

# Utjecaj praćenja ponašanja vozača putem telematičkih uređaja na sigurnost cestovnog prometa

---

Mamić, Slavko

Master's thesis / Diplomski rad

2024

*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:119:528979>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## Diplomski rad

UTJECAJ PRAĆENJA PONAŠANJA VOZAČA PUTEM  
TELEMATIČKIH UREĐAJA NA SIGURNOST CESTOVNOG  
PROMETA

THE IMPACT OF MONITORING DRIVER BEHAVIOR VIA  
TELEMATIC DEVICES ON ROAD TRAFFIC SAFETY

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Željko Šarić

Student: Slavko Mamić

JMBAG: 0135174382

Zagreb, listopad 2024.

Zagreb, 11. lipnja 2024.

Zavod: **Zavod za prometno-tehnička vještačenja**  
Predmet: **Prometno tehničke ekspertize i sigurnost**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7554

Pristupnik: **Slavko Mamić (0135174382)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj praćenja ponašanja vozača putem telematičkih uređaja na sigurnost cestovnog prometa**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno objasniti čimbenike sigurnosti cestovnog prometa s posebnim naglaskom na vozača. Analizirati vrste telematičkih uređaja za praćenje dinamike kretanja vozila te opisati njihov utjecaj na sigurnost cestovnog prometa. Istražiti međunarodnu znanstvenu i stručnu literaturu te predložiti mogućnosti primjene uređaja za praćenje dinamike kretanja vozila u cestovnom prometu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Željko Šarić

## Sažetak

Telematički uređaji igraju ključnu ulogu u modernoj komunikaciji i praćenju podataka, posebno u kontekstu transporta i transportne logistike. U zadnjih nekoliko godina rastući je trend praćenja vozila telematičkim uređajima, te analize ponašanja vozača u svrhu poboljšanja vještina i stila vožnje što postaje jedan od aktivnih čimbenika sigurnosti u cestovnom prometu. Različiti telematički uređaji prema tehničkim osobinama, vrstama i načinima snimanja podatka omogućuju praćenje i nadzor ne samo vozača i vozila već i aktivnu dijagnostiku i održavanje čime se smanjuje rizik od nepredvidivih kvarova. Transportne kompanije mogu koristiti telematičke uređaje za efikasno upravljanje flotom vozila, što uključuje planiranje održavanja, analizu vozača i optimizaciju troškova. Smanjenjem potrošnje goriva i optimizacijom ruta, telematika može doprinijeti smanjenju emisija štetnih plinova.

Telematika ima značajan utjecaj na ponašanje vozača, pružajući alate i metode za praćenje, analizu i poboljšanje vozačkih navika jer može prikupljati podatke o brzini, ubrzanju, kočenju i skretanju, što pomaže u identifikaciji rizičnih obrazaca vožnje. Ovi podaci omogućavaju vozačima da prepoznaju svoje slabosti i rade na njihovom poboljšanju, a dobrom motivacijom vozača moguće je potaknuti vozače na sigurniju i oprezniju vožnju kako bi se smanjila mogućnost nastanka prometnih nesreća.

**Ključne riječi:** telematički uređaj, ponašanje i stil vožnje, identifikacija rizičnih obrazaca, metode praćenja, sigurnost cestovnog prometa

## Summary

Telematics devices play a key role in modern communication and data tracking, especially in the context of transport and transport logistics. In the last few years, there has been a growing trend of monitoring vehicles with telematics devices, and analyzing driver behavior in order to improve driving skills and style, which is becoming one of the active factors of road safety. Various telematics devices according to technical characteristics, types and methods of data recording enable monitoring and supervision not only of drivers and vehicles, but also active diagnostics and maintenance, which reduces the risk of unpredictable breakdowns. Transport companies can use telematics devices for efficient fleet management, which includes maintenance planning, driver analysis and cost optimization. By reducing fuel consumption and optimizing routes, telematics can contribute to reducing harmful gas emissions.

Telematics has a significant impact on driver behavior, providing tools and methods to monitor, analyze and improve driving habits as it can collect data on speed, acceleration, braking and turning, which helps identify risky driving patterns. This data allows drivers to recognize their weaknesses and work on their improvement, and with good driver motivation it is possible to encourage drivers to drive safer and more cautiously in order to reduce the possibility of traffic accidents.,

**Keywords:** Telematic Device, Driving Behavior, Identification of Risk Patterns, Monitoring Methods, Road Traffic Safety

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. VOZAČ KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. OSOBNE ZNAČAJKE VOZAČA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. Sposobnost kao osobna značajka vozača .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. Temperament kao osobna značajka vozača .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3. Stajalište kao osobna značajka vozača.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.4. Osobne crte kao osobna značajka vozača .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.5. Karakter kao osobna značajka vozača.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. PSIHOFIZIČKE OSOBINE VOZAČA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1. Funkcija organa osjeta .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2. Psihomotorne sposobnosti .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3. Mentalne sposobnosti.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. OBRAZOVANJE I KULTURA .....</b>	<b>13</b>
<b>3. UREĐAJI ZA PRAĆENJE DINAMIKE KRETANJA VOZILA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. GPS UREĐAJ KAO SREDSTVO PRAĆENJA DINAMIKE VOZILA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. KAMERA U VOZILU KAO SREDSTVO PRAĆENJA DINAMIKE VOZILA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. SENZORI U VOZILU .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. UREĐAJ ZA SNIMANJE PODATAKA O DOGAĐAJU (EDR – TZV. CRNA KUTIJA) .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5. MOBILNI ILI TABLET UREĐAJI U VOZILU (TZV. PAMETNI TELEFONI) .....</b>	<b>21</b>
<b>4. UTJECAJ PRAĆENJA KRETANJA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. TEHNIKE I METODE DETEKCIJE PONAŠANJA VOZAČA U DOSADAŠNJIM ISTRAŽIVANJIMA .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. ANALIZA PONAŠANJA VOZAČA I DINAMIKE KRETANJA VOZILA U DOSADAŠNJIM ISTRAŽIVANJIMA .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3. ISTRAŽIVANJE UTJECAJA PRAĆENJA KRETNJA VOZILA NA VOZAČA .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.1. Metodologija istraživanja i opća struktura.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.2. Analiza rezultata istraživanja.....</b>	<b>38</b>
<b>5. MOGUĆNOST PRIMJENE UREĐAJA ZA PRAĆENJE DINAMIKE KRETANJA VOZILA U CESTOVNOM PROMETU.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1. PRAĆENJE VOZILA POMOĆU TELEMATIKE GPS-A.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2. OSIGURANJE VOZILA PUTEM PHYD – „PAY HOW YOU DRIVE“ OSIGURANJA .....</b>	<b>51</b>
<b>5.3. OSIGURANJE VOZILA PUTEM PAYD – „PAY AS YOU DRIVE“ OSIGURANJA .....</b>	<b>53</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>56</b>

# 1. Uvod

U današnjem modernom, suvremenom svijetu većini ljudi zadovoljenje osobne ali i poslovne prometne potražnje, omogućuje korištenje osobnih vozila. Sigurnost cestovnog prometa je vrlo važna komponenta društvenog, ekonomskog, gospodarskog i kulturološkog razvoja društva današnjeg svijeta. Zbog niza prednosti koje omogućava individualnom korisniku, danas je dominantno sredstvo za zadovoljavanje prijevozne potražnje osobno vozilo, odnosno automobil. Povećanjem ukupnog broja motornih vozila koja sudjeluju u svakodnevnom prometovanju, što ima za posljedicu i puno veće prometno opterećenje, povećava se i mogućnost nastanka prometnih nesreća. Shodno tome, vrlo je važno preventivno djelovati i utjecati na one čimbenike koji su odgovorni za najveći broj slučajeva prometnih nesreća, a to je u ovom slučaju čovjek.

Strpljivost, mirno i staloženo upravljanje vozilom, predvidljivo ponašanje, manjak agresivnosti i povećani oprez su parametri na koje se može utjecati i poboljšati ih, kako bi krajnji rezultat bila veća sigurnost u prometu i manji broj prometnih nesreća. Zbog navedenog, praćenje vozača i njegovog stila vožnje, ponašanja u toku vožnje te popratna analiza, u mnogočemu mogu donijeti pozitivne rezultate, a pogotovo ako se korisnika, odnosno vozača pritom može i nagraditi kako bi osim povećanja sigurnosti imao dodatan motiv zašto vozi na pametan i odgovoran način. Obzirom na značaj čovjeka i njegovog ponašanja u prometu, kako na globalnoj, tako i na lokalnoj razini kao jednog od aktivnog čimbenika koji utječe na sigurnost prometa, svrha istraživanja rada je analizirati mogućnosti i način primjene praćenja vozila i vozača prilikom sudjelovanja u cestovnom prometu te njihov utjecaj na promjenu ponašanja i vozačke navike vozača. Cilj je istražiti da li takav pristup praćenja vozača uz pomoć telematičkih uređaja koji bilježe podatke o događajima, može postići veću razinu sigurnosti u prometu te u konačnici smanjiti broj prometnih nesreća, odnosno unaprijediti kvalitetu sudjelovanja u prometu, te omogućiti putovanja bez stresa i rizika u svakodnevnom životu vozača, ali i ostalih sudionika.

Kako bi bilo odgovoreno na ovo pitanje, u diplomskom radu će se provesti analiza postojećih praksi, istraživanja i drugih mahom stranih znanstvenih radova koji su se bavili navedenom tematikom, kao i analiza vlastitog istraživanja provedenog na terenu s ciljem stjecanja uvida u sliku prometne sigurnosti među domaćim vozačima.

Struktura rada obuhvaća šest glavnih dijelova, odnosno poglavlja:

1. Uvod
2. Vozač kao čimbenik sigurnosti prometa
3. Uređaji za praćenje dinamike kretanja vozila
4. Utjecaj praćenja kretanja vozila na sigurnost cestovnog prometa
5. Mogućnost primjene uređaja za praćenje dinamike kretanja vozila u cestovnom prometu
6. Zaključak

U drugom poglavlju opisan je čovjek, odnosno vozač, kao jedan od najvažnijih čimbenika sigurnosti prometa. Na ponašanje vozača kao čimbenika sigurnosti prometa utječu brojne osobne značajke vozača, psihofizička svojstva te obrazovanje i kultura. Ljudi su različitih osobina, počevši od fizičkih svojstava do psihomotornih i mentalnih sposobnosti, a veliku ulogu igra educiranost i obrazovanje vozača u smislu poboljšanja vlastitih vještina upravljanja vozilom.

U trećem poglavlju opisane su vrste uređaja za praćenje dinamike kretanja i upravljanja vozilima, odnosno telematički uređaji čija je svrha zabilježiti odgovarajuće podatke, kao što su brzina kretanja vozila, brzina usporavanja, naglo kočenje ili naglo ubrzavanje, skretanje vozila u zavojima, položaj vozila u prostoru, potrošnja goriva, korištenje pojasa ili mobilnih uređaja, držanje nedovoljnog razmaka u odnosu na vozilo ispred i ostali slični parametri. U ovisnosti što se želi promatrati i za koju svrhu mogu se koristiti različiti uređaji kao što su GPS uređaji, pametni telefoni ili tableti, kamera u vozilu, uređaji za snimanje podataka o događaju tzv. crna kutija, a u zadnje vrijeme na novijim vozilima postoji već zavidan broj senzora koji snimaju podatke o vozilu i kretanju vozila.

U četvrtom poglavlju analizira se utjecaj praćenja kretanja vozila na sigurnost cestovnog prometa. Provedena su istraživanja tu temu, kojima se pokušalo doći do konkretnih rezultata i odgovora na pitanje: Koliki je utjecaj telematičkih uređaja na ponašanje vozača? Da li praćenje ponašanja vozača i snimanje njihovog ponašanja utječe na povećanje sigurnosti cestovnog prometa. Također, za potrebe diplomskog rada provedeno je vlastito istraživanje na uzorku od 248 sudionika. U istom poglavlju analizirani su i rezultati tog istraživanja .

U petom poglavlju navedene su mogućnosti primjene telematičkih uređaja i njihov pozitivan učinak na sigurnost prometa. Već duže vremena postoje osiguranja koja naplaćuju premije u odnosu na intenzitet i učestalost sudjelovanja u prometu. Više vremena provedenog u prometu znači i veća mogućnost nastanka prometne nesreće i obrnuto. Te police su poznate pod nazivom PAYD - „Pay as you drive“ ili „Plati ako voziš“ i PHYD - „Pay how you drive“, odnosno „Plati kako voziš“. Način korištenja vozila uvelike može utjecati na visinu premije osiguranja, stoga se vozači pozitivno motiviraju nižim cijenama polica osiguranja što u konačnici znači manje riskantne i agresivne vožnje u prometu, a time i manja mogućnost nastanka prometne nesreće.

U zaključku su opisane opće spoznaje dobivene analizom prethodnih poglavlja i rezimiraju se rezultati istraživanja utjecaja praćenja ponašanja vozača telematičkim uređajima na sigurnost cestovnog prometa.

## 2. Vozač kao čimbenik sigurnosti prometa

Prema Nacionalnom planu sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine, odnosno analiziranim podacima, čovjek je potencijalni uzrok 57% teških prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj (slika 1.). U kombinaciji s cestom, čovjek je potencijalni uzrok 35% teških prometnih nesreća, dok je u kombinaciji s vozilom potencijalni uzrok 6% teških prometnih nesreća. Analizom okolnosti koje su prethodile nastanku teških prometnih nesreća utvrđeno je da je u 39% teških prometnih nesreća brzina bila jedan od potencijalnih uzroka teških prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj. Pri tome sama brzina kao potencijalni uzrok zabilježena je u oko 17% teških nesreća. U 8% teških nesreća brzina je u kombinaciji s alkoholom, dok je u 10% brzina u kombinaciji s neopreznom vožnjom. Alkohol kao potencijalni uzrok zabilježen je u 23% teških prometnih nesreća, prilikom čega se može pretpostaviti da je vožnja pod utjecajem alkohola uzročnik oko 4% teških nesreća. Isto tako, analizom okolnosti je utvrđeno da je u čak 59% teških prometnih nesreća neoprezna vožnja jedan od potencijalnih uzroka, dok je u 38% teških prometnih nesreća neoprezna vožnja potencijalni glavni uzrok, što je nešto veći udio u odnosu na razvijenije zemlje Europe.[1]

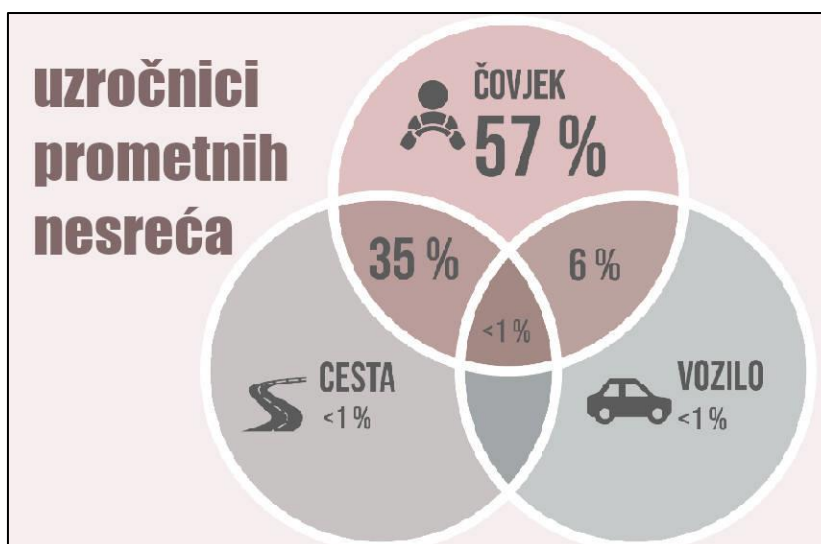
Stoga ne čudi što se čovjeka, odnosno vozača smatra ključnim čimbenikom sigurnosti cestovnog prometa.

Od svih čimbenika koji utječu na sigurnost cestovnog prometa, čovjek, odnosno vozač je najvažniji čimbenik. On svojim osjetilima prima obavijesti vezane uz prilike na cesti, te uzevši u obzir vozilo i prometne propise određuje način kretanja vozila. Uz to što je čovjek najvažniji čimbenik, on je također i najveći krivac nastanka prometnih nesreća. Njegova uloga u prometnim nesrećama iznosi 85% što se predočuje u uzrocima koji uvjetuju zakazivanje čovjeka glede sigurnosti u prometu. Na ostale čimbenike otpada samo 15%. Vozač u cestovnom prometu je dio sustava koji na osnovu dobivenih informacija donosi odluke i regulira način kretanja vozila.[2]

Prisutne su velike razlike u ponašanju vozača u mnogim različitim situacijama. One ovise o stupnju obrazovanja, zdravstvenom stanju, starosti, temperamentu, moralu, osjećajima, inteligenciji i sl. Stoga na ponašanje vozača kao čimbenika sigurnosti prometa utječu[2]:

- Osobne značajke vozača
- Psihofizička svojstva
- Obrazovanje i kultura





Slika 1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti

Izvor: <https://npscp.hr/sigurno-u-prometu/feljton-čovjek-cimbenik-sigurnosti-cestovnog-prometa-2-dio>

## 2.1. Osobne značajke vozača

Svaki čovjek se izdvaja od svih drugih pojedinaca određenih društvenih zajednica po svojoj osobnosti koja je organizirana cjelina svih osobina, svojstava i ponašanja. Na ponašanje vozača utječu unutarnji i vanjski čimbenici. Također ponašanje u prometu ovisi i o trenutnoj situaciji u kojoj se vozač zatekne, te najbolja moguća procjena te situacije. Kako bi vozač uspješno kontrolirao vozilo, potrebno je najprije kontrolirati sklad psihičkog, fizičkog i živčanog zdravlja što podrazumijeva emocionalnu stabilnost, odgovornost, znanje, navike i motoričke vještine. U prometu vozač uvijek djeluje kao cjelina. Uloga pojedine osobine ne ovisi samo o tome kakva je ta osobina, već ovisi i o tome u koju je skupinu smještena, stoga za ponašanje vozača je bitno da su ti elementi međusobno uravnoteženi i funkcionalni. Kod društveno stabilne osobe ti elementi su uravnoteženi, dok se neravnoteža javlja kod osoba sa slabim psihičkim stanjem i osobinama. Osim toga, teško je mjeriti stupanj utjecaja pojedinog elementa na ponašanje vozača u prometu jer su toliko međusobno povezani da ih je nemoguće promatrati same za sebe.[2]

Psihički stabilna i skladno razvijena osoba nužan je preduvjet za uspješno i sigurno odvijanje prometa, odnosno u kojem će se stupnju neka osoba prilagoditi uvjetima prometa ovisi o tome postoji li sklad između njezinih sposobnosti i osobina. Na psihičke funkcije utječu vanjski čimbenici koji mogu ugroziti psihofizičku sposobnost upravljanja vozilom. Povrh toga, podražaji iz vanjskog okruženja koje vozač opaža i doživljava u isto vrijeme su i psihološki podražaji, tako da se ne može precizirati koja psihička funkcija ima najznačajniju ulogu u prometu. Međutim, dobro je poznato da je bitna kombinacija više osobina, posebno trajnih osobina koje se odražavaju na ponašanje vozača.[2]

Vozač je prema vanjskim čimbenicima emocionalno i racionalno orijentiran, te tako određuje njihovu važnost i prema tome zauzima osobni stav. Ako vozač ispravno ne procijeni njihovu važnost i ne uskladi svoje ponašanje sa konkretnim zahtjevima prometne situacije može

doći do prometne nesreće. Na temelju toga postavlja se pitanje koliko je pojava iz okoliša pridonijela nastanku prometne nesreće, odnosno koliko je pridonio vozač koji nije pravilno procijenio njen značaj i prilagodio svoje ponašanje.

Pod pojmom osobe u užem smislu možemo obuhvatiti ove psihičke osobine[2]:

- Sposobnost
- Temperament
- Stajalište
- Osobne crte
- Karakter.

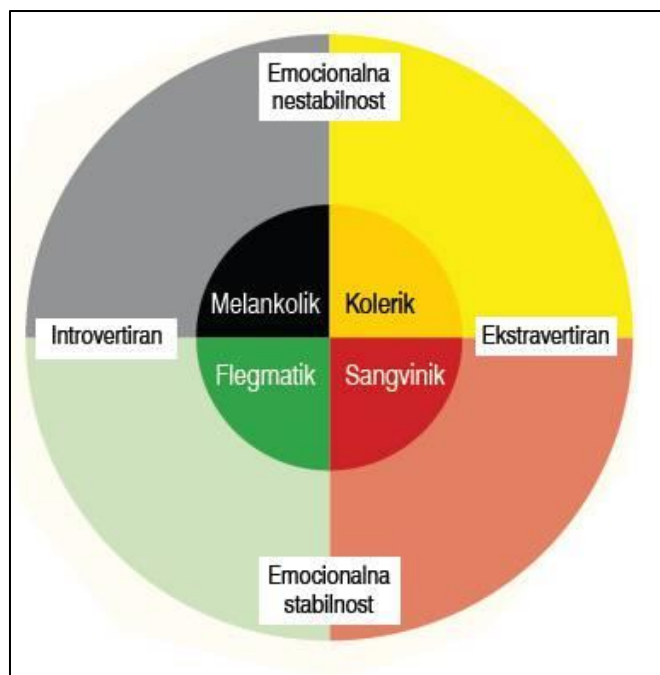
### 2.1.1. Sposobnost kao osobna značajka vozača

Sposobnost je skup prirodnih i stečenih uvjeta koji omogućuju obavljanje neke aktivnosti. Prirodne uvjete svih ljudskih aktivnosti čini anatomska građa ljudskog organizma, posebno živčanog sustava. Na osnovi tih prirodnih uvjeta pojedinac se u dodiru s prirodnom i društvenom okolinom osposobljava za nove i sve kompleksnije oblike aktivnosti, odnosno stječe nove sposobnosti. Sposobnosti svakog čovjeka su različite i variraju što je uočljivije na nekim drugim procesima nego u samom upravljanju vozilom. Kod vozača one se očituju u brzom reagiranju, registriranju zbivanja u okolini, uspješnom rješavanju nastalih problema itd.[3]

Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se uglavnom od 18 godine te do 30 godine ostaju uglavnom ne promijenjene. Između 30 - 50 godina dolazi do blagog pada sposobnosti, a od 50 godine taj pad je znatno brži. Donjom granicom smatra se 65 godina starosti. Proces starenja i posljedice koje iz tog proistječu važne su za sigurnost cestovnog prometa jer se smanjuju mentalne i fizičke sposobnosti.[4]

### 2.1.2. Temperament kao osobna značajka vozača

Temperament je urođena osobina koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije kojom određena osoba raspolaže te je njime određena brzina, snaga i trajanje reagiranja određene osobe. Obuhvaća psihičke osobine čovjeka koje su povezane s emocijama pa se ljudi mogu podijeliti na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike (slika 2.). Za profesionalne vozače nisu pogodne osobe koleričnog i flegmatičnog tipa.[4]



Slika 2. Osobnosti čovjeka

Izvor: <https://tuzlanski.ba/lifestyle/moda-i-ljepota/hipokratova-podjela-koji-ste-tip-licnosti/126648>

Vozači se razlikuju po temperamentu, pa samim time i po načinu upravljanja vozilom. Neki voze brže, agresivnije, netolerantno, impulzivnije, nervozno, dok s druge strane imamo vozače koji voze sporije, smirenije, tolerantnije i promišljenije. Osobine temperamenta i temperament ne očituju se samo u emocionalnim reakcijama, već u svim vrstama psihičkih reakcija i pokreta, a to znači u cjelokupnoj čovjekovoj aktivnosti. Zbog različitih osobina temperamenta vozači različito percipiraju situaciju u prometu i na taj način zauzimaju svoj stav o tome. Neki vozači normalne postupke drugih smatraju kao provokaciju što može dovesti do neželjenih reakcija vozača. Na formiranje temperamentnih osobina, osim nasljeđivanja, utječe i sredina u kojoj osoba živi, a pod njenim utjecajem tijekom života može doći do promijene u osobinama temperamenta. Kako se osoba razvija tako će se razviti i osobine temperamenta kao što je emocionalna zrelost, tolerancija, samokontrola i izdržljivost.[2]

Eksplozivni vozači mogu uzrokovati prometnu nesreću zbog naglih te nedovoljno određenih postupaka, dok plašljivi i neodlučni vozači zbog svoje nesposobnosti brzog odlučivanja u opasnoj situaciji također mogu pogodovati nastanku prometne nesreće. Pretjerano smireni vozači svojom sporom i opreznom vožnjom smetaju ostalim sudionicima u prometu koji zbog toga čine više prekršaja, te smanjuju propusnu moć ceste što se na neki način odražava na sigurnost prometa. Emocionalno nestabilni vozači su nervozni i neodlučni pa u teškim prometnim situacijama imaju produženo vrijeme reagiranja, stoga je takve vozače teže prilagoditi uvjetima koje promet zahtijeva. U prometu su također opasne osobe s neriješenim unutarnjim napetostima, jer pokazuju znakove ponašanja koji se manifestiraju u obliku naglih i agresivnih sklonosti. Impulzivni ljudi koji lako planu i nemaju dovoljno emocionalne stabilnosti, kao i ljudi koji lako gube smirenost u složenijim prometnim situacijama, pogotovo ako se iznenada pojave skloni su pogreškama.[2]

