

# Utjecaj starosti vozila na posljedice prometnih nesreća

---

Lukač, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:978776>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**  
**UTJECAJ STAROSTI VOZILA**  
**NA POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA**

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

Student: Ivan Lukač

JMBAG: 0135268291

Zagreb, rujan 2023.

Zagreb, 5. travnja 2023.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7158

Pristupnik: **Ivan Lukač (0135268291)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj starosti vozila na posljedice prometnih nesreća**

### Opis zadatka:

U Diplomskom radu potrebno je istražiti koliki je utjecaj starosti vozila na posljedice prometnih nesreća. Objasniti vrste aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila te analizirati značajke vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama s posebnim osvrtom na njihovu starost. Statistički ispitati i prikazati korelaciju između starosti vozila i nastanka prometnih nesreća te kvantificirati koliki je utjecaj starosti vozila na posljedice prometnih nesreća.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

izv. prof. dr. sc. Željko Šarić

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**  
**UTJECAJ STAROSTI VOZILA**  
**NA POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA**

**THE INFLUENCE OF VEHICLE AGE ON THE  
CONSEQUENCES OF TRAFFIC ACCIDENTS**

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

Student: Ivan Lukač

JMBAG: 0135268291

Zagreb, rujan 2023.

## SAŽETAK

Sigurnost prometa važan je čimbenik cjelokupnog prometnog sustava. Cestovni promet je neizostavna sastavnica svakodnevnog ljudskog života u suvremenom društvu. Ovim diplomskim radom napravljena je statistička analiza prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od pet godina. U svrhu izrade ovog diplomskog rada, također je provedeno ispitivanje korelacije između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća, kao i između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća na temelju ustupljenih podataka od strane Ministarstva unutarnjih poslova. Provođenjem ispitivanja korelacije, analizirano je u kojoj mjeri starost vozila utječe na okolnosti nastanka prometnih nesreća i posljedice prometnih nesreća. Temeljem dobivenih rezultata istraživanja utvrđene su povezanosti između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća, za razliku od okolnosti nastanka prometnih nesreća.

**KLJUČNE RIJEČI:** promet, sigurnost, prometne nesreće, okolnosti nastanka prometnih nesreća, posljedice prometnih nesreća, starost vozila,

## SUMMARY

Traffic safety is an important factor of the entire traffic system. Road traffic is an indispensable component of everyday human life in modern society. In this thesis, a statistical analysis of traffic accidents in the Republic of Croatia was made for a period of five years. For the purpose of creating this thesis, a correlation test was also conducted between the age of the vehicle and the circumstances of the occurrence of traffic accidents as well as between the age of the vehicle and the consequences of traffic accidents based on data provided by the Ministry of Internal Affairs. By conducting a correlation test, it was analyzed to what extent the age of the vehicle affects the circumstances of the occurrence of traffic accidents and the consequences of traffic accidents. Based on the research results, the connections between the age of the vehicle and the consequences of traffic accidents, as opposed to the circumstances of the occurrence of traffic accidents, were established.

**KEYWORDS:** traffic, safety, traffic accidents, circumstances of traffic accidents, consequences of traffic accidents, vehicle age

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. VRSTE AKTIVNIH I PASIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA .....	3
2.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila .....	3
2.1.1. Kočnice .....	3
2.1.2. Upravljački mehanizam .....	7
2.1.3. Pneumatici .....	8
2.1.4. Svjetlosni i signalni uređaji.....	10
2.1.5. Uređaji koji povećavanju vidno polje vozača .....	12
2.1.6. Konstrukcija sjedala .....	12
2.1.7. Usmjerivači zraka.....	12
2.1.8. Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila .....	13
2.1.9. Vibracije vozila .....	13
2.1.10. Intenzivna buka .....	13
2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila.....	14
2.2.1. Karoserija.....	14
2.2.2. Vrata vozila.....	16
2.2.3. Sigurnosni pojasevi .....	16
2.2.4. Nasloni za glavu .....	17
2.2.5. Vjetrobranska stakla i zrcala .....	17
2.2.6. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora .....	17
2.2.7. Odbojnik .....	17
2.2.8. Sigurnosni zračni jastuk.....	18
3. NAPREDNI SUSTAVI ZA PODRŠKU VOZAČU PRI UPRAVLANJU VOZILOM .....	19
3.1. Sustavi protiv blokiranja kotača.....	20
3.2. Sustav upozorenja mrtvog kuta.....	21
3.3. Sustavi kontrole proklizavanja (ASR, TCS).....	22
3.4. Elektronički program stabilnosti (ESP).....	23
3.5. Sustavu automatskog kočenja (AEB).....	24
3.6. Adaptivni tempomat koji prilagođava brzinu vozila drugim vozilima u prometu (ACC)....	24
3.7. Sustav za upozoravanje vozača u slučaju pospanosti (DDD) .....	24
3.8. Sustav zadržavanja vozila u prometnom traku .....	25
3.9. Sustav za prepoznavanje prometnih znakova (TSR).....	26
3.10. Sustav za prepoznavanje pješaka i biciklista .....	26
3.11. Prisutnost ADAS sustava u određenim markama vozila .....	29

4. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA PROMETNIH NESREĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	35
4.1. Opće stanje prometa .....	35
4.2. Statistički pokazatelji prometnih nesreća .....	36
5. ISPITIVANJE KORELACIJE IZMEĐU STAROSTI VOZILA I NASTANKA PROMETNIH NESREĆA .....	40
5.1. Korelacija između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća .....	41
5.2. Korelacija između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća .....	50
6. UTJECAJ STAROSTI VOZILA NA POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA .....	56
6.1. Nastradali sudionici prometnih nesreća prema starosti vozila .....	61
6.2. Rezultati istraživanja o utjecaju starosti vozila na posljedice prometnih nesreća .....	65
7. ZAKLJUČAK .....	67
POPIS LITERATURE.....	69
POPIS SLIKA.....	71
POPIS TABLICA.....	72
POPIS GRAFIKONA.....	73

# 1. UVOD

Cestovni promet može se definirati kao sustav koji je sastavljen od elemenata, odnosno komponenata i podsustava. Njihova interakcija čini sustav funkcionalnim, učinkovitim i sigurnim. Sigurnost cestovnog prometa važan je čimbenik cjelokupnog prometnog sustava. Kako bi se povećala sigurnost svih sudionika u prometu u cilju smanjenja prometnih nesreća sa što manje poginulih osoba i drugih, poduzimaju se različite radnje kako bi se došlo navedenog rezultata.

Cilj ovog diplomskog rada je analizirati kako starost vozila utječe na nastanak i posljedice prometnih nesreća. Uključujući sve okolnosti nastanka prometnih nesreća kao i posljedice prometnih nesreća, analizirane su na temelju dobivenih podataka od strane Ministarstva unutarnjih poslova koje se odnose na prometne nesreće u protekle dvije godine u Republici Hrvatskoj, te podatci o prometnim nesrećama objavljenim u Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa. Rad je podijeljen u sedam poglavlja.

1. Uvod
2. Aktivni i pasivni elementi sigurnosti vozila
3. Napredni sustavi za podršku vozaču pri upravljanju vozilom
4. Analiza statističkih podataka prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj
5. Ispitivanje korelacije između nastanka prometnih nesreća i starosti vozila
6. Utjecaj starosti vozila na posljedice prometnih nesreća
7. Zaključak

U drugom poglavlju navedene su i objašnjene vrste aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila.

U trećem poglavlju objašnjeni su napredni sustavi za podršku vozaču pri upravljanju vozilom, te isto tako navedeni su oni napredni sustavi koji se najčešće ugrađuju u novija vozila kako bi se povećala sigurnost vozila, a samim time i smanjio rizik od nastanka prometnih nesreća. Također navedeni su popisi i datumi obavezne primjene određenih naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom.

Četvrto poglavlje odnosi se na analizu statističkih podataka prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj. Poglavlje se bazira na statističkim podacima o prometnim nesrećama za razdoblje od 2018. godine do 2022. godine. Analiziranjem podataka utvrđeno je koliki se broj



prometnih nesreća dogodio u Republici Hrvatskoj za navedeno razdoblje, kao i koliki je broj osoba smrtno stradalih, teže ozlijeđenih i lakše ozlijeđenih.

U petom poglavlju prikazani je ispitivanje korelacije između starosti vozila, posljedica prometnih nesreća i okolnosti nastanka prometnih nesreća. Korelacija između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća analizirana je pomoću *Pearsonovog* koeficijenta korelacije dok je korelacija između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća analizirana pomoću jednadžbe pravca.

U šestom poglavlju objašnjena su dosadašnja međunarodna istraživanja koja se odnose na sigurnost cestovnog prometa primjenom naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom u Velikoj Britaniji, kao i istraživanja koja su provedena u Republici Hrvatskoj s osvrtom na broj poginulih osoba u neispravnim vozilima. Daljnjim analiziranjem podataka dobivenih od Ministarstva unutarnjih poslova, utvrđeno je koliko i u kojoj mjeri starost vozila utječe na posljedice prometnih nesreća.

U sedmom poglavlju, odnosno posljednjem prikazan je Zaključak rada.

## 2. VRSTE AKTIVNIH I PASIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI VOZILA

Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne elemente sigurnosti vozila. Aktivni elementi sigurnosti vozila su ona tehnička rješenja vozila čija je glavna zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok je zadaća pasivnih elemenata sigurnosti vozila ublažiti posljedice u slučaju nastanka prometne nesreće [1].

### 2.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila

Aktivna sigurnost vozila se može definirati kao skup dizajnerskih i operativnih svojstava automobila usmjerena na sprječavanje prometnih nesreća i uklanjanja preduvjeta za njihov nastanak povezanih s dizajnerskim karakteristikama automobila.

U aktivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se [1]:

- ✓ Kočnice
- ✓ Upravljači mehanizam
- ✓ Pneumatici
- ✓ Svjetlosni i signalni uređaji
- ✓ Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača
- ✓ Konstrukcija sjedala
- ✓ Usmjerivač zraka ili spojleri
- ✓ Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila
- ✓ Vibracije vozila
- ✓ Buka

#### 2.1.1. Kočnice

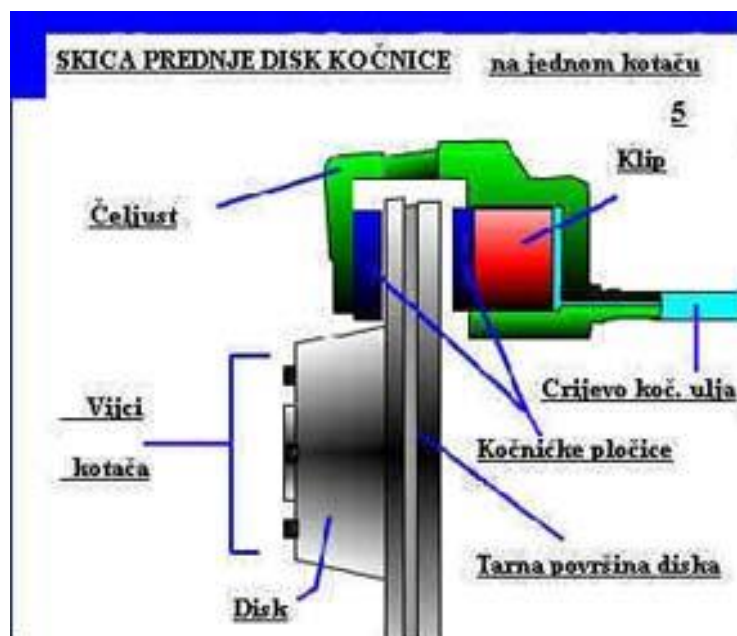
Kočnice su jedan od najvažnijih dijelova današnjih vozila jer osiguravaju sigurno kretanje i zaustavljanje vozila [1]. Osnovne zadaće kočnica na vozilu su:

- Zaustaviti vozilo na najkraćem mogućem putu
- Prilikom kočenja održavati stabilnu putanju
- Održavati jednako efikasno kočenje i pri dugotrajnom intenzivnom kočenju
- Pouzdano zadržavati parkirano vozilo na uzbrdici

Vozilo mora imati dvije potpuno nezavisne kočnice: ručnu i nožnu. Za sigurnost prometa važnija je nožna kočnica jer djeluje na sve kotače neposredno. Postoji više vrsta kočenja:

Kočenje pomoću disk kočnice - diskovi se okreću zajedno s glavčinom, ležajem te gumom. Većina današnjih automobila na prednjim kotačima imaju diskove, dok na zadnjim kotačima postoje i diskovi i kočioni bubnjevi odnosno doboši [2]. ( Slika 1.)

Najveća opasnost za sigurnost prometa pri naglom kočenju je blokiranje kočnica, jer se pritom gubi 60% sile kočenja. Danas su u svijetu poznati razni antiblok sustavi kao npr. ABS [1].



Slika 1. Koćenje pomoću diska

Izvor: [3]

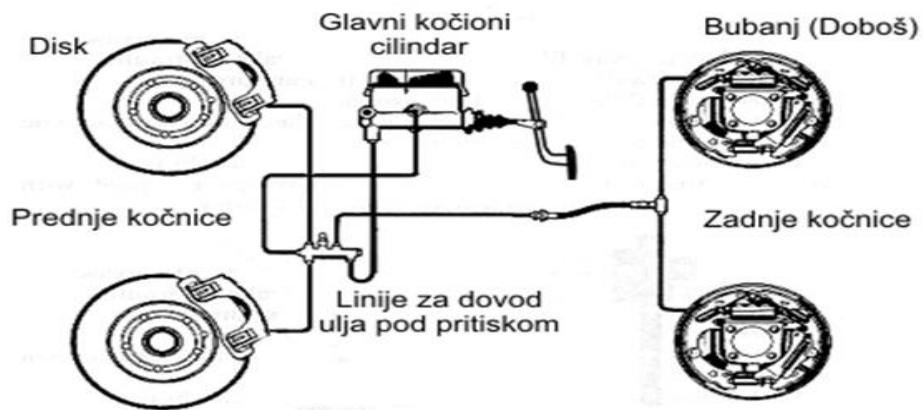
Koćenje pomoću bubnja – sustav kočenja isti je kao i kod diskova s tim da se kočione pakne stisnu na stijenku kočionog bubnja te se tako stvara trenje i vozilo se zaustavlja. (Slika 2.)



Slika 2. Bubanj kočnica

Izvor: [4]

Kombinirani sustav kočenja – sustav kočenja kod kojeg su na prednjim kotačima disk-kočnice, a na stražnjim kotačima bubanj [1]. (Slika 3.)



