

# Vizualna percepcija vozača u noćnim uvjetima vožnje

---

**Plavčić, Antonela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:384895>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-02**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**Antonela Plavčić**

**VIZUALNA PERCEPCIJA VOZAČA  
U NOĆNIM UVJETIMA VOŽNJE**

**ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, srpanj 2023.

Zagreb, 9. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Vizualne informacije u prometu**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 7108

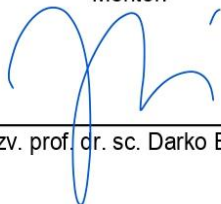
Pristupnik: **Antonela Plavčić (0135258197)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Vizualna percepcija vozača u noćnim uvjetima vožnje**

### Opis zadatka:

Vizualna percepcija predstavlja važan proces pri interakciji sudionika u prometu sa prometnim sustavom. Uz pomoć vizualne percepcije vozač prikuplja potrebne informacije iz okoline i na temelju prethodno stečenog znanja prepoznaje značenje predmeta i pojava u okolini u kojoj se nalazi. Pri noćnim uvjetima vožnje, prisutna je niska razina prirodnog osvjetljenja koja onemogućuje pravovremeno uočavanje potencijalnih opasnosti što rezultira zakašnjelom reakcijom. Tijekom noći vidno polje vozača je skraćeno i suženo te mu je smanjena mogućnost percepcije boja, oblika i teksture. Prema tome je cilj ovog završnog rada istražiti utjecaj noćnih uvjeta vožnje na vizualnu percepciju vozača u cestovnom prometu kao i utjecaj noćnih uvjeta na sigurnost prometa.

Mentor:



---

izv. prof. dr. sc. Darko Babić

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**ZAVRŠNI RAD**

**VIZUALNA PERCEPCIJA VOZAČA  
U NOĆNIM UVJETIMA VOŽNJE**

**VISUAL PERCEPTION OF THE DRIVER  
AT NIGHT DRIVING CONDITIONS**

Mentor: prof. dr. sc. Darko Babić

Student: Antonela Plavčić

JMBAG: 0135258197

Zagreb, srpanj 2023.

## VIZUALNA PERCEPCIJA VOZAČA U NOĆNIM UVJETIMA VOŽNJE

### SAŽETAK

Ovaj rad istražuje ključnu ulogu vizualne percepcije vozača u uvjetima noćne vožnje. Noćni uvjeti karakterizirani su smanjenom vidljivošću, što utječe na sposobnost vozača da pravilno percipira okolinu. Faktori poput intenziteta svjetla, kontrasta, sjena te tehnoloških inovacija kao što su adaptivna svjetla utječu na vizualnu percepciju vozača. Važno je razumjeti kako ljudske percepcijske sposobnosti reagiraju na brze promjene svjetlosnih uvjeta te kako educiranje vozača i primjena odgovarajućih tehnoloških rješenja mogu poboljšati sigurnost noćne vožnje.

Ključne riječi: vizualna percepcija, vozači, noćna vožnja, intenzitet svjetla, kontrast, sjene, adaptivna svjetla, sigurnost vožnje, tehnološka rješenja.

## VISUAL PERCEPTION OF THE DRIVER AT NIGHT DRIVING CONDITIONS

### SUMMARY

This paper explores the pivotal role of drivers' visual perception in night driving conditions. Nighttime conditions are characterized by reduced visibility, which impacts the driver's ability to accurately perceive their surroundings. Factors such as light intensity, contrast, shadows, and technological innovations like adaptive headlights influence the driver's visual perception. Understanding how human perceptual abilities react to rapid changes in light conditions is crucial, as well as recognizing how driver education and the implementation of suitable technological solutions can enhance night driving safety.

**Keywords:** visual perception, drivers, night driving, light intensity, contrast, shadows, adaptive headlights, driving safety, technological solutions.

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	ČIMBENICI SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU .....	3
2.1	Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa .....	4
2.1.1	Osobne značajke vozača.....	4
2.1.2	Psihofizička svojstva .....	5
2.1.3	Obrazovanje i kultura .....	6
2.2	Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa.....	7
2.3	Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa.....	8
3.	OSNOVE VIZUALNE PERCEPCIJE.....	10
3.1	Vidno polje vozača .....	12
3.2	Vizualna percepcija vozača .....	14
3.3	Vizualna percepcija vozača u uvjetima otežane vidljivosti.....	15
4.	UTJECAJ SIGNALIZACIJE NA VIDLJIVOST U NOĆNIM UVJETIMA .....	17
4.1	Prometni znakovi.....	17
4.2	Oznake na kolniku .....	19
4.3	Rasvjeta na cesti .....	19
5.	DISTRAKCIJE U PROMETU.....	21
5.1	Utjecaj mobilnih uređaja na vizualnu percepciju vozača .....	22
5.2	Utjecaj reklamnih sadržaja na vizualnu percepciju vozača .....	24
5.3	Razgovor s putnicima tijekom vožnje .....	25
6.	ANALIZA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U NOĆNIM UVJETIMA VOŽNJE.....	27
7.	MOGUĆNOST POBOLJŠANJA PREGLEDNOSTI.....	33
8.	ZAKLJUČAK .....	38
	LITERATURA.....	39
	POPIS SLIKA I TABLICA.....	41

# 1. UVOD

U uvjetima noćne vožnje, vizualna percepcija vozača igra ključnu ulogu u održavanju sigurnosti na cestama. Noćne uvjete vožnje karakterizira smanjena osvjetljenost okoline, što može značajno utjecati na sposobnost vozača da pravilno percipira svoju okolinu, prepoznaje prepreke, sudionike u prometu te brzo i precizno donosi odluke. Zbog nedostatka prirodne svjetlosti, vozači se oslanjaju na umjetne izvore svjetla kao što su farovi i ulična rasvjeta kako bi povećali vidljivost.

Cilj ovog istraživanja je detaljno istražiti kako vozači percipiraju okolinu u uvjetima noćne vožnje, fokusirajući se na vizualnu percepciju. Ovaj rad ima za cilj razumjeti kako se različiti faktori, kao što su intenzitet svjetla, kontrast, sjene i svjetlosni efekti, mogu međusobno kombinirati kako bi utjecali na sposobnost vozača da prepoznaju objekte i situacije na cesti. Također, istraživanje će istražiti kako ljudsko oko reagira na brze promjene svjetlosnih uvjeta te kako vozačeva vizualna pažnja može varirati ovisno o intenzitetu svjetla i drugim faktorima. Isto tako, ovaj rad nam može pomoći u razvoju strategija za smanjenje distrakcija i povećanje koncentracije tijekom vožnje. Osim navedenog, ovo istraživanje će nam pružiti relevantne informacije koje se mogu koristiti za donošenje prometnih politika i regulacija koje će osigurati sigurniju noćnu vožnju.

Rad smo podijelili na osam poglavlja u kojima smo iznijeli ključne aspekte koji utječu na sigurnost i percepciju vozača u noćnim uvjetima vožnje. U uvodnom dijelu rada se naveo predmet istraživanja, njegova svrha i cilj te metode koje su korištene prilikom izrade rada. U prvom poglavlju naveli smo glavne čimbenike koji utječu na sigurnost u cestovnom prometu uključujući ljude, vozila i ceste. U drugoj cjelini smo detaljno istražili temelje vizualne percepcije, vidno polje vozača te kako vozači općenito percipiraju okolinu. Zatim smo u trećem poglavlju proučili kako različite vrste prometnih znakova, oznaka na kolniku i rasvjeta ceste utječu na vidljivost i sigurnost tijekom noćne vožnje. Potom smo analizirali kako različite distrakcije, poput mobilnih uređaja, reklama i razgovora s putnicima, mogu ometati vizualnu percepciju i koncentraciju vozača. U petom poglavlju smo proučili statistiku i faktore koji utječu na sigurnost tijekom noćne vožnje, kako bi se identificirale potencijalne mjere za poboljšanje te smo razmotrili i objasnili potencijalne strategije i preporuke za poboljšanje vidljivosti i sigurnosti vozača u noćnim uvjetima.

U ovome radu, a koristeći se analizom podataka o nesrećama i incidentima u noćnim uvjetima, identificirali smo uzorke i faktore koji su doprinijeli nesrećama povezanim s

vizualnom percepcijom. Kroz detaljno istraživanje vizualne percepcije vozača u noćnim uvjetima vožnje, ovaj rad teži identificirati potencijalne rizike i izazove s kojima se vozači suočavaju te predložiti potencijalne strategije za poboljšanje sigurnosti noćne vožnje. Analizirajući faktore kao što su ergonomija vozila, tehnologija osvjetljenja i ljudske percepcijske sposobnosti, rad će pružiti uvid u kompleksnost vizualne percepcije vozača i ukazati na važnost razvoja adekvatnih tehnoloških rješenja i obrazovnih kampanja kako bi se smanjila mogućnost nesreća i poboljšala ukupna sigurnost noćne vožnje.



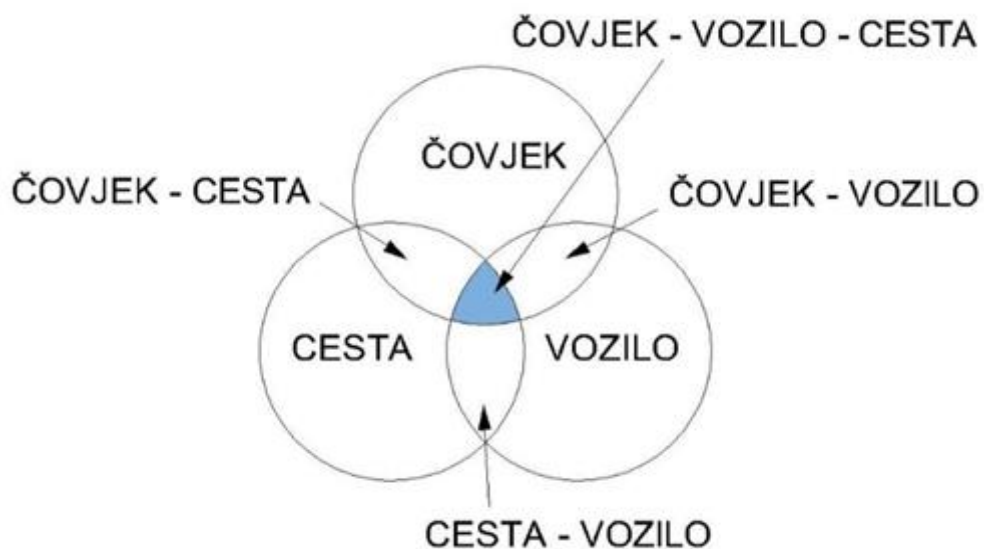
## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI U CESTOVNOM PROMETU

Promet je vrlo složena pojava pri kojoj dolazi do raznih konfliktnih situacija. Cestovni promet obuhvaća kretanja ljudi i vozila na cestama. To je jedan od najčešćih oblika prometa i odnosi se na kretanje vozila poput automobila, kamiona, motocikala, autobusa i bicikala.

Cestovni promet ima veliku važnost u svakodnevnom životu, vrlo je bitan u važnosti razvoja i funkcioniranja ljudskim društvom. Dobra prometna povezanost odnosi se na razinu dostupnosti i kvalitete prometne infrastrukture, osiguravajući učinkovito kretanje ljudi, vozila i robe između različitih mjesta, olakšava mobilnost stanovništva i potiče gospodarski razvoj.

U cilju smanjenja konfliktnih situacija te povećanja sigurnosti prometa, provode se različite mjere kako bi se smanjila opasnost od mogućih nastanka prometnih nezgoda.

Cestovni promet može se promatrati kroz tri podsustava: čovjek, vozilo i cesta. Slika 1. prikazuje Vennov dijagram, tj. odnos tri osnovna podsustava koja utječu na sigurnost prometa.