### 2.1.3. Stajalište kao osobna značajka vozača

Stajalište je sklonost pozitivnog ili negativnog reagiranja na određene pojave, situacije, predmete ili osobe. To je trajni sustav pozitivnog ili negativnog ocjenjivanja, osjećanja i sklonosti poduzimanju pozitivnih ili negativnih radnji u odnosu na određenu situaciju ili pojavu. Stajališta su važna dinamička svojstva osobe te su formirana na temelju njenih iskustava i imaju određen utjecaj reagiranja na nastale situacije u prometu. Kao dio osobe, stajališta utječu na razne mentalne sposobnosti, prije svega na percepciju, pamćenje, mišljenje kao i na cjelokupno ponašanje vozača. Stajališta nisu nasljedna već se ona formiraju tijekom života, pa postoji nekoliko izvora za formiranje stajališta.[2]

Stajališta vozača prema vožnji rezultat su odgoja u školi, obitelji i društvu. Ta stajališta mogu biti privremena ili stalna. Privremena stajališta mogu nastati nakon pijanstva, neprospavane noći, svađe i sličnih situacija, dok stalna mogu nastati zbog pogrešnog odgoja. Nekritično stajalište prema vožnji, samouvjerenost i nepoštivanje prometnih znakova često dovode do prometnih nesreća.[3]

Na formiranje stajališta također utječe znanje i iskustvo. Sudionik u prometu koji ima prilično dobro znanje o prirodi i izvorima određene opasnosti ili pojave u prometu imat će drugačije stajalište od osobe čija su znanja o tim područjima lošija, pa će se tako osoba koja ima veće znanje ponašati pravilnije u prometu. Iskustvo u prometu, posebno doživljena prometna nesreća, opasna situacija ili incident s pješakom, motoristom, biciklistom ili nekim drugim sudionikom u prometu igra značajnu ulogu u stvaranju negativnog stajališta o toj kategoriji sudionika, prometnoj situaciji ili događaju. Sudionik u prometu će vjerojatno imati pozitivno stajalište o prometu ako mu uvjeti u kojima se odvija promet omogućuje udovoljiti svim njegovim potrebama ili željama, u suprotnom vjerojatno će imati negativno stajalište.[3]

Stajalište je teško promijeniti pogotovo ako ga podržava društvo u kojem se pojedinac nalazi, ali nove spoznaje, bolja obaviještenost o prometu i razvoj vlastitih osobina uvelike pridonose promijeni stajališta. Stajališta se mogu mijenjati i na negativan način. Budući da su stajališta u velikoj mjeri ovisna o društvu i njihovom razumijevanju, od velike je važnosti da sudionici u prometu budu suosjećajni jedni prema drugima.[3]

### 2.1.4. Osobne crte kao osobna značajka vozača

Osobne crte su specifične strukture svakog pojedinca zbog kojih on u različitim situacijama reagira na isti način. Svaki pojedinac ima niz osobnih crta koje su različito razvijene. Od znakovitih osobnih crta mogu se izdvojiti odnos pojedinca prema sebi što se očituje kao samopouzdanje i samokritičnost, prema drugima, što se očituje kao agresivnost i dominacija te odnos prema radu što je vidljivo u upornosti i marljivosti.[3]

Kvalitetnog vozača karakterizira iskustvo i sposobnost da brzo reagira na nastale ne predviđene situacije u prometu. Također vrlo važna odlika dobrog vozača je poštivanje zakona i propisa, kao i prilagodba na trenutnu situaciju na cesti što se očituje u smanjenju brzine kretanja vozila prilikom vožnje u lošim vremenskim uvjetima ili održavanju veće udaljenosti od vozača koji se kreće nesigurno ili vozi agresivno. Tijekom vožnje bilo kojeg motornog vozila vozač bi se maksimalno trebao fokusirati na vožnju i ne dopustiti da mu nešto skrene pozornost

kao što je javljanje na mobitel ili pisanje SMS poruka tijekom vožnje. Isto tako vozači si ne bi smjeli dopustiti situacije u kojima bi se njihova sposobnost koncentracije mogla smanjiti, drugim riječima ne bi smjeli sjesti za volan ako su umorni ili su pod utjecajem alkohola ili opojnih droga.[2]

Vozač kao što brine o svojoj sigurnosti tijekom upravljanja vozilom, isto tako mora brinuti i o sigurnosti ostalih sudionika u prometu, osobito na one koji su najviše izloženi opasnosti a to su pješaci i biciklisti. Također vozač mora jasno signalizirati svoje namjere u prometu samim time i ljubaznost prema drugima, sve dok ne ometa kretanje drugim vozilima u prometu.[2]

#### 2.1.5. Karakter kao osobna značajka vozača

Karakter se očituje u moralu čovjeka i njegovu odnosu prema ljudima te prema poštovanju društvenih normi i radu. Određene karakterne osobine mogu biti pozitivne kao što su poštenje, marljivost, hrabrost, skromnost i društvenost, ali i negativne koje se prikazuju kroz sebičnost, lažljivost, plašljivost, hvalisanje i neodgovornost. Negativne karakterne osobine potencijalno su veća opasnost za sigurnost prometa od osoba s razvijenim pozitivnim karakternim osobinama.[3]

U prometu svaki sudionik ima svoju ulogu i ako ju obavlja kako treba neće biti štetnih posljedica koje ugrožavaju društvene vrijednosti. Greške u prometu su individualne akcije koje imaju utjecaja na cijeli sustav. One ugrožavaju sustav u kom se nalazimo, a svako ugrožavanje ovog sustava stavlja sudionike u prometu, odnosno korisnike tog sustava u nepovoljan, a vrlo često i u opasan položaj. Pravilno usađen sustav karakternih osobina omogućuje da se usprkos svim preprekama u prometu, postupa na nesmetan i prihvatljiv način u odnosu na moralne principe i shvaćanja društva.[2]

## 2.2. Psihofizičke osobine vozača

Psihofizički razvoj čovjeka je složen sustav i na njega utječu razni čimbenici kao što su nasljedne osobine, sredina u kojoj živi i aktivnost koju obavlja tokom života. Čovjeka i njegove psihofizičke osobine svrstavamo u objektivne čimbenike sigurnosti prometa i kao takve vrlo su važne za sigurnost prometa.

Za vozače su posebno značajne sljedeće psihofizičke osobine:

- Funkcija organa osjeta
- Psihomotorne sposobnosti
- Mentalne sposobnosti

### 2.2.1. Funkcija organa osjeta

Glavna zadaća osjetilnih organa je da vozaču omogući zapažanje okoline, odnosno preko osjetilnih organa koji podražuju živčani sustav nastaje osjet vida, sluha, ravnoteže, mirisa te mišićnog osjeta koji su jedan od glavnih osjeta potrebnih za upravljanje vozilom. Funkcije organa osjeta usko su povezane sa psihičkim stanjem vozača jer njegovo zapažanje na situacije u prometu ovisi o njegovom općem psihičkom stanju i osjećajima. Sposobnost zapažanja može umanjiti osjećaj neraspoloženja, monotonija, nemotiviranost, visoke ili niske temperature okoline, buka, razgovor, osjećaj gladi, prekomjerno uzimanje hrane, pospanost, bolest, alkohol i druga opojna sredstva. Smanjene sposobnosti zapažanja umanjuju mogućnost pravovremenog reagiranja, a time povećavaju vjerojatnosti za nastanak prometne nesreće. Za vozača najvažniji su osjet vida i sluha jer se najčešće preko njih primaju informacije o stanju u prometu. Kod osjetila vida poseban značaj ima oština vida, širina vidnog polja, razlikovanje boja i dobra prilagodba oka na svjetlo i tamu, te vid pri vožnji noću.[2]

a) Osjetilo vida - sastoji se od organa vida, odnosno oka, vidnog živca i središta za vid u mozgu. Mane i bolesti oka su kratkovidnost, dalekovidnost, slabovidnost, sljepoća, upala očne sluznice, siva mrena i sljepoća za boje, odnosno daltonizam koji zahvaća većinom mušku populaciju. Također ljudsko oko ima sposobnost raspoznati 500 nijansi sive. Gubitkom vida na jednom oku gubimo samo jednu petinu cjelokupnog vida.[2]

Osjetilo vida jedan je od glavnih funkcija organa osjeta jer pomoću njega vozač donosi 95% odluka u prometu, a pritom je vrlo važna prilagodba oka na svjetlo i tamu, oština vida, vidno polje, razlikovanje boja te sposobnost stereoskopskog primjećivanja. Prilagodba oka na svjetlo i tamu je važna sposobnost za vožnju. To je sposobnost brzoga primjećivanja nakon promjene intenziteta svjetla. Pri prelasku iz svjetla u tamu potrebno je oko 20 sekundi, dok za obrnuti proces 2 do 5 sekundi. Za vrijeme zaslijepljenosti vozač gubi osjećaj položaja te brže uočava osvijetljenije predmete, dok neosvijetljene predmete vidi tek kasnije. Na prilagodbu oka na svjetlo i tamu utječe starosna dob vozača, njegovo psihofizičko stanje, jačina osvijetljenja, način ishrane, okolina i ostalo. Vidno polje čine granice u kojima čovjek uočava predmete bez da pokreće glavu i oči. Vidno polje za oba oka se u centralnom dijelu preklapa pa je zato u tom dijelu opažanje predmeta jasnije, a dijeli se na horizontalno i vertikalno. Kod vozača s normalnim vidnim poljem ono iznosi između 40 - 140 stupnjeva u horizontalnoj ravnini, a u vertikalnoj oko 115 stupnjeva (slika 3.). Za vozače je posebno važno veliko horizontalno vidno polje. Na širinu vidnog polja utječe brzina kretanja vozila.[2]

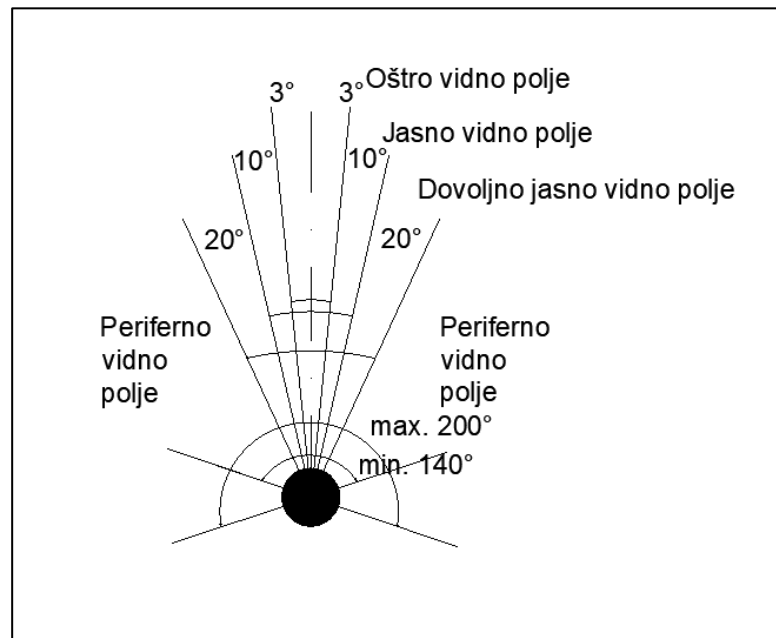


Slika 3. Vidno polje čovjeka

Izvor: <https://dr-ritz.com/pregled-vidnog-polja/>

Vidno polje (slika 4.) se može podijeliti na[2]:

- Oštro vidno polje, koje leži do tri stupnja sa svake strane od simetrale, odnosno točke fiksiranja,
- Jasno vidno polje, do 10 stupnjeva od simetrale,
- Dovoljno jasno vidno polje, koje leži do 20 stupnjeva od simetrale te se u tom području mogu postaviti prometni znakovi,
- Periferno vidno polje koje leži preko 20 stupnjeva od simetrale.



Slika 4. Podjela vidnog polja

Izvor: Staklarević N. Pregled i analiza čimbenika distrakcije vozača i njihov utjecaj na sigurnost prometa [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2020 [pristupljeno 22.10.2024.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:930201>

Za povećanje oštrog vidnog polja koriste se vanjski i unutarnji retrovizor te pokreti vozača tijelom, glavom i okom. Oštrina vida je sposobnost vozača da uoči male razlike u obliku i veličini predmeta. Ovisi o skupljanju i širenju zjenice, o akomodaciji leća oka i fotokemijskim procesima mrežnice oka. Najoštriji vid je oko centralne osi tako da kut gledanja nije veći od 3 stupnja. U vidnom polju čiji je kut između 10 do 12 stupnjeva, oštrina vida je zadovoljavajuća, dok se preko 14 stupnjeva ne mogu jasno uočiti detalji. Smanjena oštrina vida može se ublažiti nošenjem naočala, a kod profesionalnih vozača jačina naočala može biti najviše četiri dioptrije. Na oštrinu vida u vidnom polju utječe brzina kretanja vozila, starosna dob i psihološko stanje vozača. Oštrina vida najvažnija je u vezi brzog i lakog prepoznavanja predmeta, slika i slova. Za vozača jako je važna koordinacija između središnjeg i perifernog vida. Vozač perifernim vidom opaža, a središnjim prepoznaje, tako što se predmet prvo uočava perifernim vidom, a zatim se usmjerava pogled, po potrebi i okreće glava. Iskustvo vozača govori da se više koristi periferni vid, kao i da se pretraživanje u vidnom polju vrši sustavno, odnosno neiskusni vozači češće gledaju blizu vozila, pogled im duže zastaje na predmetima i imaju loš odabir što je važno, a što nije. Razlikovanje boja ili djelomična sljepoća za boje, odnosno daltonizam, je poremećaj koji bitno ne ugrožava sigurnost prometa, ali je bitan za brzo i točno opažanje prometne signalizacije. Ta je sposobnost osobito važna pri noćnoj vožnji ili vožnji po magli. Najuočljivije su žute boje, dok su plava i crvena najmanje uočljive.[2]

Sposobnost stereoskopskog zamjećivanja je sposobnost čovjeka da podjednako oštro uočava predmete na različitim udaljenostima, odnosno određivanje odnosa prema dubini i njihove međusobne udaljenosti. Ta sposobnost posebno je važna pri pretjecanju drugih vozila. Sposobnost akomodacije slabi s godinama i korekcija je moguća nošenjem naočala.[4]

b) Osjetilo sluha - organ osjetila za sluh je uho. Osjetilo sluha služi za kontrolu rada motora te za određivanje smjera i udaljenosti vozila pri kočenju, odnosno pomoću osjeta sluha određujemo mjesto izvora zvuka, smjer, kretanje, odmicanje i primicanje zvuka, također dobivamo podatke o građi te veličini izvora zvuka što u određenim situacijama može imati važno značenje za sigurnost prometa. Putem organa sluha prenosi se buka koja loše utječe na vozača jer izaziva umor i smanjuje njegovu sposobnost vožnje. Informacije koje vozač dobiva pomoću osjetila sluha dobivaju na značaju zbog zvučnih signala kojeg daju pojedini uređaji radi upozorenja vozača. Vozač koji ima oštećen sluh neće čuti te informacije i promjene zvukova koji se stvaraju u vozilu pa su mogućnosti pogreške u prometu znatno veće.[2]

c) Osjet ravnoteže - organ za osjet ravnoteže nalazi se u unutarnjem uhu. Unutarnje uho je smješteno u takozvanom koštanom labirintu u šupljinama sljepoočne kosti. Budući da čovjek ima dva uha, tako zapravo ima i dva organa za ravnotežu. Oni su međusobno dobro usklađeni i u stanju mirovanja, oni šalju podatke o položaju tijela u središnji živčani sustav i druge organe koji sudjeluju u održavanju ravnoteže. U praksi osjet ravnoteže je važan za sigurnost kretanja vozila, osobito kod vozača motora. Pomoću osjeta ravnoteže lakše se uočava nagib ceste, ubrzanje ili usporenje vozila, bočne sile u zavoju i sl.[2]

d) Osjet mirisa - nos je organ dišnog sustava koji je ujedno i osjetilni organ, dio osjetila za njuh, a miris koji čovjek osjeća može biti ugodan ili neugodan. Osjet mirisa uvelike ne utječe na sigurnost prometa, osim u posebnim slučajevima pri duljem kočenju ili kad pregore instalacije.[3]



e) Mišićni osjet - mišići su djelatni aktivni pokretači našeg tijela. Radom mišića upravlja središnji živčani sustav na način da opuštanjem i stezanjem mišića pokreću kosti. Mišićni osjet daje vozaču motornog vozila obavijest o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i o silama koje nastaju prilikom pritiska noge na papučicu kočnice, spojke ili sl.[3]

### 2.2.2. Psihomotorne sposobnosti

Psihomotorne sposobnosti su sposobnosti koje omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju brzinu, preciznost te usklađen rad mišića.

Pri upravljanju vozilom važne su ove psihomotorne sposobnosti:

- Brzina reagiranja
- Brzina izvođenja pokreta
- Sklad pokreta i opažanja

Vrijeme reagiranja je vrijeme koje prođe od trenutka pojave nekog signala ili neke određene situacije do trenutka reagiranja nekom komandom vozila. Potrebno vrijeme da vozač reagira na opasnost je između 0.5 – 1.5 sekundi. Vrijeme reagiranja vozača ovisi o njegovim individualnim osobinama, godinama starosti, jačini podražaja, složenosti prometne situacije, fizičkoj i psihičkoj kondiciji, koncentraciji i umoru vozača, uvjetima na cesti i brzini vožnje. Prirodne sposobnosti same po sebi nisu dovoljne za ugodnu i sigurnu vožnju pa se tako kvalitetnom obukom u autoškoli mogu steći određene vještine i znanja, koje uvelike mogu pomoći u daljnjem sudjelovanju u prometu.[2]

Na psihomotornu sposobnost utječe iskustvo vozača, te njegova socijalna prilagodba, dob, intelektualne i emocionalne osobine, fizičko stanje organizma, kao i umor, alkohol te neki lijekovi i sl. Vremena reagiranja vozača su različita jer na njih utječe čitav niz vanjskih i individualnih čimbenika. Ako vozač očekuje neki događaj na cesti njegovo vrijeme reagiranja će biti kraće nego kod neočekivanog događaja posebno ako je praćeno dozom straha. Na trajanje vremena reakcije utječe i radnja koju treba vozač obaviti kao na primjer za promjenu pravca kretanja treba kraće vrijeme reakcije jer se već ruke nalaze na upravljaču vozila, dok će za kočenje biti dulje vrijeme reakcije jer vozač treba nogu premjestiti s jedne komande na drugu. Za složenu i neočekivanu odluku sa više alternative potrebno je duže vrijeme nego za jednostavnu predvidljivu odluku, samim tim duže vrijeme obrade situacije smanjuje vrijeme potrebno da se dođe do druge informacije i tako može doći do grešaka u prometu te u najgorem slučaju do nastanka prometne nesreće.[3]

Vrijeme reagiranja vozača može se podijeliti na[4]:

- vrijeme zamjećivanja (vrijeme u kojem vozač prima vanjske podražaje najčešće osjetilom vida),
- vrijeme prepoznavanja (izdvajanje kritičnog detalja, odnosno stupnja opasnosti kao što je pješak na cesti ili sl.),
- vrijeme procijene (vrijeme donošenja odluke na temelju primijećene situacije),
- vrijeme akcije (vrijeme u kojem vozač realizira donesenu odluku).

### 2.2.3. Mentalne sposobnosti

Mentalne sposobnosti su inteligencija, pamćenje, mišljenje, učenje i sl. Osoba s razvijenim mentalnim sposobnostima bolje upoznaje svoju okolicu i uspješno se prilagođava nastalim okolnostima. Mentalno nedovoljno razvijenu osobu obilježuje pasivnost svih psihičkih procesa, a time i nemogućnost prilagođavanja uvjetima prometa. Jedna od važnijih mentalnih sposobnosti za efikasno upravljanje vozilom u prometu je inteligencija, najčešće definirana kao sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama uporabom novih odnosno nenaučenih reakcija. U intelektualno nedovoljno razvijene osobe ti su procesi spori i pasivni.[3]

Inteligentniji vozači lakše će se snaći u složenijim prometnim situacijama i pravilnije koristiti svoje stečeno iskustvo. Stupanj ovih sposobnosti prikazuje stvarne mogućnosti donošenja brze i točne procjene novonastale prometne situacije te brzinu donošenja odluke o načinu reakcije na tu situaciju. Inteligencija nije najvažniji kriterij za sposobnost upravljanja vozilom. Ni najinteligentniji ljudi ne mogu biti uspješni vozači ako im ostale osobine i psihičke funkcije nisu dovoljno razvijene. Uspjeh u prometu ovisi o cijeloj čovjekovoj osobnosti i ne može se točno utvrditi koliko koja osobina ili sposobnost tome doprinosi.[2]

Da bi se pratilo, odabralo i spremno odgovorilo na promjene koje su u prometu stalne potrebna je između ostalog i budnost. Budnost je usko povezana s odlukama jer utječe na percepciju i očekivanja. Budnost mozga ovisi o promjenama podražaja što se očituje pri dugoj vožnji autocestom ili monotonim cestama gdje baš to nedostaje i zbog toga mozak može biti nedovoljno efikasan. Za mentalnu koordinaciju potrebno je uvježbati moć zapažanja. Pamćenje je mogućnost usvajanja, zadržavanja, i korištenja informacija. Sa gledišta vozačkog zadatka možemo reći da ljudsko pamćenje ima tri faze[2]:

- a) Senzorno pamćenje – je trenutno i osjetljivo je na trenutni podražaj. Ono ne zadržava dugo informaciju te ona nestaje za oko jednu sekundu i zamijenit će je nova informacija.
- b) Kratkotrajno pamćenje – naziva se još i radno pamćenje u kom se privremeno zadržavaju informacije koje zahtijevaju obradu te ima ograničen kapacitet. Informacija se gubi za otprilike 30 sekundi, osim ako se informacija ne ponavlja ili primjenjuje u drugoj aktivnosti. Većinu prometnih znakova, oznaka na kolniku, vozila, pješaka i drugih pojava što ih vozač uočava tokom vožnje zahtijevaju samo rutinsku obradu koja se vrši u okviru kratkog pamćenja.
- c) Dugotrajno pamćenje – informacija ima neograničen kapacitet, te se može povratiti poslije događaja, a može čak ostati za cijeli život. Da bi smo se dosjetili neke informacije iz dugoročnog pamćenja služimo se prisjećanjem.

## 2.3. Obrazovanje i kultura

Važnu ulogu na ponašanje vozača u prometu ima i njegovo obrazovanje. Vozač koji je stekao određeno obrazovanje poštuje prometne propise i odnosi se odgovorno i ozbiljno prema

ostalim sudionicima u prometu. Tijekom vožnje takav se vozač ne nameće drugima, nego nastoji pomoći ostalim vozačima kako bi se izbjegla prometna nesreća.[3]

Posebno značenje ima obrazovanje i educiranost vozača. Zbog velikog međunarodnog značaja edukacija vozača se sada sve više povezuje u Europi i svijetu. Kvalitetnim obrazovanjem i učenjem se postiže znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa. Tu se može ubrojiti[2]:

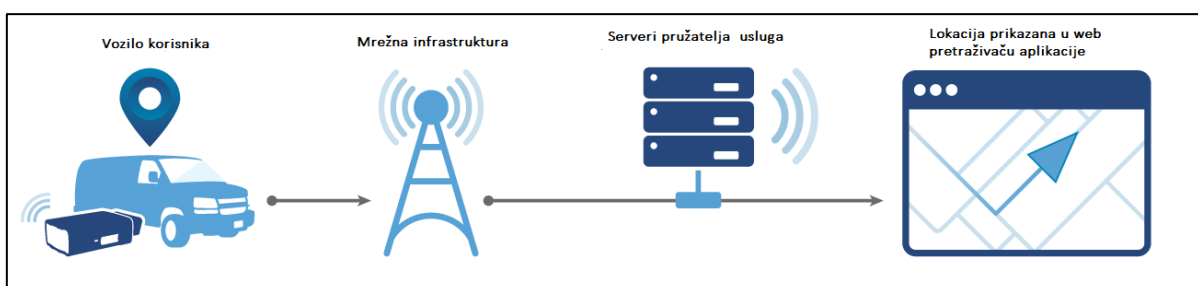
- poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa,
- poznavanje kretanje vozila,
- poznavanje vlastitih sposobnosti.