Slika 3. Kombinirani sustav kočenja

Izvor: [5]

Osnovni pokazatelji efikasnosti kočenja vozila su [2]:

- Kočna sila
- Usporenje vozila
- Put kočenja
- Vrijeme kočenja

Razlikuju se tri vrste kočnica, a to su:

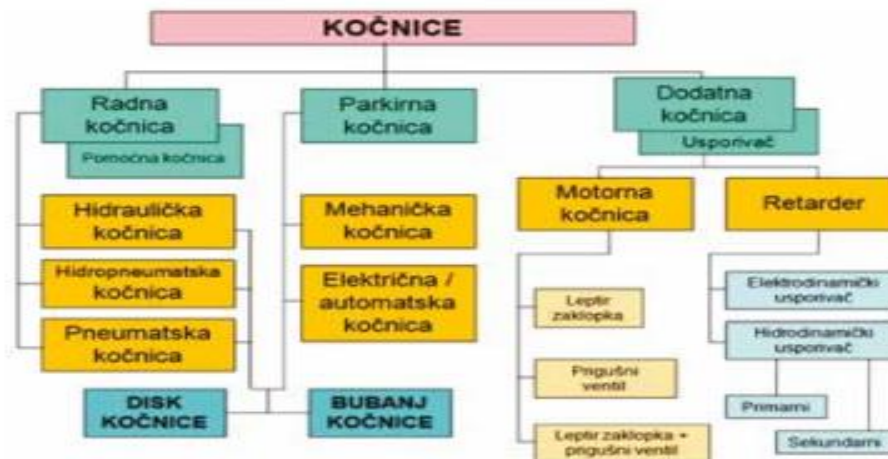
- Radna (nožna) kočnica
- Pomoćna kočnica
- Parkirna kočnica

Radna kočnica služi za usporavanje i zaustavljanje vozila na siguran način, bez obzira na brzinu kretanja vozila, opterećenje vozila i nagiba ceste, te pruža prilagodbu jakosti kočenja.

Pomoćna kočnica služi za zaustavljanje vozila ako otkáže radna kočnica. Vozač je može aktivirati sa sjedala, a da mu pritom jedna ruka bude na upravljaču. Stoga je pomoćna kočnica u načelu ručna kočnica, odnosno kočnica koja se aktivira rukom.

Parkirna kočnica omogućuje zadržavanje vozila u zakočenom stanju, za vrijeme stajanja pri punom opterećenju i na određenoj kosini. Radna i parkirna kočnica mogu biti kombinirane, tako da komanda radne kočnice bude neovisna o komandi parkirne kočnice

Dodatne kočnice, tzv. usporivači (trajne kočnice) služe za usporavanje komercijalnih vozila. Usporivači omogućuju dugotrajno usporavanje teretnih vozila mase preko 5t koja su predviđena za vuču prikolica te na vozilima mase preko 9t [2].

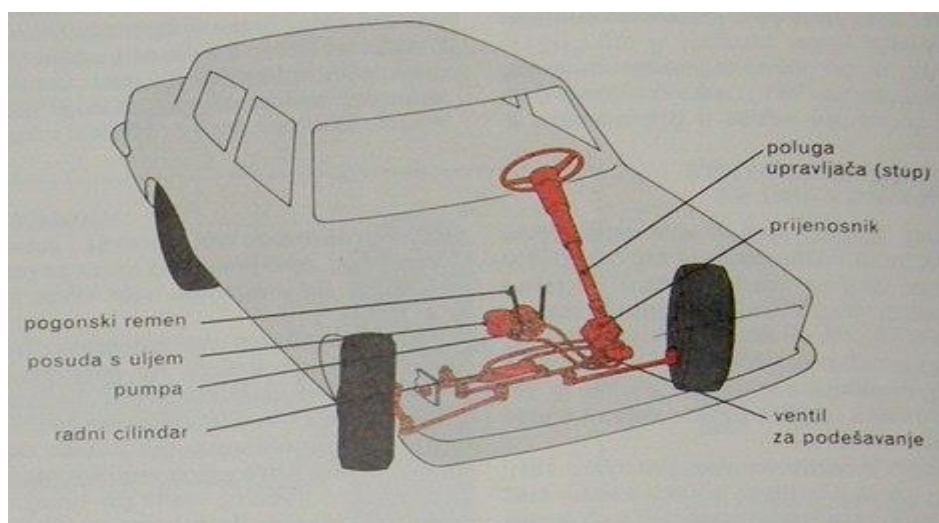


Slika 4. Vrste kočnica na motornim vozilima

Izvor: [6]

### 2.1.2. Upravljački mehanizam

Upravljački mehanizam služi kao reduktor koji omogućava povećanje okretnog momenta kojim vozač djeluje na kotač upravljača u cilju zakretanja kotača kojima se upravlja vozilom (Slika 5.). Jedan od uzroka prometnih nesreća može biti neispravnost upravljačkog mehanizma, zbog loma nekih dijelova ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog volana. Najteže ozljede vozača nastaju prilikom čeonog sudara, zbog udara prsnog koša u volan upravljača i zbog udara glave u vjetrobransko staklo [1].



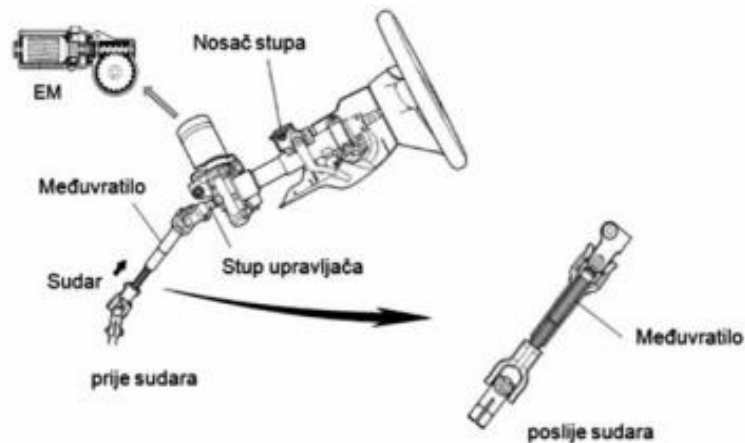
*Slika 5. Upravljački mehanizam*

Izvor: [7]

U slučaju čelnog sudara, sigurnosni stup upravljača sprječava prodiranje upravljača u putnički prostor. Sigurnosni se stup pri sudaru uvlači i deformira te tako smanjuje mogućnost ozljede vozača (Slika 6.). Postoji više vrsta sigurnosnih stupova, a to su [2]:

- Teleskopski
- Zglobni stup
- Višedijelni stup
- Mrežasti stup

Teleskopski stup se prilikom sudara skraćuje uvlačenjem kardanskog međuvratila ili kliznog vratila, zglobni stup se skraćuje lomom, a mrežasti stup se deformira. Najprije se skraćuje međuvratilo, zatim nastaje lom stupa upravljača [2].



Slika 6. Stup upravljača

Izvor: [6]

### 2.1.3. Pneumatici

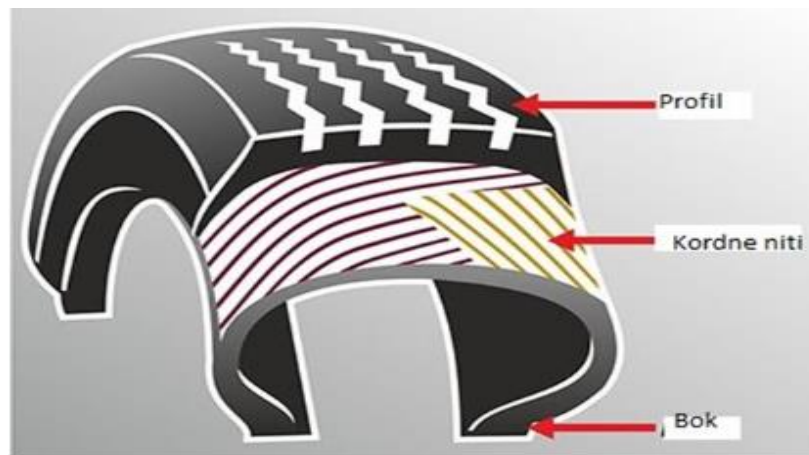
Zadaća pneumatika je postizanje što boljeg prijanjanja između podloge i kotača. Gume posebno utječu na sigurnost prometa. Za sigurnu vožnju važno je da guma ima dobar gazni sloj (narez), te dubina nareza ne smije biti manja od jednog milimetra za osobna vozila i dva milimetra za teretna vozila i autobuse [1]. Pneumatici se dijele na radijalne i dijagonalne. Kod radijalnih pneumatika karkasa je sastavljena od jednog ili dvaju slojeva gumiranih niti. Između dvaju jezgara stopa niti su postavljene radijalno, odnosno pod kutom od  $90^\circ$  u odnosu na obujam u središtu pneumatika [4]. Glavna razlika u konstrukciji radijalnih pneumatika u odnosu na dijagonalne pneumatike je u pojasu koji se postavlja između gazećeg sloja i karkasa, koji se sastoji od vlakana (čelik staklena vlakna ili aramidi, najlon) koji su isprepleteni pod kutom od  $15 - 20^\circ$  (Slika 7.).



Slika 7. Poprečni presjek radijalnog pneumatika

Izvor: [8]

Kod dijagonalnih pneumatika karakasa se sastoji od najmanje dva sloja gumiranih vlakana (Slika 8.). Vlakna slojeva nalaze se pod kutom od 20 - 40° u odnosu na obujam središta pneumatika. Radijalni pneumatici više se ne koriste kod osobnih automobila, dok se kod pojedinih trkaćih automobila, poljoprivrednih strojeva i motocikala mogu naći [4].



Slika 8. Dijagonalni pneumatik

Izvor:[8]

Pneumatici se mogu promatrati višefunkcionalno, najprije kao elementi prijenosa snage radi vuče ili kočenja vozila, zatim kao elementi upravljanja, kao elementi ovjesa, te kao elementi aktivnih sustava stabilnosti (ABS, ASR, ESC). Osobna vozila koriste dvije vrste pneumatika: standardne (balon) i niskoprofilne pneumatike. Praktično, pneumatici za određeno vozilo određuju se na temelju zahtjeva [2]:

- namjene pneumatika (ljetni, zimski, cjelogodišnji, trkaći)
- vrste pneumatika (radijalni, dijagonalni), sa zračnicom ili bez zračnice)
- dimenzija kotača (naplatak, vanjski promjer)
- nosivosti pneumatika (indeks opterećenja kotača)
- brzine kretanja vozila (v)
- profila pneumatika (H/B, H-visina profila pneumatika, B-širina profila pneumatika)
- klase efikasnosti (kotrljanje, prianjanje, buka)

S obzirom na namjenu, razlikuju se ljetni, zimski, cjelogodišnji te trkaći pneumatici,(Slika 9.) i ljetni i zimski pneumatici proizvode se kao standardni (balon) i niskoprofilni pneumatici. Standardni pneumatici se najčešće stavljaju na čelične felge, a niskoprofilni pneumatici na aluminijske felge. Na kotačima određenog vozila koriste se pneumatici jednakih tehničkih karakteristika [2].





*Slika 9. Vrste pneumatika*

Izvor: [6]

#### 2.1.4. Svjetlosni i signalni uređaji

Svjetlosno-signalnim uređajima osvjetljava se cesta ispred vozila, te se označava položaj vozila na kolniku ceste i daju se odgovarajući signali. Na prednjoj strani vozila nalaze se duga svjetla, oborena svjetla, svjetla za maglu, prednja svjetla za označavanje vozila i pokazivači smjerova. Na stražnjoj strani vozila nalaze se stop-svjetla, stražnja svjetla za označavanje vozila, pokazivači smjera, svjetlo za osvjetljavanje registarske pločice i svjetla za vožnju unatrag [1].

Prednje svjetlo osvjetljava put ispred vozila dugim svjetlima na otvorenom putu i oborenim svjetlima, usmjerenim ispod horizontalne ravnine da ne bi zaslijepila vozače koji dolaze iz suprotnog smjera (Slika 10.). Sustav svjetla treba omogućiti najbolju vidljivost ispred vozila kako ne bi dolazilo do nesreće.



*Slika 10. Prednja svjetla*

Izvor: [9]

Stražnja svjetla upozoravaju druge sudionike u prometu o prisustvu vozila na cesti (Slika 11.). U slučaju kada su stražnja svjetla slabijeg intenziteta kod vozača se stvara iluzija o udaljenosti vozila koje se nalazi ispred njega, te zbog pogrešne procjene udaljenosti vozila može doći do prometne nesreće.



*Slika 11. Stražnja svjetla*

Izvor:[10]

Pokazivačima smjerova vozač daje signal drugim sudionicima u prometu o namjerama da svom vozilu promjene smjer kretanja (Slika 12.). Zbog veće sigurnosti u prometu prilikom njihove konstrukcije treba obratiti pažnju na:

- ✓ Boja
- ✓ Jačina svjetla
- ✓ Položaj



*Slika 12. Pokazivač smjera*

Izvor: [11]

### 2.1.5. Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su [1]:

- ✓ Prozorska stakla na vozilu (prednja, bočna i stražnja stakla)
- ✓ Brisači i perači vjetrobrana (prednjeg i stražnjeg)
- ✓ Vozačka zrcala odnosno retrovizori

Vjetrobranska i bočna prozorska stakla moraju biti prozirna i ne smiju iskrivljivati sliku [1]. Prednja stakla koja su obojena pogodna su jer smanjuju zasljepljivanje i toplinu, ali smanjuju i vidljivost. Za čišćenje vjetrobranskog stakla u lošim vremenskim uvjetima koriste se brisači, dok se perači koriste kada je vjetrobransko staklo onečišćeno tako da može vanjsku površinu vjetrobrana te s pomoću brisača otklanjaju prljavštinu i povećavaju bolju vidljivost. Vozačka zrcala odnosno retrovizori omogućavaju vozaču praćenje prometa iza vozila. Kako bi se osigurala maksimalna preglednost ceste iza vozila vozačka zrcala (retrovizori) moraju biti pravilno namještena.

### 2.1.6. Konstrukcija sjedala

Konstrukcija sjedala u vozilu mora biti konstruirana tako da omogućuje udobno sjedenje, da pridržava vozača u zavoju pri djelovanju centrifugalne sile, da omogućuje dobru vidljivost, te da je optimalno udaljeno od uređaja za komandu vozila [1]. Sjedalo mora biti konstruirano tako da se može lako namješteni u horizontalnom i vertikalnom smjeru.

### 2.1.7. Usmjerivači zraka

Usmjerivači zraka su dijelovi čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećanje stabilnosti vozila pri veliki brzinama [1]. Smanjenje otpora zraka povećava se brzina vozila, a samim time smanjuje se i potrošnja goriva. Usmjerivači zraka zahtijevaju posebna ispitivanja i testiranja u zračnom kanalu prije postavljanja. Ako se usmjerivač zraka loše postavi može doći do smanjivanja otpora zraka, te može negativno djelovati na uzgon i obrnuto. Na slici 13.prikazan je difuzor zraka za Volkswagen Golf VII.



*Slika 13. Difuzor zraka za Volkswagen Golf VIII*

Izvor: [12]

#### 2.1.8. Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila

Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila važni su za sposobnost vozača, a samim time i za sigurnost prometa [1]. Pri temperaturi višoj od 30 Celzijevih stupnjeva i nižoj od 13 Celzijevih stupnjeva sposobnost vozača značajno je manja, te je iz toga razloga neophodan kvalitetan uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila.

