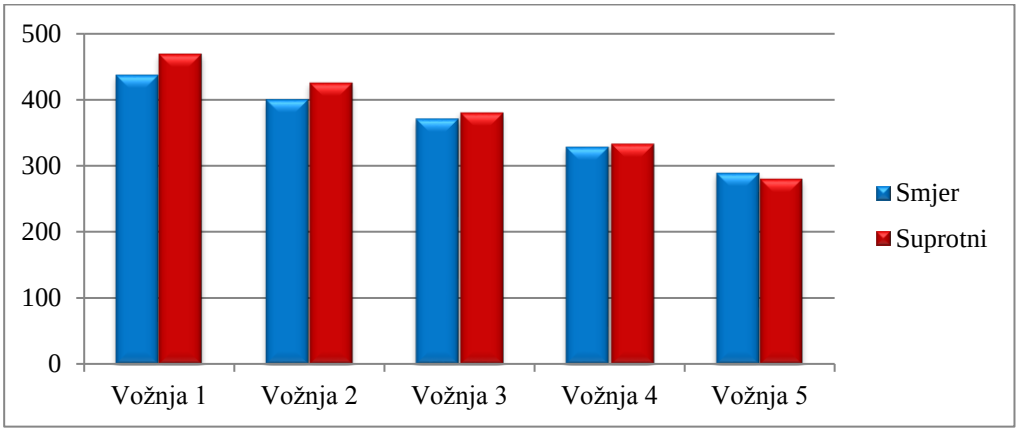
SMJER	Broj uočenih znakova					Broj uočenih znakova po ispitaniku	Spol	Dob	Iskustvo
	Vožnja 1	Vožnja 2	Vožnja 3	Vožnja 4	Vožnja 5				
Ispitanik broj 1	48	40	32	25	22	167	Ž	25-30	5-10
Ispitanik broj 2	49	54	46	47	34	230	Ž	25-30	1-5
Ispitanik broj 3	37	32	34	23	22	148	M	>60	>20
Ispitanik broj 4	42	39	37	35	33	186	Ž	18-25	1-5
Ispitanik broj 5	44	39	38	37	37	195	M	18-25	1-5
Ispitanik broj 6	45	40	41	35	32	193	Ž	25-30	5-10
Ispitanik broj 7	36	33	30	26	22	147	M	>60	>20
Ispitanik broj 8	47	43	36	33	29	188	M	25-30	5-10
Ispitanik broj 9	46	42	38	35	30	191	M	30-40	10-20
Ispitanik broj 10	44	39	40	33	29	185	Ž	30-40	10-20
Broj uočenih znakova po vožnji	438	401	372	329	290				

Tablica 3. Rezultati vožnji za suprotan smjer

SUPROTAN	Broj uočenih znakova					Broj uočenih znakova po ispitaniku	Spol	Dob	Iskustvo
	Vožnja 1	Vožnja 2	Vožnja 3	Vožnja 4	Vožnja 5				
Ispitanik broj 1	58	49	39	33	22	201	Ž	25-30	5-10
Ispitanik broj 2	50	47	40	36	28	201	Ž	25-30	1-5
Ispitanik broj 3	33	28	22	20	16	119	M	>60	>20
Ispitanik broj 4	51	46	45	42	36	220	Ž	18-25	1-5
Ispitanik broj 5	40	37	37	33	29	176	M	18-25	1-5
Ispitanik broj 6	53	49	48	42	41	233	Ž	25-30	5-10
Ispitanik broj 7	41	34	29	24	20	148	M	>60	>20
Ispitanik broj 8	48	44	39	31	27	189	M	25-30	5-10
Ispitanik broj 9	46	45	42	35	30	198	M	30-40	10-20
Ispitanik broj 10	50	47	40	38	32	207	Ž	30-40	10-20
Broj uočenih znakova po vožnji	470	426	381	334	281				