Prometna kultura je skup spoznaja, pravila i normi ponašanja u prometu na osnovu kojih pojedinac vrednuje svoje ili tuđe ponašanje u prometu ispravnim ili neispravnim, odnosno opravdanim ili neopravdanim. Jedan dio prometne kulture čine utvrđena pravila i propisi, dok drugi dio su nepisana pravila koja vrijede za sve prometne situacije s ciljem uvažavanja i poštovanja svih sudionika u prometu posebno onih koji su nezaštićeni kao što su pješaci, djeca, stariji i invalidi. Kultura je usko povezana s društvom u kojem živimo, tako da ona pravila koja vrijede u jednom društvu, ne mora značiti da vrijede i u drugom društvu. Kvalitetnije obrazovanje i kultura svih sudionika u prometu, a posebno vozača smanjuje broj i težinu prometnih nesreća.[2]

### 3. Uređaji za praćenje dinamike kretanja vozila

U širem smislu, telematika je spoj dviju znanosti — telekomunikacija i informatike poput računalnih sustava. Telematika svoje postojanje duguje trima jedinstvenim prodorima moderne tehnologije, a to su internet, GPS i komunikaciji stroj-stroj (M2M – machine to machine). Područje telematike vozila uključuje bežične sigurnosne komunikacije, GPS navigaciju, integrirane hands-free mobilne telefone i automatske sustave pomoći u vožnji. Danas se taj izraz obično koristi u odnosu na telematska rješenja koja se koriste u komercijalnim vozilima.[5] U nešto užem smislu, telematika je metoda praćenja vozila, opreme i druge imovine pomoću GPS tehnologije i ugrađene dijagnostike (OBD) za iscertavanje kretanja imovine na kompjuteriziranoj karti te bitan alat za upravljanje mnogim značajkama u komercijalnim i državnim voznim parkovima.[6]

U svojoj srži, telematski sustav uključuje uređaj za praćenje vozila instaliran u vozilu koji omogućuje slanje, primanje i pohranjivanje telemetrijskih podataka. Povezuje se putem vlastite ugrađene dijagnostike vozila (ODBII) ili CAN-BUS priključka sa SIM karticom, a ugrađeni modem omogućuje komunikaciju putem bežične mreže. Uređaj prikuplja GPS podatke kao i niz drugih podataka specifičnih za vozilo i prenosi ih putem mobilne mreže ili satelitske komunikacije na centralizirani poslužitelj. Poslužitelj očitava i analizira prikupljene podatke i omogućuje njihov prikaz krajnjim korisnicima putem web stranica ili aplikacija optimiziranih za pametne telefone i tablete (slika 5.). Snimljeni telematički podaci mogu uključivati lokaciju vozila, brzinu vozila, vrijeme mirovanja, naglo ubrzanje ili kočenje vozila, veličinu gravitacijske sile pri skretanju u zavojima, potrošnju goriva, kvarove vozila, stanje baterija kod električnih vozila, korištenje sigurnosnog pojasa u vozilu itd. Kada se analiziraju za predodređene događaje i obrasce, ove informacije mogu pružiti dubinski uvid u način korištenja i eksploatacije vozila.[6]



Slika 5. Telematika praćenja vozila  
Izvor: <https://www.geotab.com/blog/what-is-telematics/>

Kako se tehnologija razvijala, telematički sustavi su prešli sa samostalnog pristupa na otvorenu platformu, pa se telematika tim putem može integrirati u drugu hardversku opremu, softver i mobilne aplikacije za veću učinkovitost i uvid u poslovanje. Popularne telematske integracije uključuju nadzorne kamere, uređaje za elektroničko bilježenje podataka (ELD –

Electronic Logging Device), popularno zvan i crna kutija, GPS lokatori i druga slična rješenja.[6]

### 3.1. GPS uređaj kao sredstvo praćenja dinamike vozila

GPS (Global Positioning System) uređaji za praćenje lokacije vozila i opreme srce su modernih telematičkih sustava, kao i učinkovitog upravljanja voznim parkom općenito. Rade na principu izračunavanja vlastite pozicije pomoću satelitskih signala, potom prenose podatke poslužiteljima na analiziranje, a zatim ih prosljeđuju odgovarajućem softveru. To znači da je moguće koristiti vlastiti pametni telefon ili računalo i gledati u stvarnom vremenu kako se svako vozilo kreće po digitalnoj karti s vrhunskom preciznošću. Takva sposobnost praćenja može biti korisna kada se želi spriječiti krađa, optimizirati raspodjela resursa, osigurati da se vozači pridržavaju zadanih ruta, učinkovitije upravljati potrošnjom goriva i povećati sigurnost u prometu.[7]

Svaki GPS sustav za nadzor sastoji se od sljedećih komponenti[8]:

- GPS lokatora uređaja,
- mrežne veze uređaja na internet, što je najčešće SIM telefonska kartica,
- platforme za satelitsko praćenje – web stranice ili mobilne aplikacije pomoću kojih se pregledavaju informacije dobivene od uređaja.

GPS lokator (slika 6.) je elektronički uređaj koji ima mogućnost prijema informacija od satelita koji odašilju svoju točnu lokaciju. Postoje različiti satelitski sustavi za određivanje precizne lokacije, a GPS je samo jedan od njih. Osim klasičnog američkog GPS satelitskog sustava, koristi se i ruski GLONASS, kineski BEIDOU te europski sustav GALILEO. Svi oni funkcioniraju na relativno sličan način: 30-ak satelita nalazi se iznad zemlje i odašilju svoju poziciju. Geostacionarni su, odnosno nalaze se uvijek na istom mjestu iznad zemlje. GPS uređaj prihvaća te signale i na temelju njih određuje vlastitu poziciju. Minimalno je potrebno imati informacije s tri satelita kako bi se odredila približna lokacija, a kvalitetni uređaji nerijetko vide više od 10-ak satelita u svakom trenutku. Dakle, što je broj dostupnih, odnosno vidljivih satelita veći, veća je i preciznost lociranja.[8]



Slika 6. Mini GPS lokator

Izvor: <https://jeftini-top-proizvodi.com/proizvod/mini-gps-lokator/>

Spoj uređaja na internet ostvaruje se spajanjem na GSM mrežu. Za tu namjenu koristi se SIM telefonska kartica. SIM kartica predstavlja jeftino i pouzdano rješenje za spajanje svih uređaja na internet, pa tako i GPS lokator uređaja. Moguće je koristiti bilo koju SIM telefonsku karticu lokalnih teleoperatera. Platforma za satelitsko praćenje se sastoji od mobilne aplikacije i/ili web stranice. To je treća komponenta sustava za praćenje. Dobra platforma ima mobilnu aplikaciju koja se instalira na korisnikov Android ili iOS uređaj i web stranicu. Web stranica često ima dodatne mogućnosti u odnosu na mobilnu aplikaciju jer je namijenjena za korištenje na većim ekranima pa samim time i prikaz može biti detaljniji i lakši za korištenje. Dakle, platforma predstavlja ključnu komponentu svakog sustava za nadzor.[8]

### 3.2. Kamera u vozilu kao sredstvo praćenja dinamike vozila

Ovi kompaktni video uređaji, postavljeni na instrument ploče ili vjetrobranska stakla (slika 7.), izvrstan su alat za povećanje odgovornosti vozača i svijesti o okolini, što u konačnici čini ceste mnogo sigurnijima. U slučaju nesreće ili nekog drugog događaja, snimka djeluje kao konkretan dokaz, nudeći nepristran prikaz incidenta. Promiču odgovornost, poboljšavaju vozačke navike, pomažu u dokazivanju nevinosti vozača u prometnim nesrećama i često sprječavaju da se nesreće uopće dogode jer su vozači svjesni da se njihove radnje snimaju i bilježe te stoga izbjegavaju konfliktnu i rizičnu situaciju. Da bi uređaj u potpunosti iskoristio svoje mogućnosti, trebao bi se neprimjetno integrirati sa softverom za upravljanje vozilom. To uključuje snimanje incidenata u vožnji te nekih drugih sigurnosnih čimbenika koje je potrebno izbjegavati, kao što su[9]:

- naglo kočenje,
- prebrza vožnja,
- oštro skretanje,
- korištenje pametnih telefona,
- pušenje,
- umor vozača,
- držanje nedovoljnog razmaka.

Mnogi uređaji imaju i aplikacije za pametne telefone pomoću kojih se odmah mogu vidjeti zabilježeni podaci. Podaci se mogu čuvati i snimati na memorijske kartice različitih kapaciteta ili u „oblak rješenjima“ za koje je najčešće potrebno izdvojiti i određenu količinu novaca da bi se isti mogli pohranjivati u tom obliku.[9]



Slika 7. Kamera u vozilu kao sredstvo praćenja dinamike vozila

Izvor: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/servis/kamere-u-automobilu-je-li-snimanje-na-hrvatskim-cestama-protuzakonito-15300024#&gid=1&pid=3>

Kamere rade koristeći napajanje iz akumulatora vozila putem žične veze i početi će snimati samo kada je motor vozila uključen i u pokretu kako bi se izbjeglo nepotrebno pražnjenje akumulatora vozila. Senzori bilježe rizične događaje u vožnji, a snimka visoke kvalitete, čiji je zlatni standard danas 1440p, uz pomoć infracrvenih dioda i širokokutnih leća koje mogu biti okrenute prema cesti, ali i prema vozaču (slika 8.) se konstantno snima i bilježi dok je vozilo u pokretu.[10]

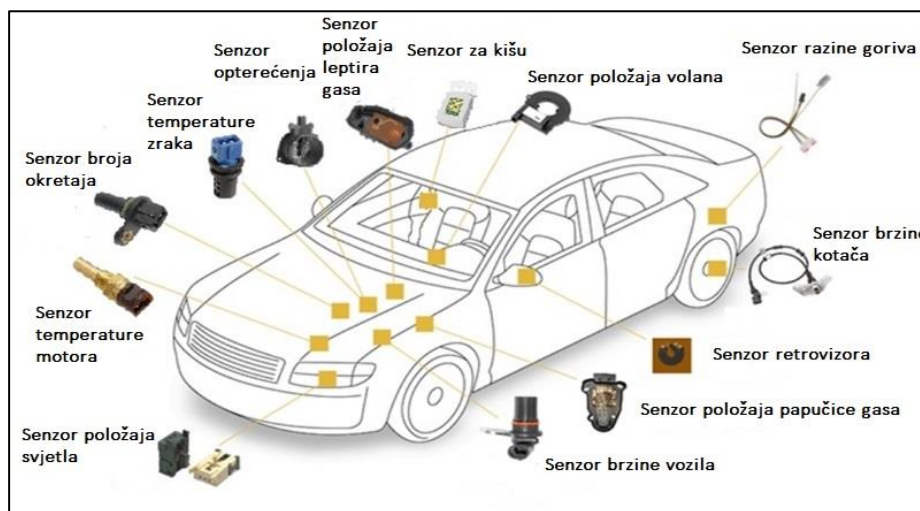
No, postoji i druga strana korištenja kamera u osobnim vozilima. Naime, snimka kamere iz automobila može itekako pomoći policiji, osiguravajućim kućama i sucima prilikom npr. utvrđivanja krivnje u prometnim nesrećama. Ipak, treba imati na umu da po hrvatskom zakonu privatna video snimka sama po sebi nije dokaz, ali je suci, po svojoj osobnoj odluci, mogu tretirati kao dokaz i ocjenjivati njenu težinu o odnosu na ostali dokazni materijal, izjave svjedoka itd. Pritom treba znati da zbog GDPR (General Data Protection Regulation) uredbe nije dozvoljeno javno objavljivati takve snimke, barem ne bez zamućivanja lica, registarskih oznaka i drugih prepoznavajućih detalja. Različite države Europske unije različito gledaju na uporabu kamera u autu pa je tako u nekim državama, primjerice u Austriji, Luksemburgu i Portugalu, korištenje kamera u automobilu zabranjeno.[10]



Slika 8. Dijelovi kamere za praćenje dinamike kretanja vozila  
 Izvor: <https://gpstechnologies.com/dashcams/>

### 3.3. Senzori u vozilu

Telematika se definitivno više ne odnosi samo na precizno određivanje lokacija imovine ljudi već se sada zahvaljujući velikom izboru senzora koji se ugrađuju u nova vozila možete pozabaviti s informacijama dobivenih putem istih i nadzirati raznoлик raspon parametara koji se odnose na stanje imovine, odnosno samog vozila, njegove performanse i ponašanje vozača, uključujući ubrzanje, razine goriva u spremniku, obrasce kočenja, uvjete okoline u vozilu (npr. temperatura, vlaga ili tlak zraka), tlak zraka u gumama, upotreba sigurnosnog pojasa itd.[7]



Slika 9. Senzori u vozilu  
 Izvor: <https://autoedu.info/autoelektronika/senzori/>

Jednostavno rečeno, s informacijama koje dolaze putem ovih senzora postaje mnogo lakše upravljati vozilom u smislu pametnijeg i racionalnijeg korištenja, upravljanju svojom imovinom tijekom cijelog radnog ciklusa, produljujući životni vijek komponenti koje sudjeluju u procesu kao i prilagođavanje na promjenu uvjeta odvijanja prometa u svrhu povećanja



sigurnosti svih sudionika u prometu. Ovim telematskim podacima odmah se mogu detektirati neželjena ponašanja i područja za poboljšanje, što omogućuje korisniku brzu reakciju i prilagodbu novonastalim situacijama prije nego što eskaliraju i počnu stvarati probleme. No ponekad, golema količina informacija koje nam pružaju senzori u vozilima mogu biti i kontraproduktivni pa je potreban oprez kako vozači ne bi upali u zamku da je više informacija uvijek i bolje.[7]

### 3.4. Uređaj za snimanje podataka o događaju (EDR – tzv. crna kutija)

Uređaje za snimanje podataka o događaju, tzv. crne kutije (slika 10.), većina ljudi povezuje sa narančastim uređajima koji se nalaze u zrakoplovima, a ne s uređajima u osobnim automobilima. U stvarnosti, ti su uređaji vrlo česti u današnjim modernim autima i bitan su alat za praćenje i upravljanje voznim parkom. Crne kutije u automobilima, odnosno uređaji za snimanje podataka o događaju koji se mogu fizički instalirati ili preuzeti u obliku aplikacije su u biti uređaji za snimanje dizajnirani da budu izuzetno robusni, što im omogućuje da prežive sudare i većinu drugih vrsta incidenata kojima vozilo može biti izloženo na cesti. To im omogućuje da se koriste za dohvaćanje bitnih informacija koje se mogu koristiti kao dokazi nakon prometne nesreće, stoga su sve popularniji posljednjih godina jer su ih osiguravajuća društva počela usvajati kako bi ponudila niže premije osiguranja. Konkretno informacije koje se bilježe razlikovat će se ovisno o uređaju i tvrtki koja ih je ugradila, ali će kontinuirano bilježiti željene informacije dok se ne uklone. Te se informacije obično prenose standardnom mobilnom mrežom radi trajnije pohrane podataka, ali u slučaju da nema mobilnog signala, kutija će i dalje snimati informacije i čuvati iste dok ih ne bude mogla poslati na željeno odredište.[11]



Slika 10. EDR (Event-Data Recorder)

Izvor: <https://www.liskeforensics.com/blog/title/event-data-recorder-edr>

Moderni uređaji za snimanje podataka o događaju iznimno su svestrani kada je u pitanju broj informacija koje mogu pratiti. Na primjer, uređaj opremljen akcelerometrom može otkriti agresivno ponašanje u vožnji, kao što je redovito prebrzo ubrzavanje ili prebrzo kočenje i skretanje u zavojima. Također može zabilježiti identifikacijske podatke vozača ako vozilo ima ugrađen digitalni tahograf.[11]

Naravno, osnovne informacije koje bilježi uređaj za snimanje podataka o događaju uključuju GPS lokaciju, podatke o brzini i informacije izravno iz sustava za izvještavanje vozila, kao što su kodovi grešaka, svjetla upozorenja i status vrata i sigurnosnih pojaseva. Ove informacije mogu biti ključne za utvrđivanje krivnje u slučaju nesreće, kao i za utvrđivanje što se dogodilo. Povrh gore navedenih stvari, uređaji za snimanje podataka o događaju također mogu pratiti sljedeće informacije[11]:

- kilometražu,
- snimke putovanja,
- trajanje vremena vožnje,
- vrijeme provedeno na lokaciji,
- potrošnju goriva,
- opterećenje motora,
- temperaturu motora,
- korištenje tempomata.

Vozači su ključni za svako korištenje vozila u prometu, ali izvući najbolje iz tih vozača nije uvijek lako. Ovaj se zadatak može olakšati analizirajući podatke prikupljene uređajima za snimanje podataka o događaju gdje se može jasno vidjeti gdje je potrebno poboljšanje i prilagodba načinu korištenja vozila.[11]

Mnoge vozačke navike koje se smatraju lošima iz perspektive sigurnosti također su loše i za potrošnju goriva. Prebrza vožnja, prebrzo ubrzavanje, prebrzo kočenje i sl. su radnje koje troše više goriva od sigurne i razumne vožnje. Također dodatno opterećuju vozilo, što zauzvrat rezultira povećanim troškovima održavanja tijekom radnog vijeka vozila. Isto tako, sigurnost u prometu se može poboljšati rješavanjem problematičnih ponašanja vozača u vožnji, kao što je osiguravanje da vozač vozi razumnom brzinom, sukladno prometnim znakovima, da razumno koči, u skladu s trenutnom prometnom situacijom i da ne prekorači razumne sate vožnje. Takvi uvjeti vožnje dovode do manjeg rizika od nesreća izazvanih vozačem kao čimbenikom u prometu. Osim toga, ako se nesreća ipak dogodi, vozaču je moguće odmah pružiti pomoć pomoću podataka o lokaciji tzv. crne kutije uživo. Također je moguće dobiti puno jasniju sliku o tome što se točno dogodilo prije i tijekom nesreće nego što se to može utvrditi od pukih očevidaca.[11]

### 3.5. Mobilni ili tablet uređaji u vozilu (tzv. pametni telefoni)

Današnje, moderno doba donosi svakodnevne inovacije koje olakšavaju obavljanje zadataka ljudima u svim vrstama industrije i granama znanosti. Jednako tako je i u cestovnom

prometu gdje do izražaja dolazi sve veća zastupljenost mobilnih ili tablet uređaja (slika 11.) u vozilima. Sukladno tome, ovi uređaji su postali još jedni u nizu rješenja za praćenje dinamike kretanja vozila.[12]



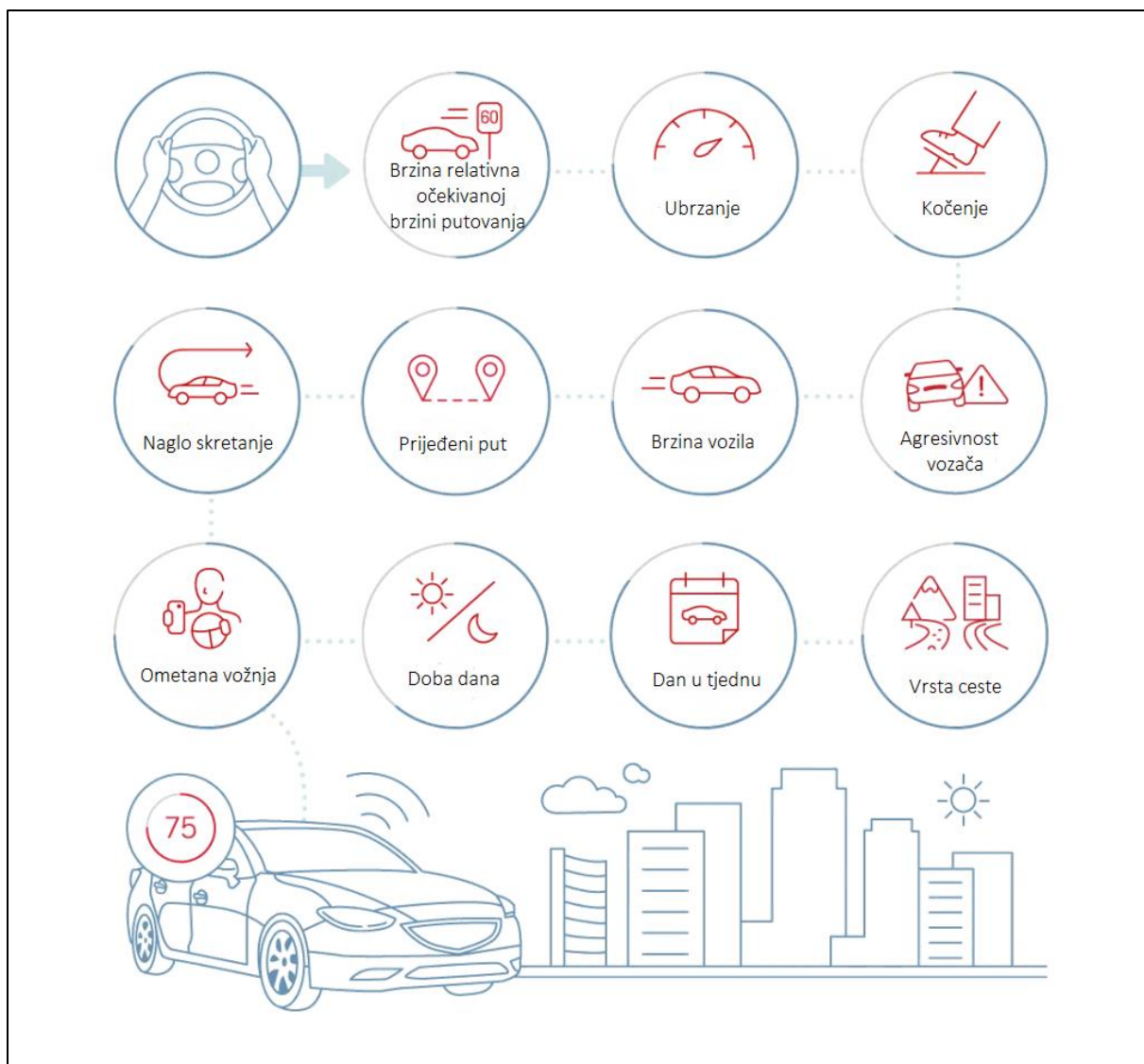
Slika 11. Tablet uređaj i pametni telefon

Izvor: <https://www.nezavisne.com/automobili/auto-novosti/Cuveni-dizajner-Tabletu-nije-mjesto-u-automobilu/535781>; <https://www.nytimes.com/wirecutter/reviews/best-smartphones/>

Mobilna telematika je izrazito koristan i moćan alat jer koristi širok raspon senzora (slika 12.) koji postoje u pametnom telefonu gotovo svakog korisnika vozila. U tipičnom modernom pametnom telefonu ti senzori uključuju[12]:

- GPS prijamnik – detektira signale s GPS satelitske mreže za pružanje podataka o lokaciji,
- Akcelerometar – otkriva ubrzanje, vibracije i nagib, što zajedno pomaže u procjeni koliko se brzo automobil kreće i u kojem smjeru,
- Žiroskop – može pomoći akcelerometru da utvrdi u kojoj je strani pametni telefon prema gore, za dodatnu preciznost,
- Magnetometar – utvrđuje gdje je sjever, a u kombinaciji s GPS prijamnikom i akcelerometrom to može pomoći u određivanju lokacije i smjera kretanja.