#### 2.1.9. Vibracije vozila

Vibracije vozila mogu biti neugodne za putnike u vozilu, koje se povećavaju pri čestoj promjeni ubrzanja vozila. S pomoću naslona i sjedala, putnici i vođa djelomično su izolirani od izravnog djelovanja vibracija koje se prenose preko stopala na ostale dijelove tijela [1].

#### 2.1.10. Intenzivna buka

Intenzivna buka djeluje na živčani sustav i na unutarnje organe, te izaziva glavobolju, vrtoglavicu i razdražljivost, te smanjuje radnu sposobnost vozača. Intenzitet buke koja prelazi 80dB štetna je za organe sluha, dok u prostoru za putnike buka ne bi smjela prelaziti 70dB [1]. Izvori buke jesu buka motora (s usisnim i ispušnim sustavom), buka ventilatora, buka pneumatika, i buka vrtloženja zraka oko vozila kod velikih brzina. Prema razini buke, mogu se razlikovati: bučna vozila, vozila standardne buke i tiha vozila. Dopuštena emisija vanjske buke osobnih vozila iznosi 74 dB na ravnoj cesti, pri konstantnoj brzini vozila od 100 km/h. Razina buke 60 dB osobnih vozila pri konstantnoj brzini 100 km/h odgovara tihim vozilima [2].

## 2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila

Pasivni elementi sigurnosti vozila su sigurnosne mjere koje su uključene u vozila, koje pomažu putnicima i vozaču u slučaju prometne nesreće. Elementi pasivne sigurnosti imaju za zadaću ublažiti posljedice nakon nastanka prometne nesreće. Mogu se podijeliti na unutarnju i vanjsku sigurnost. Posljedice prometnih nesreća u samom vozilu smanjuju se unutarnjom sigurnošću, dok se vanjskom sigurnošću smanjuju posljedice sudionika izvan vozila.

Vanjski elementi sigurnosti vozila uključuju:

- ✓ Karoserija
- ✓ Vrata
- ✓ Vjetrobranska stakla i zrcala
- ✓ Položaj motora
- ✓ Položaj spremnika
- ✓ Položaj rezervnog kotača
- ✓ Odbojnik

Unutarnji elementi sigurnosti vozila uključuju:

- ✓ Zračni jastuci
- ✓ Sigurnosni pojasevi
- ✓ Struktura sjedala ( nasloni za glavu, nasloni za ruke itd. )
- ✓ Tjelesni apsorberi energije
- ✓ Ostali mekani elementi interijera

### 2.2.1. Karoserija

Karoserija je namijenjena za smještaj vozača i putnika, a pričvršćena je za šasiju. U novijim vozilima izvedena je kao samonosiva konstrukcija [1]. Gledanjem sa sigurnosnog aspekta karoserija treba biti čvrsta, elastična, otporna na udarce, savijanje i lom te mora biti aerodinamičnog oblika. Karoserija je noseći dio konstrukcije motornog vozila. Oblik karoserije ovisi o namjeni vozila. Kod teretnih vozila koristi se klasična odvojena karoserija na okviru, a kod osobnih vozila samonosiva karoserija. Dizajnu karoserije se poklanja velika pozornost, jer to je važan čimbenik promidžbe i prodaje vozila. Zahtjevi za razvoj karoserije mogu se svrstati u šest grupa, a to su [2]:

- aerodinamičnost koja smanjuje otpor kretanju,
- dizajn koji osigurava dopadljivost kupca,
- čvrstoća i krutost koja osigurava naprezanje na savijanje i torziju,
- udobnost koja osigurava podnošljive vibracije,
- akustičnost i termičku ugodu putnika u kabini, te pasivna sigurnost koja uključuje Crash testove

U razvoju određene karoserije, osim navedenih zahtjeva, osnovni cilj je smanjiti masu i troškove proizvodnje, odnosno postići konkurentnu cijenu proizvoda. Stoga, karoserija vozila treba zadovoljiti i dodatne zahtjeve: proizvodnje, pouzdanosti i pogodnosti recikliranja [2]. Pasivna konstrukcija karoserije omogućuje povećanje sigurnosti putnika u slučaju sudara, koja ima sposobnost apsorbiranja energije sudara i sprječavanje ozljeđivanja putnika. Udobnost kabine se temelji na više kriterija kao što su: izolacija štetnih vibracija, izolacija od buke, prašine i vlage, klimatizacija, lagan ulazak i izlazak vozača i putnika i drugo. Veća unutarnja prostranost kabine pruža veću raznovrsnost uporabe prostora te preglednost s mjesta vozača i putnika [2].

Karoserija se sastoji od: [1]

- Prednjeg dijela – služi za smještaj motora,
- Srednjeg dijela – služi za smještaj putnika,
- Stražnjeg dijela – služi za smještaj prtljage.

Na temelju dosadašnjih istraživanja prometnih nesreća zaključeno je da srednji dio koji služi za smještaj putnika mora biti izveden kao kruta kutija neovisna o prednjem i stražnjem dijelu.[1]

Prednji i stražnji dio karoserije trebao bi svojom deformacijom prihvatiti što više kinetičke energije, maksimalni udar te na taj način što više zaštititi srednji dio karoserije u kojem su smješteni putnici. Na slici 14.prikazana je karoserija vozila.

Prilikom projektiranja karoserije nastoji se [1]:

- ✓ Smanjiti trenutačno maksimalno inercijalno opterećenje,
- ✓ Svesti na najmanju mjeru početni udarac koji osjete vozači i putnici u trenutku sudara,
- ✓ Osigurati dovoljno slobodnog prostora za eventualno pomicanje putnika.



*Slika 14. Karoserija vozila*

*Izvor: [13]*

### 2.2.2. Vrata vozila

Vrata vozila moraju izdržati sve vrste udarnog opterećenja i spriječiti savijanje karoserije [1]. Na njima je ugrađen sustav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara, koji isto tako omogućava lako otvaranje vrata radi spašavanja ozlijeđenih nakon sudara. Dosadašnjim ispitivanjem utvrđeno je da su najbolja klizna pomična vrata koja naliježu na karoseriju s vanjske strane jer tako povećavaju krutost vozila, a glavni nedostatak im je taj što se u trenutku sudara iskrivljuju klizači na koje vrata naliježu.

### 2.2.3. Sigurnosni pojasevi

Sigurnosni pojasevi su najvažniji elementi pasivne sigurnosti. Ugradnjom i korištenjem sigurnosnih pojaseva sprječava se prilikom sudara udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili ploču s instrumentima. Sastoji se od remena širine najmanje 43 milimetra, spojnice za pričvršćivanje remena i kopče za vezivanje [1]. Istraživanja su pokazala da primjenom sigurnosnih pojaseva broj teže ozlijeđenih se smanjuje i do tri puta, dok se broj smrtno stradalih smanjuje za 60%.



Slika 15. Sigurnosni pojas s tri točke vezanja

Izvor: [14]

#### 2.2.4. Nasloni za glavu

Nasloni za glavu imaju zadaću podupirati glavu i vrat, te rasteretiti vratne kralješke. Prema europskim normama sigurnosni nasloni za glavu trebaju izdržati silu od najmanje 1000N [1].

#### 2.2.5. Vjetrobranska stakla i zrcala

Vjetrobranska stakla i zrcala - u 90% slučajeva ozljeda glave uzrokovana je udarom u vjetrobranska stakla i zrcala, te je zbog toga potrebno pri konstrukciji vozila povećati razmak između putnika i vjetrobranskog stakla [1]. Nosači vjetrobranskog stakla trebaju biti lakše konstrukcije iz razloga kako bi se u slučaju naleta vozača ili putnika lako deformirali, te na taj način smanjila mogućnost nastanka ozljede.

#### 2.2.6. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora

Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora mora biti smješten na način da ne ugrožava središnji putnički prostor. Položaj motora u prednjem dijelu karoserije je najbolje rješenje jer prilikom sudara motor preuzima najveći dio kinetičke energije. Rezervni kotač najbolje je smjestiti u prednji prostor, jer smanjuje oštećenje motora i štiti središnji dio vozila. Akumulator ne smije biti u istom prostoru sa spremnikom goriva jer je samozapaljiv [1].

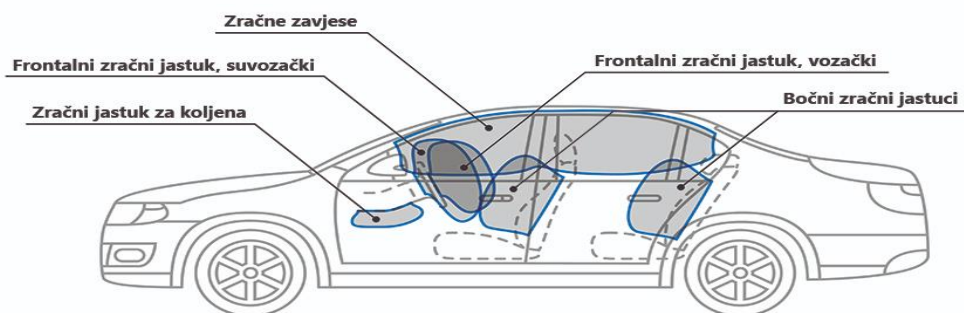
#### 2.2.7. Odbojnik

Odbojnik je element čija je zadaća da prilikom sudara apsorbira dio kinetičke energije. Izrađuje se od posebne vrste plastike koji su zbog svojih značajki bolji nego čelični odbojnici. Odbojnici s ugrađenim amortizerima mogu ostati nedeformirani pri čeonim sudarima do brzine od 20 km/h, te se pričvršćuju na prednju i stražnju stranu vozila [1].



### 2.2.8. Sigurnosni zračni jastuk

Sigurnosni zračni jastuk djeluje automatski u trenutku sudara [1]. Jedan od najnaprednijih sustava za sigurnost putnika u vozilima definitivno su zračni jastuci i oni nedvojbeno spašavaju ljudske živote prilikom prometne nesreće. U vremenu od 26 tisućinki sekunde zračni jastuk se izbacuje iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila i naglo se napuni plinom kako bi mekano dočekaio tijelo putnika. Na slici 16.prikazani su sigurnosni zračni jastuci u automobilu.



*Slika 16.Sigurnosni zračni jastuci u automobilu*

Izvor: [15]

### 3. NAPREDNI SUSTAVI ZA PODRŠKU VOZAČU PRI UPRAVLANJU VOZILOM

ADAS (engl. *Advanced Assistance Systems*) označava napredne sustave za podršku vozaču, odnosno napredne sustave za pomoć pri upravljanju vozilom. Riječ je o skupu elektroničkih sustava koji pomažu vozaču tijekom vožnje, ali i parkiranja vozila. Cilj takvih sustava je povećanje sigurnosti na cestama smanjujući mogućnost ljudske pogreške [16]. Ovi sustavi koriste se u vozilima kako bi se poboljšala sigurnost i udobnost vožnje, a samim time i smanjio rizik od prometnih nesreća.

ADAS sustavi koriste različite senzore, kamere i radare kako bi sakupljali podatke o okolini vozila kao što su brzina, udaljenost drugih vozila, pješaka i objekata na cesti. Na temelju tih podataka sustavi mogu upozoravati vozača na opasnost, automatski aktivirati kočnice u slučaju nužde, pomoći u održavanju trake, regulirati brzinu vozila itd.

Neke od najčešćih funkcija ADAS sustava uključuju:

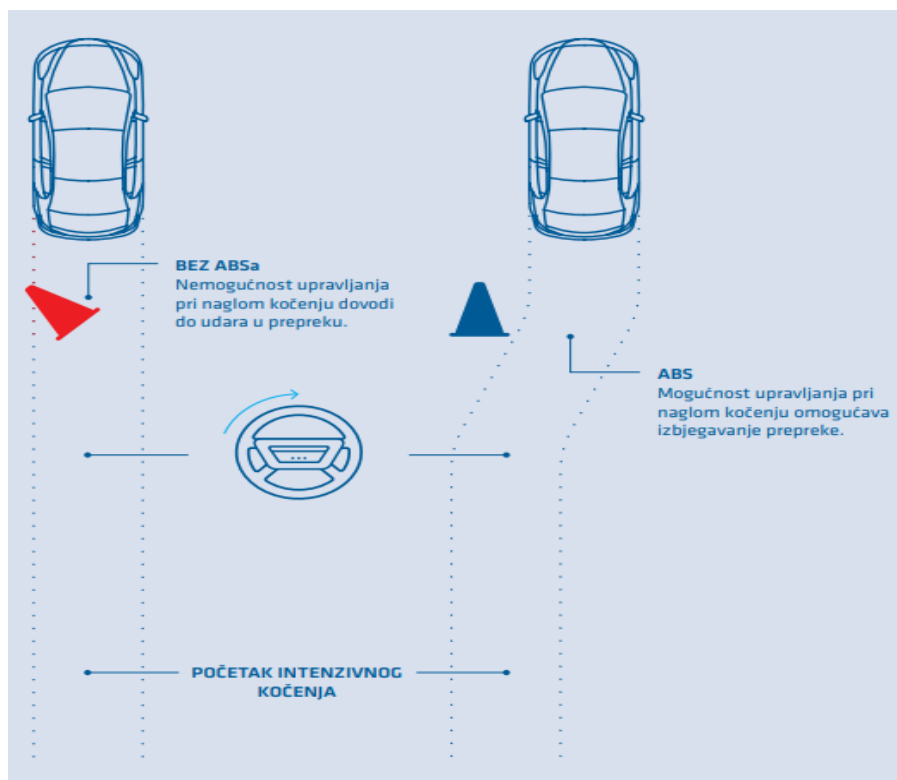
- ✓ Sustavi protiv blokiranja kotača
- ✓ Sustav upozorenja mrtvog kuta
- ✓ Sustavi kontrole proklizavanja
- ✓ Elektronički program stabilnosti
- ✓ Sustavi automatskog kočenja
- ✓ Adaptivni tempomat koji prilagođava brzinu vozila drugim vozilima u prometu
- ✓ Sustav za upozoravanje vozača u slučaju pospanosti
- ✓ Sustav zadržavanja vozila u prometnom traku
- ✓ Sustavi za prepoznavanje prometnih znakova
- ✓ Sustavi za prepoznavanje pješaka i biciklista

U budućnosti se očekuje da će se ADAS sustavi i dalje razvijati i postati sve sofisticiraniji, što bi trebalo dovesti do potpunih autonomnih vozila.

### 3.1. Sustavi protiv blokiranja kotača

ABS (engl. *Anti-lock Braking System*) je elektronički sustav ugrađen u gotovo sva novija vozila, uključujući i motore [16]. Koristi se kako bi se spriječilo blokiranje kotača prilikom kočenja, čiji je glavni zadatak osigurati upravljivost vozila prilikom intenzivnog kočenja, jer su samo kotrljajući kotači upravljivi i prenose bočne sile vođenja [17].