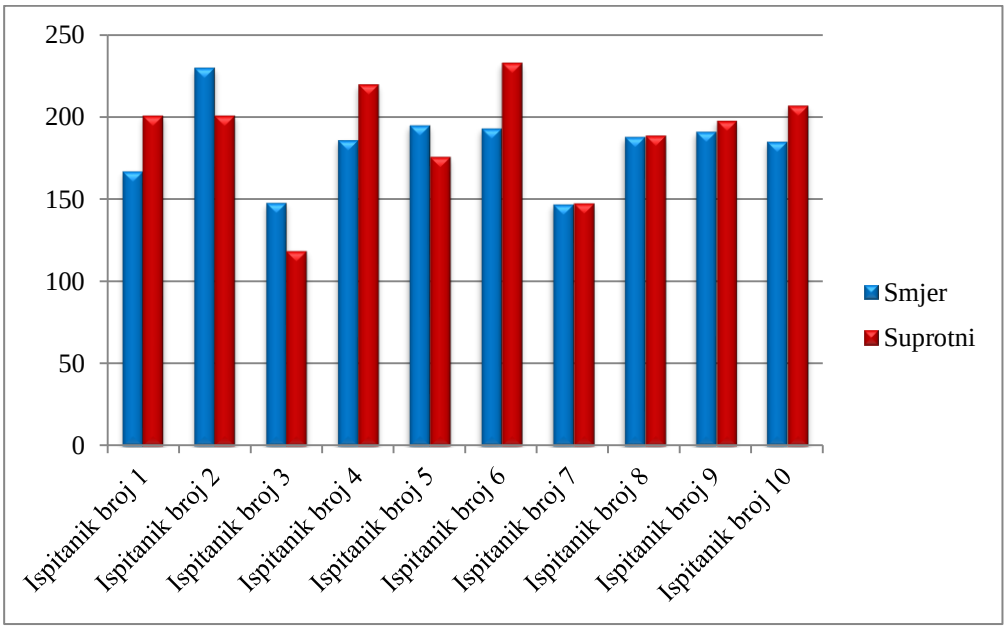
Na promatranoj dionici ceste nalazilo se ukupno 143 znaka, 71 u smjeru i 72 u suprotnom. Iz ovoga je vidljivo kako je maksimalan broj znakova koji su mogli biti uočeni od strane jednog ispitanika unutar 5 vožnji iznosio 715 znakova (355 u smjeru i 360 u suprotnom). Kada se taj broj pomnoži sa 10 ispitanika dobije se broj od 7150 znakova koji su mogli biti uočeni (3550 u smjeru i 3600 u suprotnom). Iz dobivenih rezultata vidljivo je da su svi vozači u prvim vožnjama percipirali najveći broj znakova jer im je dionica ceste bila još relativno nepoznata te su se koncentrirali na okolinu kako bi dobili što je moguće više informacija potrebnih za nastavak vožnje. Kako su vozili više vožnji, a samim time upoznavali okolinu i stanje na prometnici, broj percipiranih znakova je padao što je vidljivo iz grafikona 1.

Grafikon 1. Ukupan broj percipiranih znakova po vožnji



U zadnjim vožnjama taj pad se ustalio i kada se promatraju ukupni rezultati svih ispitanika, većina je imala približno jednak broj uočenih znakova što je vidljivo u grafikonu 2 te se taj broj kretao u prosjeku od oko 186 znakova po ispitaniku u pojedinom smjeru vožnje što predstavlja 51,67% od ukupnog broja mogućeg uočavanja po ispitaniku u pojedinom smjeru vožnje. Također je vidljivo da je velika većina ispitanika percipirala više znakova za vrijeme vožnje u suprotnom smjeru nego u smjeru. Od ukupnog broja mogućih uočavanja znakova u smjeru koji iznosi 3550 znakova, promatrajući ukupno za sve ispitanike, ukupno je percipirano 1830 znaka što predstavlja 51,5%, dok su u suprotnom od mogućih 3600 uočavanja znakova ukupno percipirali 1892 znaka što predstavlja 52,6%.