Zajedno, ovi senzori mogu pomoći u stvaranju velike količine iznimno korisnih podataka o načinu na koji vlasnik pametnog telefona vozi, štoviše, mogu čak otkriti da li je vozač imao nesreću na temelju unutarnjeg ispreplitanja očitavanja podataka senzora koji se nalaze u pametnom telefonu.[12]



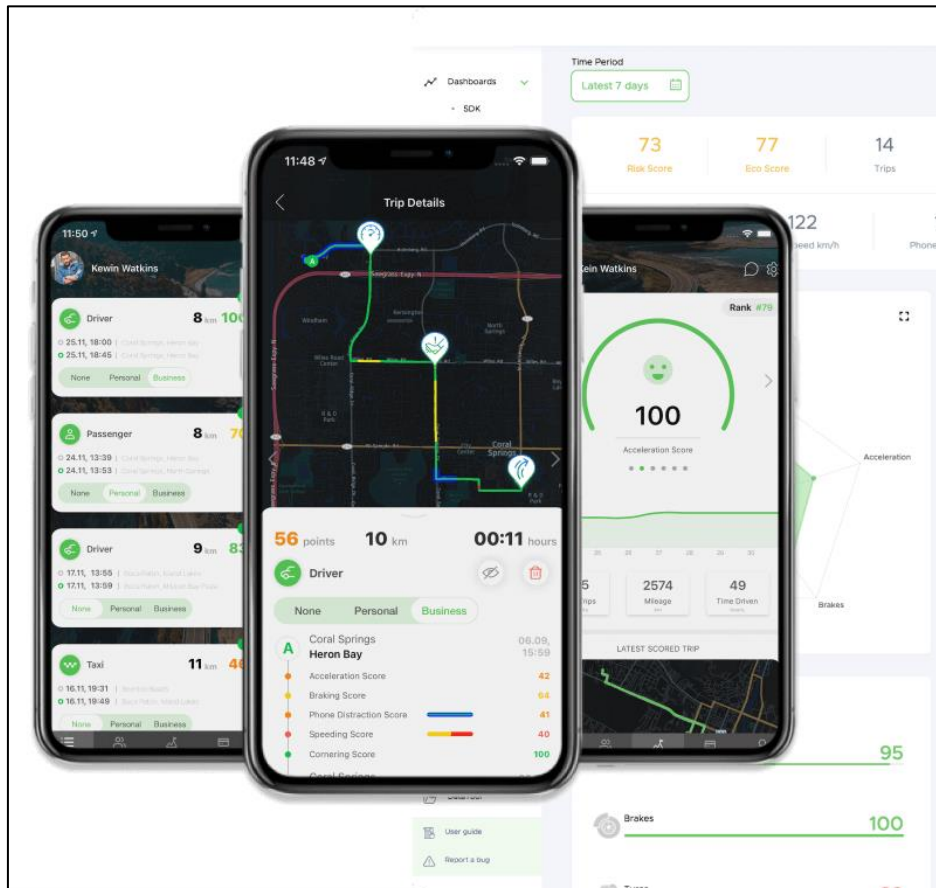
Slika 12. Vrste podataka koje bilježe pametni telefoni

Izvor: <https://ims.tech/knowledge-hub/what-is-mobile-app-telematics/>

Mobilna telematika ima jednu pozitivnu nuspojavu – ako se pravilno koristi, dolazi do izražaja njezina sposobnost značajnog poboljšanja korisničkog iskustva korištenjem mobilne aplikacije jer gotovo svaki vozač posjeduje pametni telefon koji može koristiti za pristup informacijama o svojoj vožnji, s mogućnošću da vidi i utječe na sami ishod očitavanja na temelju načina svoje vožnje. Telematika pametnog telefona nije jedini način za generiranje podataka na temelju stvarnog ponašanja u vožnji, ali može biti najočitije rješenje za svakodnevno korištenje jer pametni telefon je nešto s čime većina vozača komunicira mnogo puta dnevno. Stoga se može smatrati najprirodnijim medijem za komunikaciju unutar programa, odnosno aplikacije za praćenje dinamike kretanja vozača.[12]

Također, neke osiguravajuće kuće u Velikoj Britaniji i Kanadi idu korak dalje u korištenju mobilne telematike koristeći tehnike angažmana vozača, uključujući nagrade i pravodobno podučavanje unutar svojih aplikacija (slika 13.) kako bi tijekom vremena poboljšali ponašanje u vožnji. Na taj je način npr. Carrot Insurance, osiguravajuća kuća iz Velike Britanije

zabilježila pad učestalosti prometnih nesreća za 42%, dok je istim pristupom Onlia, osiguravajuće društvo iz Kanade, zabilježilo poboljšanje u ponašanju svojih korisnika vozača za više od 66%. Danas osiguravajuće tvrtke vrlo ozbiljno shvaćaju angažiranje svojih klijenata, implementirajući programe obuke, slanja poruka u stvarnom vremenu i programe nagrađivanja koji poboljšavaju ponašanje u vožnji, sprječavaju prometne nesreće i spašavaju živote, neposredno smanjujući vjerojatnost pojave i vrijednost odšteta. U konačnici, to je cilj mobilne telematike.[12]



Slika 13. Primjer mobilne aplikacije za praćenje podataka o načinu kretanju vozila  
Izvor: <https://www.damoov.com/smartphone-telematics-how-it-works/>

## 4. Utjecaj praćenja kretanja vozila na sigurnost cestovnog prometa

Ključna značajka telematike uređaja navedenih u prethodnom poglavlju je sposobnost prikupljanja točnih podataka, što je dovelo do toga da telematika sama po sebi postane velika industrija. Neke tvrtke nude telematske usluge za praćenje i upravljanje vozilima i voznim parkovima, koristeći odgovarajući softver na određenom telematičkom uređaju. Na takav način je lako moguće pratiti ponašanje u vožnji u smislu prebrze ili agresivne vožnje ili naglog kočenja i skretanja. Prikupljene informacije zatim koriste autoškole i upravitelji, odnosno vođitelji voznih parkova kako bi ponudili tečajeve za obuku svojih vozača, kao i za generalno praćenje vozača voznih parkova koji su uvijek u situaciji da naprave neku kobnu pogrešku na cesti čiji ishod može biti neželjena prometna nesreća.[13]

Većina današnjih platformi telematskih usluga zahtijeva skupa hardverska rješenja instalirana u vozilima za praćenje obrazaca vožnje i daljinski nadzor performansi vozila. Ali tradicionalna telematska rješenja danas se često zamjenjuju naprednijim rješenjima pametnih telefona ili tableta, smanjujući troškove i podatkovni otisak za čak 50%. Uklanjanje hardvera često je dovoljno za smanjenje ukupnih troškova uz povećanje učinkovitosti prikupljanja podataka, što dovodi do boljih ukupnih analitičkih mogućnosti. Osim toga, telematsko rješenje pametnog telefona ili tableta daleko je manje komplicirano i podržava niz mogućnosti nadzora koji se temelji na njihovim sensorima. Tako je moguće dobiti još dublji uvid u ponašanje i stil vožnje vozača, a rezultat su bolji uvjeti unutar prometnog sustava te premije osiguranja po nižoj cijeni s još većom funkcionalnošću.[13]

### 4.1. Tehnike i metode detekcije ponašanja vozača u dosadašnjim istraživanjima

Ponašanje vozača smatra se važnim čimbenikom u sustavu vozilo-vozač-okoliš. Čimbenici koji utječu na ponašanje vozača su umor, rastresenost, iskustvo, stanje okoline, stanje vozila itd. Ponašanje vozača koje nije u skladu s propisima, nemarnost, agresija, umor, nedostatak koncentracije i strpljenja povećat će vjerojatnost nesreća. Dakle, otkrivanje ponašanja vozača jedno je od zanimljivijih područja istraživanja u prometnim sustavima.[13]

Prepoznavanjem i razlikovanjem normalne od agresivne vožnje sustav za nadzor upozorava vozača na njegovu opasnu vožnju. Vozač može poboljšati svoje ponašanje i stil vožnje i smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće. Važan čimbenik u sustavu za nadzor vožnje je njegova točnost. Korištene su različite tehnike za prepoznavanje ponašanja vozača, a ključnima su se pokazali senzori čija su očitavanja ključan parametar sustava za nadzor vožnje. U dosadašnjim istraživanjima koristile su se razne metode za otkrivanje ponašanja vozača što je u konačnici omogućilo identifikaciju prednosti i nedostataka svake metode.[13]

Nedvojbeno je da prometne nesreće postaju sve veća briga u mnogim zemljama svijeta jer su jedan od vodećih uzroka smrti i ozljeda. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO – World Health Organization) iz 2023.godine, otprilike 1,19 milijuna ljudi godišnje pogine u prometu, a dodatnih 20-50 milijuna pretrpi ozljede različitih težina, od kojih

mnogi postanu osobe s invaliditetom.[14] Osim potrebe za sigurnosti u prometu, potrošnja goriva i emisije plinova također su doveli do toga da proizvođači vozila, industrije vezane uz automobilski svijet i istraživački centri diljem svijeta razvijaju rješenja za praćenje ponašanja u vožnji, stila vožnje, manevara i performansi promatranih vozila. Snimanje manevara vožnje i događaja u stvarnom vremenu zahtijeva različite vrste senzora koji bilježe promjene parametara kao što su ubrzanje, smjer, brzina i pozicioniranje u prostoru.[13]

Trenutačno dostupni sustavi nadzora temelje se na različitim tehnologijama prikupljanja podataka, kao što su usluge globalnog pozicioniranja (GPS), globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS), senzori kretanja u vozilu dostupni putem CAN-BUS ili OBD sustava, vanjski sustavi razvijeni za posebne namjene, te sve popularnije pametne telefone. Pojava mobilnih telefona i senzorske tehnologije u pametnim telefonima te uz pomoć njihove široke rasprostranjenosti i sve većim kapacitetom dovela je do razvoja velikog broja aplikacija, posebno u području sigurnosti vožnje. Pametni telefoni sada igraju važnu ulogu u području inteligentnih transportnih sustava (ITS) kao što su detekcija ponašanja vozača i nadzor vozila.[13]

Klasifikacija ponašanja vozača smatra se složenim pitanjem jer je to višedimenzionalni problem i podložan je nekoliko osobitosti vozača kao i stanju u prometu. Stanje u prometu uvjetovano je skupinom varijabli kao što su uvjeti na cesti, kinematika vozila i ponašanje vozača. Svi ti čimbenici mogu se opisati skupom nejasnih pravila vožnje razvijenih kroz iskustvo za različite vozače i uvjete. Stoga je cilj postići način prepoznavanje ponašanja i stila vozača u smislu manevara i kretanja u prometu. Za procjenu i prepoznavanje stila vožnje potrebno je uzeti u obzir različite čimbenike kao što su okolišni čimbenici, stanje na cesti i vozilo, klasifikacija i identifikacija vanjskih događaja te biološki i fiziološki status vozača. U posljednjih nekoliko godina predloženi su različiti komercijalni i istraživački sustavi za analizu ponašanja vozača i svi ti sustavi dijele zajedničku infrastrukturu, a to je sustav za nadzor vožnje. Sustavi za nadzor vožnje općenito se svrstavaju u sustave za snimanje podataka u vozilu i sustave za nadzor u stvarnom vremenu.[13]

Klasični sustavi nadzora obično koriste senzore u vozilu ili vanjske uređaje sa sustavima za prikupljanje podataka za praćenje i bilježenje performansi vožnje. Dostupni sustavi obično se temelje na dobivanju podataka o vožnji iz CAN-BUS-a izravno ili korištenjem OBD sučelja. Drugi sustavi koristili su vanjske senzorne sustave za izdvajanje nekih informacija i parametara koji nisu dostupni ili se ne mogu dobiti putem CAN-BUS-a. Hibridni sustavi koji kombiniraju senzorske sustave u vozilu i vanjske sustave također se koriste za poboljšanje točnosti i pouzdanosti kroz senzorsku fuziju obaju sustava. Najčešće su to sustavi kamera instaliranih u vozilu, s prednje i stražnje strane vozila te unutar kabine. Na taj način kamera može izravno upozoriti vozača na umor ili mu pomoći u donošenju odluke oko promjene traka. Snimač podataka u vozilu služi za identifikaciju različitih manevara vožnje uz praćenje uvjeta okoline kao faktor u analizi.[13]

Razvoj pametnih telefona tijekom posljednjih godina omogućio je onima koji posjeduju pametne telefone da u svakom trenutku nose značajnu računalnu i procesorsku moć na ili u blizini sebi. Svi noviji pametni telefoni sada su opremljeni širokim rasponom senzorskih uređaja kao što su akcelerometar, žiroskop, magnetometar i mnogi drugi senzori. Osim

ugrađenih senzora, pametni telefoni pružaju vezu sa satelitskom mrežom čime se omogućuju navigacijski sustavi i sustavi za praćenje. Shodno tome, predloženi su različiti sustavi za praćenje ponašanja u vožnji koji se temelje na pametnom telefonu kako bi se izbjeglo nekoliko problema povezanih s upotrebom različitih hardverskih rješenja. Osim ugrađenih senzora, velika prednost pametnih telefona je i niska cijena te razne druge prednosti koji omogućuju pametnom telefonu da bude dobra i učinkovita platforma za sustave za detekciju i nadzor ponašanja vozača. Senzori pametnog telefona mogu se koristiti kako bi klasificirali vožnju na normalnu i agresivnu, a na temelju senzora akcelerometra i senzora orijentacije moguće je otkriti manevre vozača i nesigurnost u vožnji.[13]

U svrhu potreba znanstvenih istraživanja, korištene su razne metode detekcije ponašanja vozača, a jedna od mnogih je pomoću instalacije CAN-BUS-a u vozilo koje je služilo za prikupljanje podataka. Za detekciju su korištene statističke metode skriveni Markovljev model (HMM - Hidden Markov Model) i Gaussov model mješavine (GMM – Gaussian Mixture Model). Na temelju jednog parametra, brzine, metode analiziraju podatke koristeći Matlab software i uspoređuju brzine u različitim događajima u prometu kao što su promjena vozne trake, pretjecanje, zaustavljanje i normalna, klasična vožnja, a sve uz ometanje i svakodnevno prirodno kretanje vozilom. Tim pristupom je otkriveno da je HMM dobio preciznije rezultate od GMM-a. Također, brzina se smanjuje s ometanom vožnjom u opasnim situacijama poput pretjecanja. Međutim, za ovaj slučaj postoji velika vjerojatnost za lažnu uzbunu u svim događajima u prometu.[13]

U sljedećoj metodi upotrijebljen je vanjski senzor kao što je GPS (Global Positioning System) za izdvajanje nekih informacija i parametara koji nisu dostupni ili se ne mogu dobiti putem CAN-BUS-a, i to na temelju bočnih i uzdužnih sila te brzine kao parametara. Identificirana su tri događaja: ubrzanje, kočenje i skretanje. Za analizu podataka korišten je SVM (Support Vector Machine), odnosno pomoćni vektorski stroj (PVS - pomoćni vektorski stroj je metoda mašinskog učenja koja se koristi za klasifikaciju i regresiju čiji je osnovni cilj pronaći optimalnu hiperravan koja razdvaja podatke u različite klase.). Otkriveno je da postoji veliki potencijal za korištenje vanjskih uređaja za prepoznavanje vrste događaja. Međutim, postotak točnosti smatra se niskim u usporedbi s drugim sustavima.[13]

U jednoj od metoda korišten je akcelerometar, žiroskop i magnetometar fizičkog uređaja za analizu i detekciju ponašanja vozača korištenjem statističke metode. Otkriveno je da postoje promjene fiksnih osi za svaku vrstu izvedenog manevra, pa tako u slučaju kočenja, ubrzanje u X osi automobila smanjuje se na negativnu vrijednost. Također, srednja i vršna vrijednost ubrzanja u X, Y i žiroskopa u Z osi pomažu u razlikovanju kočenja, ubrzanja, skretanja, a informacije o nagibu mogu pomoći u razlikovanju lijeve i desne promjene trake. Ovim principom dobiveni su dobri rezultati, ali dizajn fizičkog uređaja za ovu metodu smatran je vrlo skupom investicijom.[13]

Postoji i metoda u kojoj je predložen sustav detekcije ponašanja vozača korištenjem metode prepoznavanja uzoraka za detekciju koja se temelji samo na ubrzanju. Korištena su tri osi senzora akcelerometra za analizu i otkrivanje ponašanja vozača. Rezultati su pokazali da postoji velika razlika u uzdužnom ubrzanju između agresivne i normalne vožnje te da je više od 10% značajki različito za svaki pojedini stil vožnje.[13]



Inteligentne tehnike kao što su neuronske mreže također se koriste u području modeliranja vozača. Neuronske mreže pokazale su se kao moćna tehnika za učenje uzoraka ulazno-izlaznih odnosa. U slučaju predviđanja manevara vožnje pomoću neuronskih mreža, ulazni podaci u mrežu mogu biti parametri kao što su brzina vozila, ubrzanje i položaj ili kut upravljača, dok bi izlaz mreže mogao biti model koji predviđa manevar i njegovu procjenu. U jednoj je metodi neuronska mreža korištena za otkrivanje i predviđanje ponašanja pokretača na temelju algoritma Deep Recurrent (Rekurentne neuronske mreže dolaze u mnogo oblika i arhitektura, ali zajedničko im je obilježje prisutnost rekurencije koje omogućuju modelu da održi neko "sjećanje" na prošle ulazne podatke, što vodi do mogućnosti modeliranja proizvoljnih nizova). Korišteni su mnogi uređaji za prikupljanje podataka kao što su kamera, GPS, Can-Bus i mikrofoni kako bi povećali točnost predviđanja odnosno modeliranja. Rezultati su bili poprilično dobri, ali mnogi korišteni uređaji doveli su do povećanja vremena obrade. Iako su neuronske mreže moćni mehanizmi učenja, njihov glavni nedostatak je što ih je vrlo teško analizirati jer informacije koje kodiraju nije lako interpretirati, a većina neuronskih mreža nije u stanju rukovati vremenskim slijedom podatkovnih točaka, već odjednom izračunava izlaz za samo jedan podatkovni vektor. U domeni modeliranja ponašanja vozača, posebno za predviđanje manevara vožnje, podaci se obično sastoje od nizova pojedinačnih faza i uključivanje ove vremenske informacije je jako bitno.[13]

Sustavi neizrazite logike također su korišteni kao metoda, no kao što je poznato sustavi neizrazite logike se koriste za približno, ne i za egzaktno zaključivanje. Budući da je vožnja vozilom uglavnom proces razmišljanja, intuitivno je koristiti neizrazitu logiku za modeliranje ponašanja u vožnji, posebno u kontekstu manevara vožnje. Sustav detekcije koji se temelji na metodi neizrazite logike funkcionirao je na način da je pritisak na papučicu kočnice bio parametar za otkrivanje manevara. Na temelju odnosa između duljine hoda papučice kočnice i njenog omjera varijance postavljena su pravila neizrazite logike. Međutim, istraživanje se usredotočilo samo na događaj kočenja i testovi su se temeljili samo na simulatoru.[13]

Također, postoji metoda koja kombinira neizrazitu logiku i neuronske mreže gdje se na temelju GPS senzora može očitati brzina i položaj kako bi se detektiralo ponašanje vozača i da li je ono agresivno ili ne. Fokus je bio na manevrima kočenja, dodavanja gasa i upravljanje volanom. Na temelju postavljenih pravila neizrazite logike došlo se do zaključka da je ubrzanje veće od  $\pm 0,3$  u jedinicama sile gravitacije smatrano agresivnom vožnjom. U simuliranim uvjetima postignuti su rezultati dobrih performansi, ali postojao je problem gubitka GPS signala.[13]

Gaussov model mješavine, statistički model koji je linearna kombinacija Gaussovih baznih funkcija je jedna od metoda za otkrivanje ponašanja vozača u slučaju praćenja vozila na temelju korištenja papučice kočnice, papučice gasa, brzine vozila i udaljenosti od vozila ispred kao parametra za algoritam. Model daje dobar rezultat u okruženju u stvarnom vremenu kao i u simulatoru, dok je stopa identifikacije načina ponašanja bila 73% što se može poboljšati korištenjem više statističkih modela. Tako je na temelju statističke metode (višestruka linearna regresija i analiza glavnih komponenti (PCA – Principal Component Analysis)) predložen model procjene ponašanja vožnje s aspekta ekologije, a temeljen na događajima u vožnji uz promatranje parametara načina vožnje, brzine i ubrzanja koji se koriste za identifikaciju tri

događaja, dugotrajno ubrzanje, naglo ubrzanje i naglo usporavanje. Rezultati su dali dobru točnost i jednostavan proces izračunavanja, međutim, brzina vozila veća od 100 km/h u modelu je zanemarena.[13]

Jedna zanimljiva metoda koja je počela koristiti mogućnosti pametnih telefona, koristila je aplikaciju za iPhone uređaje putem koje se predlaže klasificiranje ponašanja vozača. Promatrani parametri su GPS, video, glasovni i inercijski senzori. Pomoću odabranih parametara identificirani su vršni pragovi za svaki obrazac manevara i nakon toga su se uz pomoć računala koristili uzorci za prepoznavanje i za otkrivanje načina ponašanja. Primjena metoda je polučila dobre rezultate, međutim, mjesto potrebno za uređaj ispod ogledala unutar kabine (jer je potreban i video parametar) može biti ograničeno u nekim zemljama.[13]

Općenito, senzori su ključni faktor u sustavima za nadzor vožnje. Za otkrivanje ponašanja vozača potrebno je automatizirano prikupljanje podataka o vožnji i primjena računalnih algoritama i modela za generiranje taksonomije koja opisuje profil performansi vozača. Korišteno je nekoliko tehnika za otkrivanje i prepoznavanje ponašanja vozača i svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Tehnike sustava nadzora izvan realnog vremena vožnje vrlo su važne u obuci i povratnoj informaciji vozaču. S druge strane, sustavi za nadzor vožnje u realnom vremenu trebaju nekoliko hardverskih uređaja s dugim vremenom obrade i velikim memorijskim kapacitetom što je definitivno nedostatak u današnjem modernom užurbanom vremenu. Međutim razvoj pametnog telefona, njegova dostupnost i troškovi nabave i održavanja pomogli su u poboljšanju sustava za praćenje ponašanja vozača prevladavanjem svih prepreka s kojima su se suočavali prethodni sustavi.[13]

U današnjem životu većina ljudi žuri da što prije stigne na svoje odredište. Dakle, ljudi se namjerno ili nenamjerno dovode u situacije u vožnji kao što su nagla ubrzanja, nagla skretanja ili nagla kočenja, koja nadalje zbog određenih okolnosti mogu doprinijeti pojavi prometne nesreće s ozbiljnim posljedicama. Uvriježeno je mišljenje da se praćenjem ponašanja osobe, odnosno vozača, relativno povećava njegova osobna, ali i sigurnost drugih sudionika u prometu. Za praćenje ponašanja vozača, općenito se koriste razni senzori postavljeni unutar ili van automobila, uz cestu ili uz pomoć satelitske i podatkovne tehnologije, no razvojem pametnih telefona omogućeno je promatranje ponašanja vozača uz pomoć senzora koji se danas nalaze u gotovo svim modernim pametnim telefonima, te istodobno daje smjernice istraživanja za buduće interesente ovakvog modela promatranja ove tematike.[15]

Pristup praćenja ponašanja vozača koji se temelji na pametnom telefonu smatra se dobrim jer je pametni telefon puno jeftiniji od specijalizirane infrastrukture za praćenje prometa, a ključna je i činjenica da ga mnogi ljudi već posjeduju radi potreba modernog suživota.[15]

U pametnim telefonima je prisutno nekoliko različitih senzora koji se koriste u analizi ponašanja vozača[15]:

- Akcelerometar - elektromehanički uređaj koji mjeri sile ubrzanja. Te sile mogu biti statične (z-os), poput konstante sila gravitacije koja vuče vaša stopala ili bi mogli biti uzrokovani dinamikom (x, y-osi) pomicanjem ili vibriranjem akcelerometra. Akcelerometar je senzor koji mjeri naginjanje i orijentaciju

mobilnog telefona, odnosno vidi ubrzanje povezano s fenomenom težine koju doživljava bilo koja ispitna masa koja miruje u referentnom okviru nekog akcelerometra. Na primjer, akcelerometar koji miruje na površini Zemlje će tako mjeriti silu ubrzanja od  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  ravno uvis, zbog svoje težine. Nasuprot tome, akcelerometar u slobodnom padu ili mirovanju u Svemiru će mjeriti 0. Također možemo reći da akcelerometar mjeri ubrzanje g-sile. Njegova mjerna jedinica je  $\text{m/s}^2$ ,

- Žiroskop – senzor koji otkriva trenutnu orijentaciju uređaja ili promjenu orijentacije uređaja. Orijetacija se može izračunati iz kutne brzine koju detektira žiroskop. U osnovi radi na principu kutnog zamaha i izražava se u  $\text{rad/s}$  na 3 osi,
- Magnetometar - mjerni instrument koji se koristi za dvije opće namjene - za mjerenje magnetizacije magnetskog materijala kao što je feromagnet, ili za mjerenje jakosti i smjera magnetskog polja u nekoj točki prostora. Mjeri orijentaciju u odnosu na Zemljino magnetsko polje pomoću Hallovoeg efekta,
- Globalni sustav pozicioniranja (GPS) - satelitsko navigacijsko praćenje, često s kartom koja pokazuje gdje ste bili ili koja vam je trenutna pozicija. Pokazuje zemljopisnu dužinu i širinu pomoću kojih se određuje pozicija položaja točke na Zemlji,
- Kamera - uređaj koji se koristi za snimanje slika i videa. U pametnom telefonu, kamera se može koristiti i video razgovore, a u otkrivanju raznih ljudskih bihevioralnih karakteristika kamera ima vitalnu ulogu jer snima sliku čovjeka uživo,
- Mikrofon - uređaj koji se koristi za otkrivanje zvuka. Razni uzorci zvuka prikupljaju se u svrhu istraživanja i učenja pa se npr. iz frekvencija zvuka, može utvrditi da li je zvučni uzorak truba ili neki drugi indikator (npr. indikator promjene smjera).