Slika 1. Čimbenici sigurnosti prometa

Izvor: [1]

## **2.1 Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa**

Utjecaj čovjeka na sigurnost cestovnog prometa je najvažniji čimbenik. Vozačeva svijest, vještine, znanje i ponašanje imaju izravan utjecaj na sigurnost cestovnog prometa. Pomoću dobivenih informacija iz okoline, vozač donosi te realizira svoje odluke, kako bi se prilagodio novonastaloj situaciji na cesti. Osim što je čovjek najvažniji čimbenik sigurnosti prometa, odgovoran je za najveći broj prometnih nezgoda, čak 85%.

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu [2]:

- osobne značajke (karakter, temperament, osobne crte, sposobnost, stajalište prema vožnji);
- psihofizička svojstva (funkcije organa osjeta, psihomotoričke sposobnosti, mentalne sposobnosti);
- obrazovanje i kultura (poznavanje vlastitih sposobnosti, poznavanje kretanja vozila, poznavanje prometnih zakona i propisa).

Razlike u ponašanju čovjeka u različitim situacijama u prometu ovise o [2]:

- stupnju obrazovanja;
- zdravstvenom stanju;
- starosti;
- temperamentu;
- moralu;
- osjećajima;
- inteligenciji.

### **2.1.1 Osobne značajke vozača**

Osobne značajke vozača imaju značajan utjecaj na sigurnost i kvalitetu prometa. Osobnost je organizirana cjelina svih osobina, svojstava i ponašanja kojima se svaka individua izdvaja od drugih pojedinaca društvene skupine. Psihički stabilna i skladno razvijena osoba je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja prometa [1].

Sposobnost vozača u prometu odnosi se na skup znanja, vještina i iskustva koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti, tj. sigurno i učinkovito upravljanje vozilom. Sposobnosti svakog pojedinca su različite. Vozač osim posjedovanja tehničkih vještina za upravljanje vozilom i poznavanja prometnih zakona propisa, mora biti svjestan okoline, pratiti prometnu situaciju te prepoznati potencijalu opasnost i pravovremeno i odgovarajuće reagirati.

Karakter vozača u prometu odnosi se na moralne i etičke osobine koje vozač iskazuje tijekom vožnje. Ima važnu ulogu u sigurnosti i ponašanju na cesti. Odgovorni vozači prepoznaju svoju ulogu u prometu i svjesni su da njihovi postupci utječu na sigurnost drugih sudionika. Karakter vozača nije statična osobina već se razvija i može se unaprjeđivati. Pozitivne karakterne osobine su poštenje, skromnost, pristojnost i slično, te njegujući ih, vozači doprinose sigurnijem i ugodnijem okruženju na cestama.

### **2.1.2 Psihofizička svojstva**

Psihofizička svojstva čovjeka odnose se na kombinaciju psihičkih i fizičkih osobina koje utječu na sposobnost vozača da sigurno upravlja vozilom. Psihofizička svojstva dijele se na organe osjeta, psihomotoričke i mentalne sposobnosti.

Psihomotoričke sposobnosti omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost i usklađen rad mišića. Pomoću njih vozači brzo procesuiraju informacije, donose odluke i izvršavaju motoričke radnje tijekom vožnje. Važne psihomotoričke sposobnosti koje vozaču omogućuju sigurnost na cesti su brzi refleksi, koordinacija između očiju i ruku te procjena udaljenosti između vlastitog vozila, drugih vozila i različitih objekata na cesti.

Mentalne sposobnosti vozača doprinose kriznim situacijama u prometu, a osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima uspješno se prilagođava okolnostima. Ove sposobnosti uključuju razmišljanje, pamćenje, inteligenciju, percepciju, pažnju itd. Intelligentan vozač ostat će smiren prilikom određene složene prometne situacije, predvidjeti ponašanje drugih sudionika u prometu i donijeti odgovarajuće odluke brzim razmišljanjem.

Funkcije organa osjeta imaju najvažniju ulogu tijekom vožnje, osobino osjet vida. Dobar vid ključan je za sigurnu vožnju. Vozač prima 95% informacija u prometu pomoću osjeta

vida. Osim organa osjeta vida, važnu ulogu u prometu imaju osjet sluha, osjet njuha, osjet ravnoteže i mišićni osjet.

### **2.1.3 Obrazovanje i kultura**

Kroz obrazovanje i kulturu može se postići pozitivna promjena u ponašanju i stavovima vozača u prometu. Pozitivni rezultati su smanjenje broja prometnih nezgoda, bolja prometna učinkovitost te stvaranje sigurnijeg i ugodnijeg prometnog okruženja za sve sudionike.

U obrazovanje i kulturu podrazumijevaju se:

- poznavanje vlastitih sposobnosti;
- poznavanje kretanja vozila;
- poznavanje prometnih zakona i propisa.

Prometna kultura odnosi se na skup stavova, pravila i ponašanja u prometu, koji oblikuju način kako sudionici u prometu percipiraju, razumiju i djeluju u prometnom okruženju.

Jedan dio prometne kulture čine utvrđena pravila i propisi o ponašanju sudionika u prometu, a drugi dio su nepisana pravila koja vrijede za sve prometne situacije s ciljem uvažavanja i poštivanja svih sudionika u prometu, posebno nezaštićenih (pješaci, djeca, starije osobe, invalidi) [3].

Na sigurnost prometa itekako utječe količina znanja sudionika u prometu. Promicanje obrazovanja i educiranosti vozača u prometu ima za cilj stvaranje sigurnijeg prometnog okruženja, smanjenja broja prometnih nezgoda i poboljšanje sigurnosti svih sudionika na cestama. Kvalitetnim obrazovanjem postiže se znanje koje je potrebno za normalno odvijanje prometa, a obrazovanje vozača i ostalih sudionika u prometu ne završava nakon dobivanja vozačke dozvole. Kontinuirano informiranje o prometnim zakonima i propisima važno je za održavanje znanja. Vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometna pravila i odnosi se odgovorno prema svim ostalim sudionicima u prometu.

## 2.2 Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu putnika ili tereta. Vozila imaju važnu ulogu u sigurnosti prometa na cestama. Napredak tehnologije u automobilske industriji omogućio je razvoj raznih sigurnosnih značajki koje pomažu u zaštiti vozača, putnika i drugih sudionika u prometu. Konstantan razvoj tehnologije i sustava za sigurnost utječe na smanjenje broja prometnih nesreća, a svojom konstrukcijom vozilo kao prometno sredstvo utječe na sigurnost prometa [4].

Neki od važnih elemenata sigurnosti vozila: konstrukcija vozila, sigurnosni sustavi, zračni jastuci, sigurnosni pojasevi, napredni sustavi pomoći vozaču, sustavi osvjetljenja i vidljivosti itd.

Moderna vozila se konstruiraju s naglaskom na sigurnost. Čvrsta karoserija i snažni okviri izvedeni su kao samonosiva konstrukcija, čija je zadaća izdržati udarno opterećenje i smanjiti ozljede putnika u slučaju nastanka prometne nezgode, tj. osigurati maksimalnu zaštitu.

Sigurnosni sustavi u vozilima ključni su za zaštitu vozača, putnika i drugih sudionika u prometu. Moderni automobili opremljeni su raznim sigurnosnim sustavima protiv blokiranja kočnica (ABS) ili elektroničke kontrole stabilnosti (ESC). Ovi sustavi pomažu u održavanju kontrole nad vozilom i smanjenju rizika od nezgoda. Današnja novija vozila imaju napredne sustave pomoći vozaču, kao što su sustavi upozorenja na mrtvi kut, sustavi za automatsko kočenje, sustavi za održavanje trake i drugi, koji vozačima pomažu u održavanju sigurnosti prilikom kretanja vozila.

Svjetlosno-signalnim uređajima osvjetljava se cesta pred vozilom, označava položaj vozila i daju se odgovarajući signali [1]. Služe za obavještanje drugih sudionika u prometu i signaliziranje prisutnosti vozila. Na prednjoj strani nalaze se duga i kratka svjetla, svjetla za maglu, pokazivači smjera i prednja svjetla za označavanje vozila, dok se na stražnjoj strani nalaze stop svjetla, pokazivači smjera, stražnja svjetla za označavanje vozila, svjetla za vožnju unatrag i osvjetljivanje registarske pločice.

Najvažniji elementi sigurnosti vozila su zračni jastuci i sigurnosni pojasevi. Sigurnosni zračni jastuk djeluju brzo i automatski u trenutku sudara, kada se naglo pune plinom i kako bi dočekali tijelo vozača. Najbolje djeluju u kombinaciji sa sigurnosnim pojasom. Ugradnjom i korištenjem sigurnosnih pojaseva značajno se smanjuje rizik od ozljeda prilikom sudara. Glavna svrha sigurnosnih pojaseva je zadržati vozača i putnike na mjestu tijekom sudara ili

naglog kočenja. Povezujući gornji dio tijela s vozilom, sigurnosni pojas sprečava nekontrolirano kretanje prema naprijed i tako smanjuje rizik ozljeda.

Na slici 2. prikazani su rezultati korištenja sigurnosnog pojasa, odnosno rizici ozljeđivanja prilikom korištenja sigurnog pojasa i bez korištenja.



Slika 2. Korištenje sigurnosnog pojasa

Izvor: [5]

### 2.3 Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa

Kvaliteta i izgled ceste, odnosno njezini tehnički nedostaci, mogu utjecati na sigurnost vožnje i biti uzrok nastanka prometnih nezgoda. Elementi koji utječu na sigurnost prometa su [1]: trasa ceste, tehnički elementi ceste, stanje kolnika, oprema ceste, rasvjeta ceste, održavanje ceste, križanja i utjecaj bočne zapreke.

Trasa ceste određuje smjer i visinski položaj ceste, a sastoji se od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja. Mora biti homogena, odnosno treba omogućiti jednoliku brzinu kretanja vozila. Na trasi ceste osim tehničke sigurnosti, potrebno je osigurati i psihološku sigurnost, koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren. Da bi se povećala sigurnost prometa potrebno je postići dobro optičko vođenje trase ceste, rubnim trakovima ili rubnim crtama, ogledalima i slično.

Tehnički elementi ceste odnose se na infrastrukturu koja čini cestovnu mrežu, kako bi se osigurala sigurnost i učinkovitost prometa. Kolnik je dio ceste namijenjen kretanju vozila. Dovoljno širok kolnik omogućava više manevriranja vozilom, za pretjecanje ili izbjegavanje

prepreka. Osim kolnika, važnu funkciju imaju rubni trakovi i trakovi za spora vozila. Prema istraživanjima je dokazano da se broj prometnih nezgoda povećava kad je broj teretnih vozila na cestama veći. Jednostavan razlog je taj što takva vozila pod teretom ne smiju voziti brže nego što im je dozvoljeno pa su zbog toga drugi sudionici prometa u izazovu da zaobilaze takva vozila i time povećavaju mogućnost da izazovu prometnu nesreću, posebno ako se odvija nedopušteno zaobilaženje i na opasnim dionicama [1].

Stanje kolnika ima značajan utjecaj na sigurnost prometa. Oštećeni kolnici mogu smanjiti prijanjanje guma, pri čemu dolazi do težeg upravljanja vozilom. To povećava rizik od gubitka kontrole nad vozilom i može doći do nastanka prometne nezgode. Također, uzrok nastanka prometne nezgode može biti loša odvodnja na kolniku ili smanjena vidljivost koja otežava pravovremeno uočavanje prepreka, prometne signalizacije i drugih vozila.

Kako bi se povećala sigurnost vozača važnu funkciju imaju oprema i rasvjeta ceste. Oprema ceste uključuje postavljanje jasnih i vidljivih prometnih znakova, kolobrana, ograda, smjerokaza itd.. Dobra rasvjeta preduvjet je za siguran promet, a najvažnija je noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. Pruža bolju vidljivost ceste, prometnih znakova, pješačkih prijelaza i drugih važnih elemenata na cesti. Osim toga, dobra cestovna rasvjeta može pomoći u smanjenju umora kod vozača, poboljšati koncentraciju i povećati udobnost vožnje.