Grafikon 2. Ukupan broj percipiranih znakova po ispitaniku

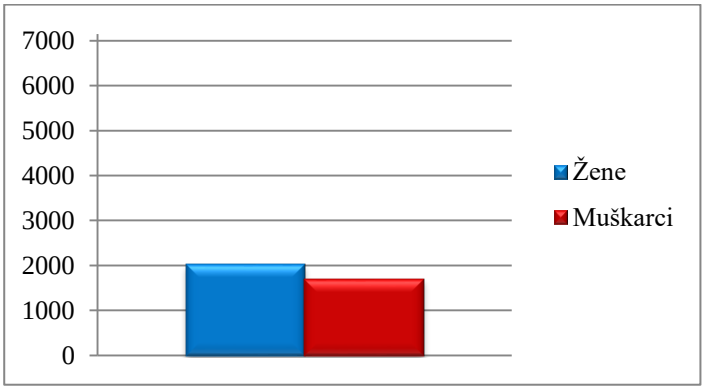


Dva ispitanika isticala su se među ostalima zbog toga što je njihov ukupan broj percipiranih znakova bio manji od ostalih te se kretao ispod 150 znakova po smjeru. To su bili ispitanici sa više od 60 godina starosti te više od 20 godina vozačkog iskustva što pokazuje da stariji vozači manje percipiraju objekte iz okoline te voze više prema svom instinktu i iskustvu. Ispitanici koji su imali najveći broj percipiranih znakova te ispitanik koji je u oba smjera vožnje jedini percipirao više od 200 znakova bili su mladi vozači sa relativno malim vozačkim iskustvom. To je pokazatelj da mladi vozači sa malo vozačkog iskustva više pažnje posvećuju na okolinu, voze koncentriranije te percipiraju više objekata iz okoline. Razlog tome je što stariji vozači voze opuštenije te nemaju potrebu za istom količinom informacija kao i mladi vozači zbog svog velikog vozačkog iskustva. Mladi vozači zbog svog malog

vozačkog iskustva voze pod većim pritiskom i stresom, samim time opreznije i koncentriranije pokušavaju percipirati cijelu prometnu situaciju u kojoj se nalaze te prikupljaju maksimalan broj informacija koje su im potrebne za nastavak vožnje.

Kada se promatra prema spolu vidljivo je da su ženski vozači ukupno percipirali više znakova od muških vozača te su u prosjeku imali 202 uočenih znakova po smjeru vožnje, dok su muškarci imali 169 uočenih znakova po smjeru vožnje. Od ukupnog broja znakova koji su mogli biti uočeni koji iznosi 7150 unutar 5 vožnji u oba smjera ženski vozači percipirali su 2023 znaka dok su muški vozači percipirali 1699 znakova što je vidljivo iz grafikona 3

Grafikon 3. Broj percipiranih znakova s obzirom na spol



Kao što je navedeno, na promatranoj dionici ceste nalazilo se ukupno 143 znaka, 71 u smjeru i 72 u suprotnom. Od toga njih 34 bilo je znakova opasnosti, 55 znakova obavijesti, 40 znakova izričitih naredbi, 9 znakova obavijesti za vođenje prometa te 5 dopunskih ploča što je vidljivo iz tablice 4.