Razni istraživači pokušali su pratiti ponašanje vozača koristeći namjenske senzore unutar automobila, uz cestu i pomoću senzora ugrađenih u pametni telefon. Tako su jedni razvili aplikaciju temeljenu na Android platformi, koja prikuplja podatke s akcelerometra, GPS-a te također snima zvukove uz pomoć mikrofona, a zatim se podaci kombiniraju i analiziraju kako bi se otkrili ishitreni i nesmotreni obrasci vožnje. Različiti obrasci ponašanja kao što su usporavanje brzine, promjena trake lijevo ili desno, skretanje lijevo ili desno, iznenadno kočenje, iznenadno ubrzanje analizirani su i potvrđeni korištenjem „Ground Truth“ principa („Ground Truth“ - Temeljna istina - informacija za koju se zna da je stvarna ili istinita, dobivena izravnim promatranjem i mjerenjem tj. empirijskim dokazima, za razliku od informacija dobivenih zaključivanjem) gdje se tražila korelacija zvuka i podataka akcelerometra radi pronalaska novih obrazaca, pa tako npr. ako promjena trake nije popraćena zvukom pokazivača smjera, to znači iznenadan, neoprezan ili nagao događaj u vožnji. Ograničenje ovog rada je to što tehnike strojnog učenja nisu pogodne za klasifikaciju obrazaca ponašanja.[15]

U jednom slučaju predložena je inovativna aplikacija koja koristi pametni telefon koji je integriran u automobil kako bi se procijenilo ponašanje i stil vožnje vozača. Korišten je troosni akcelerometar pametnog telefona s Androidom platformom, za snimanje i analizu

različitih ponašanja vozača i vanjskih uvjeta na cesti koji bi potencijalno mogli biti opasni po zdravlje vozača. Korišteni su x-os i y-os podaci akcelerometra za mjerenje izravne kontrole vozača nad vozilom dok upravlja, ubrzava ili pritišće kočnicu. Normalno, umjereno ubrzavanje ili usporavanje nikada ne doseže G sile veće od  $\pm 0,3$  g, a iznenadno ubrzanje i nagla usporavanja vrijednosti su oko  $\pm 0,5$  g. Ovakvom usporedbom lako je kvantificirati razliku između sigurnog i iznenadnog ubrzanja ili usporavanja. Sigurna promjena prometne trake iz desne u lijevu i obrnuto proizvodi manju prosječnu G silu od  $\pm 0,1$  g, a iznenadna promjena prometne trake iz desne u lijevu ili obrnuto proizvodi G silu znatno veću od  $\pm 0,5$  g. Također je zapaženo da je za umjereno i normalno prestrojavanje prosječno vrijeme same radnje bilo 75% duže nego li nagla i iznenadna promjena prometne trake. Prilikom ovih mjerenja kao najpovoljnija pozicija za postavljanje pametnog telefona u vozilu pokazala se središnja konzola gdje su se mjerenja pokazala s relativno najboljim rezultatima, što je s druge strane i nedostatak ovakve metode jer pametni telefon ne mora nužno biti postavljen na središnjoj konzoli već na bilo kojem mjestu unutar kabine vozila, tako da bi trebao postojati mehanizam za virtualnu preorijentaciju akcelerometra.[15]

U sličnom pristupu kao gore navedenom razvijena je Android aplikacija koja koristi podatke iz akcelerometra, GPS senzora i snimanja pomoću video kamere kako bi se ocijenilo ponašanje vozača. Povratne informacije mogu se koristiti za osvještavanje vozača na propuste ili pogreške u vožnji te poboljšanje svojih vještina vožnje. Za sigurnu razinu vožnje dan je raspon vrijednosti ubrzanja ili usporavanja. Kad vrijednosti akcelerometra prijeđu utvrđene sigurne granice, aplikacija tu radnju smatra događajem izvan normalnih i sigurnih okvira, odnosno stanje koje smanjuje sigurnost u prometu. Pri X-osi, smjer-naprijed i natrag, obrazac vožnje-ubrzanje i kočenje, sigurna G vrijednost = -3 do +3, pri Y osi, smjer-lijevo i desno, obrazac vožnje-okretanje, skretanje i promjena trake, sigurna G vrijednost = -3 do +3 te za Z-os, smjer-gore i dolje, obrazac vožnje-neravnine i anomalije na cesti, sigurna G vrijednost = -8 do -11. Ograničenje ove metode rada je da cijeli sustav nije potpuno automatski, pa postoji potreba za administratorom koji bi trebao analizirati video zapise i podatke s istih.[15]

Predložena je i metoda za predviđanje stila vožnje, koja klasificira stil u normalan, agresivan i vrlo agresivan. Skupljaju se podatci iz raznih senzora (akcelerometar, žiroskop, magnetometar, GPS, video) koji su spojeni u jedan klasifikator temeljen na Dynamic Time Warping (DTW) algoritmu sustava koji je poznat kao MIROAD. To je u biti platforma mobilnih senzora za inteligentno prepoznavanje agresivne vožnje, a sustav može dati zvučni signal kao povratnu informaciju ukoliko stil vožnje vozača postane agresivan. Ovdje je korišten pametni telefon na iOS platformi koji je bilježio događaje poput skretanja udesno ili lijevo, polukružna okretanja, agresivna desna, lijeva i polukružna skretanja, agresivna ubrzanja, naglo kočenje itd. Nedostatak ovog metode je da se otkrivaju samo agresivni događaji, dok se standardna promjena prometnog traka ne otkriva, jer ne opterećuju akcelerometar dovoljnom G silom.[15]

Iako su razni istraživači pridonijeli klasifikaciji, metodama i načinima praćenja ponašanja vozača, još uvijek postoje neki pravci istraživanja koji nisu dovoljno istraženi i kojima je potrebna detaljnija analiza[15]:

- Čimbenici okoliša - prilikom predviđanja ponašanja vozača potrebno je uzeti u obzir čimbenike okoliša kao što su kiša i vjetar,

- Crowd sourcing (Prikupljanje masa)– potrebno je pribaviti podatke iz više vozila za utvrđivanje pod kojim uvjetima vozač vozi nepromišljeno, npr. vozač često aktivira kočnice zbog zagušenja ili vlastite navike,
- Uvjeti na cesti - uvjeti na cesti također se moraju dobro razmotriti prilikom određivanja stila vožnje,
- Tehnika strojnog učenja - treba koristiti algoritam strojnog učenja za određivanje događaja u vožnji umjesto jednostavnog definiranja raspona ili graničnih vrijednosti,
- Anonimizacija – obzirom da većina istraživačkih radova koristi GPS senzor za predviđanje stila vožnje i ponašanja vozača narušava se privatnost korisnika određivanjem njegove lokacije stoga je potrebna neka tehnika za anonimiziranje tih vrijednosti,
- Fuzija senzora - trebalo bi koristiti podatke dobivene iz više senzora umjesto korištenja podataka iz jednog senzora za otkrivanje ponašanja vozača jer će se tako povećati učinkovitost sustava. Korištenjem akcelerometra, magnetometra i žiroskopa zajedno moguće je dobiti preciznije očitavanje orijentacije uređaja,
- Virtualna preorijentacija – obzirom da pametni telefon može biti na bilo kojem mjestu u vozilu, mora postojati neki mehanizam za virtualnu preorijentaciju uređaja, odnosno pametnog vozila kako bi se omogućilo poravnanje osi uređaja zajedno s osi vozila.

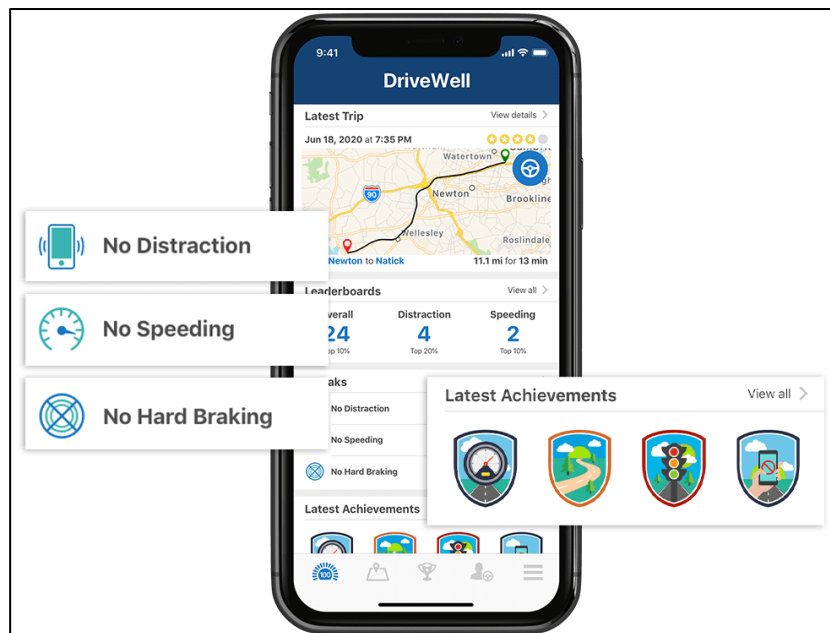
Praćenje ponašanja vozača iznimno se razvilo posljednjih godina. Sigurnost vozača može se poboljšati praćenjem ponašanja vozača klasifikacijom obrazaca ponašanja, snimanjem njihove agresivne, nesmotrene ili neoprezne vožnje, te popratnih događaja tijekom same vožnje i davanjem povratnih informacija o snimljenim događajima. Praćenje ponašanja vozača pomoću ugrađenih senzora pametnih telefona razvija se kao novi trend zbog manjih troškova implementacije i pristupačnosti obzirom da ga mnogi ljudi već posjeduju.[15]

## 4.2. Analiza ponašanja vozača i dinamike kretanja vozila u dosadašnjim istraživanjima

U jednom od dosadašnjih istraživanja obuhvaćena je aplikacija za pametni telefon koja procjenjuje i ocjenjuje ponašanje vozača prilikom sudjelovanja u prometu te u konačnici daje obećavajuće sigurnosne rezultate na cesti. Telematika temeljena na mobilnim uređajima, odnosno aplikacije i hardver koji mjere ponašanje u vožnji mogla bi biti budućnost sigurnijih cesta. Ljudi sve više koriste ove tehnologije kako bi poboljšali svoje vozačke navike, dok osiguravajuća društva koriste te podatke kako bi ponudila nagrade i popuste sigurnim vozačima.[16]

Jedna od najistaknutijih tvrtki i jedna od pionira na ovom tržištu je Cambridge Mobile Telematics (CMT). CMT razvija aplikacije za sigurnu vožnju koje se temelje na poticajima i koje se koriste diljem svijeta, s ciljem da vozače učini boljim, a ceste sigurnijima. DriveWell, vodeća aplikacija CMT-a (slika 14.), temelji se na godinama istraživanja MIT-a (Massachusetts

Institute of Technology) i radi u pozadini na pametnom telefonu, prikuplja podatke za otkrivanje vrste cesta, ugrađenosti vožnje, što znači praćenje naglih ubrzavanja ili naglog zaustavljanja, prebrze vožnje, ometanja telefona i drugih čimbenika. Vozači se rangiraju na način da dobivaju bodove na ljestvici od 1 do 100, zajedno s kartama ruta i pravaca te savjetima za poboljšanje (slika 15.). Rezultati se mogu koristiti za popuste na osiguranje i nagrade dok se natječete s drugim korisnicima na istoj platformi, odnosno drugim vozačima širom svijeta.[16]



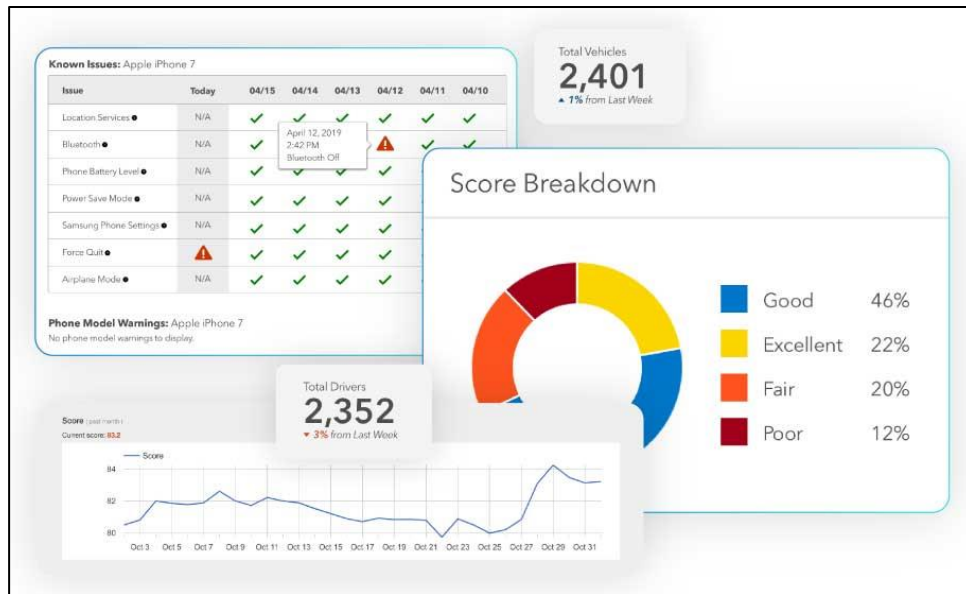
Slika 14. Aplikacija CMT-a, DriveWell

Izvor: <https://www.cmtelomatics.com/safe-driving-technology/insurance/>

CMT je 2014. i 2015. godine proveo istraživanje u Južnoafričkoj republici, u suradnji s vodećim pružateljem osiguranja u državi Discovery Insure, služeći se jednom verzijom aplikacije gdje se provelo nacionalno natjecanje u sigurnoj vožnji, sa desecima tisuća vozača koji su se natjecali za nagrade. Rezultati su pokazali da je sigurna vožnja ispitanicima porasla za više od 30% tijekom natjecanja. što je bio obećavajući podatak o učinkovitosti aplikacije i sigurnosti vozača i prometa općenito. Dodatno je razvijena jedna hardverska komponenta, nazvanom „DriveWell tag“ čija je funkcija bila povećanje mogućnosti očitavanja podataka pametnog telefona, a pričvršćivala se na vjetrobransko staklo automobila. Ta oznaka također pruža detekciju sudara u stvarnom vremenu i omogućuje pomoć na cesti, jer kada otkrije da se dogodila prometna nesreća, oznaka šalje podatke na pametni telefon, a zatim na CMT-ove poslužitelje pa operater iz pozivnog centra može kontaktirati vozača kako bi pružio pomoć ili obavijestio nadležne hitne službe.[16]

Prema izvješćima WHO-a, Južna Afrika ima 31,9 smrtnih slučajeva na 100.000 stanovnika godišnje u prometnim nesrećama, što je jedna od najvećih zabilježenih stopa smrtnosti u prometnim nesrećama u cijelome svijetu. U južnoafričkom natjecanju u sigurnoj vožnji sudjelovalo je više od 65.000 ljudi u razdoblju od četiri mjeseca, a aplikacija je postala jedna od najčešće preuzimanih iPhone aplikacija u zemlji. Vozači su mogli zaraditi bodove za

sigurnu vožnju i te bodove ubaciti u lutriju za tjedne nagrade, a sudjelovali su i za glavnu nagradu.[16]



Slika 15. Primjer iz aplikacije DriveWell

Izvor: <https://www.cmtelomatics.com/safe-driving-technology/insurance/>

Na početku natjecanja, 81% vozača se je izjasnilo za sebe da su sigurni vozači. No početni podaci dobiveni mjerenjem i snimanjem podataka putem aplikacije su pokazali da je zapravo samo njih 33% uistinu i bilo takvima kakvima su se izjasnili. U roku od sljedeća dva tjedna, CMT i Discovery Insure su otkrili da se nesigurna i prebrza vožnja među najrizičnijim sudionicima smanjila između 40% i 50%. Sudionici natjecanja su također prepolovili broj slučajeva naglog kočenja, skretanja, okretanja i korištenja telefona za vrijeme upravljanja vozilom. Dakle, može se primijetiti da je aplikacija razvijena za pametni telefon pomogla vozačima da poboljšaju svoje vještine i ponašanje na cesti te prilagode stil vožnje načinu koji je smatran sigurnim za vozača i prometnu okolinu u kojoj se nalazi. Neki vozači su u početnoj fazi testiranja imali ispod 50 bodova, ali su se korištenjem aplikacije vrlo brzo poboljšali i napredovali za gotovo 40% što pokazuje da se sigurni vozači stvaraju, a ne rađaju.[16]

Učinkovitost aplikacije, leži u poticajima, ne samo u popustima na osiguranje, već i u društvenim igrama, povratnim informacijama vozačima, pločama s najboljim rezultatima, značkama dobivenima na osnovu dobre, sigurne vožnje i prijateljskim natjecanjima za nagrade.[16]

Prije spomenutog Južnoafričkog izazova, 2005. godine je proveden projekt CarTel-a, koji je bio *spinout* CMT-a, a pokrenuli su ga profesori Madden i Balakrishann s MIT-a. U MIT-ovom laboratoriju za računalnu znanost i umjetnu inteligenciju, navedeni istraživači su namjeravali koristiti mobilno očitavanje i analitiku podataka za poboljšanje cestovnog prijevoza. Između 2005. i 2009. godine, projektom CarTel mnogi automobili i taksiji u Bostonu opremljeni su malim ugrađenim računalima koja su bežično razmjenjivala podatke o kašnjenjima, prometnim gužvama, rupama na cestama i općenito opasnim uvjetima na cesti. To

je vozačima davalo ažurirane informacije o stanju u prometu i nudilo alternativne rute u stvarnom vremenu. S porastom pametnih telefona s predinstaliranim GPS-om i senzorima za kretanje, vibracije i brzinu, profesori su vidjeli priliku za integraciju svojih CarTel algoritama u uređaje koje su svi već nosili.[16]

Godine 2011., spomenuta dva profesora s MIT-a su se putem programa koji je zasnovan na članstvu za velike organizacije zainteresirane za dugoročne, strateške odnose s MIT-om, gdje surađuju s organizacijama iz cijelog svijeta, u bilo kojem sektoru i bave se novim istraživanjima i njihovim rezultatima koji će biti poticajni i inspirirajući, povezala s velikom američkom osiguravajućom tvrtkom koja je provela opsežna terenska testiranja CMT-ovih telematičkih tehnologija temeljenih na pametnim telefonima. Ubrzo je testirana aplikacija dokazala svoju snagu u brojnim pilot programima i privukla pozornost brojnih pružatelja osiguranja diljem svijeta.[16]

Točnost aplikacije i niska potrošnja baterije, rezultat su ključnih inovacija u obradi signala i strojnog učenja, napravljenih na MIT-u i CMT-u. Inovacije uključuju točnu procjenu dinamike vozila pomoću senzora pametnog telefona, određivanja je li korisnik vozač ili putnik (ili uopće u automobilu) i između ostalog otkrivanje sudara u stvarnom vremenu.[16]

Jedan od značajnijih istraživačkih projekata na polju telematičkih rješenja i pripadajućih uređaja je bio projekt Europske komisije čiji je cilj bio smanjiti broj smrtnih slučajeva na cestama uz pomoć EDR-a (Event Data Recorder), nazvan Veronica-II (Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment), a na temeljima inteligentnih procjena sudara i rekonstrukcija prometnih nesreća uz pomoć uređaja za snimanje podataka o događaju, odnosno EDR-a. EDR je uređaj koji se nalazi unutar modula zračnog jastuka, a ima zadaću neprestano prikupljati podatke za vrijeme vožnje kako bi se poboljšale dostupne informacije u svrhe istraživanja s ciljem povećanja sigurnosti na cestama u smislu cestovne infrastrukture, dizajna vozila i obuke vozača. Podaci koje ovaj uređaj prikupi od velikog su značaja za kasnije vještačenje prometnih nesreća i rasvjetljavanje okolnosti spornog događaja, kao i u svrhu smanjenja rizičnog ponašanja vozača. Također postoji potreba za učenjem o odnosu između težine sudara i oštećenja vozila s jedne strane i težine ozljeda i smjera udara s druge strane.[17]

Svrha projekta Veronica-II je bila definiranje i specifikacija pravnih i tehničkih zahtjeva za moguću implementaciju uređaja za snimanje podataka o događaju ili nesreći unutar vozila u Europi. Od velike je važnosti bilo definiranje osjetljivosti okidača uređaja kako bi se uhvatili ne samo podaci o teškim sudarima, već i podaci o sudarima s „mekim objektima“, tj. ranjivim sudionicima u prometu, kao što su pješaci i biciklisti koji predstavljaju relevantan dio sudionika u prometu i žrtava u nesrećama. Također minimalni kapacitet skladištenja, odnosno pohrane podataka je bio potreban za 3 događaja, jer se jedna nesreća ili događaj može sastojati od nekoliko udaraca koje vozilo može prouzročiti ili pretrpjeti.[17]

Projektni tim Veronice-II se jednoglasno složio da EDR neće registrirati nikakve osobne podatke vozača. Također treba naglasiti da ne postoji kontinuirano snimanje ponašanja vozača niti praćenje položaja. EDR podaci se bilježe samo u slučaju nesreće i tada samo kraće od minute. Korištenje EDR snimljenih podataka o nesrećama mora slijediti ista pravila pouzdanosti i povjerljivosti koja se primjenjuju na podatke o nesrećama prikupljene pomoću



alata koji su trenutno dostupni stručnjacima za rekonstrukciju nesreća. Budući da pristup EDR podacima zahtijeva pristup samom vozilu, EDR-ovi ne trebaju visoko sofisticiranu sigurnosnu infrastrukturu za zaštitu svojih podataka radi povjerljivosti, cjelovitosti, dostupnosti i autentičnosti budući da postojeće sigurnosne mjere pružaju dovoljno sredstava za sprječavanje zloporabe podataka.[17]

Podaci o EDR-u koristili bi se ne samo za poboljšanje istrage nesreća i ubrzanje sudskih postupaka, već i za poboljšana istraživanja u dubinskim bazama podataka budući da ti podaci pružaju informacije iz stvarnog života o postupcima vozila i vozača neposredno prije sudara. Istraživanje temeljeno na poboljšanim podacima iz stvarnog života bi trebalo omogućiti bolju procjenu mjera sigurnosti na cestama u svim područjima, kao što su aktivna i pasivna sigurnost vozila, infrastruktura, obuka vozača, regulacija i provedba.[17]

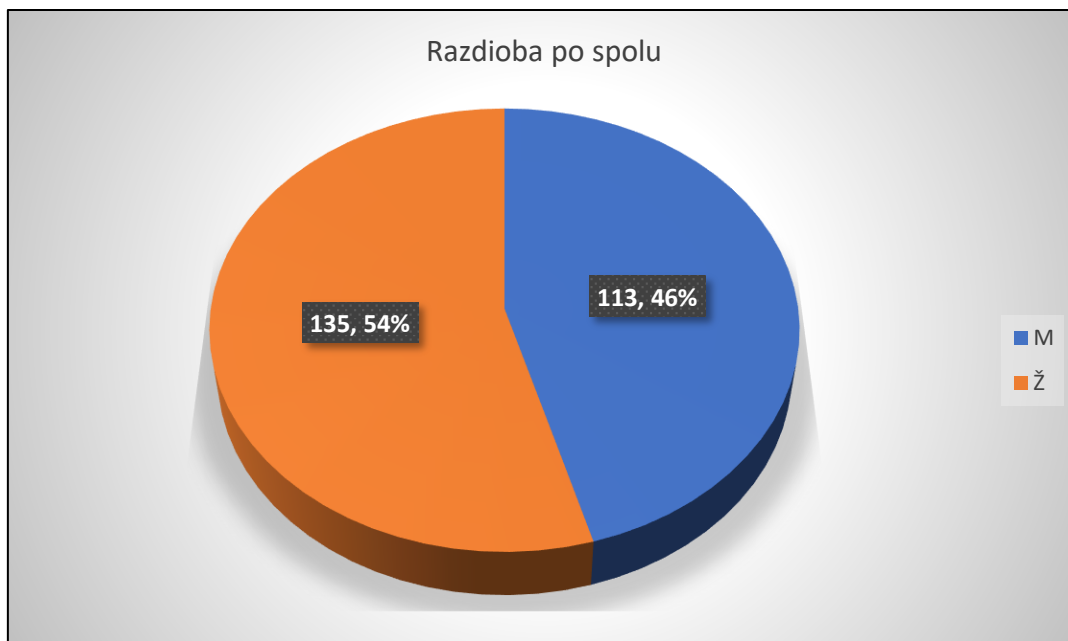
### 4.3. Istraživanje utjecaja praćenja kretanja vozila na vozača

U svrhu istraživanja teme rada provedeno je vlastito istraživanje na referentnom uzorku sudionika koji su odgovarali na setove ponuđenih odgovora za koje su smatrali da najbolje opisuju karakteristike sudionika kao vozača nekog cestovnog prometnog sustava.

#### 4.3.1. Metodologija istraživanja i opća struktura

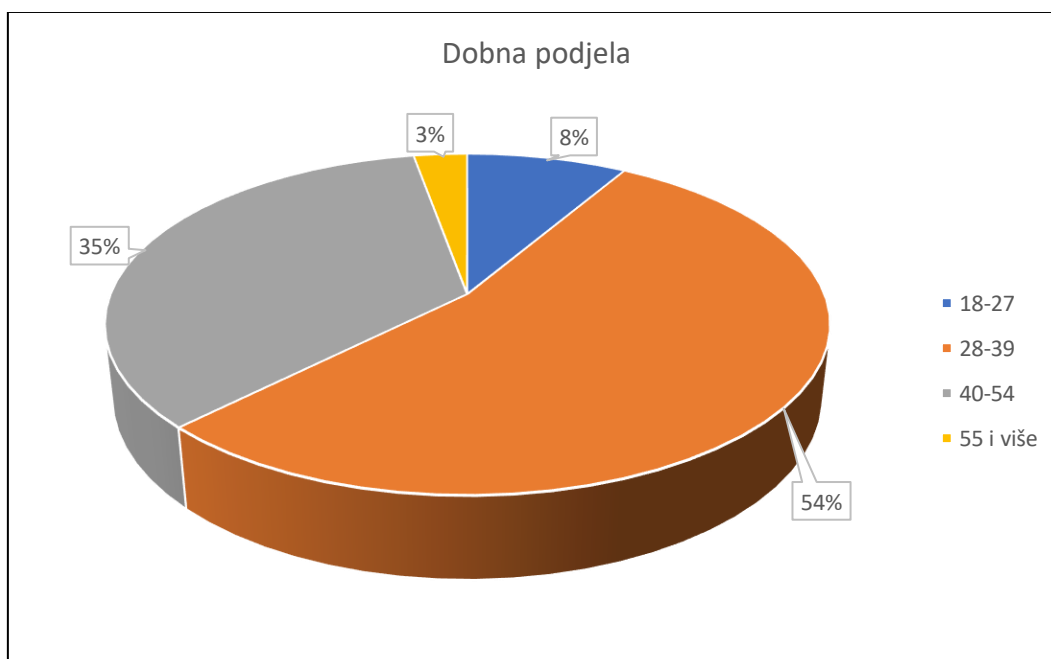
Istraživanje utjecaja praćenja vozača i kretanja vozila telematičkim uređajima ugrađenima u vozila na sigurnost prometa, je provedeno putem Google obrasca gdje je sudionicima postavljen određeni set pitanja vezanih uz opće strukture samih sudionika, načine korištenje vozila, te ostala pitanja vezana uz stil i ponašanje u prometu. Upitnik je trajao sedam dana, prilikom kojega je sudjelovalo ukupno 248 ispitanika. Obzirom da podaci o sudionicima nisu bili praćeni niti u jednom parametru privatne naravi, istraživanje je bilo potpuno anonimno. Pristupiti su mogle samo osobe koje su u trenutku odgovaranja stekle pravo na upravljanje vozilom, odnosno posjedovale valjanu vozačku dozvolu za upravljanje motornim vozilom, obzirom da su pitanja vezana isključivo uz sudjelovanje u prometu.

Na temelju prikupljenih podataka, napravljena je analiza odgovora. Od spomenutih 248 sudionika, struktura prema spolu (slika 16.) pokazuje blagu većinu žena koje sa 135 odgovora čine 54,4%, dok je muškaraca 113, odnosno 45,6%.