Redovito održavanje ceste poput popravka oštećenja, čišćenje kolnika, osiguravanje odvodnje i sprječavanje nakupljanja vode, održavanje prometne signalizacije te praćenje stanja ceste doprinose sigurnosti prometa, stvaranju povoljnih uvjeta za vozače i ostale sudionike u prometu te smanjuju broj prometnih nezgoda.

### 3. OSNOVE VIZUALNE PERCEPCIJE

Vizualna percepcija je sposobnost mozga da obrađuje informacije koje dolaze iz okoline putem organa oka. Omogućava da mozak stvori smisao i razumijevanje svijeta na temelju obrađenih informacija. Ključni elementi vizualne percepcije su vizualna jasnoća, periferni vid, percepcija dubine, noćni vid te razlikovanje boja [6].

Svjetlost koja se odbija ili emitira iz objekta ulazi u oči, preko kojih se vizualni podražaji prenose do mrežnice koja sadrži fotoreceptore (štipiće i čunjiće) koji pretvaraju svjetlost u električne impulse. Električne impulse prenosi optički živac do mozga, gdje se dalje obrađuju. Mozak obrađuje vizualne informacije na različite načine, uključujući prepoznavanje oblika, razlikovanje boja, procjena udaljenosti i drugo, kako bi se stvorila potpuna slika onoga što se percipira.

Iako je oko glavni izvor informacija, kako bi se dobila cjelokupna percepcija okoline, podaci se prikupljaju i uz pomoć ostalih organa osjeta, poput vida, sluha, mirisa, dodira i okusa.

Na percepciju djeluju tri skupine čimbenika: svojstva osjetnog analizatora, svojstva okoline i psihološko stanje organizma.

1. svojstva osjetnog analizatora:
  - trenutna – umor, alkohol, droga;
  - trajna – kratkovidnost i dalekovidnost, oslabljen vid i sluh.
2. svojstva okoline:
  - veličina, boja, podražaj.
3. psihološko stanje organizma
  - znanje, iskustvo, emocije, stavovi i motivacija.

Postoje različite teorije o percepciji, a najvažnije su direktna i konstruktivna teorija.

Direktna teorija percepcija razvijena je od strane Edwarda Gibsona, a oblikuje se na temelju senzorskih informacija iz okoline. Zasniva se na bottom-up pristupu, polazi od dna te se penje gore do viših kognitivnih procesa. Proces počinje prikupljanjem osnovnih senzorskih informacija kao što su svjetlosni podražaji za vid, zvučni valovi za sluh ili dodirni podražaji za dodir, te se informacije zatim šalju u mozak radi obrade. Na primjer, gledajući neki objekt, vizualni podražaji poput oblika, veličine i boje objekta dolaze do očiju, a zatim se podražaji

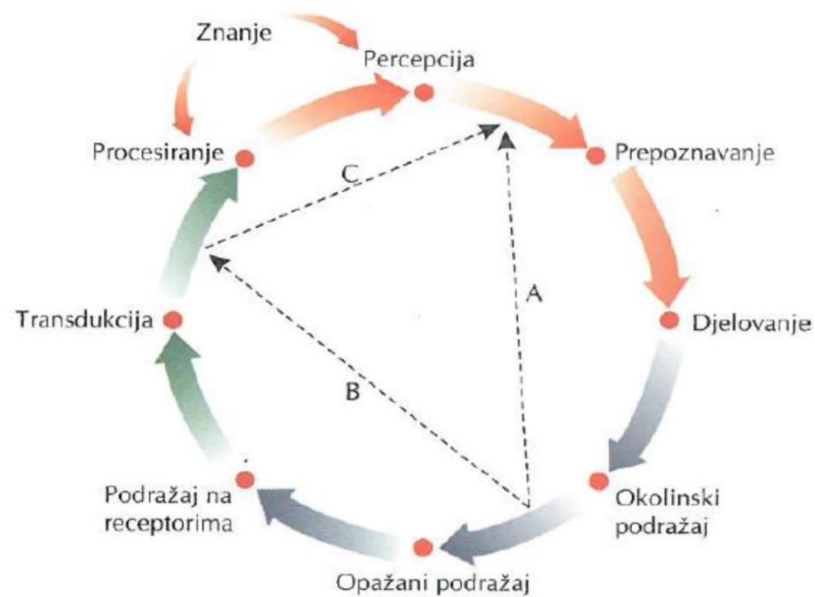


prenose u mozak koji obrađuje informacije. Bottop-up pristup omogućava percipiranje na temelju stvarnih senzorskih informacija iz okoline, a ne samo znanja ili očekivanja.

Druga teorija je konstruktivna teorija koju je razvio Richard Gregory, a zasniva se na top-down pristupu. Prema ovoj teoriji mozak pri percipiranju koristi postojeće znanje, iskustva i očekivanja, a teorija naglašava važnost kognitivnih procesa u percepciji. Uspješna percepcija zahtijeva inteligenciju i mišljenje pri kombiniranju senzorskih informacija [8].

Svaki pojedinac je individua sama za sebe te se prema tome percepcija razlikuje od osobe do osobe. Različita prethodna iskustva, uvjerenja i očekivanja mogu utjecati na percepciju i interpretiranje senzorskih informacija.

Na slici 3. prikazan je shematski prikaz procesa vizualne percepcije (plave strelice označavaju podražaje, zelene procesuiranje, a crvene perceptivnu reakciju).



Slika 3. Proces vizualne percepcije

Izvor: [7]

### 3.1 Vidno polje vozača

Vidno polje je prostor u kojem vozač uočava predmete ne pokrećući glavu i oči, tj. prostoru kojemu se zamjećuju predmeti i pojave izvan točke fiksacije. Vidno polje vozača u prometu je od iznimne važnosti za sigurnu vožnju. Omogućava vozaču spoznaju okoline, prepoznavanje potencijalne opasnosti i pravovremeno reagiranje na određenu prometnu situaciju. Sposobnost vozača da jasno vidi prometne znakove, semafore, druga vozila, pješake i bicikliste te ostale objekte na cesti pomaže u sprječavanju prometnih nezgoda. Vozač sa širim vidnim poljem bolje kontrolira promet i okolinu te tako smanjuje rizik od sudara. Ograničeno vidno polje može predstavljati opasnost u prometu jer vozači slabije primjećuju vozila ili pješake koji se nalaze izvan vidnog polja.

Vidno polje može se podijeliti na [1]:

- oštro vidno polje, do 3° od točke fiksiranja; u njemu vozač uočava sve predmete, oblik, boju, materijal i sl., no pri većem prometu taj prostor postaje premalen te se koriste vanjski i unutarnji retrovizori i pokreti vozača;
- jasno vidno polje, do 10° od točke fiksiranja;
- dovoljno jasno vidno polje, do 20° od točke fiksiranja; u tom području mogu se postaviti prometni znakovi;
- periferno vidno polje, preko 20° od točke fiksiranja.

Vidno polje ima značajan utjecaj na percepciju i sposobnost donošenja odluka tijekom vožnje. Vozač donosi odluke na temelju zapaženih odnosa, a vrijeme reagiranja vozača je vrijeme koje je potrebno da vozač primijeti neki signal ili neku određenu situaciju, te poduzme odgovarajuću akciju. Vrijeme reagiranja sastoji se od četiri faze:

- vrijeme detekcije – vrijeme potrebno da vozač primijeti prometnu situaciju;
- vrijeme prepoznavanja – vrijeme potrebno da vozač prepozna značenje objekta;
- vrijeme procjene – vrijeme potrebno da vozač donese odluku;
- vrijeme akcije – vrijeme kada vozač realizira donesene odluke.

Dobro razvijena percepcija vozaču omogućava brzu obradu informacija i donošenje ispravne odluke i različitim prometnim situacijama.

Percepcija vozača izražava se u tri vrste vida:

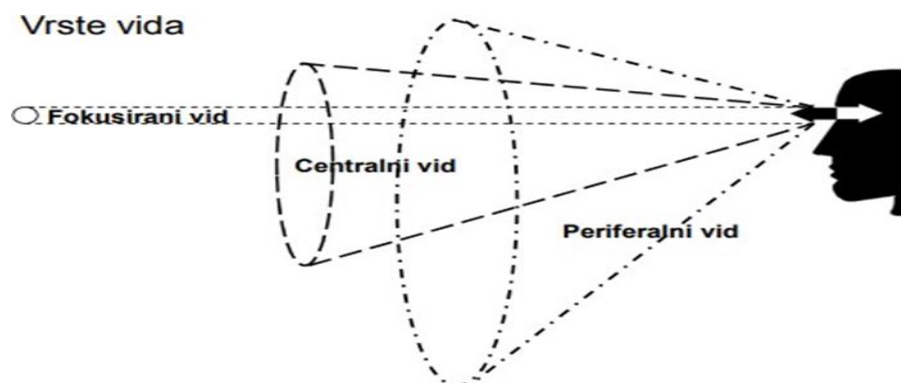
- fokusirani vid;
- centralni vid;
- periferni vid.

Fokusirani vid je 3 do 5 stupnjeva za prikupljanje korisnih informacija i odnosi se na sposobnost jasnog i oštrog gledanja na objekte. To je područje vidnog polja koje omogućava detalje i obrise objekta na koji se vozač fokusira.

Centralni vid vozača je 30 do 36 stupnjeva za prikupljanje korisnih informacija tijekom vožnje i odgovoran je za precizno upravljanje vozilom i pravovremeno reagiranje na prometne situacije, održavanje sigurne udaljenosti od vozila ispred, kao i praćenje ponašanja dugih sudionika u prometu.

Periferni vid odnosi se na područje vidnog polja koje se nalazi izvan fokusa centralnog vida. Obuhvaća do 175 stupnjeva za prikupljanje korisnih informacija tijekom vožnje. Omogućava opažanje objekata, pokreta i promjena u okolini, čak i pri naglasku na samo određenu situaciju ispred vozača, tj. vozila.

Povećanjem brzine vozila ili opadanjem koncentracije vozača smanjuju se periferno i centralno vidno polje [9]. Kako bi se osigurala sigurnost na cesti, vozač treba održavati punu pažnju na vožnju, pridržavati se prometnih pravila i brzinu prilagoditi uvjetima na cesti. Slika 2. prikazuje odnos fokusiranog, centralnog i perifernog vida.



Slika 4. Vrste vida

Izvor: [9]

### 3.2 Vizualna percepcija vozača

Vizualna percepcija vozača odnosi se na sposobnost da vozač obrađuje informacije koje prima putem vida tijekom vožnje. Vizualni podražaji dolaze iz različitih izvora, uključujući cestu, prometne znakove, semafore, druge sudionike u prometu (vozila, pješake, bicikliste itd.) te okolinu. Ove informacije vozači koriste kako bi donijeli brze i precizne odluke tijekom vožnje.

Uloga vizualne percepcije u vožnji je ključna jer većina informacija koju vozači koriste za navigaciju i sigurno upravljanje vozilom dolazi kroz vid. Dobra vizualna percepcija omogućuje vozačima da prepoznaju promjene u okolini, kao što su povećanje brzine ili smanjenje udaljenosti drugih vozila, što omogućuje pravovremeno reagiranje i sprječava sudare.

Vizualna percepcija nije samo oštrina vida. Također uključuje sposobnost procjene dubine, percepciju boja, brzinu i smjer kretanja objekata, kao i sposobnost praćenja više objekata u isto vrijeme. Osim toga, vozači se moraju suočiti s različitim uvjetima osvjetljenja, vremenskim uvjetima i drugim čimbenicima koji mogu utjecati na njihovu vizualnu percepciju.