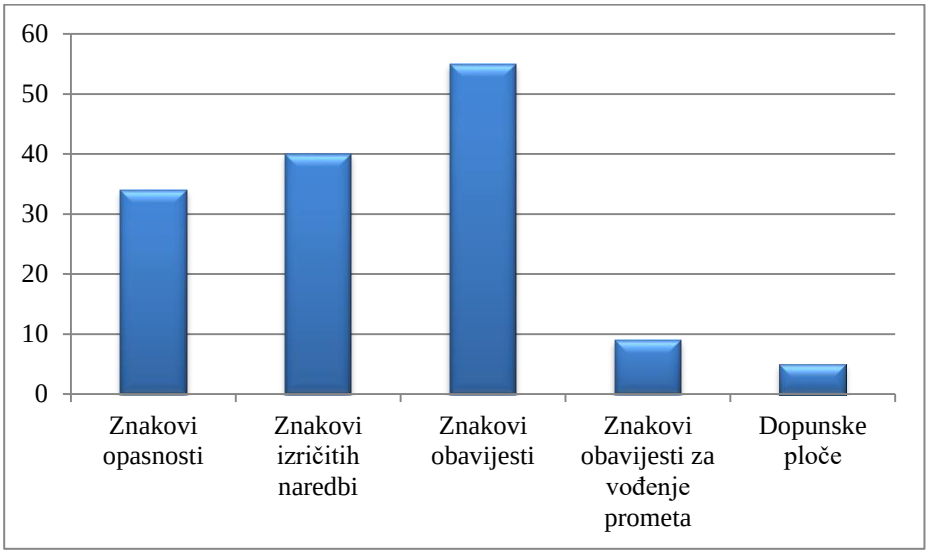
Tablica 4. Udio pojedinog znaka na dionici promatrane ceste

	SMJER		SUPROTAN		UKUPNO U OBA SMJERA	
Kod znaka	Broj pojedinog znaka na dionici ceste	Udio u ukupnom broju znakova (%)	Broj pojedinog znaka na dionici ceste	Udio u ukupnom broju znakova (%)	Broj pojedinog znaka na dionici ceste	Udio u ukupnom broju znakova (%)
A03	2	2,82%	2	2,78%	4	2,80%
A04	2	2,82%	5	6,95%	7	4,90%
A05	4	5,63%	4	5,55%	8	5,59%
A08	1	1,41%	0	0,00%	1	0,70%
A23	1	1,41%	1	1,39%	2	1,40%
A33	2	2,82%	1	1,39%	3	2,10%
A34	1	1,41%	1	1,39%	2	1,40%
A44	3	19,70%	4	5,55%	7	4,90%
B31	14	4,23%	13	18,06%	27	18,86%
B32	5	7,02%	7	9,74%	12	8,38%
B39	0	0,00%	1	1,39%	1	0,70%
C02	4	5,63%	4	5,55%	8	5,59%
C04	1	1,41%	0	0,00%	1	0,70%
C08	0	0,00%	1	1,39%	1	0,70%
C44	3	4,23%	3	4,16%	6	4,20%
C60	1	1,41%	0	0,00%	1	0,70%
C75	1	1,41%	1	1,39%	2	1,40%
C79	3	4,23%	3	4,16%	6	4,20%
C80	3	4,23%	3	4,16%	6	4,20%
C82	4	5,63%	8	11,12%	12	8,38%
C86	3	4,23%	3	4,16%	6	4,20%
C132	6	8,45%	0	0,00%	6	4,20%
D03	0	0,00%	1	1,39%	1	0,70%
D04	3	4,23%	3	4,16%	6	4,20%
D12	1	1,41%	1	1,39%	2	1,40%
E01	1	1,41%	0	0,00%	1	0,70%
E03	2	2,82%	2	2,78%	4	2,80%

U tablici su navedeni svi znakovi koji su se pojavljivali na promatranoj dionici ceste označeni sa pripadajućim kodom znaka. Za svaki znak naveden je broj njegovog pojavljivanja u smjeru, suprotnom i ukupno te njegov udio u ukupnom broju znakova izražen u postotcima. Vidljivo je kako se na promatranoj dionici ceste najčešće pojavljivao znak izričite naredbe B31 koji označava ograničenje brzine i to 27 puta što je udio od 18,86%. Nakon njega slijede znak izričite naredbe B32 koji označava zabranu pretjecanja i znak C82 putokaz koji su se pojavili 12 puta odnosno 8,38%.