Slika 16. Razdioba ispitanika po spolu

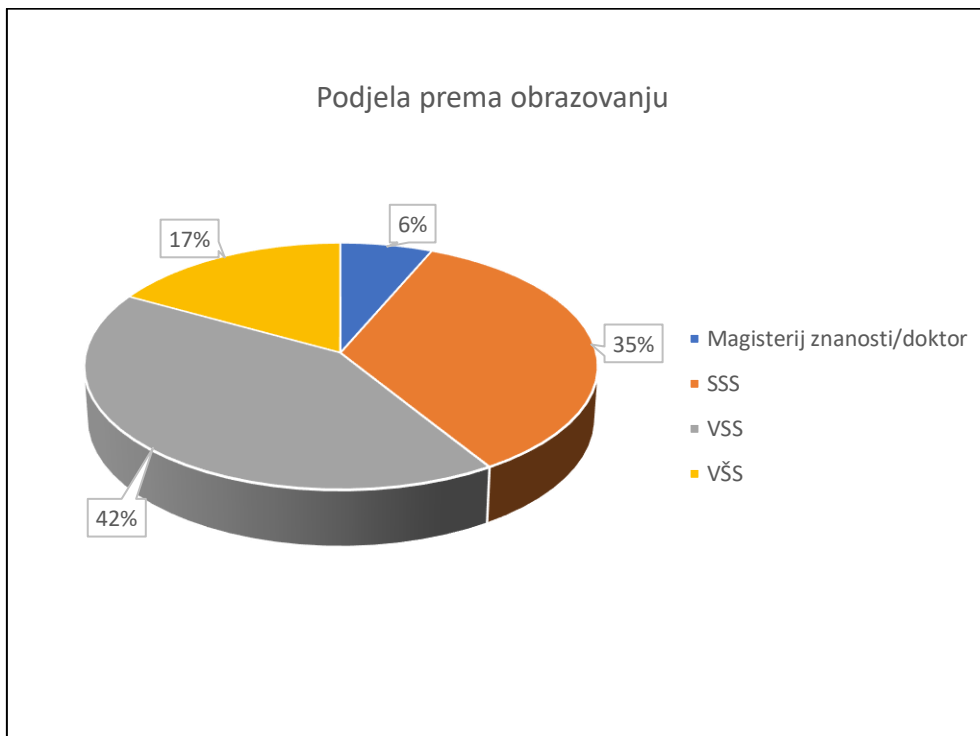
S aspekta psihofizičkih svojstava, sposobnosti ali i stečenoga iskustva čovjeka odnosno vozača kao čimbenika sigurnosti prometa, životne dobi koje su generalno najaktivnije i sveprisutne u svakodnevnim prometnim aktivnostima, one od 28-39 godina s 54%, te od 40-54 godine s 35% su u velikoj većini naspram onih od 18-27 godina koji čine 8%, te 55 godina i više s 3% sudionika, odnosno čine gotovo 90% sudionika koji su pristupili istraživanju (slika 17.).



Slika 17. Dobna raspodjela sudionika ankete

Ostatak sudionika, u veličini od 10-11% otpada na preostale dobne skupine.

Obzirom da obrazovanje ima važnu ulogu na ponašanje vozača u prometu, a pretpostavlja se da vozač koji je stekao određeno obrazovanje i znanja više poštuje prometne propise i odnosi se odgovorno i ozbiljno prema ostalim sudionicima u prometu postavljeno je i pitanje strukture završene stručne spreme. Rezultati su vidljivi iz priložene slike (slika 18.).

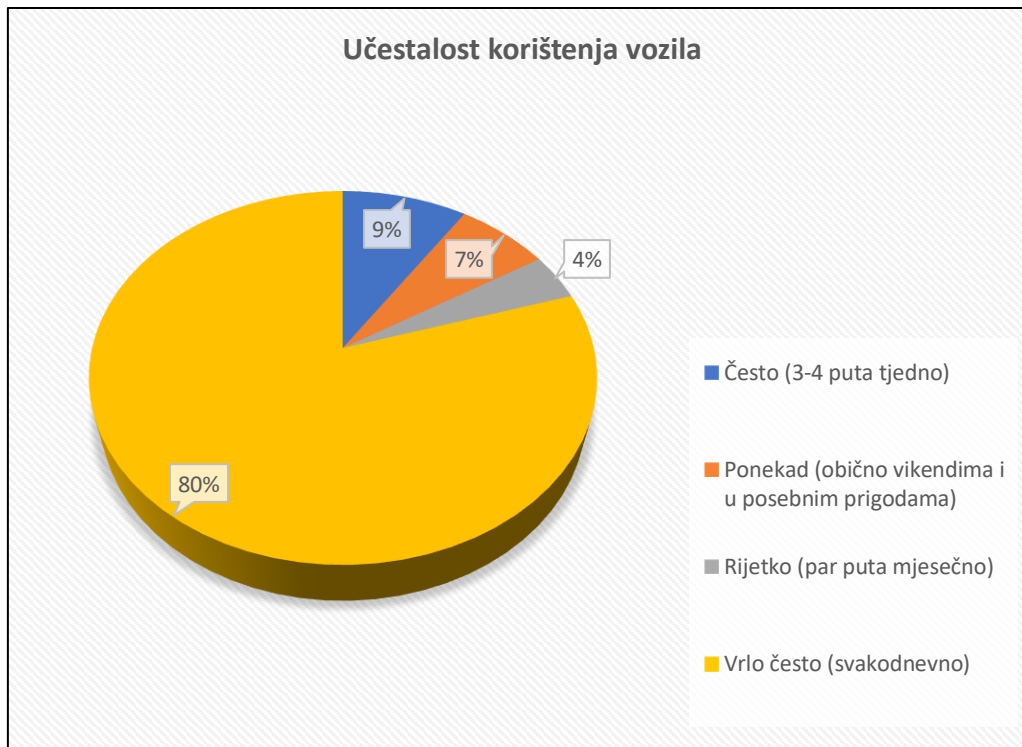


Slika 18. Podjela prema obrazovanju

Razvidno je da je istraživanje putem upitnika obuhvatilo sve slojeve društva pa je tako struktura visoke stručne spreme vodeća s 42% sudionika, srednja stručna sprema s 35%, viša stručna sprema sa 17%, te magisteriji i doktorati sa 6%. Primjetno je da je sudjelovao i cijeli spektar stupnjeva obrazovanja.

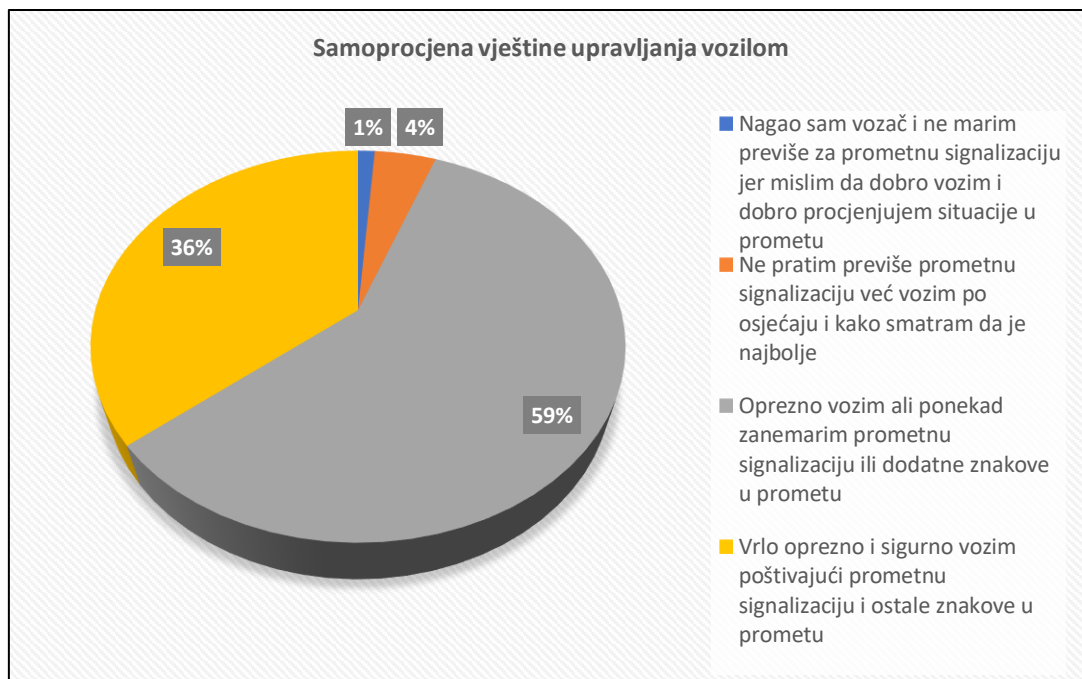
#### 4.3.2. Analiza rezultata istraživanja

Da bi istraživanje imalo relevantne izlazne rezultate vrlo je bitno da oni koji sudjeluju u njemu budu aktivni u korištenju vozila u životu i svakodnevnom radu, stoga je vrlo pozitivna značajka što najveći broj ispitanika sa 80% koristi vozilo (slika 19.) i sudjeluje u prometu. Ovaj podatak također povećava vjerodostojnost podataka i ostalih parametara koji utječu na krajnje rezultate istraživanja. Ostale skupine, oni koji često koriste vozilo čine 9% sudionika, ponekad, što obično znači vikendima ili u posebnim prilikama 7%, te oni sa odgovorima rijetko 4%.



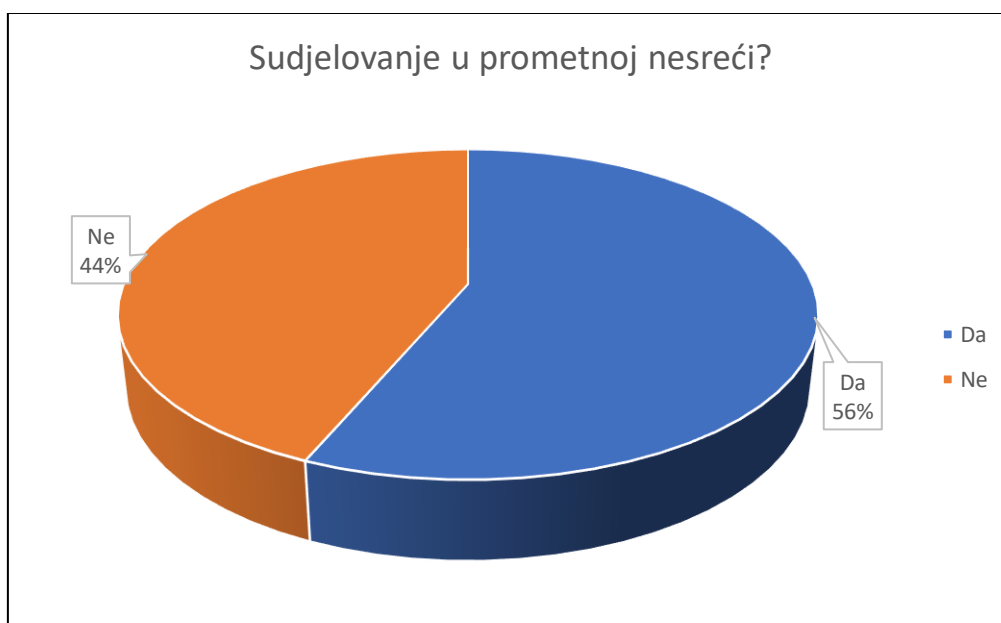
*Slika 19. Učestalost korištenja vozila*

U području samoprocjene svojeg znanja, procjene rizika i svojih vještina upravljanja vozilom te navigacijom kroz prometnu mrežu sustava u kojemu se svakodnevno nalaze, spojimo li dvije skupine, one koji vrlo oprezno i sigurno voze, poštujući prometnu signalizaciju i ostale znakove u prometu te one koji oprezno voze, ali ponekad zanemare prometnu signalizaciju i ostale znakove u prometu, gotovo 95% ispitanih sudionika čini se opreznim i sigurnim vozačima (slika 20.). Nešto slično je opisano u prethodnom poglavlju, prilikom istraživanja u Južnoafričkoj republici gdje se na početku natjecanja u sigurnoj vožnji 81% vozača izjasnilo za sebe da su sigurni vozači. No početni podaci dobiveni mjerenjem i snimanjem podataka putem aplikacije su kasnije pokazali da je zapravo samo njih 33% uistinu i bilo takvima.



Slika 20. Samoprocjena vještina upravljanja vozilom

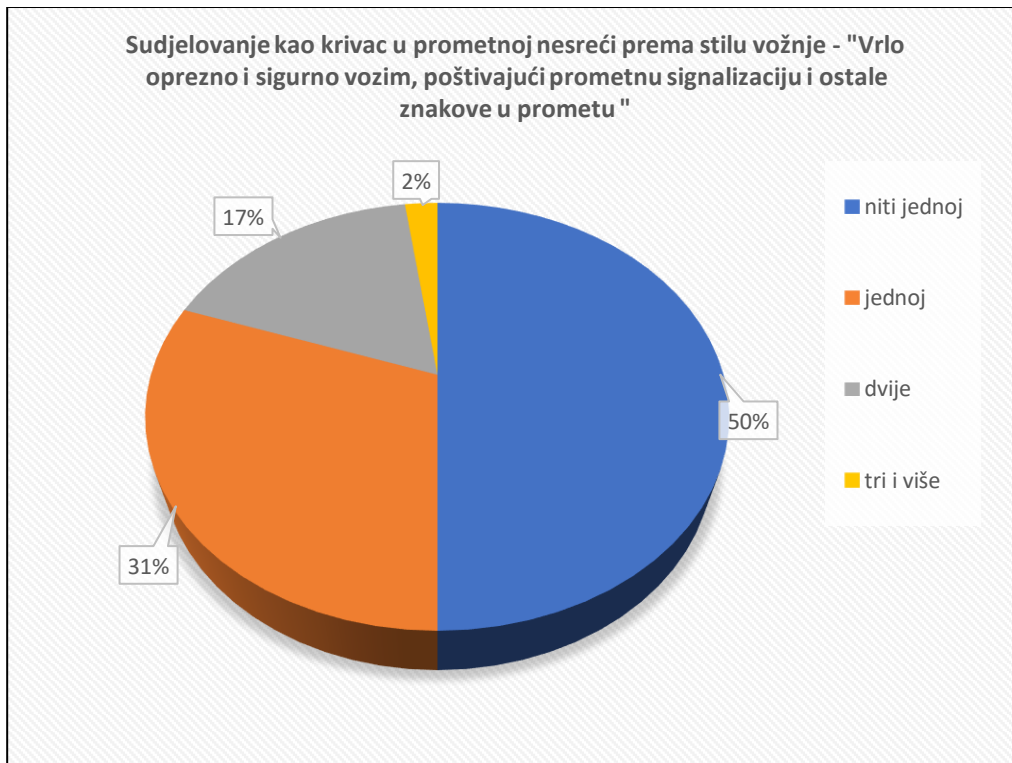
Ipak, od njih 95% koji su se izjasnili da su oprezniji, ali ponekad nesmotreni ili potpuno, odnosno vrlo oprezni i sigurni pri upravljanju vozilom, više od polovice, 56% ih je sudjelovalo u prometnoj nesreći (slika 21.).



Slika 21. Sudjelovanje u prometnim nesrećama

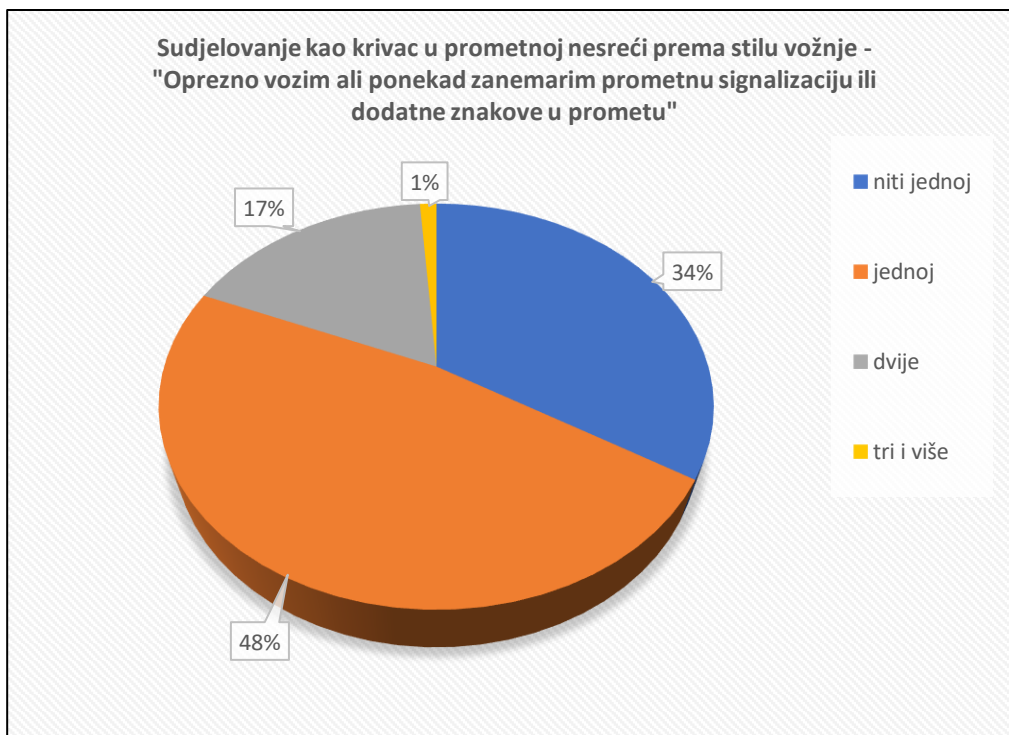
U skupini ispitanika koji su odgovorili da su vrlo oprezni i sigurni vozači koji poštuju prometnu signalizaciju i ostale znakove u prometu njih 50% koji su sudjelovali u barem jednoj nesreći nisu bili krivci u niti jednoj prometnoj nesreći, dok ih je njih 31% bilo krivo u jednoj

prometnoj nesreći, odnosno 17% za dvije. Za tri i više prometne nesreće, svojom krivicom, zaslužno je 1% sudionika (slika 22.).



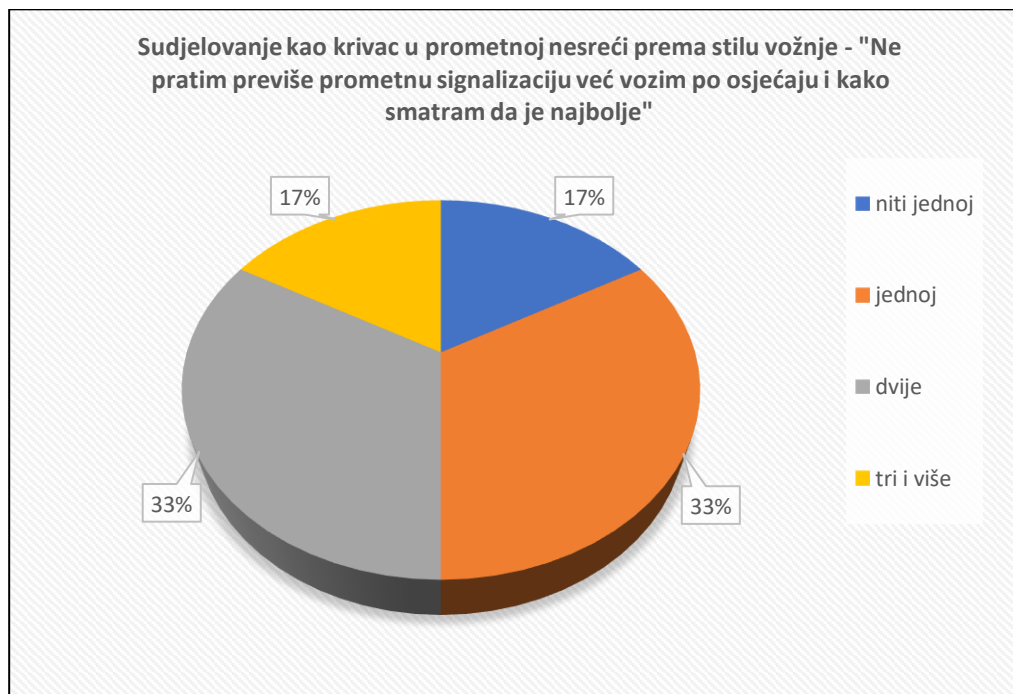
Slika 22. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje I

Nadalje, oni koji su odgovorili da oprezno voze, ali ponekad zanemare prometnu signalizaciju ili dodatne znakove u prometu imaju nešto nepovoljniji odnos sudjelovanja u prometnim nesrećama kao krivcima. Tako njih 34% koji su sudjelovali u prometnoj nesreći nije bilo krivo za niti jedan slučaj, a u jednoj prometnoj nesreći krivcima je bilo njih znatno više, 48%, dok je za dvije prometne nesreće i u ovome slučaju krivcima bilo njih 17% (slika 23.). Kao i u prvom slučaju za tri i više nesreća bilo je krivo 1% sudionika.



*Slika 23. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje II*

Za one koji su odgovorili da ne prate previše prometnu signalizaciju i voze prema vlastitom osjećaju i kako oni smatraju da je najbolje u danoj situaciji značajan je porast uzrokovanja prometnih nesreća u odnosu na prvu skupinu.



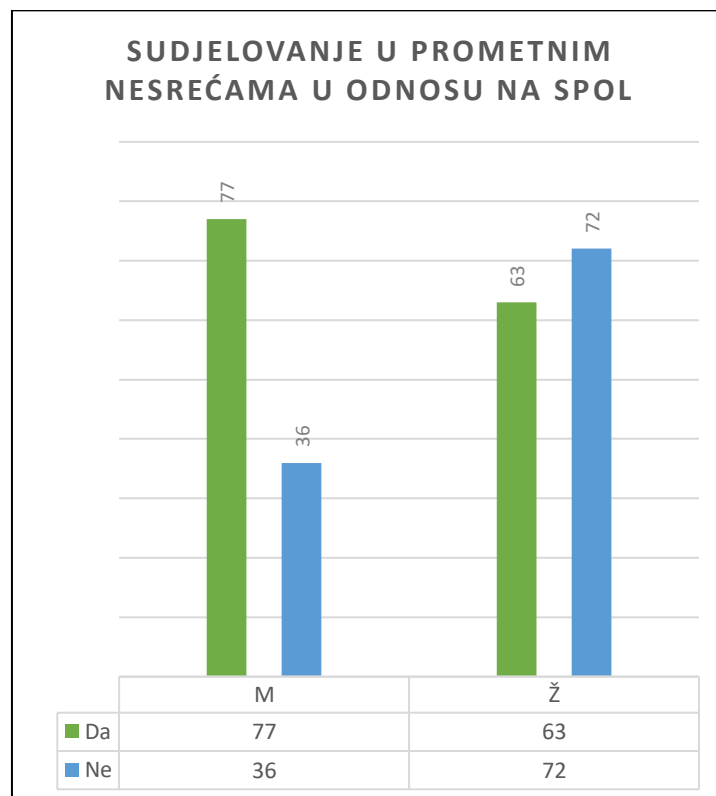
*Slika 24. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje III*

Iz slike 24. je vidljivo da njih samo 17% nije bilo krivcima u prometnim nesrećama, dok je njih 33% bilo krivima u jednoj, 33% dvije, a u tri ili više prometnih nesreća njih 17% je bilo krivima za nesretan događaj. Iz dobivenih rezultata moguće je povući korelaciju u statističkim

vrijednostima, pa tako promjena varijable stila vožnje i ponašanja vozača mijenja vrijednosti drugih statističkih varijabli u obliku odgovornosti za izazivanje prometnih nesreća.

Statistička skupina sudionika koja se izjasnila kao nagao vozač koji ne mari previše za prometnu signalizaciju je vrlo skromnog uzorka te čini statističku devijaciju pri analizi rezultata istraživanja. Sukladno analizi dobivenih podataka vidljivo je da manje promjene u ponašanju i stilu vožnje imaju utjecaj na povećanu, odnosno smanjenu sigurnost u prometu i mogućnost nastanka prometnih nesreća.

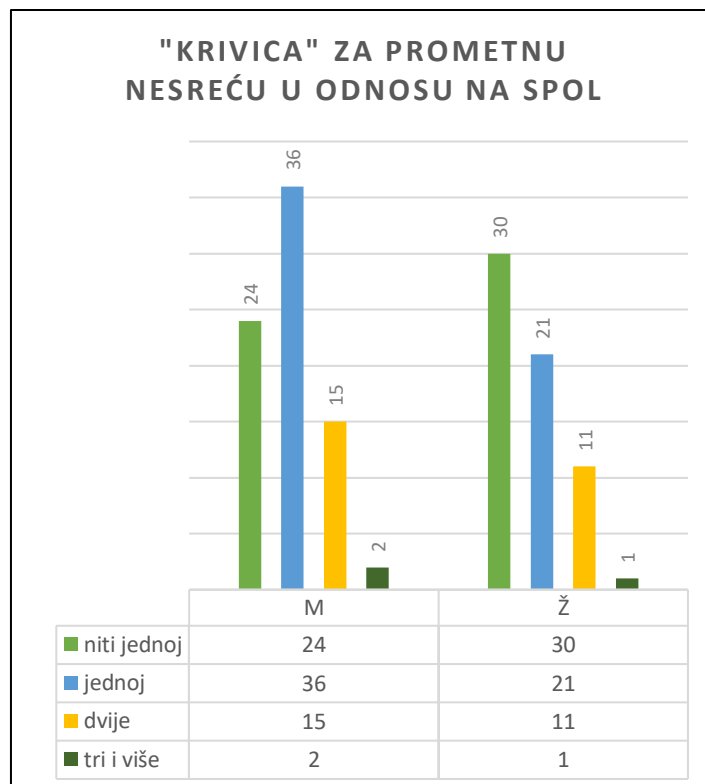
U podjeli prema spolu, ukupno je 140 ispitanika sudjelovalo u prometnim nesrećama, gdje su žene sudjelovale u manjem broju prometnih nesreća od muškaraca, pa je tako 46% žena ili njih 63 sudjelovalo u prometnoj nesreći, a muškaraca njih 77, odnosno 68% od ukupnog uzorka (slika 25.).