Važnu ulogu kao element vizualne percepcije vozača ima pažnja. To je sposobnost vozača da se svjesno fokusira na određenu situaciju u prometu. Najvažnije svojstvo je koncentracija, ključan čimbenik sigurne i odgovorne vožnje. Vozači su u vožnji koncentrirani i pažnja im je usmjerena na prometnicu, prometne okolnosti i kontrolu nad vozilom te prate prometnu situaciju i u pravom trenutku poduzimaju određenu akciju, što rezultira izbjegavanje neželjenog događaja na cesti [10]. Odgovornost vozača je održavati maksimalnu razinu pažnje tijekom upravljanja vozilom i pridržavati se prometnih zakona i propisa.

Vizualna percepcija može biti narušena različitim čimbenicima. Umor, alkohol, droge, određeni lijekovi ali i loš vid mogu negativno utjecati na sposobnost vozača da jasno i precizno percipira okolinu tijekom vožnje. Narušena vizualna percepcija vozača može rezultirati lošim procjenama udaljenosti, kasnim reakcijama na opasnosti ili ignoriranjem prometnih znakova. Zbog toga je važno da vozači budu u dobrom psihičkom stanju, odmorni i koncentrirani tijekom vožnje, kako bi se smanjio rizik nastanka prometne nezgode.

### 3.3 Vizualna percepcija vozača u uvjetima otežane vidljivosti

Vizualna percepcija vozača u uvjetima otežane vidljivosti ima važnu ulogu u sigurnosti prometa, posebno kada se pojavljuje magla, kiša, snijeg ili zamagljeni prozori. Otežana vidljivost može dovesti do smanjenja svjetline, kontrasta i jasnoće okoline, što otežava prepoznavanje prometnih znakova, drugih vozila, pješaka i općenito ceste. Nedovoljna razina osvjetljenja ograničava uporabu perifernog vida tijekom prikupljanja podataka izvan područja osvijetljenog prednjim svjetlima, stoga je zastupljenije korištenje centralnog i fokusiranog vida, a osim navedenog, noću je smanjena i mogućnost percepcije dubine, kao i raspoznavanja boja [11].

Uvjeti koji imaju negativan utjecaj na vidljivost dijele se u tri opće skupine: problemi zbog utjecaja okoline, problemi uzrokovani vozilom te problemi uzrokovani vozačem.

- Problemi zbog utjecaja okoline – atmosferski utjecaji
  - Magla je gusta vlaga koja lebdi u zraku i može značajno smanjiti vidljivost na cestama. U takvim uvjetima vozači mogu imati poteškoća s prepoznavanjem prometnih znakova, drugih vozila i prepreka;
  - Snijeg i susnježica na cesti mogu stvoriti klizave uvjete i smanjiti vidljivost;
  - Kiša može prouzročiti mokre ceste i stvaranje lokvi koje ometaju refleksiju svjetlosti, što može smanjiti vidljivost i povećati rizik od prijanjanja guma na kolnik.
- Problemi uzrokovani vozilom
  - Nečisti prozori i retrovizori smanjuju vidljivost i ometaju vozačev pogled na cestu i okolinu, posebno tijekom loših vremenskih uvjeta;
  - Razbijeno ili oštećeno vjetrobransko staklo može smanjiti jasnoću pogleda, izobličiti sliku ili stvoriti odsjaj koji ometa vid vozača;
  - Oštećeni ili neispravni smanjuju učinkovitost što dovodi do smanjene vidljivosti i povećanje rizika od prometne;
  - Neispravna, slabo podešena ili oštećena svjetla na vozilu smanjuju potrebnu svjetlinu i vidljivost što otežava prepoznavanje drugih vozila i pješaka.

- Problemi uzrokovani vozačem

Mogu biti privremeni (umor, alkohol, droga, različiti lijekovi) i stalni (kratkovidnost, dalekovidnost, mrena i noćna sljepoća). Osim navedenog, vizualna percepcija pogoršava se starenjem, zbog čega će stariji vozači teže uočavati prometne znakove i ostale važne elemente.

## **4. UTJECAJ SIGNALIZACIJE NA VIDLJIVOST U NOĆNIM UVJETIMA**

Prometna signalizacija ima značajan utjecaj na vizualnu percepciju vozača. To uključuje različite vrste znakova, semafora, svjetlećih ploča i drugih oblika obavještanja koje pružaju informacije o prometnim pravilima, upozoravaju na potencijalne opasnosti, reguliraju promet i daju smjernice za sigurno putovanje.

Vožnja noću daleko je opasnija od vožnje danju, a glavni uzrok tome je loša vidljivost koja je smanjena tri puta u odnosu na vidljivost tijekom dnevne vožnje.

Problemi preglednosti vozača u noćnim uvjetima često su povezani s niskim osvjetljenjem, povećanim kontrastom između svjetla i sjene te smanjenom sposobnošću oka da se brzo prilagodi na promjene svjetlosnih uvjeta. Nedostatak osvjetljenja vozačima stvara poteškoće u uočavanju drugih vozila, pješaka, biciklista, prometnih znakova i prepreka na cesti.

Važno je redovito održavati signalizaciju kako bi se smanjili problemi preglednosti vozača noću i kako bi se osigurala jasna vidljivost vozačima u svim vremenskim uvjetima. Pravilno postavljena signalizacija može povećati sigurnost i smanjiti rizik od prometnih nezgoda. S druge strane, nepravilno postavljeni ili oštećeni znakovi mogu zbuniti vozače i uzrokovati potencijalno opasne situacije na cesti.

### **4.1 Prometni znakovi**

Kontakt vozača i prometnog znaka događa se u tri faze [12]:

- uočavanje – otkrivanje i registriranje najmanje površine koju ljudsko oko može otkriti u kontaktu s okolinom, ali ne i oblik, boju i simbol znaka;
- prepoznavanje – raspoznavanje znaka po boji i obliku, čime se automatski raspoznaje vrsta poruke koju znak nosi (opasnost, naredba, informacija), ali ne sam simbol;
- čitanje – najvažnija faza da vozač prepozna poruku gdje dolazi do izražaja oblik i veličina, međusobni raspored i kontrast između podloge, simbola i slova.

Na slici 5. prikazane su faze percepcije prometnog znaka.



Slika 5. Faze percepcije prometnog znaka

Izvor: [13]

Tijekom vožnje noću vidljivost prometnih znakova može biti slabija zbog nedostatka prirodne svjetlosti. Da bi se noću i u uvjetima smanjene osvjetljenosti povećala vidljivost prometnih znakova moraju biti opremljeni reflektirajućim materijalima.

Reflektirajući materijali na prometnim znakovima obično koriste mikroprizme ili staklene kuglice kako bi usmjerili svjetlost natrag prema izvoru. Kada svjetlost svjetala pogodi reflektirajući materijal, svjetlost se reflektira nazad prema vozaču, čime se stvara svijetli sjaj na znaku i olakšava se njegovo uočavanje noću.

Zbog prolaska pored znakova s reflektirajućim materijalom stvara se efekt bljeska, gdje vozač percipira znak kao da bljeska ili treperi. Osim reflektirajućeg materijala, uzrok stvaranja efekta bljeska je različit kut gledanja. Manji kutovi ( $0.6^\circ - 1,5^\circ$ ) više otežavaju viđenje znaka u uspoređi s većim kutovima (veći od  $2^\circ$ ) [14]. Kako bi se smanjio9 efekt bljeska i poboljšala sigurnost noćne vožnje potrebno je prilagoditi brzinu, redovito održavati svjetla na vozilu i povećati opreznost.

Prometni znakovi obično su izrađeni u jarkim bojama kako bi se istaknuli na cesti i privukli pažnju vozača. Kontrast između znakova i pozadine također je važan jer poboljšava čitljivost znakova, posebno u lošim vremenskim uvjetima ili noću kada je vidljivost smanjena. Dizajnirani su s jednostavnim i prepoznatljivim simbolima kako bi se vozačima omogućilo brzo prepoznavanje informacija dok se kreću cestom. Brzina prepoznavanja važna je jer vozači trebaju donositi odluke na temelju informacija koje primaju.



## **4.2 Oznake na kolniku**

Oznake na kolniku dio su prometne signalizacije te se ucrtavaju, utiskuju ili lijepe u kolnički zastor. Vozačima pružaju vizualne smjernice i informacije o prometnoj sigurnosti. Oznake na kolniku, kao što su linije, simboli, strelice i druge oznake, poboljšavaju vidljivost i orijentaciju vozača.

Mogu biti različitih boja, a svaka boja ima svoje značenje i svrhu. Uglavnom su bijele ili žute boje, no mogu biti crvene, plave, zelene ili narančaste, a dijele se na uzdužne oznake na kolniku, poprečne oznake na kolniku te ostale oznake poput strelica, natpisa, oznaka uz rub kolnika, polja za usmjeravanje prometa i slično. Bijele oznake na tamnom kolniku imaju visok kontrast, što ih čini lako vidljivima tijekom noćne vožnje.

Da bi se povećala vidljivost oznaka na kolniku pri vožnji noću ili u uvjetima smanjene vidljivosti, izrađuju se od reflektirajućih materijala. Reflektivni elementi osiguravaju bolje prepoznavanje i bolju orijentaciju na cesti, što smanjuje rizik od prometnih nezgoda.

Mnoge oznake na kolniku koriste mikroprizme, koje svjetlost reflektiraju natrag prema izvoru. Kada svjetlost farova vozila pogodi mikroprizme na oznakama, svjetlost se reflektira nazad prema vozaču te se time povećava vidljivost oznaka. Mikroprizme smanjuju sjaj i odsjaj znaka te vozačima omogućuju zadržati jasnoću vida. Druga vrsta reflektirajućih materijala su staklene kuglice koje se nalaze na površini oznaka i djeluju kao zrcala.

## **4.3 Rasvjeta na cesti**

Cestovna rasvjeta preduvjet je za sigurno odvijanje prometa noću ili pri smanjenoj vidljivosti. Pruža dodatno osvjetljenje ceste, prometnih znakova, oznaka na kolniku i drugih objekata, čime se poboljšava vidljivost vozača. Pravilno osvjetljenje ceste smanjuje rizik od prometnih nezgoda jer vozači imaju bolju percepciju ceste i drugih vozila, te mogu lakše prepoznati potencijalnu opasnost.

Cestovna rasvjeta ima pozitivan utjecaj na vozače, povećava koncentraciju i radnu sposobnost te smanjuje umor vozača jer pravilno osvjetljenje pruža bolji vizualni kontrast i jasnoću, što olakšava održavanje budnosti tijekom noćne vožnje.

S obzirom na vožnju, rasvjeta mora zadovoljavati sljedeće uvjete [2]:

- tijekom vožnje, prometnica mora biti vidljiva u svim detaljima;
- sva opasna mjesta treba istaknuti kako bi ih vozač mogao pravovremeno primijetiti;
- mora biti osigurana udobnost vidljivosti da se vozač ne napreže tijekom vožnje;
- trasa prometnice treba biti uočljiva i označena vizualno, tj. opremljena različitim pomoćnim sredstvima, kao što su smjerokazi, mačje oči, rubne crte i slično;
- potrebno je osigurati jednoličnu rasvjetu cijele prometnice;
- sva tlocrtna i uspravna signalizacija i drugi uređaji moraju biti vidljivi i ne smiju zaslijepljivati vozača.

## 5. DISTRAKCIJE U PROMETU

Distrakcija u vožnji odnosi se na bilo koji čimbenik koji odvlači pažnju vozača od sigurne vožnje. To su različite situacije ili aktivnosti koje skreću pogled i koncentraciju vozača s ceste. Distrakcije tijekom vožnje mogu biti vanjske ili unutarnje.