Sustav protiv blokiranja kotača (ABS) funkcionira tako da prati brzinu kotača i kada senzori osjete da kotači počinju blokirati sustav automatski otpušta i ponovno steže kočnicu na tom kotaču. To omogućava da se kotači okreću i dalje održavaju kontrolu nad vozilom, čak i ako je cesta mokra ili klizava. Sustavi ABS-a mogu poboljšati kočione performanse vozila i skratiti put kočenja, što znatno može utjecati na izbjegavanje sudara. Kada govorimo o sustavima protiv blokiranja kotača (ABS) vrlo važno je naglasiti da oni ne jamče da će se prometna nesreća u potpunosti izbjeći, i da vozači dalje moraju paziti na uvjete na cesti i prema njima prilagoditi svoju brzinu i način vožnje. Na slici 17. prikazano je kočenje vozila s ABS-om i bez ABS-a.



Slika 17. Kočenje s ABS-om i bez ABS-a

Izvor:[16]

### 3.2. Sustav upozorenja mrtvog kuta

Sustav nadzora mrtvog kuta (engl. *Blind Spot Monitoring System*) služi za upozoravanje vozača prilikom promjene vozne trake o vozilima koja se nalaze u mrtvom kutu ili će se pojaviti uskoro u tom području [16]. Također može se definirati kao tehnološki sustav koji se koristi u automobilima kako bi se smanjio rizik od prometnih nesreća. Sustav se sastoji od niza senzora koji su postavljeni na bočnim stranama vozila, koji kontinuirano nadziru područje oko vozila koje se ne može vidjeti. Prilikom približavanja drugog vozila mrtvom kutu, senzor emitira zvučni ili svjetlosni signal kako bi upozorio vozača da se vozilo nalazi u mrtvom kutu.

Upozorenje da nije sigurno započeti radnju pretjecanje pojavljuje se u obliku svjetlosnog signala koji se nalazi na vanjskom ogledalu (retrovizoru) (Slika 18.), a u trenutku kada se uključi pokazivač smjera, unutar vozila uključuje se i zvučni signal.



*Slika 18. Svjetlosni signal na vanjskom ogledalu (retrovizor)*

Izvor: [18]

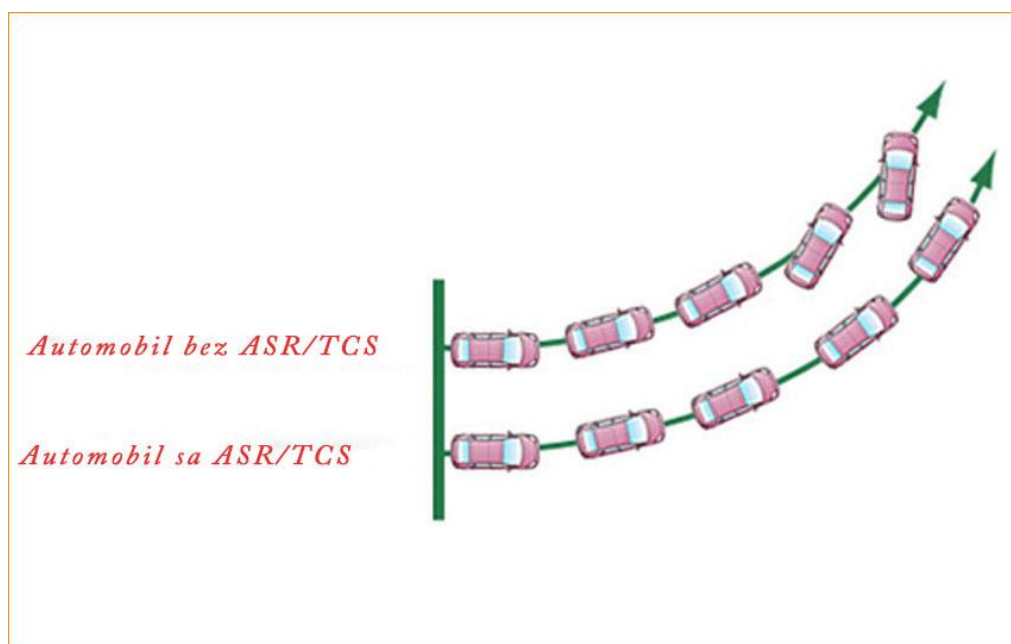
Ovisno o proizvođaču automobila, sustav nadzora mrtvog kuta može biti kombiniran s drugim sustavima kao što su sustavi za zadržavanje prometne trake ili sustav za automatsko kočenje. Sustav nadzor mrtvog kuta jako je koristan prilikom vožnje na autocesti ili u gradskim područjima gdje je broj vozila koji su u pokretu jako velik.

### 3.3. Sustavi kontrole proklizavanja (ASR, TCS)

Sustavi kontrole proklizavanja (ASR, TCS) sprječavaju proklizavanje pogonskih kotača pri kretanju i ubrzavanju vozila. Zadatak sustava je osigurati trajni prijenos pogonskog momenta s kotača na podlogu. Moment koji se može prenijeti na podlogu ograničen je svojstvima pneumatika i podloge. Ako se to prekorači dolazi do proklizavanja kotača. Sustavi se najčešće koriste kod vozila sa stražnjim pogonom i kod vozila s većim okretnim momentom [16].

ASR (njem. *Antriebsschlupfregelung*) sustav je regulator koji reducira snagu motora i omogućuje pokretanje i ubrzavanja vozila na skliskim, blatnim i rastresitim površinama bez proklizavanja kotača. Mjerenje brzine i okretnog momenta kotača ASR sustav koristi senzore kako bi odredio kada dolazi do proklizavanja kotača. Kada dođe do proklizavanja kotača, ASR sustav automatski smanjuje snagu motora i/ili koči određene kotače u cilju sprječavanja daljnjeg proklizavanja. ASR sustav ugrađuje se u vozila marke Audi, Mercedes i Volkswagen.

TCS (engl: *Traction Control System*) je također sustav protiv proklizavanja kotača koji se najčešće instalira na vozilima marke Honda. Također postoje i drugi sustavi koji se koriste za automobile u cilju sprječavanja proklizavanja ali pod drugim nazivom kao npr. TRC kontrola proklizavanja (Toyota), ETC sustav (Range Rover) i drugi. Na slici 19. prikazani su automobili s i bez ASR / TCS sustava.

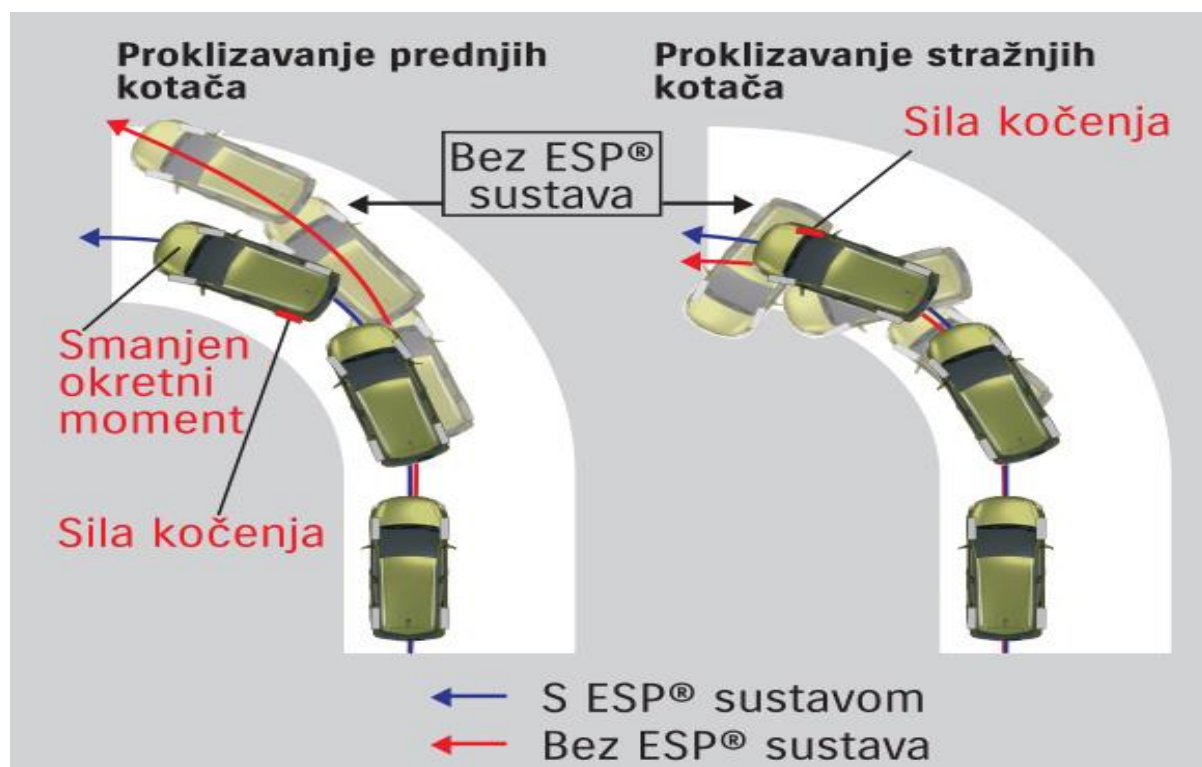


Slika 19. Automobili s ASR / TCS i bez ASR/TCS sustava

Izvor: [19]

### 3.4. Elektronički program stabilnosti (ESP)

Kočenjem pojedinih kotača i intervencijom na upravljački sustav postiže se uzdužna i poprečna stabilizacija vozila, čime se sprječava zanošenje vozila oko vertikalne osi. Zadatak ESP (engl: *Electronic Stability Program*) sustava je pokušati zadržati vozilo na željenoj putanji nakon pojave kritične situacije odnosno gubitka stabilnosti [16]. ESP koristi senzore kako bi pratio kretanje vozila, te dolaskom do nestabilnosti vozila ESP automatski prilagođava brzinu i kočenje pojedinih kotača. ESP sustav ugrađuje se sve više u modernija vozila, posebno u sportska i terenska vozila, te doprinosi povećanju sigurnosti na cestama i smanjenju broja prometnih nesreća, koja su uzrokovana gubitkom kontrole nad vozilom. Na slici 20. prikazano je djelovanje ESP sustava prilikom zaobilaženja vozila pri većim brzinama.



Slika 20. Djelovanje ESP sustava

Izvor: [20]

### 3.5. Sustavu automatskog kočenja (AEB)

Zadatak sustava za automatsko kočenje AEB (engl: *Autonomous Emergency Braking*) je smanjenje broja prometnih nesreća, odnosno brzine nalijetanja na prepreku. Sustav se aktivira ako vozač ne reagira samostalno [16].

AEB sustav koristi senzore poput radara, kamera ili lidara za detekciju prepreka koje se nalaze ispred vozila, koji automatski primjenjuje kočnice kako bi zaustavio vozilo ako vozač ne reagira samostalno. Sustav pruža dodatnu sigurnost na cestama koji može pomoći u smanjenju broja prometnih nesreća. Vrlo važno je napomenuti da AEB sustavi neće uvijek spriječiti prometnu nesreću, međutim sustav može biti vrlo koristan za vozače u situacijama kad reakcija vozača nije dovoljna da bi se izbjegla prometna nesreća.

Od 2022. godine sustav automatskog kočenja (AEB) postaje dio obavezne opreme za sva nova vozila u Europskoj Uniji [16].

### 3.6. Adaptivni tempomat koji prilagođava brzinu vozila drugim vozilima u prometu (ACC)

ACC (engl: *Adaptive Cruise Control*) je adaptivni tempomat koji automatski prilagođava brzinu kretanja vozila kako bi pratio vozilo ispred, u skladu sa zadanom razdaljinom [21]. Kao i kod automatskog kočenja, ACC koristi senzore poput radara ili lidara za mjerenje udaljenosti između vozila ispred i podešava brzinu vozila ako bi održavao željeni razmak. Ako se vozilo ispred zaustavi ili uspori, ACC sustav će smanjiti brzinu i zaustaviti vozilo, te zatim ponovo pokrenuti i ubrzati kada se vozilo ispred pokrene. Kao i svi napredni sustavi za podršku vozaču pri upravljanju vozilom, ACC sustav također poboljšava sigurnost na cestama i smanjuje umor vozača. Tehnologija adaptivnog tempomata dostupna je u različitim varijantama. Neki sustavi mogu se primjenjivati pri brzinama do čak 200km/h, dok se drugi mogu primjenjivati pri nižim brzinama.

### 3.7. Sustav za upozoravanje vozača u slučaju pospanosti (DDD)

Sustav za upozoravanje vozača u slučaju pospanosti DDD (engl: *Driver Drowsiness Detection*) prati aktivnost vozača i upozorava ga zvučnim signalom i grafičkim simbolima na kontrolnoj ploči da napravi stanku za odmor [3] ( Slika 21.). Ovaj sustav koristi infracrvene

kamere ili senzore na upravljaču kako bi pratio ponašanje vozača dok vozi, te koliko često vozač zakreće upravljač u ovisnosti o zavojima na cesti zajedno s kamerom za praćenje prometnog traka.



*Slika 21. Grafički simbol za odmor vozača*

Izvor: [16]

### 3.8. Sustav zadržavanja vozila u prometnom traku

LKA (engl: *Lane Keeping Assist*) sustav ima veliko značenje u sprječavanju slijetanja vozila s ceste ili nenamjerne promjene prometnog traka. Razlikujemo dvije razine rada sustava a to su [16]:

- ✓ Samoupozorenje bez dodatne akcije promjene smjera
- ✓ Aktivan rad sustava u kojem sustav samostalno korigira smjer vozila i vraća ga u prometni trak

Ovaj sustav radi tako da senzori i kamere koje posjeduje, prate oznake na cesti identificiraju crte prometnog traka. U slučaju da vozilo prijeđe crtu prometnog traka sustav reagira upozoravanjem vozača, vibriranjem volana ili čak automatskim korekcijama vožnje. Sustav zadržavanja vozila u prometnom traku ovisno o specifičnoj tehnologiji i vozilu, predstavlja dio naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom (ADAS) koji mogu prilagoditi brzinu, držati sigurnosni razmak između vozila, te prepoznati druga vozila i pješake na cesti. Posjedovanjem ovakvog sustava poboljšava se sigurnost vožnje, smanjuje rizik od prometnih nesreća te umora vozača.



### 3.9. Sustav za prepoznavanje prometnih znakova (TSR)

Sustav za prepoznavanje prometnih znakova TSR (engl: *Traffic Recognition System*) služi za upozoravanje vozača na ograničenja i upozorenja na prometnicama. Ovaj sustav omogućava vozilu da prepozna prometne znakove kao što su ograničenje brzine, te tako obavještava vozača o dopuštenoj brzini na toj dionici ceste. TSR sustav koristi kameru najčešće smještenu u kućištu unutarnjeg zrcala te skenira prometne znakove koji se nalaze ispred vozila. Ograničenja se prikazuju na zaslonu s instrumentima i u slučaju korištenja tempomata, sustav može zadržati vozilo unutar registriranog ograničenja brzine[16].