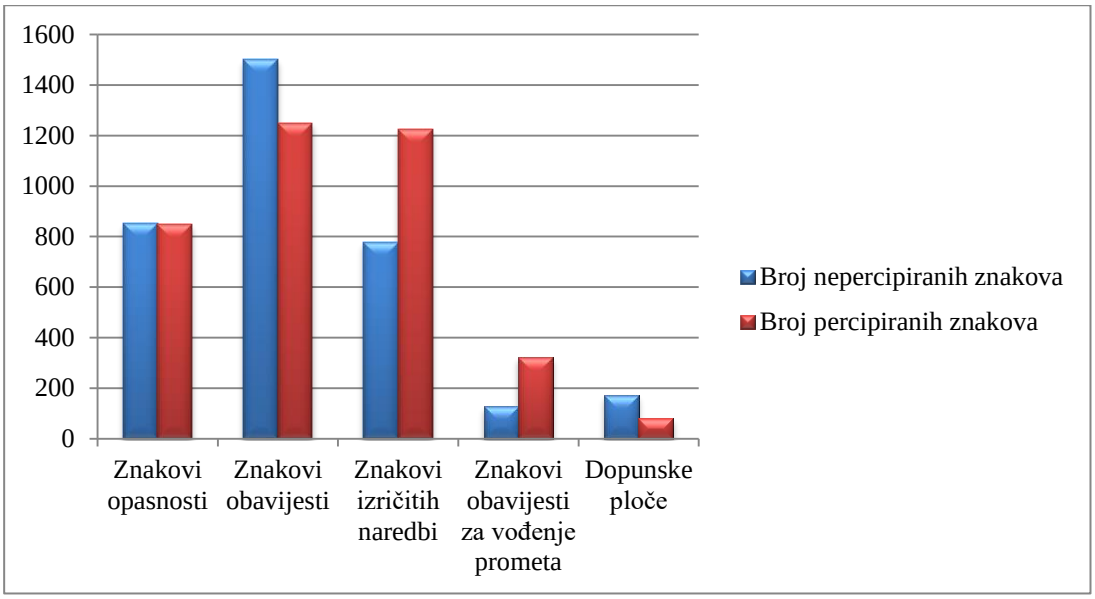
Ako se uspoređuje svaka vrsta znaka posebno vidljivo je kako je na promatranoj dionici ceste najveći udio znakova obavijesti sa 38,47%, zatim slijede znakovi izričitih naredbi sa 27,94%, znakovi opasnosti sa 23,79%, znakovi obavijesti za vođenje prometa sa 6,30% ta na poslijetku dopunske ploče sa 3,50%. Odnos je vidljiv iz grafikona 4.

Grafikon 4. Udio pojedine vrste znaka na promatranoj dionici ceste



Od ukupnog broja mogućeg uočavanja prometnih znakova, koji je ovdje iznosio 7150, ispitanici su percipirali ukupno 3722 znaka što predstavlja 52,06%, odnosno nisu percipirali 3428 znakova što predstavlja 47,94%. Od nepercipiranih prometnih znakova, znakova opasnosti bilo je 853 odnosno 24,88%, znakova obavijesti 1501 odnosno 43,79%, znakova izričitih naredbi 776 odnosno 22,64%, znakova obavijesti za vođenje prometa 128 odnosno 3,73% te dopunskih ploča 170 odnosno 4,96%. Prema ovim rezultatima ispitanici su najmanje uočavali znakove obavijesti no treba uzeti u obzir da je njih na promatranoj dionici ceste bilo više od ostalih vrsta znakova stoga ti rezultati nisu vjerodostojan pokazatelj. Da bi se dobili pouzdaniji rezultati treba se promatrati broj uočenih prometnih znakova uzimajući u obzir svaku vrstu znaka posebno. Promatrajući rezultate na ovaj način, od ukupno 7150 mogućih uočenih znakova, znakova opasnosti nije percipirano 853 od mogućih 1700 odnosno 50,18%, znakova obavijesti nije percipirano 1501 od mogućih 2750 odnosno 54,58%, znakova izričitih naredbi nije percipirano 776 od mogućih 2000 odnosno 38,80%, znakova obavijesti za vođenje prometa nije percipirano 128 od mogućih 450 odnosno 28,44% te dopunskih ploča nije percipirano 170 od mogućih 250 odnosno 68,00% što pokazuje grafikon 5.