Vanjske distrakcije, kao što su reklamni sadržaji, različiti objekti i slično, odnose se na događaje izvan vozila koje mogu skrenuti pažnju vozača s ceste. Posebno su opasne jer vozači ne mogu uvijek kontrolirati okoliš oko sebe. Svaka vanjska distrakcija izvan vozila predstavlja opasnost jer smanjuje sposobnost vozača da brzo reagira na prometne situacije i potencijalne opasnosti, posebno noću ili u uvjetima smanjene vidljivosti. Jak sjaj svjetala iz suprotnog smjera, svijetle reklame ili osvijetljene ulice s jakim svjetlima mogu smanjiti vidljivost i zaslijepiti vozača, te skrenuti njegovu pažnju ceste.

Unutarnje distrakcije u vozilu odvijaju se unutar samog vozila, a u njih se ubrajaju korištenje mobilnih uređaja, konzumiranje hrane i pića, razgovaranje s putnicima, slušanje glazbe i slično. Podjednako su opasne kao i vanjske distrakcije jer smanjuju sposobnost vozača da sigurno upravlja vozilom.

Distrakcije u prometu predstavljaju najveći izazov za sigurnost na cestama, tj. problem koji zahtijeva svijest i odgovorno ponašanje svih sudionika u prometu. Na slici 6. prikazane su distrakcije i postotci njihovog utjecaja na nastanak prometnih nesreća.



Slika 6. Utjecaj distrakcija na nastanak prometnih nesreća

Izvor: [15]

Pažnja vozača noću ili u uvjetima smanjene vidljivosti je od ključne važnosti kako bi se osigurala sigurna vožnja. Smanjenje pažnje vozača predstavlja problem za sve sudionike u prometu koji može dovesti do opasnosti, a nastaje kada je vozač okupiran drugim aktivnostima i različitim distrakcijama. Kako bi vozač ostao fokusiran na vožnju, potrebno je izbjegavati korištenje mobilnih uređaja, držati dovoljan sigurnosni razmak između vozila, prilagoditi brzinu uvjetima na cesti, te ne voziti pod utjecajem alkohola ili droga.

## **5.1 Utjecaj mobilnih uređaja na vizualnu percepciju vozača**

Mobilni uređaji mogu značajno utjecati na vizualnu percepciju vozača tijekom vožnje, jer skreću pažnju vozača s ceste i prometnih situacija.

Korištenje mobilnih uređaja tijekom vožnje, posebno pametnih telefona, predstavlja jednu od najopasnijih distrakcija te je postalo jedan od vodećih uzroka nesreća na cestama diljem svijeta. Dolazi do produženog vremena reakcije vozača na prometne situacije. Kada vozači koriste mobilne uređaje, fokusirani su na ekran mobitela i njihova pažnja je usmjerena na tekst ili aplikaciju, a ne na cestu. To dovodi do usporenih reakcija na prometne signale, sudionike u prometu i opasnosti na cesti.

Prilikom zvonjave mobilnog telefona, osoba poseže rukom za istim, na njega skreće pogled da bi vidjela gdje je zapravo mobilni telefon, tko zove ili šalje poruku, rukom bira telefonski broj ili piše poruku, te se koncentrira na sam razgovor ili sadržaj poruke, pri čemu ne gleda prometnicu, ne drži obje ruke na upravljaču i ne razmišlja o prometnoj situaciji [16].

Korištenje mobitela tijekom vožnje noću može biti posebno opasno zbog smanjene vidljivosti i povećanog rizika od nesreća. Noćna vožnja već nosi izazove kao što su smanjena osvijetljenost ceste, bljeskavi svjetlosni izvori i umor vozača. Korištenje mobilnih uređaja tijekom noćne vožnje dodatno može utjecati na vizualnu percepciju vozača na sljedeće načine:

- zaslijepljenost ekrana;
- gubitak koncentracije;
- smanjena vidljivost;
- produženo vrijeme reakcije;
- umor i napetost očiju.

Također, povećava se rizik od sudara i nesreća. Studije su pokazale da vozači koji koriste mobilne uređaje imaju veću vjerojatnost da će biti uključeni u nesreće, posebno sudare s drugim vozilima, pješacima ili biciklistima.

Postoje tri glavna tipa distrakcija tijekom vožnje prilikom korištenja mobitela [17]:

- vizualna (skretanje pogleda s ceste);
- auditorna (usmjerenje na zvukove iz okoline);
- kognitivna (gubitak koncentracije na vožnju);
- motorička (uključivanje ili korištenje mobitela).

Kako bi se osigurala sigurnost na cestama, vozači bi trebali potpuno izbjegavati korištenje mobilnih uređaja dok voze.

U mnogim je zemljama korištenje mobilnih telefona tijekom vožnje zabranjeno i provode se kampanje koje upozoravaju na opasnosti upotrebe mobitela [18]. U Hrvatskoj, prema članku 196. Zakona o sigurnosti prometa na cestama (NN 85/22), vozač motornog vozila ne smije upotrebljavati mobilni telefon niti druge uređaje koji mogu umanjiti mogućnost reagiranja tijekom vožnje, ali je dopušteno korištenje mobilnog telefona uz napravu koja omogućava njegovo korištenje bez upotrebe ruku (hands-free način) [19]. Hands-free način u vožnji znači da vozač koristi uređaje ili tehnologiju koja mu omogućuje obavljanje telefonskih poziva ili drugih funkcija mobitela bez upotrebe ruku. Ovaj način je osmišljen kako bi se smanjila opasnost od korištenja mobitela tijekom vožnje, budući da vozač zadržava obje ruke na upravljaču, što povećava njegovu sposobnost da se koncentrira na vožnju i brže reagira na prometne situacije. Iako hands-free način može smanjiti fizički kontakt s mobitelom, i dalje predstavlja oblik distrakcije i može utjecati na koncentraciju vozača. Stoga je najbolje koristiti hands-free način samo kada je to zaista potrebno, kako bi se osigurala sigurna vožnja. Vozači bi uvijek trebali dati prioritet vožnji i pažljivo odabrati trenutak za korištenje hands-free tehnologije kako bi se izbjegle opasnosti povezane s distrakcijom na cestama.

## 5.2 Utjecaj reklamnih sadržaja na vizualnu percepciju vozača

Reklamni sadržaji uz prometnice, poput reklamnih panoa i svjetlosnih reklama, često su prisutni duž cesta i autocesta. Njihovo postavljanje ima određene ciljeve, služe kao sredstvo informiranja i oglašavanja, ali mogu također imati utjecaj na vozače i prometnu sigurnost. Poduzeća i organizacije koriste ove reklame kako bi privukli pozornost vozača i potencijalnih kupaca na svoje proizvode, usluge i događaje.

S druge strane, reklamni sadržaji na cestama mogu imati značajan utjecaj na vizualnu percepciju vozača, a mogu biti i izvor distrakcije koji može povećati rizik od prometnih nesreća. Ako su reklame previše uočljive, svijetle ili postavljene na neodgovarajućim mjestima, mogu ometati vozače i smanjiti njihovu pažnju na vožnju.

Na temelju analiza percepcije vozača, reklamni natpisi na cestama mogu se svrstati u najmanje tri skupine [20]:

- natpisi s velikom količinom teksta na cestama karakterizirani su kao šareni, koji sadrže razmjerno male količine grafičkih elemenata;
- grafički reklamni natpisi na cestama karakterizirani su kao šareni, koji sadrže veliku količinu grafičkih elemenata i malu količinu teksta;
- minimalni natpisni natpisi na cestama karakterizirani su s malo grafičkih elemenata ili bez njih, s malo boja i malom količinom teksta, a uglavnom velikim slovima.

Tijekom noćne vožnje, vozači imaju smanjeni vidni konus, što znači da njihovo vidno polje postaje manje. Reklame koje su postavljene u vidnom polju vozača mogu dodatno smanjiti vidljivost ceste i okoline.

Svjetlosni intenzitet i sjaj reklamnih sadržaja koji se nalaze u blizini ceste stvaraju snažan kontrast s tamnom okolinom noću i mogu zaslijepiti vozače. Ovo može ometati njihovu sposobnost jasnog gledanja na cestu, razlikovanja prometnih znakova i prepoznavanja drugih vozila ili pješaka.

Previše reklamnih sadržaja na cestama može izazvati informacijsku preopterećenost vozača. Ako je prevelik broj vizualnih informacija, vozači mogu imati poteškoća u obradi svih tih podataka i usmjeravanju pažnje na najvažnije aspekte vožnje.

Sva reklamna sredstva mogu izazvati kratkotrajnu ili dulju distrakciju vozača, smanjiti njihovu sposobnost fokusiranja na cestu i prepoznavanja prometnih znakova i drugih vozila. Distrakcija uzrokovana reklamnim sadržajima može povećati rizik od prometnih nesreća i smanjiti opću sigurnost na cestama.

Kako bi se smanjio utjecaj reklama na vozače tijekom noćne vožnje i osigurala prometna sigurnost, važno je pravilno planirati i postaviti reklamne sadržaje na cestama, te zbog toga mnoge zemlje imaju propise i ograničenja o postavljanju reklamnih sadržaja uz prometnice. Ovi propisi mogu uključivati određene prostorne i svjetlosne uvjete, ograničenja na lokaciju reklama i veličinu panoa.

Potrebno je postići ravnotežu između informiranja vozača i promoviranja proizvoda, te osiguranja sigurnosti i nesmetane vožnje. Pravilno planiranje, postavljanje i nadzor reklamnih sadržaja uz prometnice pomoći će u osiguranju sigurne i ugodne vožnje za vozače i ostale sudionike u prometu.

Također, važno je educirati vozače o opasnostima distrakcija tijekom noćne vožnje i poticati odgovorno ponašanje. Vozači bi trebali izbjegavati nepotrebne distrakcije, uključujući gledanje prema reklamama, te se usredotočiti na cestu i prometne znakove kako bi se osigurala sigurna vožnja. Kombinacija odgovornog ponašanja vozača i odgovarajuće postavljenih reklama može pomoći u očuvanju sigurnosti na cestama tijekom noćne vožnje.

### **5.3 Razgovor s putnicima tijekom vožnje**

Iako razgovor s putnicima tijekom vožnje može biti uobičajena i ugodna aktivnost koja se događa u većini vozila te ublažava monotoniju dugih putovanja, može također predstavljati određeni stupanj distrakcije za vozača, posebno ako je razgovor intenzivan ili ako se događa u situacijama koje zahtijevaju veću koncentraciju na cestu, poput vožnje u gustom prometnoj situaciji, na nepoznatim cestama ili u lošim vremenskim uvjetima.

Razgovor s putnicima tijekom vožnje može predstavljati određenu razinu distrakcije za vozača. Kada vozač sudjeluje u razgovoru, njegova pažnja je podijeljena između komuniciranja s putnicima i upravljanja vozilom, odnosno praćenja okoline na cesti. Ovo može utjecati na vozačevu sposobnost obrade informacija i brzog reagiranja na prometne situacije, što može povećati rizik od prometnih nesreća, pogotovo u kritičnim situacijama. To

može dovesti do kognitivne distrakcije jer zahtijeva vozačevu pažnju kako bi se komuniciralo s putnicima i pratilo razgovor, što znači da vozač nije u potpunosti fokusiran na vožnju.

Razgovor s drugim putnicima tijekom vožnje noću posebno je opasan zbog smanjene vidljivosti i povećanog rizika od umora.

Kako bi se smanjile distrakcije uzrokovane razgovorom sa suvozačem ili ostalim putnicima tijekom vožnje noću, vozači mogu poduzeti sljedeće korake:

- smanjiti intenzitet razgovora tijekom vožnje noću kako bi se osigurala bolja koncentracija na cestu;
- osigurati dovoljno osvjetljenje unutar vozila kako bi se olakšala komunikacija sa suvozačem bez prevelike distrakcije;
- redovito se odmarati i izbjegavati duga putovanja noću kako bi se smanjio umor i povećala pažnja na cesti;
- prekinuti razgovor sa suvozačem u kritičnim situacijama, kao što su nepoznate ceste, zahtjevni uvjeti vožnje ili prometne gužve.