Slika 25. Sudionici prometne nesreće prema spolu

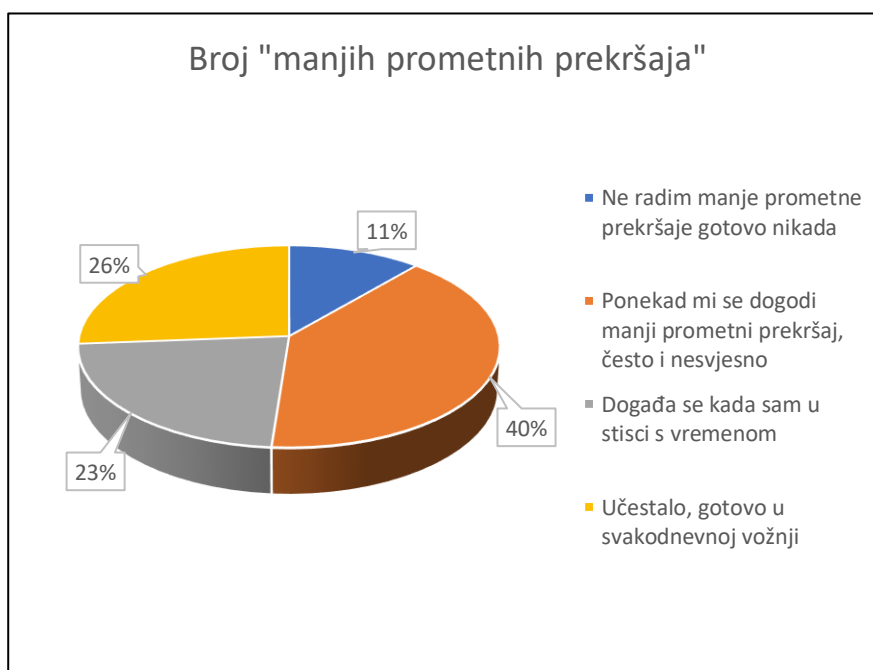
Od onih koji su sudjelovali, kod žena, njih 30 odnosno gotovo 48% nije bilo krivo za uzrokovanje niti jedne prometne nesreće, dok je kod muškaraca taj broj 24, odnosno njih 31% nije uzrokovalo prometnu nesreću (slika 26.). Zbog stereotipa žene su u javnosti označene kao lošiji vozači iako su mnogi statistički pokazatelji vezani za rizična ponašanja, broj prometnih nesreća i stilove vožnje na njihovoj strani. Jedan od razloga leži i u činjenici što žene pokazuju pozitivnije stavove prema prometnoj sigurnosti od muškaraca te za razliku od njih čine manje prometnih prekršaja i rjeđi su uzročnici prometnih nesreća.[18] Istraživanje provedeno putem anketnog upitnika i dobiveni rezultati potvrđuju tezu.



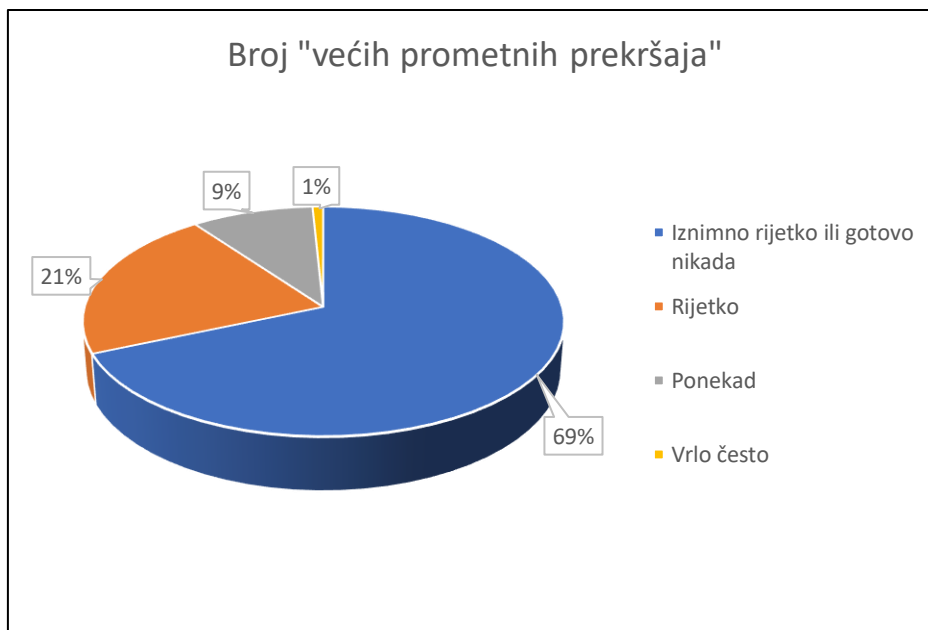


Slika 26. "Krivica" za prometnu nesreću u odnosu na spol

Statistički podaci ispitanih sudionika u odnosima „manjih“ i „većih“ prometnih prekršaja, pokazuju da se manji prekršaji pojavljuju u velikoj većini odgovora ispitanika, različitih intenziteta, dok se skupina koje nikada ne radi prometne prekršaje u svakodnevnoj vožnji drži na 11% odgovora (slika 27.).



Slika 27. "Manji prometni prekršaji"



*Slika 28. "Veći prometni prekršaji"*

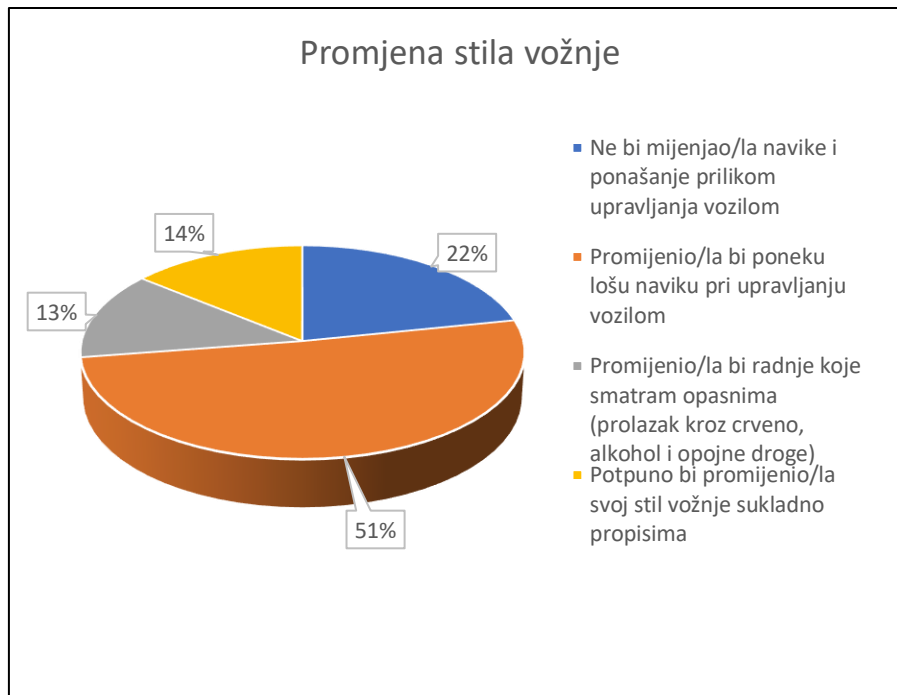
Za razliku od manjih prekršaja kao što su manje prekoračenje brzine, korištenje telefona prilikom upravljanja vozilom, nevezanje pojasa, neadekvatno ponašanje vozača kao što je nedovoljan razmak, nagla promjena smjera bez davanja znakova i slično, veliki prekršaji poput prolaska kroz crveno svjetlo na semaforu, prekomjernog prekoračenja dozvoljene brzine, vožnje pod utjecajem alkohola i opojnih droga i slično (slika 28.) su puno ozbiljniji faktori koji značajno povećavaju mogućnost nastanka prometnih nesreća. Broj takvih većih prekršaja koji se vrlo često, ponekad ili rijetko dogode određenoj skupini ljudi čini 31% odgovora ispitanika, dok ih je 69% iznimno rijetko ili gotovo nikad u takvim situacijama. Iz toga je vidljivo da gotovo trećina ljudi znatno povećava rizike u prometu, a time i mogućnost nastanka prometnih nesreća sa smrtnim ili ozbiljnim zdravstvenim posljedicama.

Što se tiče prometnih kazni koje su ispitanici dobili u posljednje tri godine, većina rezultata pokazuje jednoličan skup u rasponu od 0-2 prometne kazne, dok ih je znatno manji broj u skupini između 3-5. Od ostalih ponuđenih odgovora polja za odabir su ostala prazna (slika 29.).



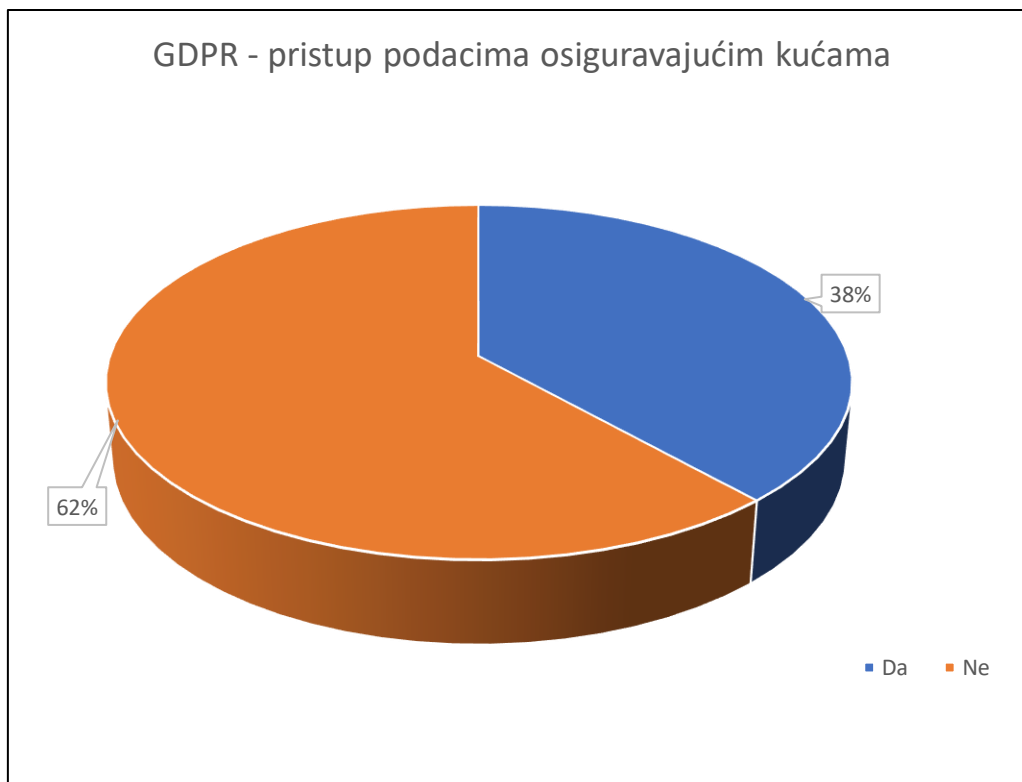
*Slika 29. Broj prometnih kazni u posljednje 3 godine*

Najvažnija pitanje, zbog kojeg se istraživanje o utjecaju praćenja ponašanja vozača i kretanja vozila provodilo je da li bi implementacija telematičkih sustava i rješenja pridonijela povećanju sigurnosti prometa na cestama, te smanjila broj prometnih nesreća kao i posljedice istih. U anketnom upitniku postavljeno je pitanje: „Kada bi u vozilu bili ugrađeni telematički uređaji koji bi snimali kretanje i vožnju, odnosno brzinu, način ubrzavanja, način skretanja, korištenje mobitela u vozilu i slične podatke, koliko bi promijenili stil vožnje?“. Na slici 30. vidljivi su rezultati odgovora sudionika istraživanja. Pri postojećemu, svojem stilu vožnje i dalje bi ostalo 22% ispitanih osoba, koji može biti u skladu s propisima i prometnom kulturom, ali i ne mora. Važno je primijetiti da ostalih 78% ispitanih sudionika smatra da bi promijenilo barem neku od karakteristika i čimbenika u vožnji. Evidentno je da takav odgovor može značiti da svojim odgovorima priznaju da ne voze potpuno u skladu s prometnim propisima i prometnom kulturom. Od značajnijih stavki ističe se podatak da bi 14% vozača promijenilo svoj stil vožnje sukladno propisima, a njih 13% promijenilo bi one radnje u prometu koje smatraju opasnim kao što su prekoračenje dozvoljene brzine na cesti, prolazak kroz crveno svjetlo na semaforu, vožnja pod utjecajem alkohola i opojnih droga te slični teški prekršaji.



*Slika 30. Promjena stila vožnje*

Dakle, razvidno je da je moguće postići alternativne i pozitivne obrasce ponašanja kod vozača uz pomoć telematičkih rješenja i pripadajućih uređaja no kako bi telematički uređaji postigli svoju svrhu, moraju biti ugrađeni u vozila te pri tome korisnici, odnosno vozači moraju dati isključivi pristanak na takvu radnju. Telematički uređaji snimaju različite vrste privatnih podataka, te se neovlašteno snimanje, korištenje i prosljeđivanje takvih podataka trećoj strani smatra narušavanjem privatnosti i povredom GDPR-a (General Data Protection Regulation), odnosno Opće Uredbe o zaštiti podataka koja vrijedi na području cijele Europske unije. Na posljednje pitanje, da li su sudionici anketnog ispitivanja spremni na davanje pristupa telematičkim podacima iz svojega vozila u zamjenu za povoljnije premije police osiguranja (npr. 15% jeftinija premija), rezultati su pokazali da skupina ispitanih osoba koje bi pristale na ugradnju telematičkih sustava u zamjenu za povoljniju policu osiguranja čini 38%, a većina od 62%, gotovo 2/3 nije spremno podijeliti svoje privatne podatke i dati privolu osiguravajućim kućama strogo iz filantropskih pobuda (slika 31.). Stoga se nameće pitanje bolje, odnosno veće motivacije kako bi se privukla veća masa vozača spremnih na dijeljenje svojih podataka u zamjenu za pogodnosti koje će ih dovoljno motivirati na korištenje navedenih rješenja kako bi moderne telematičke tehnologije s pregršt senzora mogle pridonijeti smanjenju nastanka prometnih nesreća i općoj sigurnosti cestovnog prometa.



Slika 31. GDPR - pristup telematičkim podacima

## 5. Mogućnost primjene uređaja za praćenje dinamike kretanja vozila u cestovnom prometu

Telematička rješenja u vozilima nalaze sve više mogućnosti primjena u praktičnim uvjetima svakodnevnice, pogotovo u cestovnom prometu koji je najširi oblik transporta ljudi i dobara diljem svijeta. Stoga ni ne čudi što ih se nalazi u raznim područjima djelovanja ljudi.

Rješenja telematike za vozila primjenjuju se u gotovo svakoj komercijalnoj industriji koja koristi vozila za prijevoz, pružajući upraviteljima voznih parkova i analitičarima vrijedne podatke o telematici vozila koji potiču korisne uvide u poslovanje, načine korištenja, povećavaju produktivnost, smanjuju troškove i poboljšavaju sigurnost vozača.

### 5.1. Praćenje vozila pomoću telematike GPS-a

Sustavi za praćenje vozila prisutni su na tržištu već neko vrijeme, ali u posljednjih nekoliko godina konačno su uzeli maha i postali standardna značajka u transportnoj industriji. Ovi sustavi uglavnom koriste globalne satelitske mreže, obično GPS, ali ponekad i ruski GLONASS sustav za praćenje lokacije svakog vozila u voznom parku. Druge metode praćenja vozila ponekad se koriste kada su prijedene udaljenosti manje, na primjer ako praćena vozila ostanu na jednom mjestu. Podatke prikupljene od strane pojedinačnih uređaja za praćenje potom obrađuje softver, za razne svrhe, od jednostavnog prikazivanja lokacije svakog vozila na karti do preraspodjele isporuka kako bi se maksimizirala učinkovitost goriva. Osim što smanjuju troškove, također se koriste za pružanje bolje korisničke usluge, omogućujući automatiziranu obavijest o dolasku vozila.[19]

Sustavi za praćenje vozila sastoje se od tri komponente: korisničkog sučelja koje koristi upravitelj voznog parka, pozadinskog poslužitelja koji prima, pohranjuje i obrađuje podatke i pojedinačnih uređaja za praćenje koji se nalaze u svakom vozilu voznog parka. Uređaj za praćenje koristi satelitske mreže za praćenje položaja vozila. Također obično prate i druge podatke koje bilježi vozilo, kao što su brzina, ubrzanje, kočenje, razine goriva u spremniku, tlak u gumama i druge podatke koje senzori vozila bilježe, a bitni su za manipulaciju voznog parka. Uređaj zatim to prenosi poslužitelju sustava za praćenje. Poslužitelj sustava za praćenje obrađuje podatke koje dobiva od flote analizirajući ih na temelju prethodnih uputa ili uputa koje dolaze u stvarnom, realnom vremenu s korisničkog sučelja. Korisničko sučelje je softver koji vidi upravitelj voznog parka. To može biti neki zasebni računalni program ili, sve češće, web sučelje koje ima mogućnost prikazati položaje vozila i njihove rute na karti, a ovisno o softveru može predložiti prilagodbu rasporeda, obavijestiti vozače o poteškoćama u prometu i dati korisnicima informacije o očekivanom dolasku vozila.[19]

Sustavi za praćenje vozila najčešće se koriste u upravljanju komercijalnim voznim parkom. Te su sustave isprva koristile prijevozničke tvrtke kako bi stekle konkurentsku prednost, ali sada su uobičajeni u internim komercijalnim voznim parkovima. Sustavi mogu

promicati učinkovitost goriva i vremena završetka rute automatskim prilagođavanjem ruta vozila na temelju podataka koji se ne temelje samo na trenutnoj lokaciji vozila već i podacima trećih strana o prometnim uvjetima, kao i čimbenicima kao što su zahtjevi vozačke pauze.[19]

Tramvaji i autobusi kojima upravljaju tijela javnog prijevoza ili koje reguliraju gradske vlasti često koriste sustave za praćenje vozila kako bi kupcima pružili očekivano vrijeme dolaska. Ove informacije su dostupne putem usluge automatskog odgovora na SMS, aplikacije za pametne telefone i LED zaslona na tramvajskim i autobusnim stanicama. Ovi sustavi također mogu omogućiti upraviteljima voznog parka da daju upute vozačima o izmjenama rute u slučajevima kada je promet posebno gust, kada se dogode prometne nesreće ili zatvaranje cesta iz nekoga razloga utječu na uslugu. Vozači također mogu biti obaviješteni o tome koliko su blizu automatskog rasporeda putem zaslona u kabini, što im omogućuje da po potrebi ubrzaju ili usporu uslugu. U nekim europskim zemljama usvojenost sustava za praćenje je blizu 100%, a brzo prihvaćanje tih sustava motivirano je dokazima poboljšanog zadovoljstva kupaca nakon instalacije, uz bolje pridržavanje rasporeda.[19]

Sustave za praćenje vozila koriste i vozni parkovi i individualni privatni korisnici u prevenciji krađe vozila. Praćena vozila koja su prijavljena kao ukradena mogu se pratiti do njihove trenutne lokacije osim ako se uređaj ne ukloni. Čak i u slučajevima kada je uređaj uklonjen, informacije dobivene prije uklanjanja o lokaciji vozila mogu se koristiti za pronalaženje počinitelja u kombinaciji sa javnim nadzornim snimkama na području krađe. Napredniji sustavi protiv krađe također mogu učiniti vozilo neispravnim za lopove.[19]

Danas velika većina onih koji se odlučuju za sustave za praćenje vozila odabiru aktivno praćenje, iako su pasivni sustavi još uvijek dostupni i obično imaju niže troškove – kako u početnim troškovima postavljanja opreme tako i u tekućim troškovima održavanja. Mnogi se aktivni sustavi vraćaju u pasivni način rada ako ne mogu slati podatke u realnom vremenu. Sustavi za aktivno praćenje vozila koriste uređaje koji šalju podatke u realnom vremenu softveru za upravljanje voznim parkom. Oni obično koriste mobilne podatkovne mreže za prijenos tih podataka, iako se alternativno mogu koristiti satelitske mreže koje preferiraju vozni parkovi koji putuju izvan područja pokrivenih mobilnim mrežama.[19]

Prednosti aktivnih sustava su informacije u stvarnom vremenu koje omogućuju upraviteljima voznih parkova vraćanje vozila koja su skrenula s rute na optimalnu, štedeći vrijeme i gorivo, a softver na ovim sustavima se može konfigurirati za automatsku preraspodjelu zadataka vozilima na temelju troškovne učinkovitosti, uzimajući u obzir radno vrijeme vozača, učinkovitost potrošnje goriva i trenutnu lokaciju. Aktivni sustavi mogu automatski obavijestiti korisnike o očekivanom vremenu isporuke, smanjujući broj neuspjelih isporuka te se mogu lakše integrirati s drugim sustavima kao što su praćenje isporuke i informacije o prodajnom mjestu s mobitela vozača ili drugih uređaja. Nedostaci aktivnih sustava su početni viši troškovi investicije budući da potrebna oprema koristi dodatne dijelove hardvera, a tekući troškovi vjerojatno su veći zbog naknada povezanih s korištenjem mobilne ili satelitske mreže. Vjerojatnije je da će se osoblje protiviti sustavima praćenja u stvarnom vremenu nego pasivnim sustavima.[19]

Prednosti pasivnih sustava za praćenje vozila je oprema s nižom cijenom te niži tekući troškovi za poslovanje jer nema troškova podatkovnih mobilnih podataka, a analiza podataka često daje bolje uvide kada se ne radi u stvarnom vremenu. Najnoviji pasivni modeli ne zahtijevaju ručno učitavanje podataka i umjesto toga koriste bežične veze u bazama vozila. Vjerojatnije je da će vozači prije prihvatiti ovaj oblik praćenja. Mnoge funkcije aktivnih sustava kao što su usklađenost s radnim vremenom i optimizacija rute i dalje se mogu koristiti čak i ako prilagodbe istog dana nisu moguće. Nedostaci pasivnih sustava za praćenje vozila su nemogućnost prilagodbe vozila koja su skrenula s rute u stvarnom vremenu, obavještavanja korisnika o točnom vremenu izvršenja usluge, a mnogi pasivni sustavi zahtijevaju ručno uklanjanje uređaja iz pojedinog vozila kako bi se povezali sa središnjim računalom za potrebe prijenosa prikupljenih podataka.[19]

## 5.2. Osiguranje vozila putem PHYD – „*Pay how you drive*“ osiguranja

*Pay-How-You-Drive* (PHYD) osiguranje, dinamičan je i inovativan pristup osiguranju automobila koji koristi tehnologiju praćenja dinamike vozila za prilagođavanje premija osiguranja na temelju individualnog ponašanja u vožnji (slika 32.). Za razliku od tradicionalnih modela auto osiguranja koji koriste statične faktore kao što su dob, spol i područje za određivanje premija, PHYD modeli koriste podatke u stvarnom vremenu prikupljene iz vozila kako bi stvorili personaliziranu i poštenu strukturu cijena za korisnike.[20]

PHYD osiguranje oslanja se na telematske uređaje ili aplikacije za pametne telefone te njihove senzore i GPS tehnologiju za prikupljanje podataka o različitim aspektima ponašanja vozača. Takvim pristupom mogu se pratiti podaci o[20]:

- Brzini - praćenje brzine kojom vozač putuje pruža uvid u njihovo pridržavanje propisa i prometnih znakova ograničenja brzine,
- Ubrzanju i usporavanju - PHYD uređaji bilježe koliko glatko vozač ubrzava i usporava, nudeći uvid u njihove ukupne vozačke navike i procjenu rizika tijekom sudjelovanja u prometu,
- Dobu dana - vožnja tijekom sati visokog rizika, kao što je kasno noću, u vršnim satima i sl., može utjecati na stope osiguranja, budući da su određena vremena putovanja povezana s povećanom mogućnošću nastanka prometnih nesreća,
- Lokaciji - geografski podaci pomažu osiguravateljima u procjeni rizika povezanih s određenim regijama, županijama, gradskim ili lokalnim rutama.