Grafikon 5. Odnos percipiranih i nepercipiranih prometnih znakova s obzirom na vrstu prometnog znaka



Promatrajući ove rezultate vidljivo je kako su ispitanici najmanje percipirali dopunske ploče i znakove obavijesti dok su znakove izričitih naredbi ispitanici percipirali u najvećem broju. Razlog tome je što ispitanike u tom trenutku obavijesti određene prometnim znakovima te dopunske ploče nisu zanimale te im informacije date tim znakovima nisu bile od presudne važnosti za nastavak vožnje jer im je dionica ceste bila relativno nepoznata pa su pokušavali percipirati ostale znakove koji su im eventualno mogli dati važnije informacije kao znakovi izričitih naredbi i znakovi opasnosti.

Znakovi koje su svi ispitanici najmanje puta uočili bili su znakovi obavijesti C132 koji označava dionicu državne ceste i C44 koji označava autobusno stajalište. Znak C132 izvodi se relativno malih dimenzija (u pravilu 23*17 centimetara) te se postavlja dosta nisko u odnosu na druge prometne znakove. Također ovaj znak nema veliku važnost za trenutno stanje na cesti te ne predstavlja vozaču bitnu informaciju za daljni tijek vožnje pa je iz tih razloga jasno zašto je najmanji broj fiksacija ljudskog oka bilo upravo na tom znaku. Znak C44 postavljen je točno na stajalištu autobusa koje je izvedeno kao ugibalište na prometnici stoga je znak postavljen relativno daleko od ruba kolnika što predstavlja problem jer se znak u ovom slučaju nalazi u perifernom vidu vozača te ga je zbog toga teže za percipirati. Ovaj znak nije imao veliku važnost kod vozača u trenutnim situacijama, ali je vrlo bitan za predviđanje mogućih situacija na cesti stoga je preporuka da se taj znak postavlja prije samog stajališta uz rub kolnika kako bi ga bilo lakše za uočiti.

Znakovi koje su ispitanici najčešće uočavali bili su također znakovi obavijesti, C79 koji označava naziv naseljenog mjesta, C75 koji označava rijeku te C02 koji označava obilježen pješački prijelaz. Znak C79 izveden je u velikim dimenzijama te smješten relativno blizu ruba kolnika. Čimbenik koji mu dodatno povećava vidljivost je taj što je znak postavljen na čistini te je okolo njega prazan prostor što znači da nema nikakvih drugih znakova, kuća niti reklamnih panoa te je u pozadini znaka samo šuma pa do izražaja dolazi njegova folija žute boje. Znak C75 postavljen je na konveksnom vertikalnom zavoju te neposredno uz rub kolnika zbog čega ga vozači brzo i lagano uoče. Pošto se nalazi u okolini u kojoj se ne nalazi ništa drugo osim zelenog raslinja njegova folija plave boje dodatno dolazi do izražaja. Znak C02 izveden je u većim dimenzijama, postavljen je blizu ruba kolnika te približno u visini očiju vozača zbog čega ga je relativno lako za percipirati te mu njegova plava folija materijala Klase II dodatno povećava uočljivost kako danju tako i noću.

7. ZAKLJUČAK

Kao što je ranije navedeno, percepcija je složen nesvjesni proces aktivnog prikupljanja, organiziranja i interpretiranja primljenih osjetnih informacija i već postojećih informacija koji omogućuju pojedincu upoznavanje i prepoznavanje značenja predmeta, pojava i događaja u okolini. Sam proces percepcije ne traje dugo ali je jako bitan za čovjeka pogotovo za vrijeme obavaljanja složenih i kompleksnih radnji kao što je vožnja. Kako bi se moglo što bolje analizirati čovjekovo ponašanje, njegove reakcije na okolinu tijekom vožnje te predvidjeti razne situacije, u novije vrijeme koriste se razni sofisticirani sustavi pomoću kojih je moguće analizirati vrijeme uočavanja, prepoznavanje i čitanje znaka te ukupni broj fiksacija ljudskog oka na sam znak.