Vožnja s dva ili više putnika može povećati rizik od prometne nesreće zbog razgovora tijekom vožnje. Kada ima više putnika u vozilu, razgovor može postati živahniji i složeniji, što može dodatno odvratiti pažnju vozača od ceste. Osim toga, više glasova može stvoriti veću buku u vozilu, što može otežati komunikaciju između vozača i putnika.

Zbog toga, kako bi se osigurala sigurnost, vozači bi trebali biti svjesni utjecaja razgovora s putnicima i prilagoditi intenzitet razgovora ovisno o situaciji na cesti. Ako vozač osjeti da je razgovor ometajući i smanjuje njegovu sposobnost fokusiranja na vožnju, trebao bi smanjiti intenzitet razgovora ili prekinuti razgovor dok se ne osjeća sigurnije za nastavak razgovora.



## 6. ANALIZA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U NOĆNIM UVJETIMA VOŽNJE

Sigurnost prometa odnosi se na mjere i statistike koje održavaju sigurnost prometa, usmjerene na smanjenje broja prometnih nesreća i ozljeda na cestama, te osiguranje sigurnog i odgovornog ponašanja svih sudionika u prometu. Cilj sigurnosti prometa je stvoriti okruženje na cestama koje minimizira rizik od nesreća te štiti živote i zdravlje svih sudionika u prometu, uključujući vozače, pješake, bicikliste i putnike.

Broj prometnih nesreća odražava ukupan broj prometnih nesreća, uključujući ozbiljne i manje ozbiljne nesreće, koje su se dogodile na cestama u određenom vremenskom razdoblju.

Broj prometnih nesreća koje su se dogodile tijekom noćnih sati u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019. godine iznosi 80 510. Od toga je 22 784 prometnih nesreća u kojima je minimalno jedna osoba lakše ili teže ozlijeđena, 1 143 prometne nesreće sa smrtno stradalim osobama te 56 583 prometnih nesreća sa izazvanom materijalnom štetom. U Tablici 1. prikazan je ukupan broj prometnih nesreća i njihova raspodjela s obzirom na posljedice [21].

Tablica 1. Broj prometnih nesreća tijekom noći u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019.

<b>GODINA</b>	<b>S POGINULIM OSOBAMA</b>	<b>S OSLIJEĐENIM OSOBAMA</b>	<b>MATERIJALNA ŠTETA</b>	<b>UKUPAN BROJ PROMETNIH NESREĆA</b>
<b>2010.</b>	131	2 860	7 227	10 218
<b>2011.</b>	145	2 798	6 686	9 629
<b>2012.</b>	142	2 558	6 016	8 716
<b>2013.</b>	124	2 257	5 386	7 767
<b>2014.</b>	89	2 022	4 955	7 066
<b>2015.</b>	118	2 203	5 099	7 420
<b>2016.</b>	103	2 145	5 207	7 455
<b>2017.</b>	102	2 105	5 522	7 729
<b>2018.</b>	94	2 019	5 363	7 476
<b>2019.</b>	95	1 817	5 122	7 034
<b>UKUPNO:</b>	1 143	22 784	56 583	80 510

Izvor: [21]

Broj prometnih nesreća koje su se dogodile tijekom dana u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019. godine iznosi 273 350. Od toga je 86 992 prometnih nesreća u kojima je minimalno jedna osoba lakše ili teže ozlijeđena, 2 089 prometne nesreće sa smrtno stradalim osobama te najveći broj prometnih nesreća (184 347) sa izazvanom materijalnom štetom. Ukupan broj prometnih nesreća i njihova raspodjela s obzirom na posljedice prikazani su u Tablici 2. [21]

Tablica 2. Broj prometnih nesreća tijekom dana u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019.

GODINA	BROJ DNEVNIH PROMETNIH NESREĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ			
	S POGINULIM OSOBAMA	S OSLIJEĐENIM OSOBAMA	MATERIJALNA ŠTETA	UKUPAN BROJ PROMETNIH NESREĆA
<b>2010.</b>	271	10 010	23 895	34 176
<b>2011.</b>	240	10 045	22 599	32 814
<b>2012.</b>	213	8 863	19 273	28 349
<b>2013.</b>	204	8 640	17 410	26 254
<b>2014.</b>	195	8 301	15 870	24 366
<b>2015.</b>	199	8 518	16 443	25 151
<b>2016.</b>	176	8 355	16 771	25 302
<b>2017.</b>	205	8 527	17 909	26 641
<b>2018.</b>	203	8 134	17 627	25 964
<b>2019.</b>	184	7 599	16 550	24 333
<b>UKUPNO:</b>	2 089	86 992	184 347	273 350

Izvor: [21]

Na temelju ovih podataka vidljivo je za zaključiti slijedeće:

- Broj noćnih nesreća znatno je manji od broja dnevnih nesreća, što sugerira da su nesreće tijekom dana češće.
- I u noćnim i u dnevnim nesrećama, veći broj nesreća rezultira samo materijalnom štetom, što ukazuje na to da većina nesreća nema ozbiljne posljedice za ljude.
- Postotak nesreća sa ozlijeđenim osobama u dnevnim nesrećama (31.9%) veći je nego u noćnim nesrećama (28.3%).

- Postotak nesreća sa smrtno stradalim osobama u dnevnim nesrećama (0.76%) veći je nego u noćnim nesrećama (1.42%).

Ovi podaci ukazuju na to da, iako su noćne nesreće manje u broju, one imaju veći postotak nesreća sa smrtnim ishodom u usporedbi s dnevnim nesrećama. To može ukazivati na dodatni rizik povezan s vožnjom tijekom noći, možda zbog smanjene vidljivosti, umora ili drugih čimbenika. Važno je naglasiti da se radi o podacima izuzetno velikog razdoblja i da je situacija u prometu podložna promjenama, ovisno o promjenama u zakonima, infrastrukturi, obrazovanju vozača i ostalim faktorima koji mogu uvelike utjecati na vizualnu percepciju vozača tijekom noći.

Navedeno možemo potvrditi i temeljem znanstvenog članka pod naslovom "Vožnja noću, godišnje doba i rizik od prometnih nesreća na autocestama" autora Torbjörna Åkerstedta, Göran Kecklunda i Larsa-Göran Hörtea, objavljenog u časopisu Sleep 2001. godine gdje su autori proveli istraživanje kako bi analizirali odnos između vremena u danu, godišnjeg doba i rizika od prometnih nesreća na autocestama koje rezultiraju ozljedama ili smrću.

Pa su tako autori analizirali statistiku nesreća i otkrili da je rizik od prometnih nesreća na autocestama koje rezultiraju ozljedama ili smrću noću znatno veći u odnosu na dan. Konkretno, relativni rizik od nesreća bio je pet puta veći oko 4:00 ujutro u usporedbi s vožnjom između 10:00 i 11:00 sati ujutro. Rizik je ostao značajno povišen od 23:00 sata do 6:00 sati ujutro. Isto tako, studija je tkrila da postoji izražen vrhunac rizika od nesreća u ranim jutarnjim satima, oko 4:00 ujutro. Taj se vrhunac pokazao dosljednim za različite vrste nesreća, uključujući nesreće s jednim vozilom, frontalne sudare i "druge" nesreće. Autori su predložili da je povećani rizik tijekom ranih jutarnjih sati vjerojatno posljedica pospanosti i umora. Predložili su da kombinacija aktivnosti tijekom cirkadijanskog minimuma i dugotrajnog bdijenja doprinosi povećanom riziku od nesreća. Koncept "ubacivanja spavanja" u EEG zapise vozača i prethodne studije o nesrećama povezanim sa snom podržavale su tu hipotezu. Studija je također utvrdila da je povećani rizik noću izraženiji tijekom vikenda u usporedbi s radnim danima. Razlozi za taj učinak nisu bili potpuno jasni, ali su kao moguće objašnjenje navedeni faktori kao što su produljeno bdijenje, kratki prethodni san i razlike u ponašanju vožnje tijekom vikenda.

Suprotno hipotezi da bi tama mogla doprinijeti većem riziku noću, studija je utvrdila da se povećani rizik ne može izravno povezati s tamom. Vrhunac rizika događao se u 4:00 ujutro, pet sati prije izlaska sunca, kako tijekom zimskih tako i tijekom ljetnih mjeseci. Autori su

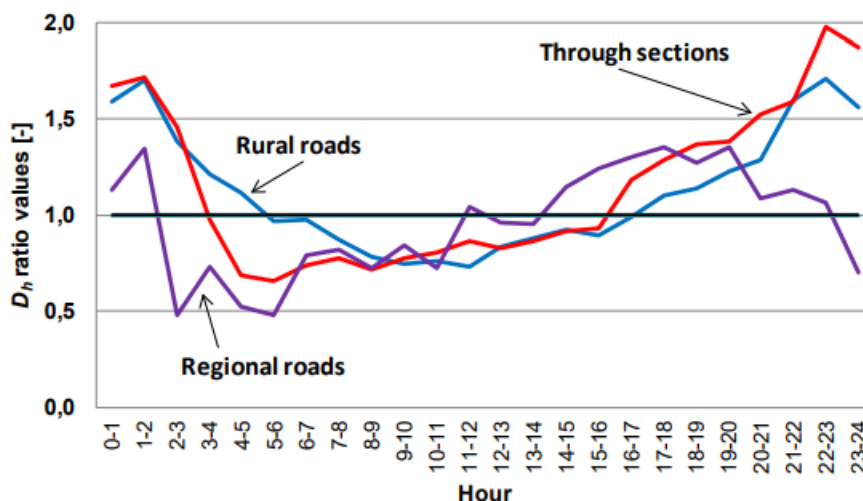
također primijetili da je rizik tijekom ljetnih noći bio veći nego tijekom zimskih noći, vjerojatno zbog faktora drugih od tame, kao što je pospanost. Iako je studija isključila nesreće povezane s alkoholom iz analize. Međutim, autori su priznali da alkohol igra značajnu ulogu u nesrećama noću, posebno tijekom ranijih noćnih sati. Autori su zaključili da rezultati imaju važne implikacije za prometnu politiku i individualne odluke o vožnji noću. Naglasili su potrebu za daljnjim istraživanjima o rasprostranjenosti umora i pospanosti na autocestama kako bi se bolje razumjeli uzroci nesreća noću [24].

Koliko je ovaj problem važan ukazalo je i istraživanje provedeno na Tehničkom sveučilištu u Krakovu u Poljskoj. Istraživanje se usmjerilo na prikaz saobraćajnih nesreća na poljskim nacionalnim i regionalnim putevima, s posebnim naglaskom na faktore koji mogu utjecati na pojavu nesreća tijekom smanjene vidljivosti noću. Ovaj problem je važan jer je unatoč manjem broju vozila tijekom noći i dalje postoji relativno veći broj nesreća u usporedbi s danom. Stoga, provedeno istraživanje se usmjerilo na identifikaciju faktora i njihovog utjecaja na povećani rizik od nesreća tijekom noći i u uvjetima smanjene vidljivosti na cestama različitog tehničkog standarda. Istraživanje je razlikovalo dvije grupe cesta: nacionalne ceste, koje uglavnom prevoze promet između većih gradova s visokim udjelom tranzitnog prometa, većim geometrijskim standardom i boljom infrastrukturom, te regionalne ceste. Regionalne ceste uglavnom služe lokalnom, manje intenzivnom prometu i karakteriziraju se nižim geometrijskim parametrima [26].