Korištenjem raznih tehnika TSR sustavi prepoznaju znakove, uključujući boju, oblik i tekstualne znakove koje se nalaze na prometnicama. TSR sustavi su vrlo korisni za vozače jer im omogućuju da se bolje usredotoče na vožnju, a ne na prepoznavanje i traženje prometnih znakova. Također korisni su i u slučajevima kada vozači ne primjećuju prometne znakove ili kada znakovi nisu jasno vidljivi zbog loših vremenskih uvjeta kao što su magla, kiša i drugi nepovoljni uvjeti.

### 3.10. Sustav za prepoznavanje pješaka i biciklista

Sustav za otkrivanje i detekciju pješaka i biciklista dizajniran je da spriječi sudar s navedenim sudionicima. Ovaj sustav pomaže u smanjenju broja incidenata na 0%, ali uporaba ovog sustava smanjuje postotak smrtnih slučajeva u prometnim nesrećama za 20%, te smanjuje vjerojatnost ozbiljnijih ozljeda za 30%. Glavna svrha ovog sustava je isključiti mogućnost sudara ili naleta na pješaka i biciklista. Rezultati ispitivanja pokazala su da ovaj sustav može izbjeći sudar i nalet na pješaka i biciklista kada se vozilo kreće brzinom od 35 km/h. Glavna funkcija sustava je [22]:

- ✓ Otkrivanje pješaka i biciklista
- ✓ Analiza opasnih situacija i procjena vjerojatnosti sudara
- ✓ Zvučno obavještavanje vozača o mogućoj opasnosti
- ✓ Automatsko smanjenje brzine ili promjena putanje kretanja
- ✓ Potpuno zaustavljanje vozila

Elementi od kojih se sustav sastoji su:

- ✓ Prednja kamera i radari – skeniraju cestu ispred vozila i prepoznaje objekte koji su udaljeni do 40m

- ✓ Upravljačka jedinca – je elektronički uređaj koji prima informacije za otkrivanje pješaka i biciklista
- ✓ Softver – je odgovoran za načine prepoznavanja pješaka, biciklista i drugih objekata, ispravnost predviđanja i analiza situacije, te donošenje odluka u hitnim slučajevima

U situaciji kada sustav detektira pješaka u zoni naleta, vozač se upozorava putem zvučnih signala, zatim crvenim svjetlom koje se nalazi na gornjem dijelu vjetrobranskog stakla. Ako se vozač ogluši na navedena upozorenja, sustav automatski aktivira kočnice vozila i počinje usporavati, a u određenim slučajevima zaustavlja vozilo [23].

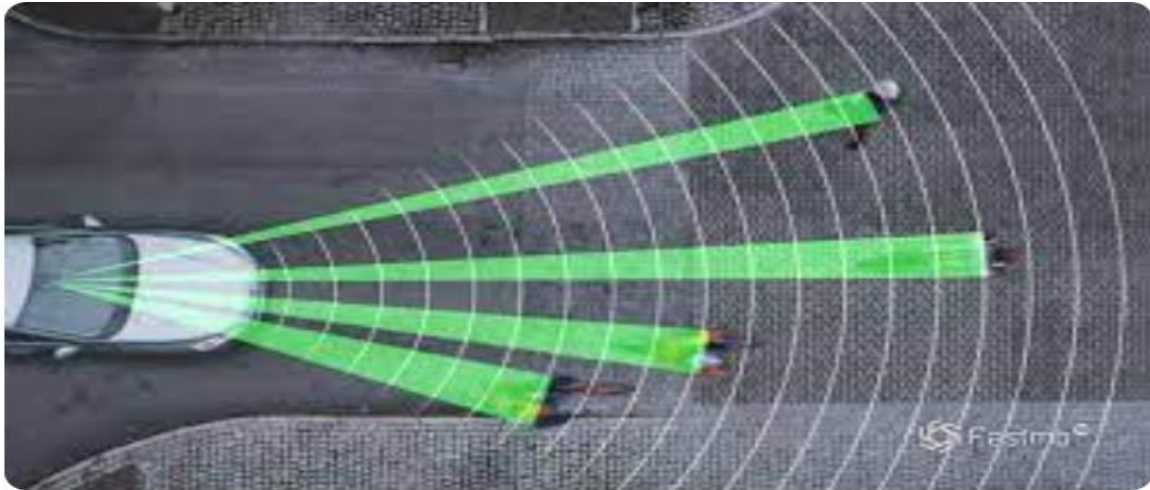
Prednosti sustava za prepoznavanje pješaka i biciklista su [22]:

- ✓ Smanjenje broja nesreća
- ✓ Sprječavanje sudara 100% pri brzinama do 35km/h
- ✓ Smanjenje razine opasnih ozljeda i smrtnosti u nesrećama
- ✓ Povećana sigurnost prometa

Nedostatci sustava za prepoznavanje pješaka i biciklista su [22]:

- ✓ Ograničen izbor sustava
- ✓ Poteškoća rada pri velikim brzinama
- ✓ Visoka cijena

Sustavi za prepoznavanje pješaka i biciklista (Slika 22.) je također koristan sustav u cilju smanjenja prometnih nesreća koje uključuju pješake i bicikliste. Važno je naglasiti da i ovi sustavi nisu savršeni i da uvijek postoji rizik od pogrešne detekcije radara, te stoga vozači trebaju i dalje biti oprezni i voditi računa o sigurnosti pješaka i biciklista s obzirom na to da su oni najranjivija skupina u prometu.



Slika 22. Sustav za detekciju pješaka

Izvor: [21]

U tablici 1. prikazani su popisi i datumi obavezne primjene naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom.

Tablica 1. Popisi i datumi primjene naprednih sustava

Naziv	Uredba, Pravilnik	Obavezna primjena
<b>EDR - Uređaj za snimanje podataka o događaju</b>	Uredba 2019/2144, Pravilnik UN br.160	7.7.2024
<b>AIIF - Sustav za olakšavanje ugradnje uređaja za blokadu vožnje pod utjecajem alkohola</b>	Uredba 2019/2144, Uredba 2021/1243	7.7.2024
<b>ISA - Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine</b>	Uredba 2019/2144	7.7.2024
<b>DDAW - Sustav za upozoravanje u slučaju umora i manjka pozornosti vozača</b>	Uredba 2019/2144	7.7.2024
<b>RDS - Sustav za detekciju pri vožnji unatrag</b>	Uredba 2019/2144, Pravilnik UN br.158	7.7.2024
<b>ADDW - Napredni sustavi za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača</b>	Uredba 2019/2144, Uredba 2021/1341	7.7.2026
<b>AEBS - Napredni sustav kočenja u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste</b>	Uredba 2019/2144	7.7.2026

Izvor: [25]

Tablica 2. Napredni sustavi koji su uvedeni u vozila od 2014. do 2022. godine

Naziv	Uredba, Pravilnik	Primjena
<b>ESP - Elektronički program stabilnosti</b>	Uredba 661/2009, Pravilnik UN br. 13 i 140	1.11.2014.
<b>TPMS – Sustav za nadzor tlaka u pneumaticima</b>	Uredba 661/2009, Pravilnik UN br. 64 i 141	1.11.2014
<b>eCall - Sustav poziva u nuždi</b>	Uredba 2015/1576, Pravilnik UN br.144	—
<b>AVAS - sustav zvučnog upozorenja vozila</b>	Uredba 2017/1576, Pravilnik UN br. 138	1.7.2021
<b>BAS - Sustav za pomoć pri kočenju</b>	Uredba 2019/2144, Pravilnik UN br.139	6.7.2022.

Izvor: [25]

### 3.11. Prisutnost ADAS sustava u određenim markama vozila

Na slikama 23., 24., 25., 26 i 27. prikazana je prisutnost ADAS sustava u vozilima marke Volkswagen, Audi, Škoda, Hyundai.

Vozilo marke Volkswagen adaptivne sustave za kočenje definira kroz četiri izvedbe odnosno kao [26]:

- Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine (adaptivni tempomat/ACC)
- Napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača
- Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom
- Sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste

Navedeni sustavi adaptivnog kočenja u vozilima marke Volkswagen, ugrađuju se kao standardna oprema, dok se u nekim modelima ugrađuje kao dodatna oprema. Većina Volkswagen modela navedene četiri izvedbe adaptivnih sustava za kočenje uvodi od serije 2018. do 2022. godine. Na slici 23. prikazana je prisutnost određenih adaptivnih sustava za određene modele marke Volkswagen [26].

VOLKSWAGEN MI					
Model	Tip	Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine	Napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača	Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom	Sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste
up! (001) i e-up! (002)	I23* - up!	-	-	dodatno	dodatno
	BL3* - e-up!	-	-	dodatno	dodatno
Polo (022)	AW12** - Trendline	-	-	serija 2018	serija 2018
	AW13** - Comfortline	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	AW14** - Highline	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	AW19** - GTI	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
T-Cross (115)	C113*X/V - Life	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	C113*Z - Life DSG	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	C114*X/V - Style	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	C114*Z - Style DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
T-Roc (113)	A113 - Design	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	A114 - Sport	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Golf 7 (057) i Golf Variant (065)	BQ12/BV52 - Trendline	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	BQ13/BV53 - Comfortline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	BQ14/BV54 - Highline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	BQ19 - GTI	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Golf 8 (068) i Golf Variant 8 (069)	CD13/CG53 - Life	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CD13*Z/CG53*Z - Life DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CD14/CG54 - Style	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CD14*Z/CG54*Z - Style DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CD15/CG55 - R-Line	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CD15*Z/CG55*Z - R-Line DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020

Touran (086)	CD16/8/9/R - GTE, GTD, GTI, R	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	5T13 - Comfortline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	5T14 - Highline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Passat (092) i Passat Variant (102)	3G22/3G52 - Trendline	dodatno	dodatno	dodatno	dodatno
	3G23/3G53 - Comfortline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	3G24/3G54 - Highline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Passat (093) i Passat Variant (103)	CB23/CG53 - Business	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CB23*Z/CB53*Z - Business DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	CB24/CG54 - Elegance	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
Arteon (112)	3H73 - Elegance	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	3H73*Z/T - Elegance DSG	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	3H74 - R-Line	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	3H74*Z/T - R-Line DSG	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Arteon (210) i Arteon SB (211)	3H83/3H93 - Elegance	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	3H83*Z/3H93*Z - Elegance DSG	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	3H84/3H94 - R-Line	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
Tiguan (089)	AD12 - Trendline	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	AD13 - Comfortline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	AD14 - Highline	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	AX12 - Tiguan	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
Tiguan (200)	AX13 - Life	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	AX14 - Elegance	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
	AX15 - R-Line	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
Touareg (126)	7P6*	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
Touareg (127)	CR7*	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
ID.3 (140)	E11*	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020
ID.4 (141)	E21*	serija 2020	serija 2020	serija 2020	serija 2020

Slika 23. Prisutnost ADAS sustava kod marke vozila Volkswagen

Izvor: [26]

Proizvođači vozila marke Audi također posjeduju adaptivne sustave za kočenje u seriji 2018. godine. Najstarija serija Audija koja posjeduje adaptivne sustave za kočenje je serija 2018. Vozila marke Audi u većini svojih modela posjeduju sustav za upozoravanje na sudar s pješakom i biciklistom i sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste kao dio standardne opreme, osim za modele Audi A6 tip 4G i Audi Q3 tip 8UG, dok je model Audi A3 tip 8V jedini model u koji se ova dva sustava ugrađuju dodatno. Na slici 24. prikazna je prisutnost adaptivnih sustava u vozilima marke Audi [26].

AUDI					
Model	Tip	Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine	Napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača	Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom	Sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste
A1 Sportback	GB*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
A3	8V*	dodatno	-	dodatno	dodatno
	8Y*	dodatno	-	serija 2020	serija 2020
A4	8W*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
A5	F5*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
A6	4G*	dodatno	-	-	-
	4A*	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
A7	4KA	serija	serija 2020	serija 2019	serija 2019
A8	4N*	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Q2	GAB*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
	GAG*	dodatno	-	serija 2020	serija 2020
Q3	8UG*	dodatno	-	-	-
	F3*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
Q4	F4*	serija 2021	-	serija 2021	serija 2021
Q5	FY*	dodatno	-	serija 2018	serija 2018
Q7	4MB*	serija 2018	-	serija 2018	serija 2018
	4MG*	serija 2019	dodatno	serija 2019	serija 2019
Q8	4MN*	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
e-tron	GE*	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
e-tron GT	F3BR*	dodatno	dodatno	serija 2021	serija 2021

Slika 24. Prisutnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Audi

Izvor: [26]

Slično kao i marka vozila Audi, marka vozila Škoda je na svojim modelima počela s promjenom različitih verzija adaptivnih sustava za kočenje u seriji 2018. i to na skoro svim svojim modelima. Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom i sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste su najzastupljenije izvedbe adaptivnih sustava za kočenje, dok su inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine i napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača u velikoj većini njihovih modela još uvijek samo namijenjeni kao dio dodatne opreme. Podatke o tome koji modeli marke vozila Škoda ima određenu vrstu adaptivnog sustava za kočenje nalaze se na slici 25. [26].

ŠKODA					
Model	Tip	Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine	Napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača	Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom	Sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste
Fabia (325) i Fabia Combi (327)	NJ3*/NJ5*	dodatno	dodatno	dodatno	dodatno
Fabia; Fabia Cargo (326;328) i Fabia Combi (329)	NJ3*/NJ5*	dodatno	dodatno	dodatno	dodatno
Fabia (280)	PJ3*	dodatno	dodatno	serija 2021	serija 2021
Rapid (255) i Rapid Spaceback (265)	NH3*/NH1*	-	-	dodatno	dodatno
Kamiiq (318) i Scala (400)	NW4*/NW1*	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
Karoq (480)	NU7*	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	NU73***S/NU7R*	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Octavia; Octavia Edition (355;356) i Octavia Combi (357)	5E3*/5E6*/5E5*	dodatno	dodatno	dodatno	dodatno
Octavia (405) i Octavia Combi (406)	NX3*/NX5*	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
Kodiaq (710)	NS72*	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	NS73*	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	NS73***S/NS74*/NS7R*/NS76*	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
	NS75*	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Kodiaq (720)	NS72*	dodatno	dodatno	serija 2021	serija 2021
	NS73*	dodatno	dodatno	serija 2021	serija 2021
	NS74*/NS7R*/NS76*	serija 2021	serija 2021	serija 2021	serija 2021
	NS75*	serija 2021	serija 2021	serija 2021	serija 2021
Superb (812) i Superb Combi (853)	3V3*/3V5*	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	3V34***B/3V54***B	serija 2018	serija 2018	serija 2018	serija 2018
Superb (510) i Superb Combi (520)	3V3*/3V5*	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
	3V34***B/3V54***B/3V34***P*/3V54***P*	serija 2019	serija 2019	serija 2019	serija 2019
Enyaq iV (600)	5AZ*	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	5AZ***R*	dodatno	dodatno	serija 2021	serija 2021

Slika 25. Prisutnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Škoda

Izvor: [26]

Proizvođač marke vozila Hyundai ima drugačije izvedbe adaptivnih sustava za kočenje. Izvedbe adaptivnih sustava koje pruža proizvođač marke Hyundai su [26]:

- Sustav prepoznavanja prepreka i pješaka sprijeda te autonomnog kočenja u slučaju nužde,
- Sustav prepoznavanja prepreka i autonomnog kočenja,
- Sustav upozorenja o mogućnosti sudara sprijeda,
- Sustav prepoznavanja prepreka, pješaka i biciklista sprijeda te autonomnog kočenja u slučaju nužde,

- Sustav koji primjenjuje kočnice kako bi spriječio ili umanjio naknadni udar kada je vozilo sudjelovalo u sudaru,
- Sustav upozorenja o mogućnosti sudara sprijeda i prilikom skretanja (detekcija vozila, bicikla, pješaka),
- Napredni sustav upozorenja i pomoći vozaču za izbjegavanje sudara sprijeda i prilikom skretanja (detekcija vozila, bicikla, pješaka).