Jedan takav sustav korišten je u svrhu izrade ovog rada te su rezultati pokazali da na percepciju prometnih znakova utječu razni čimbenici kao što su starost vozača, vozačko iskustvo, spol vozača, mjesto i način postavljanja znaka i dr. Rezultati su pokazali kako stariji vozači sa više vozačkog iskustva percipiraju manji broj znakova i elemenata iz okoline jer se često vode vlastitim iskustvom i znanjem stoga nemaju potrebu za jednakom količinom informacija kao i mladi vozači. Mladi vozači zbog svog malog vozačkog iskustva voze pod većim pritiskom pa percipiraju više znakova i elemenata iz okoline pokušavajući prikupiti što je moguće više informacija iz okoline koje su im potrebne za siguran nastavak vožnje. Mladi vozači ujedno imaju i veću moć zapažanja od starijih vozača što dodatno povećava broj uočenih znakova kod mladih vozača.

Također je vidljivo iz rezultata da veličina znakova, njihovo postavljanje te korištenje određenih boja i materijala može znatno i dodatno istaknuti ili u obrnutom slučaju prikriti znak što također direktno utječe na percepciju prometnog znaka. Preporuka je da se prometni znakovi postavljaju blizu ruba kolnika i približno u visini očiju vozača kako bi znak bio u području centralnog vida vozača te samim time i lakše uočljiv. Također je preporuka da se prometni znakovi izvode u većim dimanzijama sukladno pravilnicima i propisima.

Istraživanje je pokazalo da na percepciju prometnih znakova bitno utječe poznavanje određene rute te se uočavanje i broj uočavanja prometnih znakova mijenja sukladno učestalosti vožnje po određenoj ruti, odnosno sukladno poznavanju rute. Rezultati su pokazali da će vozač, ukoliko ne poznaje dionicu ceste, u prvim vožnjama percipirati daleko više znakova odnosno elemenata iz okoline te će taj broj opadati kako bude upoznavao rutu i stanje na cesti te će se nakon određenog broja vožnji nakon što upozna rutu broj uočenih znakova ustaliti i biti konstantan. Razlog tome je što vozač vozeći se po nepoznatoj dionici

ceste pokušava percipirati veći broj znakova kako bi prikupio veći broj informacija koje su mu potrebne za siguran nastavak vožnje. Upoznavajući određenu rutu nakon nekog vremena potreba za tim informacijama pada jer tada zna što od prilike može očekivati na cesti te se može pripremiti na određene situacije.

Istraživanje je pokazalo da nemaju svi znakovi jednaku važnost za vozača te da vozači više percipiraju znakove za koje smatraju da će im dati bitnije informacije za nastavak vožnje. Primjer tome je veliki broj nepercipiranih dopunskih ploča. One se postavljaju da pobliže objasne značanje prometnog znaka no vozačima u trenutku vožnje bitniju informaciju daje sam prometni znak te se više koncentriraju na njega nego na dopunske ploče. Također veliki udio znakova obavijesti u nepercipiranim znakovima govori kako je vozačima bitnije percipirati znakove opasnosti ili znakove izričitih naredbi jer iz njih dobivaju bitnije informacije za siguran nastavak vožnje, pogotovo ako se nalaze na relativno nepoznatoj dionici ceste.

Sukladno dobivenim rezultatima vidljivo je kako se sa novim sustavima i novom tehnologijom može puno saznati o percepciji vozača pošto se prate pokreti i ponašanje vozača te se samim time mogu odrediti kritične točke u prometu. Pomoću njih mogu se prilagoditi i poboljšati uvjeti na cesti što dovodi do povećanja sigurnosti u prometu. Ovakvi sustavi nisu još široko rasprostranjeni u prometnoj struci ali se u novije vrijeme sve više koriste zbog niza prednosti.

LITERATURA

[1] Ščukanec, A. Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. god. 2015/2016

[2] http://www.prometna-zona.com/prometni-znakovi/ (kolovoz, 2016.)