Prilikom istraživanja korištena je metoda analize koja je obuhvaća dvije faze istraživanja. Prva faza je obuhvaćala relativnu procjenu rizika od nesreća usporedbom vrsta, uzroka i lokacija nesreća u različito doba dana i noći dok je druga faza obuhvaćala pokušaj identifikacije infrastrukturnih faktora koji utječu na nesreće na cestama. Za to su korišteni vlastiti regresijski modeli za procjenu stopa nesreća na cestama. Ti modeli temelje se na podacima prikupljenim na homogenim dionicama cesta koje su klasificirane kao "opasne", odnosno one s učestalošću nesreća u tami većom od prosječnih vrijednosti. U oba slučaja, nacionalne i regionalne ceste razlikovane su za procjenu. Na taj način olakšano je procjenjivanje utjecaja tehničkih standarda dizajna i cestovne infrastrukture na sigurnost vožnje u noćnim uvjetima [26].

Ova provedena analiza pokazala je povećan rizik od nesreća na cestama prilikom noćnih vožnji, budući da su vrijednosti omjera rizika za sigurnost na cestama pokazale povećanje tijekom noćnih uvjeta: vrijednosti  $D_h$  (omjer rizika) iznosile su 1.3–2.2, ovisno o skupini cesta. Mnogo veće vrijednosti tog omjera u usporedbi s dnevnim svjetlom, dobivene su za

odabrane skupine nesreća: nesreće pješaka i vozila - 4.90 (nacionalne ceste) i 4.54 (regionalne ceste) u periodu tmine, nesreće pri udaru u prepreku uz cestu - 3.22 (nacionalne ceste) i 2.88 (regionalne ceste) noću [26].



Slika 7- Vrijednosti omjera Dh na određenim dionicama cesta

Izvor: [26]

	SUMMER TIME (April-October)		WINTER TIME (November-March)	
	National roads	Regional roads	National roads	Regional roads
Seasonal risk ratio in darkness	<b>1.63</b>	<b>1.23</b>	<b>1.55</b>	<b>1.31</b>

Slika 8 - Omjeri relativnog rizika tijekom noćnih uvjeta vožnje

Izvor: [26]

Uzimajući u obzir sve prezentirane metode relativne procjene rizika za sigurnost na cestama u noćnim uvjetima u usporedbi s dnevnim svjetlom, može se zaključiti da je rizik od nesreća u noći na nacionalnim cestama oko 60% veći u usporedbi s danom dok je na regionalnim cestama taj rizik je puno manji (1.15-1.30). Isto tako, analiza je pokazala kako povećanje rizika od nesreća ovisi i o godišnjem dobu i dobu dana ili noći (rizik je veći zimi i značajan u svitanje, u usporedbi s nacionalnim cestama). U slučaju regionalnih cesta, analiza je pokazala kako veliku ulogu imaju i infrastrukturni faktori u skupini čimbenika koji uzrokuju nesreće te da su isti veći nego na nacionalnim cestama [26].

Na temelju statistike prometnih nesreća koje je 2018. godine provelo The Royal Society for the Prevention of Accident (ROSPA) u Velikoj Britaniji pokazalo je da se najviše nesreća događa tijekom noćnih sati i to zbog pojave pospanosti tijekom vožnje, a poglavito na autocestama i monotonim cestama [25].

ROSPA tako upozorava na rizik od umora za volanom te da nudi niz savjeta i smjernica kako bi vozači smanjili rizik pospanosti tijekom noćne vožnje. Npr. to uključuje planiranje putovanja unaprijed, zajedničku vožnju ako je moguće, osiguranje odmora prije puta, izbjegavanje vožnje tijekom noćnih sati kada biste inače spavali i redovite stanke tijekom vožnje. Osim toga, naglašava se potreba za vožnjom prilagođenoj uvjetima noću kako bi se pravovremeno primijetile opasnosti i reagiralo adekvatno. Pridržavanje ograničenja brzine isto predstavlja jedan od obaveznih čimbenika kojih je nužno se pridržavati. Odnosno, mladi vozači koji su posebno osjetljivi na uvjete noću bi trebali proći dodatnu obuku dok bi stariji sudionici u prometu zbog smanjene sposobnosti procjene situacije trebali poduzeti dodatne mjere opreza [25].

## 7. MOGUĆNOST POBOLJŠANJA PREGLEDNOSTI

Vizualna percepcija vozača noću ima ključnu ulogu u sigurnosti na cestama.

Vidno polje vozača bitno je u prepoznavanju prepreka, drugih vozila, pješaka ili raznih objekata na cesti te za pravovremeno reagiranje na prometne situacije. Poboljšanje vidnog polja vozača noću može značajno doprinijeti smanjenju rizika od prometnih nesreća i povećanju sigurnosti na cestama.

Vidno polje određeno je perifernim vidom, središnjim vidom i sposobnošću fokusiranja. Periferni vid omogućuje vozaču da vidi široko područje oko sebe, što je ključno za prepoznavanje potencijalnih opasnosti na bočnim stranama vozila, dok se središnji vid koristi za fokusiranje na predmete ispred vozila, omogućujući vozaču da jasno vidi prometnu signalizaciju i cestu.

Vožnja noću i u uvjetima smanjene vidljivosti može predstavljati veliki izazov za vozače zbog nedostatka svjetla, smanjenih kontrasta i zasljepljivanja od svjetala drugih vozila. Ovo može dovesti do smanjenja vidnog polja, sporije reakcije na prometne situacije i povećanja rizika od prometnih nesreća.

Na temelju provedenog istraživanja vremena vozačeve percepcije i reakcije (PRT) poznatije i kao "driver perception and reaction time" je ključno područje istraživanja u prometnoj psihologiji i sigurnosti u prometu. Ovo istraživanje se bavi analizom vremena koje je potrebno vozaču da obradi informacije, donese odluku i reagira na prometne situacije. PRT je složeni proces koji se sastoji od nekoliko uzastopnih faza:

- Faza detekcije: u ovoj fazi vozač mora uočiti prisutnost relevantnog objekta ili događaja u svom okruženju. To uključuje primjećivanje promjena u okruženju kao što su drugi vozila, pješaci, prometni znakovi ili semafori.
- Faza identifikacije: nakon detekcije, vozač mora shvatiti što je točno detektirao i razumjeti značenje objekta ili događaja. Na primjer, vozač može primijetiti da je semafor promijenio boju i prepoznati da mora stati ili krenuti.
- Faza donošenja odluke: nakon što je vozač identificirao objekt ili situaciju, treba donijeti odluku o tome što će učiniti. To može uključivati odabir koju akciju poduzeti – zaustaviti se, ubrzati, skrenuti ili nešto drugo.

- Faza reakcije: vozač mora fizički reagirati na svoju odluku. To može uključivati pritisak na kočnicu, ubrzanje ili upravljanje volanom. Faza reakcije završava kad vozač započne s provedbom svoje odluke.

Ovo istraživanje ima značajne implikacije za sigurnost u prometu jer razumijevanje vremena PRT-a pomaže inženjerima i dizajnerima prometnih sustava da stvore bolje ceste, signalizaciju i vozila te da razviju tehnologiju koja može pružiti podršku vozačima u bržem i sigurnijem reagiranju na prometne situacije [22].

Vrijeme vozačeve percepcije i reakcije varira ovisno o različitim čimbenicima:

- Vidljivost: loša vidljivost zbog magle, kiše, snijega ili noći može značajno produljiti vrijeme PRT-a jer vozač mora dodatno potrošiti vrijeme na detekciju i identifikaciju objekata.
- Kontekst situacije: kompleksne i neočekivane situacije mogu produžiti vrijeme PRT-a jer vozač treba više vremena za obradu informacija i donošenje odluka.
- Lokacija opasnosti u vidnom polju: objekti ili događaji koji su bliže centru vozačevog vidnog polja često se brže primjećuju i obrađuju.
- Očekivanja vozača: ako vozač već ima određena očekivanja o tome što bi se moglo dogoditi u prometnoj situaciji, to može utjecati na brzinu detekcije i reakcije.

Empirijska istraživanja sugeriraju da se ukupno trajanje vremena percepcije i reakcije (PRT) kreće između 0,75 i 1,5 sekunde. Međutim, ova vrijednost može varirati ovisno o gore navedenim čimbenicima [22].

Također, dodatne distrakcije mogu utjecati na sposobnost vozača da jasno vide cestu i prepoznaju opasnosti. Distrakcije tijekom vožnje mogu biti unutarnje (mentalne) i vanjske (vizualne i auditivne). Unutarnje distrakcije uključuju misli koje odvrćaju pažnju vozača od ceste, poput brige, razmišljanja o problemima ili umora, a vanjske distrakcije obuhvaćaju sve što odvrća pažnju vozača od vožnje, poput razgovora s putnicima, korištenja mobilnih uređaja, slušanja glasne glazbe i slično.

Distrakcije mogu biti posebno opasne. Zasljepljivanje od svjetala drugih vozila, odsjaj od mokrog ili prljavog vjetrobranskog stakla, te osvjetljenje unutar vozila, poput jakih svjetala mobitela, mogu smanjiti sposobnost vozača da jasno vidi cestu i prepreke. Statistike pokazuju da je vožnja noću povezana s većim postotkom smrtnih ishoda u prometnim nesrećama u usporedbi s vožnjom tijekom dana.



Jedan od ključnih čimbenika koji može značajno poboljšati vizualnu percepciju vozača noću i u uvjetima smanjene vidljivosti na cestama je cestovna rasvjeta.

Cestovna rasvjeta itekako je važna u pružanju dodatne svjetlosti na cestama tijekom noći. Njezin glavni cilj je osigurati dovoljno osvjetljenje kako bi vozači mogli jasno percipirati okolinu, prepoznavati prepreke i druge sudionike u prometu te pravovremeno reagirati na iznenadne situacije. Kvalitetna i pravilno postavljena cestovna rasvjeta pruža veću vidljivost, smanjuje rizik od nesreća i povećava osjećaj sigurnosti kod vozača. Osim što poboljšava vidljivost vozača, također pomaže pješacima i biciklistima da budu bolje vidljivi na cesti, smanjujući rizik od prometnih nesreća, te osjećaj nelagode i nesigurnosti. Međutim, cestovna rasvjeta ima svoje izazove. Previše svjetla ili nepravilno postavljene svjetiljke mogu uzrokovati zasjenjivanje i odsjaj koji ometaju vozače. Rasvjeta može biti iscrpljujuća za oči, što može smanjiti sposobnost vozača da jasno vidi u mraku. Zbog toga je važno pravilno postaviti cestovnu rasvjetu kako bi se izbjegli negativni učinci.

U svojem članku Jenish detaljnije istražuje elemente sudara vozila i pješaka, s posebnim naglaskom na noćne uvjete. Ključni čimbenici koje ističe u svom istraživanju uključuju brzinu vozila, vidljivost pješaka te kretanje vozila i pješaka prije samog sudara. Ona također naglašava važnost vidljivosti pješaka u noćnim uvjetima i kako ta vidljivost utječe na sposobnost vozača da reagira na prisutnost pješaka.

Autor istraživanja ukazuje na sljedeće ključne aspekte:

- Vidljivost pješaka u noćnim uvjetima: vidljivost pješaka postaje kritična u uvjetima slabog osvjetljenja, kao što je noć. Vozač ne može reagirati na pješaka ako ga nije pravodobno uočio. Stoga su boja odjeće pješaka i okolinska pozadina presudni čimbenici pri procjeni udaljenosti na kojoj je pješak mogao biti vidljiv vozaču nakon što se sudar dogodio.
- Udaljenost uočavanja pješaka: prosječna udaljenost uočavanja pješaka koji nosi tamnu odjeću iznosi samo 21 metar. S druge strane, udaljenost se značajno povećava za pješake koji nose svjetliju odjeću.
- Utjecaj drugih faktora na noćnu vidljivost: osim boje odjeće, autor ukazuje na druge čimbenike koji mogu utjecati na noćnu vidljivost pješaka. To uključuje zasljepljivanje vozača od svjetla vozila iz suprotnog smjera, prisutnost drugih vizualnih elemenata u vozačevom vidnom polju (cestovna rasvjeta) [22].