Na slici 26. prikazani su prisutni adaptivni sustavi kočenja kod vozila marke Hyundai.

HYUNDAI							
Model	Sustav prepoznavanja prepreka i pješaka sprijeda te autonomnog kočenja u slučaju nužde	Sustav prepoznavanja prepreka i autonomnog kočenja	Sustav upozorenja o mogućnosti sudara sprijeda	Sustav prepoznavanja prepreka, pješaka i biciklista sprijeda te autonomnog kočenja u slučaju nužde	Sustav koji primjenjuje kočnice kako bi spriječio ili umanjio naknadni udar kada je vozilo sudjelovalo u sudaru	Sustav upozorenja o mogućnosti sudara sprijeda i prilikom skretanja (detekcija vozila, bicikla, pješaka)	Napredni sustav upozorenja i pomoći vozaču za izbjegavanje sudara sprijeda i prilikom skretanja (detekcija vozila, bicikla, pješaka)
i10	standardna oprema	-	-	-	-	-	-
i20	standardna oprema	-	-	-	-	-	-
Bayon	standardna oprema	-	-	-	-	-	-
i30	standardna oprema	standardna oprema	standardna oprema	-	-	-	-
i40	dodatna oprema	-	-	-	-	-	-
Kona	standardna oprema	-	-	dodatna oprema	-	-	-
Tucson	standardna oprema	-	-	-	standardna oprema	dodatna oprema	-
Santa Fe	standardna oprema	-	-	-	-	-	standardna oprema
IONIQ	standardna oprema	-	-	-	-	-	-
IONIQ 5	standardna oprema	-	-	-	-	-	-

Slika 26. Prisutnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Hyundai

Izvor: [26]

Prisutnost adaptivnih sustava kočenja kod marke vozila Seat prikazana su na slici 27. Vozila marke Seat, također je počeo s ugradnjom adaptivnih sustava za kočenje tek od serije 2018. Ono što se ističe kao zanimljiv podatak je to da jedina dva modela marke Seat koja imaju inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine i napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača kao dio standardne opreme su Seat Formator (tip KM7B i KM7C) i Seat Tarraco (tip KN24 i KN25) [26].



SEAT					
Model	Tip	Inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine	Napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača	Sustav upozoravanja na sudar s pješakom i biciklistom	Sustav za kočenje u slučaju opasnosti za pješake i bicikliste
Ateca	KHP1	-	-	serija 2018	serija 2018
	KHP2	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	KHP5	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	KHP8	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	KHP6	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
Ibiza	KJ11	-	-	serija 2020	serija 2020
	KJ12	dodatno	-	serija 2020	serija 2020
	KJ14	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	KJ15	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
Arona	KJ71	-	-	serija 2020	serija 2020
	KJ72	dodatno	-	serija 2020	serija 2020
	KJ75	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	KJ78	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
Tarraco	KN22	dodatno	dodatno	serija 2018	serija 2018
	KN24	serija 2018	dodatno	serija 2018	serija 2018
	KN25	serija 2018	dodatno	serija 2018	serija 2018
Leon SpT	KL*2	dodatno	-	serija 2019	serija 2019
	KL*4	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
	KL*5	dodatno	dodatno	serija 2019	serija 2019
	KL*B	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
	KL*C	dodatno	dodatno	serija 2020	serija 2020
Formentor	KM7B	serija 2020	dodatno	serija 2020	serija 2020
	KM7C	serija 2020	dodatno	serija 2020	serija 2020

Slika 27. Prisutnost adaptivnih sustava kočenja kod marke vozila Seat

Izvor: [26]

## 4. ANALIZA STATISTIČKIH PODATAKA PROMETNIH NESREĆA U REPUBLICI HRVATSKOJ

### 4.1. Opće stanje prometa

Prema statističkim pokazateljima sigurnost cestovnog prometa u Republici Hrvatskoj iz godine u godinu bilježi trend poboljšanja. Smrtnost sudionika cestovnog prometa u prometnim nesrećama 2019. godine, u kojoj je poginulo 297 osoba, najmanja je do sada od samostalnosti Hrvatske, dok je broj osoba smrtno stradalih u 2021. godini 237, a u 2022. godini 275 osoba [27].

Iako osnovni cilj od 213 smrtno stradalih na cestama u razdoblju nije ostvaren, trend smanjenja prometnih nesreća i smrtnosti pokazuje da se Republika Hrvatska približava osnovnom cilju, odnosno 50% smanjenju smrtnosti [28]. Polazeći od usvojenih smjernica te iskustava i rezultata provedbe dosadašnjih nacionalnih programa sigurnosti cestovnog prometa u prethodnim razdobljima, uz uvažavanje trenutačnih okolnosti borbe protiv pandemije COVID-19, koja je utjecala na značajno smanjenje mobilnosti ljudi do nezamislivih granica, provedba Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje 2021 - 2030. temelji se na broju „teških prometnih nesreća“, koje obuhvaćaju nesreće u kojima je bilo poginulih ili teško ozlijeđenih osoba. Na osnovu tako utvrđenog kriterija definirani su kvantitativni ciljevi za predstojeće razdoblje provedbe. Opći cilj Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa do 2030. godine usmjeren je na ostvarenje 50% smanjenja broja osoba poginulih u prometnim nesrećama i broja teških prometnih nesreća u cestovnom prometu [29].

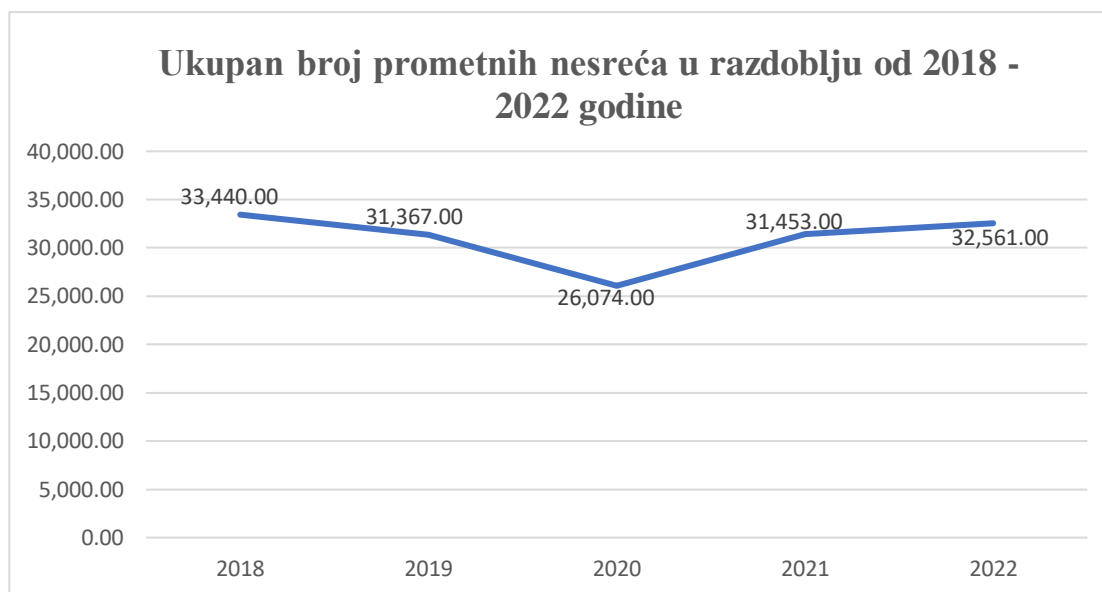
Tablica 3. Opće informacije stanja prometa RH (2018., 2019., 2020., 2021., 2022.)

Godine	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
Broj stanovnika	4.214.531,00	4.087.843,00	4.065.253,00	3.871.833,00	/
Broj vozača	2.348.794,00	2.369.618,00	2.367.165,00	2.376.766,00	/
Broj reg. vozila	2.148.062,00	2.226.975,00	2.261.274,00	2.385.442,00	2.456.017,00
Duljina ceste [km]	26.422,00	26.906,00	26.550,00	26.907,40	/
Uk. broj prometnih nesreća	33.440,00	31.367,00	26.074,00	31.453,00	32.561,00

Izvor: [35]

U tablici 3. prikazani su opći podaci stanja prometa u Republici Hrvatskoj. Kroz razdoblje od 2018.-2021. godine može se vidjeti kako broj stanovnika opada, dok broj registriranih vozila raste iz godine u godinu.

Kada govorimo o broju prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj iz grafikona 1. vidljivo je kako broj prometnih nesreća od 2018. godine do 2020. godine konstantno pada zbog pandemije koronavirus, dok se u 2021. godini broj prometnih nesreća povećava.



Grafikon 1. Ukupan broj prometnih nesreća u RH kroz razdoblje od 2018.-2022. godine

Izvor: Izradio autor

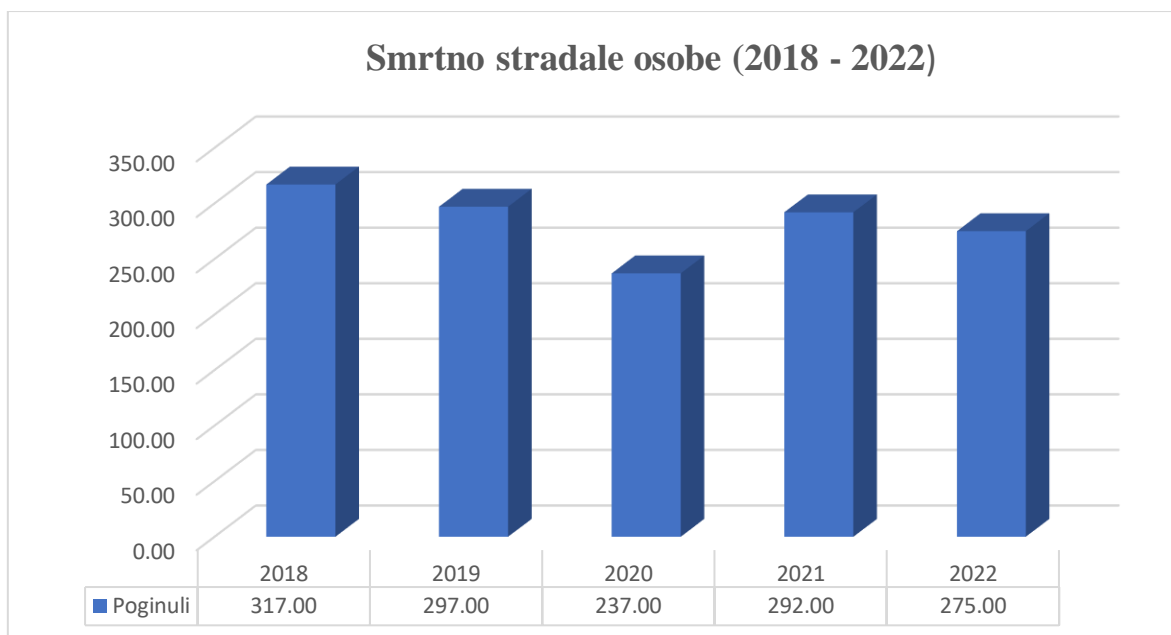
#### 4.2. Statistički pokazatelji prometnih nesreća

Najveći broj poginulih osoba u Republici Hrvatskoj kroz promatrano razdoblje je u 2018. godini, dok je najmanji broj poginulih osoba zabilježen u 2020. godini (Grafikon 2.).

Tablica 4. Broj prometnih nesreća u RH s poginulima, teže ozlijeđenima i lakše ozlijeđenima

Godine	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
<b>Poginuli</b>	317,00	297,00	237,00	292,00	275,00
<b>Teško ozlijeđeni</b>	2.731,00	2.492,00	2.295,00	2.610,00	2.910,00
<b>Lakše ozlijeđeni</b>	11.258,00	10.393,00	7.740,00	9.308,00	10.419,00

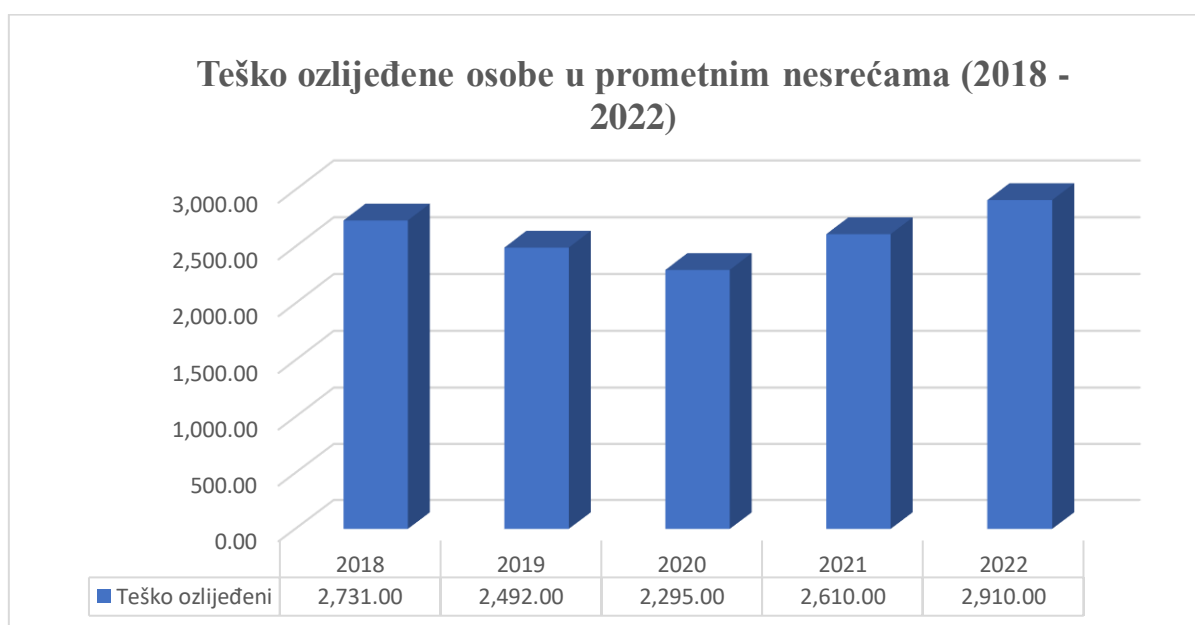
Izvor: [35]