[3] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11)

[4] http://www.autoskola.com.hr/ucilica-prometni-znakovi/ (kolovoz, 2016.)

[5] https://www.google.hr/search?q=dopunske+ploce/ (kolovoz, 2016.)

[6] http://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/ (kolovoz, 2016.)

[7] http://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/prometni-znakovi/ (rujan, 2016.)

[8] https://www.google.hr/search?q=spherical+retroreflection/ (kolovoz, 2016.)

[9] http://www.chemosignal.hr/usluge/3m/prometni-znakovi/ (kolovoz, 2016.)

[10] Bratko, D.: Psihologija, Profil International, Zagreb, 2011.

[11] Ščukanec, A. Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; ak. God. 2015/2016

[12] Pašagić, S.: Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.

[13] Žakowska, L.: Perception and recognition of traffic signs in relation to drivers characteristics and safety-a case study in Poland, University of Technology, Cracow, 1995.

[14] Kaurić, I.: Sustav za detekciju usmjerenosti pogleda, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2013.

[15] http://www.tobiipro.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/#Components/ (kolovoz, 2016.)

[16] https://www.google.hr/maps/ (rujan, 2016.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Znakovi opasnosti 6
Slika 2. Znakovi obavijesti 7
Slika 3. Znakovi izričitih naredbi 9
Slika 4. Znakovi obavijesti za vođenje prometa 10
Slika 5. Dopunske ploče 11
Slika 6. Promjenjivi prometni znakovi 12
Slika 7. Sastavni dijelovi prometnog znaka 12
Slika 8. Sferična retrorefleksija 14
Slika 9. Prizmatična retrorefleksija 15
Slika 10. Materijal Klase I 16
Slika 11. Materijal Klase II 17
Slika 12. Materijal Klase III 18
Slika 13. Proces vizualne percepcije 19
Slika 14. Proces percepcije prometnog znaka 20
Slika 15. Jedan od prvih uređaja za detekciju pogleda 25
Slika 16. Primjer EOG metode 25
Slika 17. Primjer VOG metode 26
Slika 18. Tobii Pro Glasses naočale 27
Slika 19. Područje obuhvata 28
Slika 20. Sučelje Tobii Pro Glasses Analyzer softvera 29

POPIS TABLICA

Tablica 1. Veličina prometnog znaka prema kategoriji prometnice 5
Tablica 2. Rezultati vožnji za smjer 29
Tablica 3. Rezultati vožnji za suprotan smjer 30
Tablica 4. Udio pojedinog znaka na dionici promatrane ceste 33

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupan broj percipiranih znakova po vožnji 30
Grafikon 2. Ukupan broj percipiranih znakova po ispitaniku 31
Grafikon 3. Broj percipiranih znakova s obzirom na spol 32
Grafikon 4. Udio pojedine vrste znaka na promatranoj dionici ceste 34
Grafikon 5. Odnos percipiranih i nepercipiranih prometnih znakova s obzirom na vrstu prometnog znaka 35

METAPODACI

Naslov rada: Analiza percepcije prometnih znakova primjenom metode praćenja oka vozača

Student: Mario Pavić

Mentor: prof.dr.sc. Anđelko Ščukanec

Naslov na drugom jeziku (engleski): Analysis of the Traffic Signs Perception Using the Method of Monitoring the Driver´s Eyes

Povjerenstvo za obranu:

- Prof.dr.sc. Davor Brčić predsjednik
- Prof.dr.sc. Anđelko Ščukanec mentor
- Doc.dr.sc. Darko Babić član
- Prof.dr.sc. Mario Šafran zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za gradski promet

Vrsta studija: diplomski

Studij: Promet

Datum obrane diplomskog rada: 27. rujna 2016.

Napomena: pod datum obrane diplomskog rada navodi se prvi definirani datum roka obrane.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

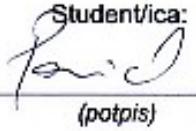
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Analiza percepcije prometnih znakova primjenom metode praćenja oka vozača**

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

U Zagrebu, 14.9.2016

Student/ica:



(potpis)