Ovo istraživanje pruža važne uvide u važnost vidljivosti pješaka u prometnim situacijama, posebno u noćnim uvjetima. Razumijevanje kako različiti čimbenici poput okoline utječu na vidljivost pješaka pomaže u razvoju mjera sigurnosti u prometu i informiranju vozača o važnosti pravilnog odijevanja kako bi bili što vidljiviji drugim sudionicima u prometu. Također naglašava potrebu za tehničkim inovacijama koje bi poboljšale noćnu vidljivost pješaka i time povećale sigurnost cestovnog prometa.

Vozači mogu doprinijeti poboljšanju vizualne percepcije primjenom odgovarajućih tehnoloških i tehničkih rješenja koja mogu poboljšati vizualnu percepciju vozača u noćnim uvjetima. Ova rješenja uključuju naprednu rasvjetu vozila, sustave noćnog vida, poboljšane svjetlosne sustave na cesti i slično.

Noćni vizualni sustavi:

- neke automobilske kamere i sustavi noćnog vida koriste infracrvenu tehnologiju koja omogućuje vozačima da vide objekte i prepreke na cesti koje inače ne bi bile vidljive golim okom u mraku;
- termalne kamere detektiraju razlike u temperaturi, što omogućuje vozačima da prepoznaju živa bića, pješake i druga vozila, čak i u potpunom mraku.

Poboljšanje preglednosti u noćnim uvjetima na cesti ključno je za sigurnost vozača, putnika i pješaka. Na temelju svega navedenog možemo uvidjeti kako osiguravanje dobre rasvjete može znatno poboljšati vidljivost. To npr. uključuje postavljanje pouzdanih i svijetlih svjetiljki duž prometnica, posebno na raskrižjima, pješačkim prijelazima i ostalim mjestima. Isto tako, korištenje reflektirajućih materijala za cestovne oznake, znakove i ploče može pomoći da ih vozači bolje uoče noću. Ovi materijali reflektiraju svjetlost farova vozila, čineći ih vidljivijima. Na isti način pješaci ili biciklisti mogu nositi odjeću ili dodatke s reflektirajućim materijalom kako bi ih se lakše primijetilo na cesti. Veliku ulogu predstavlja i tehnologija vozila. Pa tako moderne tehnologije poput adaptivnih svjetala, koja prilagođavaju intenzitet svjetla prema uvjetima i prisutnosti drugih vozila, mogu značajno poboljšati vidljivost vozača. Zatim, upotreba termalnih i infracrvenih kamera može pomoći vozačima da uoče pješake i životinje koje nisu vidljive običnim svjetlima. Ova tehnologija koristi toplinsko zračenje umjesto vidljive svjetlosti.

Važno je naglasiti da osim tehničkih i tehnoloških rješenja, vozači također mogu poboljšati svoju vizualnu percepciju noću pravilnim ponašanjem na cesti kao i pravilnim održavanjem

svojeg vozila. Vozači bi trebali redovito provjeravati i održavati svjetla na svojim vozilima jer prljave ili oštećene svjetiljke mogu smanjiti njihovu učinkovitost i vidljivost. Odnosno, redovita provjera tehničke ispravnosti vozila, kao i stanja svjetala, trebala bi biti standardna praksa vozača.

Osim toga, vozači kao i pješaci i biciklisti bi trebali postati svjesniji i educirati se o važnosti dobre vidljivosti i sigurnog ponašanja noću. Sve ove stavke ključne su za smanjenje nesreća. Integracija informacija o prometu i uvjetima ceste putem pametnih prometnih sustava može pomoći vozačima da se pripreme za situacije s lošom vidljivošću. Vozači bi trebali prilagoditi brzinu i voziti pažljivo u noćnim uvjetima, uz poseban oprez na nepoznatim cestama ili u nepoznatom okruženju.

Sve ove mjere mogu doprinijeti boljoj preglednosti u noćnim uvjetima na cesti i tako pomoći u smanjenju rizika od nesreća, a što uključuje vožnju oprezno, održavanje sigurnog razmaka između vozila, pridržavanje prometnih pravila i izbjegavanje vožnje pod utjecajem alkohola ili lijekova koji mogu utjecati na vid i pažnju.

## 8. ZAKLJUČAK

U okviru istraživanja vizualne percepcije vozača u noćnim uvjetima vožnje, otkrivena su ključna saznanja koja naglašavaju važnost ovog aspekta sigurnosti u prometu. Smanjenje vidljivosti i ograničena osvjetljenost tijekom noćnih sati stvaraju izazovno okruženje za vozače, što često rezultira sporijim reakcijama i potencijalno opasnijim situacijama na cesti.

Na temelju svega navedenog, možemo uvidjeti kako vizualna percepcija ima ključnu ulogu u vožnji, omogućavajući vozačima da prepoznaju prepreke, prometne znakove i druge sudionike u prometu. U noćnim uvjetima, nedostatak prirodne svjetlosti smanjuje vidno polje vozača i otežava brzu i preciznu interpretaciju informacija. Čimbenici sigurnosti u cestovnom prometu, kao što su kvaliteta signalizacije, oznake na kolniku i rasvjeta ceste, igraju ključnu ulogu u olakšavanju vizualne percepcije vozača. Dobro postavljena prometna signalizacija i osvjetljenje pomažu vozačima da prepoznaju informacije i donesu sigurne odluke. Osim navedenog, važno je naglasiti kako svaki vozač ima svoje jedinstvene karakteristike i strategije suočavanja s noćnim uvjetima vožnje. Psihofizička svojstva, obrazovanje i iskustvo igraju ulogu u tome kako vozači percipiraju okolinu i reagiraju na izazove. Vozači bi trebali biti svjesni ograničenja svoje vizualne percepcije u noćnim uvjetima te razvijati strategije za vožnju koja minimizira rizik. Svjesnost o ovim rizicima i razvoj strategija za minimiziranje distrakcija ključni su za sigurnost noćne vožnje.

Analiza faktora koji utječu na vizualnu percepciju otkrila je da intenzitet svjetla, kontrast i prisutnost sjena igraju ključne uloge u sposobnosti vozača da identificiraju objekte, prepoznaju prepreke i sudionike u prometu te donose brze odluke. Tehnološki napredak, poput adaptivnih svjetala, pruža značajne prednosti poboljšane vidljivosti, smanjenja zasljepljivanja i bolje prilagodbe različitim uvjetima na cesti. Ovi tehnološki alati mogu povećati sigurnost vozača tako što im omogućuju bolje prepoznavanje prepreka i opasnosti.

Isto tako, treba istaknuti, iako tehnologija igra veliku ulogu u prometu, pravilna edukacija vozača ne može se zanemariti. Vozači trebaju biti svjesni svojih percepcijskih ograničenja u noćnim uvjetima i naučiti kako se prilagoditi brzim promjenama svjetlosnih uvjeta. Kombinacija tehnoloških inovacija i svijesti vozača može značajno poboljšati sigurnost noćne vožnje. Odnosno, konačni cilj je smanjiti rizike noćne vožnje kroz kontinuirane napore istraživanja, edukacije i tehnološkog razvoja. Poboljšana vizualna percepcija vozača u noćnim uvjetima može značajno pridonijeti smanjenju prometnih nesreća i očuvanju života, stvarajući sigurnije prometno okruženje za sve sudionike na cestama.

## LITERATURA

- [1] Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [2] Luburić G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijal za predavanja. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [3] Sokač, T.: Utjecaj procesa osposobljavanja kandidata za vozače na sigurnost cestovnog prometa, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.
- [4] Bukljaš Skočibušić, M., Bukljaš, Z., Zaštita u prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [5] HAK. *Vožnja bez sigurnosnog pojasa*. Preuzeto s: <https://www.hak.hr/vijest/261/crash-test-voznja-bez-sigurnosnog-pojasa-2012> [Pristupljeno: 18. Kolovoz 2023]
- [6] Pašagić, S.: Vizualne informacije u prometu; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
- [7] E. Bruce Goldstein, *Sensation and Perception*, 7th ed., Thomson Wadsworth, 2007.
- [8] Kovačević, M.: Vizualna percepcija u noćnim uvjetima vožnje; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [9] Nastavni materijali iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb; akademska godina 2018./2019.
- [10] Perotić, V.: Prometna tehnika 1., Škola za cestovni promet, Zagreb, 2006.
- [11] Babić, D.: Autorizirana predavanja iz kolegija Vizualne informacije u prometu, Zagreb, 2016./2017.
- [12] Ščukanec, A.: Primjena retroreflektirajućih materijala u funkciji cestovno prometne sigurnosti. Doktorska disertacija. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
- [13] Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, 2019.
- [14] Milošević, S.: Percepcija saobraćajnih znakova; Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2005.
- [15] Kučina I.: Analiza distrakcije vozača reklamnim sadržajima, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2020.
- [16] Staklarević, N: Pregled i analiza čimbenika distrakcije vozača i njihov utjecaj na sigurnost prometa, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2020
- [17] Prelčec, I: Utjecaj korištenja mobilnih uređaja na vozačevu percepciju prometne signalizacije, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2020.
- [18] Benedetto, A., Calvi A., i D`Amico, F.: Effects of mobile telephone tasks on driving performance: A driving simulator study. CRISS Inter-Universities Research Centre for Road Safety, 2012.

- [19] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 85/22)
- [20] Marciano, H., Setter, P.E.: The effect of billboard design specifications on driving: a pilot study, 2017.
- [21] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa (2010. – 2019.), Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske
- [22] Khan, F. S., Cades, D. M., Krauss, D. A.: *Cyclists and Pedestrians vs. Cars: Cars Win! A Human Factors Perspective*, IDC Quarterly, svez. 22, br. 3.
- [23] Jenish, G. M.: *Investigating Pedestrian Impacts: An Engineering Perspective*, Jenish Engineering Limited, Oshawa, 2002.
- [24] Åkerstedt, T., Kecklund, G., Hörte, L-G.: Night Driving, Season, and the Risk of Highway Accidents, SLEEP, svez. 24, br. 4.
- [25] ROSPA. *Road Safety Factsheet – Driving at Night Factsheet*. Preuzeto s: [file:///C:/Users/MHB/Downloads/driving-at-night-factsheet%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/MHB/Downloads/driving-at-night-factsheet%20(2).pdf) [Pristupljeno: 29 Kolovoz 2023]
- [26] Gaca, S., Kiec, M.: Risk of accidents during darkness on roads with different technical standards, 16th Road Safety on Four Continents Conference, Cracow University of Technology – Institute of Road and Railway Engineering, Cracow, Poland, 2013.

## **POPIS SLIKA I TABLICA**

### **POPIS SLIKA**

Slika 1. Čimbenici sigurnosti prometa .....	3
Slika 2. Korištenje sigurnosnog pojasa .....	8
Slika 3. Proces vizualne percepcije .....	11
Slika 4. Vrste vida .....	13
Slika 5. Faze percepcije prometnog znaka .....	18
Slika 6. Utjecaj distrakcija na nastanak prometnih nesreća .....	21
Slika 7- Vrijednosti omjera Dh na određenim dionicama cesta.....	31
Slika 8 - Omjeri relativnog rizika tijekom noćnih uvjeta vožnje .....	31

### **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Broj prometnih nesreća tijekom noći u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019. ....	27
Tablica 2. Broj prometnih nesreća tijekom dana u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2010. do 2019. ....	28

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ završni rad \_\_\_\_\_  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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 završnog/diplomskog rada pod naslovom \_\_\_\_\_ Vizualna percepcija vozača u noćnim uvjetima vožnje \_\_\_\_\_ , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 24.09.2023.

Antonela Plavčić

(ime i prezime, potpis)

Antonela Plavčić