*Grafikon 2. Broj prometnih nesreća u RH s poginulim osobama (2018 - 2022)*

Izvor: Izradio autor

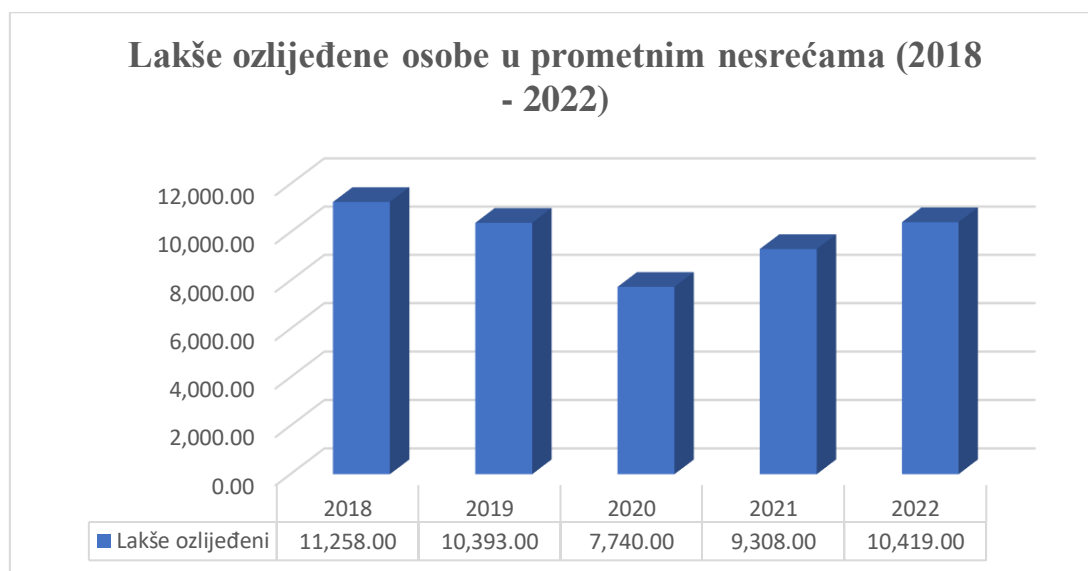
Broj prometnih nesreća u kojima su osobe teže ozlijeđene kroz promatrano razdoblje, značajno je najveće u 2022. godini, dok je najmanji broj teže ozlijeđenih osoba u 2020. godini (Grafikon 3.).



*Grafikon 3. Broj prometnih nesreća u RH s teško ozlijeđenim osobama (2018 - 2022)*

Izvor: Izradio autor

Na grafikonu 4. prikazan je broj prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj s lakše ozlijeđenim osobama, te se također može zaključiti kako je najmanji broj prometnih nesreća s lakše ozlijeđenim osobama u 2020. godini, dok je najveći broj lakše ozlijeđenih osoba u 2018. godini.



Grafikon 4. Broj prometnih nesreća u RH s lakše ozlijeđenim osobama (2018-2022)

Izvor: Izradio autor

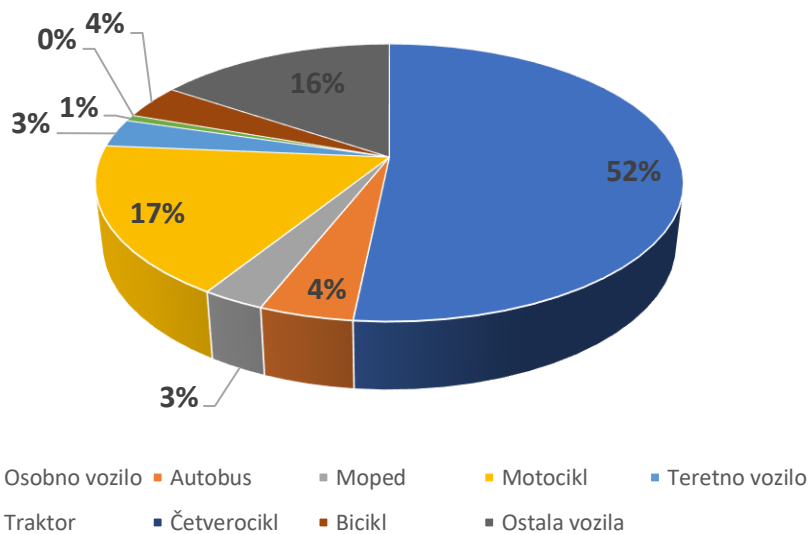
Tablica 5. Broj prometnih nesreća s nastradalim osobama prema pojedinoj vrsti vozila u 2022. godini

Vrsta vozila	2022	
	Poginuli	Ozlijeđeni
<b>Osobno vozilo</b>	142,00	8.326,00
<b>Autobus</b>	12,00	137,00
<b>Moped</b>	8,00	532,00
<b>Motocikl</b>	48,00	1.293,00
<b>Teretno vozilo</b>	9,00	511,00
<b>Traktor</b>	2,00	111,00
<b>Četverocikl</b>	0,00	27,00
<b>Bicikl</b>	11,00	1.052,00
<b>Ostala vozila</b>	43,00	1.340,00
<b>Ukupno</b>	275,00	13.329,00

Izvor: [35]

Na grafikonu 5. prikazan je udio pojedine vrste prijevoznog sredstva u teškim prometnim nesrećama, iz kojeg je vidljivo kako je najveći broj prometnih nesreća uzrokovano osobnim vozilom (52%), dok je na grafikonu 6. prikazan broj nastradalih osoba u prometnim nesrećama u 2022. godini.

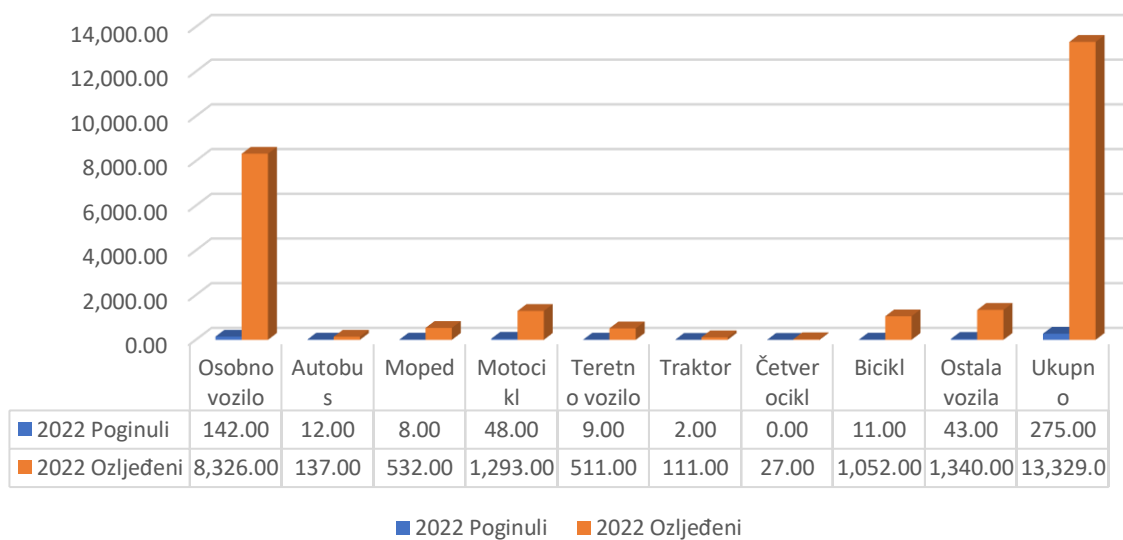
### Udio pojedine vrste prijevoznog sredstva u prometnim nesrećama s poginulima i ozlijeđenima (2022. godina)



Grafikon 5. Udio pojedine vrste prijevoznog sredstva u prometnim nesrećama s poginulima i ozlijeđenima u 2022. godini

Izvor: Izradio autor

### Poginule i ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama prema vrsti vozila u RH u 2022.



Grafikon 6. Poginule i ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama prema vrsti vozila u RH u 2022. godini

Izvor: Izradio autor

## 5. ISPITIVANJE KORELACIJE IZMEĐU STAROSTI VOZILA I NASTANKA PROMETNIH NESREĆA

Korelacija je statistički postupak za izračunavanje povezanosti dviju varijabli. Vrijednost korelacije iskazuje se brožčano koeficijentom korelacije, najčešće Pearsonovim ili Spearmanovim, dok se značajnost koeficijenta iskazuje vrijednošću  $P$ . Pearsonov koeficijent korelacije koristi se za varijable na intervalnoj ili omjernoj ljestvici (brožčani podatci) koje su u linearnom odnosu. Linearni odnos varijabli može se očitati s točkastog dijagrama i podrazumijeva kako točke slijede i rasipaju se oko ravne crte tj. pravca. Pearsonov koeficijent korelacije označava se s malim slovom  $r$  ili  $r_p$  te može poprimiti vrijednosti od  $-1$  do  $+1$ . Vrijednost koeficijenta korelacije od  $0$  do  $1$  je pozitivna korelacija i označava sukladan rast vrijednosti obje skupine podataka [30]. Spearmanov koeficijent korelacije ( $\rho, r_s$ ) ili korelacija ranga izračunava se kada jedan od skupa podataka slijedi ordinalnu ljestvicu ili kada raspodjela podataka značajno odstupa od normalne raspodjele, te postoje podatci koji značajno odstupaju od većine izmjerenih. Za razliku od Pearsonovog koeficijenta korelacije koji podrazumijeva linearnu povezanost, za Spearmanov koeficijent korelacije to nije uvjet, a može se računati i na manjim uzorcima [30].

*Tablica 6. Vrijednost koeficijenta korelacije*

Vrijednost $r$	Jakost veze
<b>-1</b>	Funkcionalna negativna veza
<b><math>-1 &lt; r &lt; -0,8</math></b>	Jaka negativna veza
<b><math>-0,8 \leq r &lt; -0,5</math></b>	Srednja negativna veza
<b><math>-0,5 \leq r &lt; 0</math></b>	Slaba negativna veza
<b>0</b>	Veza ne postoji
<b><math>0 &lt; r \leq 0,5</math></b>	Slaba pozitivna veza
<b><math>0,5 &lt; r \leq 0,8</math></b>	Srednja pozitivna veza
<b><math>0,8 &lt; r &lt; 1</math></b>	Jaka pozitivna veza
<b>1</b>	Funkcionalna pozitivna veza

Izvor: [31]

U ovom diplomskom radu ispitana je korelacije između “starosti vozila” i “posljedice prometnih nesreća”, te korelacija između “starosti vozila” i “okolnosti nastanka prometnih nesreća”. Korelacija između varijabli “starost vozila” i “posljedice prometnih nesreća” ispitana je pomoću Pearsonovog koeficijenta. Podatci o prometnim nesrećama za ovu vrstu ispitivanja uključuju prometne nesreće za razdoblje od 2020. do 2022. godine. Cilj analize korelacije između navedenih varijabli je istražiti da li postoji veza između njih, te da li je njihova veza pozitivna ili negativna.

Korelacija između varijabli “nastanak prometnih nesreća” i “starost vozila” ispitana je pomoću jednadžbe pravca, koja je poznata kao i linearna regresija. Jednadžba pravca opisuje linearnu vezu između neovisne (x) i ovisne varijable (y) u obliku:  $y = kx+l$ , gdje je:

- k- koeficijent nagiba pravca
- x – nezavisna varijabla
- y – ovisna varijabla
- l – srednja vrijednost

Koeficijent korelacije (r) je kvadratni korijen vrijednosti koeficijenta determinacije ( $R^2$ ), te predstavlja stupanj korelacije između dvije varijable. Ako je koeficijent korelacije (r) blizu broja 1 tada postoji snažna pozitivna korelacija, ako je koeficijent korelacije blizu -1 tada postoji snažna negativna korelacija. Ako je koeficijent korelacije blizu 0, tada nema značajne korelacije između varijabli koje su ispitane.

### 5.1. Korelacija između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća

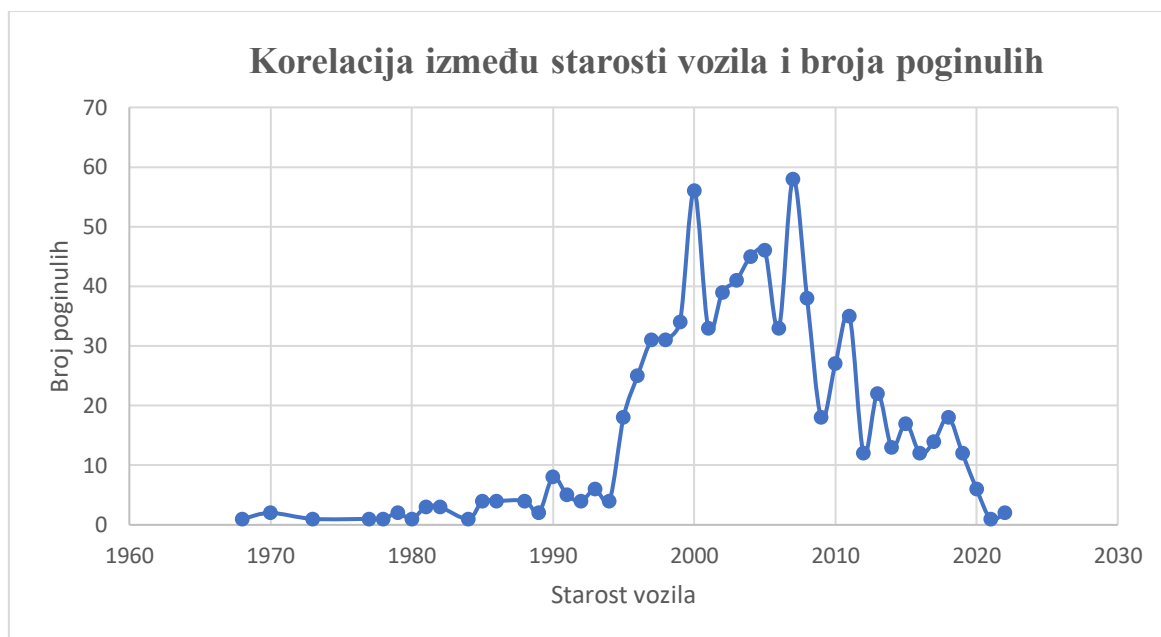
Prema podacima iz tablice 7. u kojoj se nalaze podatci prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama u razdoblju od 2020. do 2022. godine, ispitana je korelacija pomoću Pearsonovog koeficijenta između “starosti vozila” i “ poginulih osoba”. Dobiveni Pearsonov koeficijent korelacije između ove dvije varijable iznosi  $r = 0,4116$ , te ukazuje na umjerenu pozitivnu korelaciju između varijabli. Pearsonov koeficijent korelacije ( $r = 0,4116$ ) pokazuje da postoji tendencija da se starija vozila povezuju s nešto većim brojem poginulih osoba u prometnim nesrećama, te s obzirom na to da je pozitivna sugerira da postoji jedan oblik veze između starosti vozila i poginulih osoba pri čemu starija vozila mogu imati nešto veći rizik u prometnim nesrećama sa smrtno stradalim osobama.