Prednosti PHYD osiguranja su[20]:

- Pravednije premije osiguranja - PHYD modeli promoviraju pravednost izravnim povezivanjem premija osiguranja s individualnim ponašanjem u vožnji, odnosno sigurni i odgovorni vozači nagrađeni su nižim premijama, potičući odgovorne navike prilikom sudjelovanja u prometu,

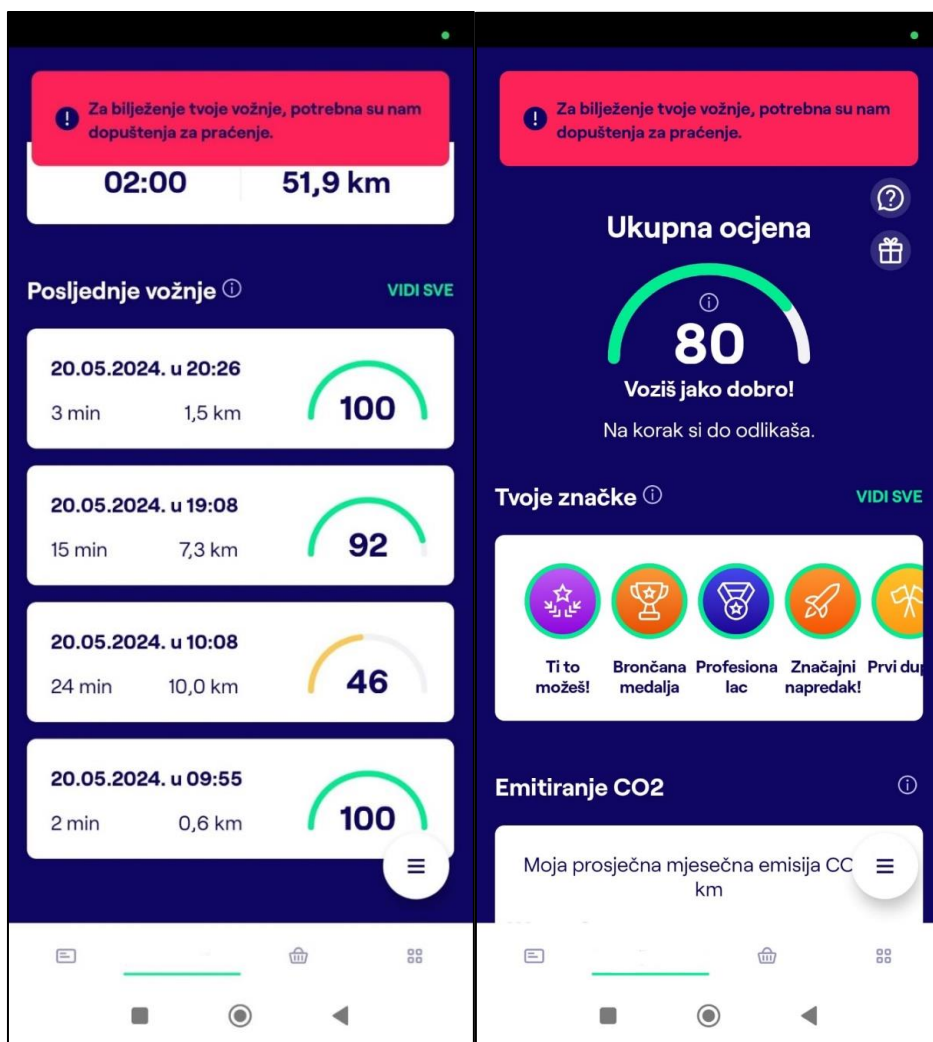


- Smanjenje rizika - poticanjem sigurnije vožnje, PHYD ima potencijal smanjiti ukupni rizik od nesreća i šteta, što dovodi do uštede troškova za osiguravatelje i osiguranike,
- Prilagodba - PHYD omogućuje visoko personalizirano iskustvo osiguranja. Osiguranici imaju veću kontrolu nad svojim premijama jer mogu aktivno utjecati na svoje stope usvajanjem sigurnije vožnje,
- Poticanje sigurnosti - povratne informacije u stvarnom vremenu koje pružaju PHYD uređaji, mogu poslužiti kao stalni podsjetnik vozačima da daju prioritet sigurnom ponašanju na cesti.

Nedostaci takvog pristupa osiguranju su[20]:

- Zabrinutost u vezi s privatnošću - prikupljanje osobnih podataka o vožnji izaziva zabrinutost zbog povrede privatnosti, stoga osiguravajuće kuće moraju primijeniti dovoljne sigurnosne mjere i voditi transparentnu politiku prikupljanja ovakvih podataka kako bi se korisnici riješili strahova od curenja podataka,
- Točnost podataka - uspjeh PHYD modela uvelike ovisi o točnosti prikupljenih podataka. Čimbenici kao što su pouzdanost GPS signala i preciznost senzora koji se koriste igraju ključnu ulogu u učinkovitosti ovog pristupa osiguranju,
- Usvajanje od strane potrošača – uvijek postoje otpori prema novome i nepoznatome pa neki vozači možda oklijevaju u prihvaćanju PHYD osiguranja zbog zabrinutosti oko privatnosti ili nedostatka povjerenja u tehnologiju. Zadaća osiguravajućih kuća je uvjeriti korisnike u suprotno, maksimalno razjasniti sve nedoumice i sumnje te učinkovito i jasno komunicirati o prednostima takvih rješenja.

PHYD modeli osiguranja predstavljaju značajan iskorak u evoluciji auto osiguranja. Kako tehnologija napreduje, vjerojatno će sve više osiguravatelja usvojiti slične pristupe, integrirajući podatke u stvarnom vremenu i umjetnu inteligenciju radi poboljšanja procjene rizika i određivanja cijena. Ovaj transformativni pomak prema personaliziranom osiguranju temeljenom na ponašanju u vožnji ne samo da koristi potrošačima pružajući pravednije i fleksibilnije premije, već također potiče sigurnije vozačke navike.[20] U prethodnom poglavlju je analiza dobivenih podataka iz istraživanja utjecaja praćenja vozača i kretanja vozila pokazala da je 38% ispitanih sudionika spremno na korištenje ovakvih oblika osiguranja u zamjenu za pogodnosti što je značajan postotak u pogledu povećanja sigurnosti cestovnog prometa promjenom ponašanja i stila vožnje.



Slika 32. PHVD polica osiguranja

Potencijalno smanjenje nesreća i šteta, zajedno s poboljšanom sposobnošću upravljanja rizikom, pozicionira PHVD modele, plati kako voziš, kao ključnog igrača u budućem okruženju auto osiguranja oblikujući tradicionalnu industriju auto osiguranja prihvaćanjem tehnologija kako bi ponudili poštenije, personaliziranije premije.[20]

### 5.3. Osiguranje vozila putem PAYD – „Pay as you drive“ osiguranja

Ovaj inovativni model osiguranja, plati dok voziš, poznato i kao osiguranje temeljeno na korištenju (UBI – Usage Based Insurance), vrsta je osiguranja vozila koje koristi telematsku tehnologiju za praćenje ponašanja korisnika u vožnji i određivanje premija osiguranja na način da umjesto plaćanja fiksne premije korisnik plaća samo kilometre koje prijeđe tijekom određenog vremenskog razdoblja, a najčešće je to godina dana.[21]

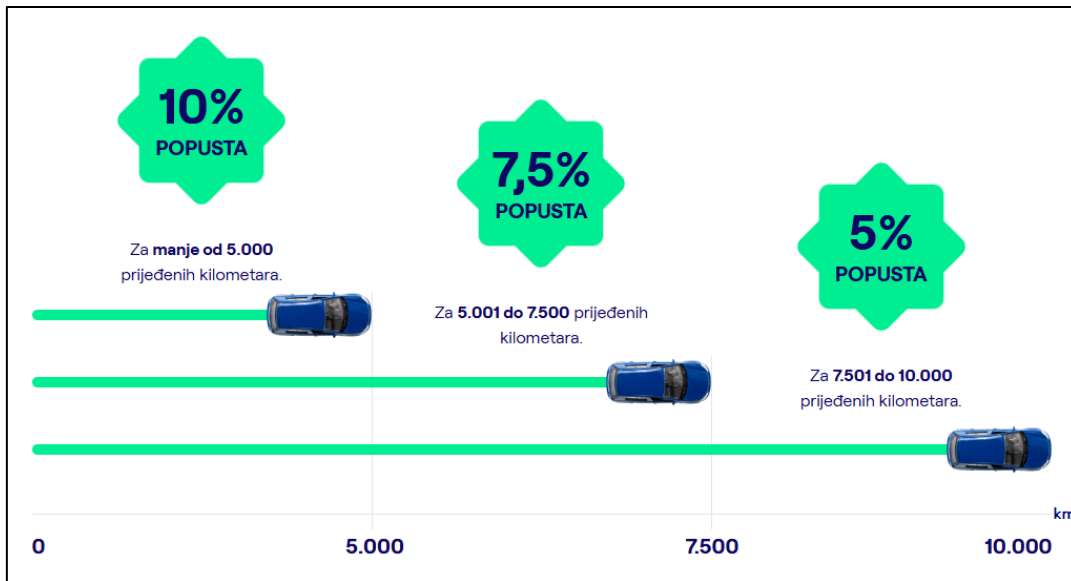
Telematski uređaji, instalirani su u vozilima ili kao „crne kutije“ koje se priključuju na dijagnostički priključak vozila korisnika ili putem senzora pametnih telefona (GPS) te pripadajuće aplikacije koje prikupljaju podatke o navikama u vožnji. Ti se podaci potom analiziraju i koriste za izračun premija osiguranja, pri čemu sigurniji vozači, s manjom razinom rizika dobivaju niže stope. Čimbenici koji se mogu uzeti u obzir prilikom izračuna premija uključuju[21]:

- Kilometražu: broj prijeđenih kilometara temeljna je metrika u PAYD modelima, odnosno što manje vozač koristi svoje vozilo, to je manji rizik u prometu što se više korisnik vozi, to će premije biti veće, jer rizici rastu češćim i duljim sudjelovanjem u prometu, a time raste i statistička mogućnost nastanka rizičnih situacija koje mogu dovesti do prometnih nesreća,
- Doba dana: vožnja tijekom vršnih sati ujutro i tijekom popodneva ili noću može dovesti do viših premija,
- Brzinu: prebrza vožnja može dovesti do viših premija,
- Ubrzavanje i kočenje: često naglo kočenje i naglo ubrzavanje može rezultirati višim premijama,
- Lokaciju: neka osiguravajuća društva također mogu uzeti u obzir lokaciju na kojoj korisnik obavlja svoje aktivnosti, kao što su urbana područja s višim stopama nesreća, u odnosu na ruralna područja s manjim intenzitetom prometa i manjim stopama prometnih nesreća.

Prednosti PAYD osiguranja[21]:

- Pravednije premije - jedna od glavnih prednosti PAYD osiguranja je ta što nude pravednije premije jer se umjesto plaćanja fiksne premije, premije korisnika temelje na stvarnom ponašanju u vožnji,
- Ušteda troškova - za one koji ne voze često, PAYD osiguranje može rezultirati značajnim uštedama jer plaćaju samo kilometre koje prijeđu. To može biti posebno korisno za one koji žive u urbanim područjima i koriste javni prijevoz za svoje svakodnevno putovanje na posao, a vozila povremeno vikendima ili neku sličnu kombinaciju javnog i privatnog prijevoza,
- Poticaj za sigurnu vožnju – osim pridržavanja ograničenja brzine, izbjegavanja naglog kočenja, vožnjom izvan određenih sati prometa, najčešće su to vršni sati, potiče se na sigurniju vožnju, jer korisnik smanjuje prisutnost svojeg vozila na prometnicama, stvara se manja gužva što u konačnici čini ceste sigurnijima, s manje prometnih nesreća,
- Smanjeni utjecaj na okoliš - osiguranje plati koliko voziš potiče ekološki prihvatljivu vožnju potičući smanjenu ukupnu kilometražu. Studija Fonda za zaštitu okoliša[22] procjenjuje da bi, ako bi svi vozači prešli na PAYD police osiguranja, to moglo smanjiti ukupnu vožnju za 10% diljem zemlje, što bi dovelo do značajnog smanjenja štetnih emisija,
- Fleksibilnost - jedna od ključnih prednosti politike plaćanja koliko voziš je njena fleksibilnost, čiji se planovi prilagođavaju promjenjivim obrascima vožnje, što

ih čini idealnim za sezonske vozače, ljude koji rade od kuće, obitelji s više vozila.[21]



Slika 33. PAYD osiguranje - pogodnosti  
Izvor: <https://www.laqa.hr/plati-koliko-vozis/>

Ipak, ova opcija nije za svakoga, pogotovo za one koji često voze, dugo putuju na posao ili rade veliki broj kilometara na godišnjoj razini jer im poslovni uvjeti tako nalažu, pa bi u tom slučaju možda povoljnije prošli s tradicionalnim oblikom osiguranja vozila.[21]

## 6. Zaključak

Čovjek kao najvažniji čimbenik sigurnosti cestovnog prometa igra ključnu ulogu u oblikovanju sigurnog okruženja u prometnom sustavu. Ljudi se razlikuju prema svojim osobnim značajkama i psihofizičkim svojstvima, što uvelike utječe na mogućnost nastanka prometnih nesreća. Stoga se kao potencijalni aktivni čimbenik sigurnosti vozača i vozila mogu svrstati telematički uređaji i sustavi koji omogućuju aktivno praćenje ponašanja vozača, analizu obrazaca ponašanja, te aktivno sudjelovanje u vožnji, pružajući vitalne informacije za vozača u pogledu sigurnosti prilikom upravljanja vozilom u prometu.

Mnogo je vrsta telematičkih uređaja i svi imaju svoju namjenu koja je korisna u nekom datom trenutku, kao što su GPS lokatori, uređaji za snimanje podatka o događajima (tzv. crne kutije), senzori unutar automobila, kamere u vozilu kao sredstvo praćenja dinamike i slični uređaji.

Istraživanja u svrhu praćenja ponašanja vozača i njihov utjecaj na sigurnost u prometu su koristila različite metode i načine klasificiranja kako bi identificirali rizične obrasce ponašanja. No, za analizu ponašanja vozača i procjenu stila vožnje sve su popularniji mobilni uređaji, odnosno pametni telefoni, ponajviše jer su pristupačni, jeftini za ugradnju, obzirom da ih većina ljudi već posjeduje te je financijski najisplativiji oblik praćenja. Ipak, da bi takav način praćenja, kao i u svim ostalim slučajevima kada se snimaju i bilježe podaci funkcionirao potrebna je privola korisnika, odnosno vozača jer zakonodavni okvir Europske unije koji se bavi zaštitom privatnosti i podataka građana EU iz 2018. godine ima za cilj ojačati prava pojedinaca u vezi sa njihovim osobnim podacima, stoga organizacije koje žele koristiti dobivene podatke moraju dobiti jasan i informirani pristanak od pojedinaca za prikupljanje i obradu njihovih osobnih podataka.

U radu je provedeno istraživanje putem anketnog upitnika na uzorku od 248 sudionika, koje je u nekim segmentima rezultata bilo slično rezultatima modela prethodnih ispitivanja spomenutih u radu, no takav način istraživanja ipak ne može sa sigurnošću utvrditi u kojoj mjeri i koliko se može umanjiti opasnost od nastanka prometne nesreće i ozbiljnih posljedica. Najvažnija pitanja istraživanja su bila da li je vozač spreman promijeniti svoj stil i obrazac ponašanja u vožnji ukoliko bi isti bio praćen putem telematičkih sustava i rješenja te volja za pružanjem informacija o privatnim podacima koje skupljaju telematički uređaji u zamjenu za neke pogodnosti vozaču. Na prvo pitanje su rezultati pokazali pozitivne brojke gdje je 14% njih bilo odmah spremno potpuno promijeniti svoj stil i obrazac ponašanja, dok se 13% njih izjasnilo da bi promijenilo navike koje smatraju opasnim, kao što su prekomjerno prekoračenje brzine, prolazak kroz crveno ili vožnja u alkoholiziranom stanju. Ove skupine mogu biti ključne za povećanje sigurnosti u cestovnom prometu jer i najmanje, ali pozitivne promjene u obrascima ponašanja mogu donijeti značajne dobitke u sigurnosti prometa i smanjenju prometnih nesreća. Privolu za praćenje i snimanje privatnih podataka bi pristalo dati njih 38% što je značajan rezultat u prihvaćanju telematičkih rješenja koja koriste i vozačima, ali i općenitoj sigurnosti prometa.

Mogućnosti primjene telematike su mnoge. Telematika ima značajan utjecaj na ponašanje vozača, pružajući alate za praćenje, analizu i poboljšanje vozačkih navika, prikupljajući podatke o brzini, ubrzanju, kočenju i skretanju, što pomaže u identifikaciji rizičnih obrazaca vožnje. Na osnovu prikupljenih podataka, kompanije s velikim voznim parkovima mogu pružiti specifične obuke vozačima kako bi unapredili njihovo ponašanje.

Analiza podataka omogućava identifikaciju najčešćih uzroka nesreća, a informacije o problematičnim mjestima ili situacijama mogu pomoći vozačima da budu oprezniji. Telematički uređaji omogućavaju vozačima da dobiju povratne informacije o svom ponašanju u realnom vremenu, što im može pomoći da brzo reagiraju na situacije koje zahtijevaju pažnju.

Mnoge osiguravajuće kuće nude motivaciju i bonuse u obliku niže premije osiguranja za vozače koji prijeđu određeni broj kilometara u godini dana ili vozače koji oprezno i pažljivo voze, ekonomičnom i razboritom vožnjom smanjujući mogućnosti nastanka prometnih nesreća. Te police osiguranja poznate su kao PAYD, *Pay as you drive*, te PHYD, *Pay how you drive* i unatoč tome što postoje već neko duže vrijeme, rastući su trend u posljednjih nekoliko godina, kako na svjetskim prometnicama tako i na domaćem tržištu, pa tako pojedina osiguranja na tržištu Republike Hrvatske uz motivacijske zadatke i postizanje određenih ciljeva, nude inovativan model osiguranja u zamjenu za različite pogodnosti kao što su specijalistički pregledi, troškovi spašavanja u inozemstvu, osiguranje osobnih stvari i dokumenata i slično.

Važnost telematičkih uređaja te praćenja i analize podataka predmetom je konstantnog istraživanja, a rezultati istraživanja podloga su za još bolja telematička rješenja takvog sustava kako bi se pogreška vozača kao najvažnijeg čimbenika znatno umanjila u procesu vožnje i sudjelovanja u cestovnom prometu. Uvažavanjem navedenog može se utjecati na smanjenje broja i posljedica prometnih nesreća kao i na smanjenje rizičnih i kritičnih situacija kao elemenata koji utječu na mogućnost nastanka prometnih nesreća.

*Popis literature:*

- [1] MUP, Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030., Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova, 2021.
- [2] J. Španić, *Vozač kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2020.
- [3] V. Cerovac, *Tehnika i sigurnost prometa*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2021.
- [4] G. Luburić, *Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I – radni materijal za predavanja*, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [5] VerizonConnect, »What is Telematics?,« 2023. [Mrežno]. Available: <https://www.verizonconnect.com/resources/article/what-is-telematics/>.
- [6] GeoTab, »What is telematics?,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://www.geotab.com/blog/what-is-telematics/>.
- [7] GoCodes, »5 Types of Fleet Telematics Devices to Know About,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://gocodes.com/fleet-telematics-device-types/>.
- [8] BeeDigital, »Kako funkcionira GPS sustav za satelitsko praćenje?,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://www.beedigital.hr/kako-funkcionira-gps-sustav-za-satelitsko-pracenje/>.
- [9] GeoTab, »Fleet dash cams,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://www.geotab.com/fleet-management-solutions/fleet-dash-cams/>.
- [10] M. Tomaš, »Kamere u automobilu: Je li snimanje na hrvatskim cestama protuzakonito?,« 2023. [Mrežno]. Available: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/servis/kamere-u-automobilu-je-li-snimanje-na-hrvatskim-cestama-protuzakonito-15300024#&gid=1&pid=3>.
- [11] FleetGo, »Black box for a car: what is it, and why have one?,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://fleetgo.com/kb/technology/black-box-car//>.
- [12] ImsTech, »The Ultimate Introduction to Mobile Telematics,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://ims.tech/knowledge-hub/what-is-mobile-app-telematics/>.
- [13] M. N. Al-Din, »Driver Behavior Detection Techniques: A survey,« *International Journal of Applied Engineering Research*, 2018.
- [14] WorldHealthOrganization, »Road traffic injuries,« 2023. [Mrežno]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>.
- [15] N. Kalra, »Analyzing Driver Behavior using Smartphone Sensors: A Survey,« *International Journal of Electronic and Electrical Engineering*, 2014.
- [16] R. Matheson, »MIT News - Smarter driving, using your phone,« 2016. [Mrežno]. Available: <https://news.mit.edu/2016/startup-smartphone-app-safe-driving-0105>.

- [17] R. Schmidt-Cotta, »Veronica II - Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash,« 2009.
- [18] NPSCP, »FELJTON: Čovjek - čimbenik sigurnosti cestovnog prometa-7. dio,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://npscp.hr/sigurno-u-prometu/demografske-karakteristike-povezane-s-rizikom-u-prometu-spol-i-dob>.
- [19] Telematics.com, »Vehicle Tracking Systems,« 2013. [Mrežno]. Available: <https://www.telematics.com/vehicle-tracking-systems/>.
- [20] ElectroLease, »What is 'Pay How You Drive' Insurance?,« 2024. [Mrežno]. Available: <https://www.electrolease.co.uk/news/what-is-pay-how-you-drive-insurance-car-insurance/>.
- [21] J. Kaku, »How does pay as you drive, pay how you drive work?,« 2022. [Mrežno]. Available: <https://www.coverfox.com/car-insurance/articles/how-does-pay-as-you-drive-and-pay-how-you-drive-work/>.
- [22] E. D. Fund, »Affordable, Innovative Insurance Will Also Reduce Pollution,« 2002. [Mrežno]. Available: <https://www.edf.org/media/affordable-innovative-insurance-will-also-reduce-pollution>.



### *Popis kratica*

- GPS – (Global Positioning System) - Satelitski navigacijski sustav, SAD
- PAYD – (Pay As You Drive) – Plati dok voziš
- PHYD – (Pay How You Drive) – Plati kako voziš
- SMS – (Short Message Service) - Tehnologija koja omogućava slanje kratkih tekstualnih poruka između mobilnih telefona
- M2M – (Machine to Machine) - Komunikaciju između uređaja, strojeva ili sustava bez potrebe za ljudskom intervencijom
- OBD – (On-Board Diagnostics) - Sustav koji omogućava dijagnostiku i praćenje performansi vozila
- CAN BUS – (Controller Area Network bus) - Industrijski standard za komunikaciju između različitih elektroničkih uređaja unutar vozila, strojeva, automatiziranih sustava i drugih uređaja
- ELD – (Electronic Logging Device) - Elektronički uređaj koji se koristi za praćenje i bilježenje radnih sati vozača
- GLONASS – (Global Navigation Satellite System) - Globalni navigacijski satelitski sustav, ruski
- BEIDOU – (Beidou Navigation Satellite System) - Satelitski navigacijski sustav, kineski
- GALILEO (GNSS) – (Global Navigation Satellite System) - Globalni navigacijski satelitski sustavi, europski
- GSM – (Global System for Mobile communication) - Svjetski standard za mobilnu telefoniju
- SIM – (Subscriber Identification Module) - Identifikacijski modul preplatnika.
- GDPR – (General Data Protection Regulation) – Opća uredba o zaštiti podataka
- WHO – (World Health Organization) – Svjetska zdravstvena organizacija
- HMM – (Hidden Markov Model) – Skriveni Markovljev model
- GMM – (Gaussian Mixture Model) - Model Gaussovih mješavina
- SVM – (Support Vector Machine) - Pomoćni Vektorski Stroj
- PCA – (Principal Component Analysis) - Analiza glavnih komponenata
- DTW – (Dynamic Time Warping) - Algoritam za usporedbu vremenskih serija,
- CMT – Cambridge Mobile Telematics - Tehnološka tvrtka koja se specijalizirala za razvoj rješenja u području telematike
- MIT – (Massachusetts Institute of Technology) - Privatno istraživačko sveučilište
- EDR – (Event Data Recorder) – Uređaj za snimanje podataka o događaju
- VERONICA-II (Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment) – Projekt Europske komisije
- JDR – (Journey Data Recorder) – Uređaj za snimanje podataka o putovanju
- LED – (Light-Emitting Diode) - Svjetleća dioda, poluvodički elektronički element
- CCTV – (Closed-Circuit Television) - Sustav nadzornih kamera
- UBI – (Usage Based Insurance) - Osiguranje na temelju korištenja

## Popis grafičkih prikaza

Slika 1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti	4
Slika 2. Osobnosti čovjeka	6
Slika 3. Vidno polje čovjeka	10
Slika 4. Podjela vidnog polja	10
Slika 5. Telematika praćenja vozila	15
Slika 6. Mini GPS lokator	17
Slika 7. Kamera u vozilu kao sredstvo praćenja dinamike vozila	18
Slika 8. Dijelovi kamere za praćenje dinamike kretanja vozila	19
Slika 9. Senzori u vozilu	19
Slika 10. EDR (Event-Data Recorder)	20
Slika 11. Tablet uređaj i pametni telefon	22
Slika 12. Vrste podataka koje bilježe pametni telefoni	23
Slika 13. Primjer mobilne aplikacije za praćenje podataka o načinu kretanju vozila	24
Slika 14. Aplikacija CMT-a, DriveWell	33
Slika 15. Primjer iz aplikacije DriveWell	34
Slika 16. Razdioba ispitanika po spolu	37
Slika 17. Dobna raspodjela sudionika ankete	37
Slika 18. Podjela prema obrazovanju	38
Slika 19. Učestalost korištenja vozila	39
Slika 20. Samoprocjena vještina upravljanja vozilom	40
Slika 21. Sudjelovanje u prometnim nesrećama	40
Slika 22. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje I	41
Slika 23. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje II	42
Slika 24. Sudjelovanje u odnosu na stil vožnje III	42
Slika 25. Sudionici prometne nesreće prema spolu	43
Slika 26. "Krivica" za prometnu nesreću u odnosu na spol	44
Slika 27. "Manji prometni prekršaji"	44
Slika 28. "Veći prometni prekršaji"	45
Slika 29. Broj prometnih kazni u posljednje 3 godine	46
Slika 30. Promjena stila vožnje	47
Slika 31. GDPR - pristup telematičkim podacima	48
Slika 32. PHYD polica osiguranja	53
Slika 33. PAYD osiguranje - pogodnosti	55

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski 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 UTJECAJ PRAĆENJA PONAŠANJA VOZAČA PUTEM TELEMATIČKIH UREĐAJA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 19.11.2024

Student/ica:

Slavko Mamić  
(ime i prezime, *potpis*)