Tablica 7. Smrtno stradale osobe s obzirom na starost vozila

Starost vozila	Poginule osobe	Starost vozila	Poginule osobe
1968.	1	2001.	33
1970.	2	2002.	39
1973.	1	2003.	41
1977.	1	2004.	45
1978.	1	2005.	46
1979.	2	2006.	33
1980.	1	2007.	58
1981.	3	2008.	38
1982.	3	2009.	18
1984.	1	2010.	27
1985.	4	2011.	35
1986.	4	2012.	12
1988.	4	2013.	22
1989.	2	2014.	13
1990.	8	2015.	17
1991.	5	2016.	12
1992.	4	2017.	14
1993.	6	2018.	18
1994.	4	2019.	12
1995.	18	2020.	6
1996.	25	2021.	1
1997.	31	2022.	2
1998.	31		
1999.	34		
2000.	56		

Izvor: Izradio autor



Grafikon 7. Grafički prikaz između starosti vozila i broja poginulih

Izvor: Izradio autor

Grafikon 7. prikazuje vizualni prikaz povezanosti između starosti vozila i broja poginulih osoba. Na osi X nalazi se starost vozila, dok se na osi Y nalazi broj poginulih osoba.

Tablica 8. Teško ozlijeđene osobe s obzirom na godište vozila

Starost vozila	Teško ozlijeđeni	Starost vozila	Teško ozlijeđeni
1960.	2	2001.	355
1962.	3	2002.	370
1970.	5	2003.	415
1971.	3	2004.	446
1972.	2	2005.	407
1973.	3	2006.	433
1974.	5	2007.	457
1975.	2	2008.	444
1976.	4	2009.	232
1977.	4	2010.	295
1978.	13	2011.	215
1979.	9	2012.	169
1980.	17	2013.	173
1981.	5	2014.	178

<b>1982.</b>	9	<b>2015.</b>	214
<b>1983.</b>	8	<b>2016.</b>	177
<b>1984.</b>	16	<b>2017.</b>	174
<b>1985.</b>	26	<b>2018.</b>	183
<b>1986.</b>	16	<b>2019.</b>	156
<b>1987.</b>	26	<b>2020.</b>	141
<b>1988.</b>	25	<b>2021.</b>	87
<b>1989.</b>	28	<b>2022.</b>	26
<b>1990.</b>	54		
<b>1991.</b>	36		
<b>1992.</b>	35		
<b>1993.</b>	41		
<b>1994.</b>	43		
<b>1995.</b>	87		
<b>1996.</b>	147		
<b>1997.</b>	183		
<b>1998.</b>	210		
<b>1999.</b>	222		
<b>2000.</b>	398		

Izvor: Izradio autor

Izračunom Pearsonovog koeficijenta korelacije prema podacima iz tablice 8. procijenjena je veza između starosti vozila i broja teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama. Vrijednost Pearsonovog koeficijenta iznosi  $r = 0,6156$ , te se nalazi u rasponu od -1 do +1. S obzirom na vrijednost dobivenog Pearsonovog koeficijenta, korelacija između ove dvije varijable je pozitivna. Pozitivna korelacija ukazuje da postoji tendencija da su starija vozila povezana s većim brojem teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama, što znači da povećanje starosti vozila povećava rizik teških ozljeda u prometnim nesrećama u odnosu na novija vozila. Iako je veza između ove dvije pozitivna, važno je naglasiti da i drugi faktori kao što su uvjeti na cesti, brzina vožnje itd. mogu utjecati na teško ozljeđivanje osoba u prometnim nesrećama.



*Grafikon 8. Grafički prikaz između starosti vozila i teško ozlijeđenih osoba*

Izvor: Izradio autor

Na grafikonu 8. prikazana je povezanost između starosti vozila i teže ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama. Na X osi prikazana je starost vozila, dok je na Y osi prikazan broj teško ozlijeđenih osoba. Vidljivo je kako je broj teže ozlijeđenih osoba veći u starijim vozilima u odnosu na novija vozila.

U provedenoj analizi korelacije prema podacima iz tablice 9. Pearsonov koeficijent korelacije ima vrijednost  $r = 0,5761$ . Dobivena vrijednost ukazuje na umjerenu pozitivnu korelaciju između starosti vozila i broja lakše ozlijeđenih osoba, što ukazuje da postoji tendencija da se vozila mlađe proizvodnje povezuju s manjim brojem lakše ozlijeđenih osoba, dok osobe u starijim vozilima koja sudjeluju u prometnim nesrećama imaju veću vjerojatnost da budu lakše ozlijeđene.



*Grafikon 9. Grafički prikaz između starosti vozila i lakše ozlijeđenih osoba*

Izvor: Izradio autor

Grafikon 9. izrađen pomoću tablice 9. prikazuje koliko starost vozila utječe na lakše ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama. Iz grafikona je vidljivo da je veći broj lakše ozlijeđenih osoba u starijim vozilima.

*Tablica 9. Lakše ozlijeđene osobe s obzirom na starost vozila*

Starost vozila	Lakše ozlijeđeni	Starost vozila	Lakše ozlijeđeni
<b>1960.</b>	3	<b>1995.</b>	349
<b>1961.</b>	1	<b>1996.</b>	583
<b>1963.</b>	2	<b>1997.</b>	764
<b>1964.</b>	1	<b>1998.</b>	798
<b>1968.</b>	1	<b>1999.</b>	931
<b>1970.</b>	14	<b>2000.</b>	1278
<b>1971.</b>	2	<b>2001.</b>	1318
<b>1972.</b>	8	<b>2002.</b>	1312
<b>1973.</b>	4	<b>2003.</b>	1506
<b>1974.</b>	8	<b>2004.</b>	1478
<b>1975.</b>	17	<b>2005.</b>	1459
<b>1976.</b>	3	<b>2006.</b>	1466
<b>1977.</b>	12	<b>2007.</b>	1479
<b>1978.</b>	16	<b>2008.</b>	1488

<b>1979.</b>	6	<b>2009.</b>	852
<b>1980.</b>	48	<b>2010.</b>	871
<b>1981.</b>	15	<b>2011.</b>	755
<b>1982.</b>	20	<b>2012.</b>	657
<b>1983.</b>	25	<b>2013.</b>	531
<b>1984.</b>	36	<b>2014.</b>	531
<b>1985.</b>	44	<b>2015.</b>	594
<b>1986.</b>	34	<b>2016.</b>	490
<b>1987.</b>	45	<b>2017.</b>	433
<b>1988.</b>	58	<b>2018.</b>	463
<b>1989.</b>	65	<b>2019.</b>	384
<b>1990.</b>	118	<b>2020.</b>	267
<b>1991.</b>	165	<b>2021.</b>	149
<b>1992.</b>	104	<b>2022.</b>	51
<b>1993.</b>	154		
<b>1994.</b>	145		

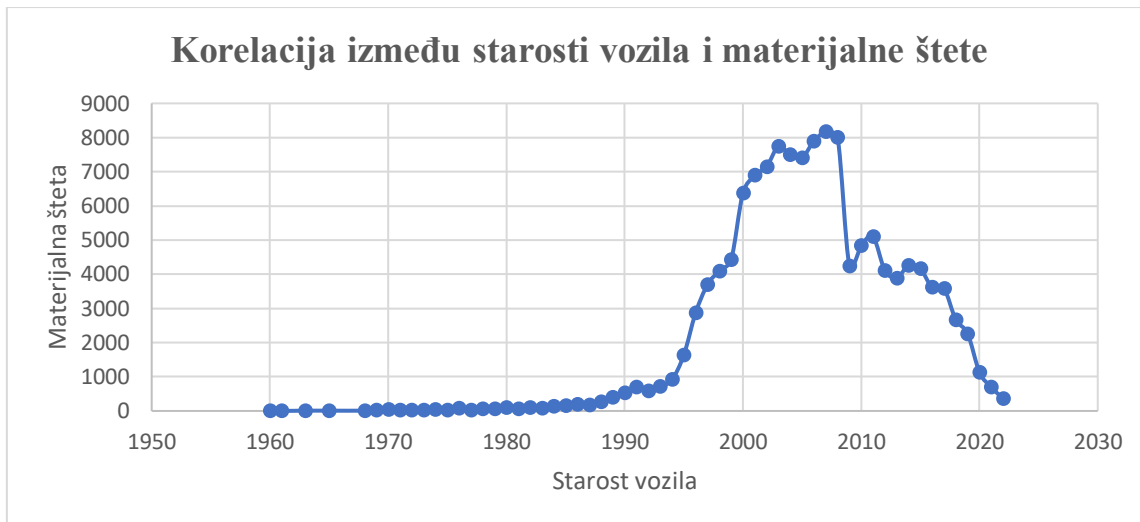
Izvor: Izradio autor

Prema podacima iz tablice 10. provedena je korelacija analize između starosti vozila i materijalne štete. Provođenjem analize korelacije dobili smo vrijednost Pearsonovog koeficijenta korelacije  $r = 0,6318$ . Dobivena vrijednost ukazuje na umjerenu pozitivnu korelaciju između starosti vozila i materijalne štete na istim. Kao i kod prethodnih korelacija postoji tendencija da su starija vozila više povezana s većim iznosom materijalne štete, dok mlađa vozila imaju manji potencijal za takvu vrstu štete. Starija vozila mogu imati veću vjerojatnost mehaničkih problema što povećava rizik od sudara i nastanka materijalne štete. Isto tako starija vozila ne posjeduju određene napredne sustave za podršku vozaču pri upravljanju vozilom u odnosu na novija vozila, što također može doprinijeti većoj materijalnoj šteti u prometnoj nesreći.

Tablica 10. Materijalna šteta s obzirom na starost vozila

Starost vozila	Materijalna šteta	Starost vozila	Materijalna šteta
1960.	10	1994.	922
1961.	1	1995.	1640
1963.	9	1996.	2872
1965.	8	1997.	3695
1968.	8	1998.	4099
1969.	18	1999.	4429
1970.	37	2000.	6385
1971.	20	2001.	6900
1972.	17	2002.	7145
1973.	27	2003.	7740
1974.	36	2004.	7494
1975.	33	2005.	7411
1976.	76	2006.	7897
1977.	21	2007.	8167
1978.	68	2008.	8009
1979.	66	2009.	4247
1980.	98	2010.	4841
1981.	58	2011.	5097
1982.	99	2012.	4114
1983.	76	2013.	3882
1984.	140	2014.	4264
1985.	153	2015.	4158
1986.	193	2016.	3617
1987.	175	2017.	3583
1988.	263	2018.	2669
1989.	392	2019.	2263
1990.	530	2020.	1132
1991.	708	2021.	694
1992.	587	2022.	365
1993.	710		

Izvor: Izradio autor



*Grafikon 10. Grafički prikaz između starosti vozila i materijalne štete*

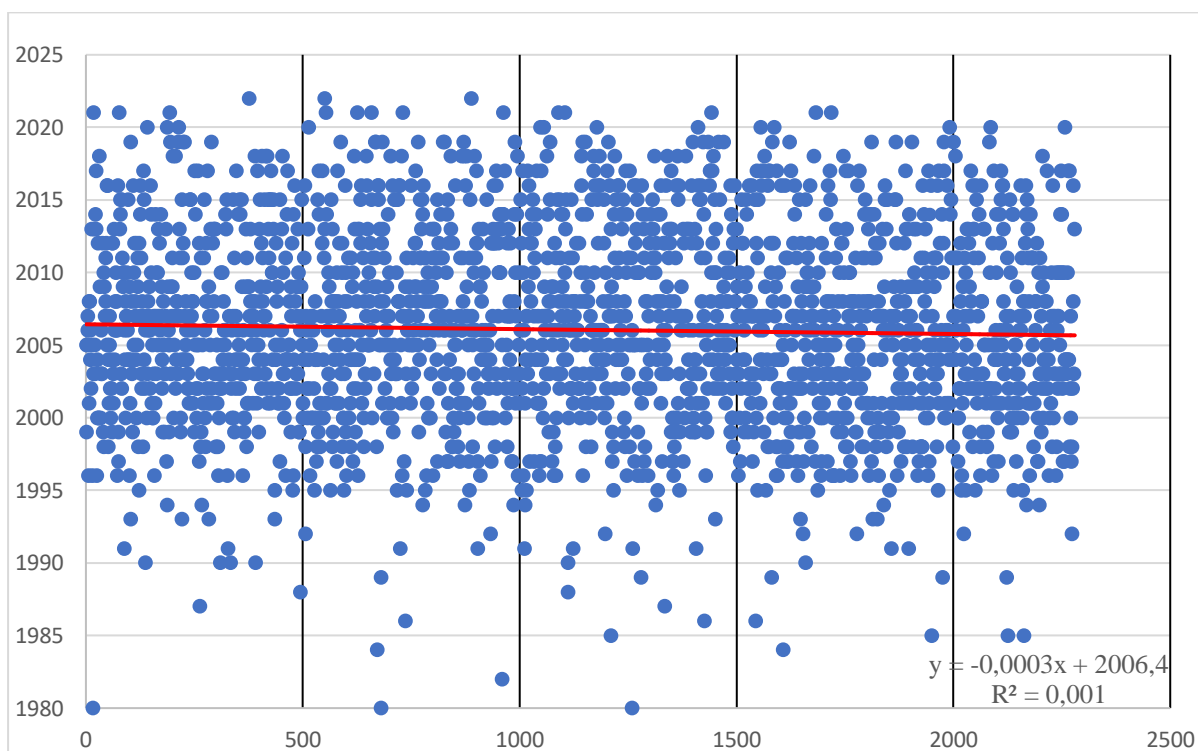
Izvor: Izradio autor

Grafikon 10. prikazuje utjecaj starosti vozila na nastanak materijalne štete na vozilima. Vidljivo je kako je nečinjenje materijalne štete veće na starijim vozilima u odnosu na novija vozila, iz razloga što su starija vozila manje sigurnija u odnosu na novija vozila, te isto tako starija vozila posjeduju manje sigurnosnih sustava poput sustava kočenja u nuždi, upozorenje na čeonu sudar itd.



## 5.2. Korelacija između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća

Iz grafikona 11. u kojem je ispitana korelacija između nastanka prometne nesreće (vožnja na nedovoljnoj udaljenosti i zakašnjelo vrijeme uočavanja opasnosti) i starosti vozila pomoću jednadžbe pravca, vidljivo je kako koeficijent determinacije  $R^2 = 0,001$ , odnosno koeficijent korelacije iznosi  $r = 0,032$ , što znači da je korelacija između ove dvije varijable jako slaba, odnosno da ne postoji. Koeficijent nagiba (stope) iznosi  $-0,0003$  što znači da se za svako povećanje  $X$  (nastanak prometne nesreće) vrijednosti za jedinicu, smanjuje vrijednost  $Y$  (starost vozila) za  $0,0003$ .

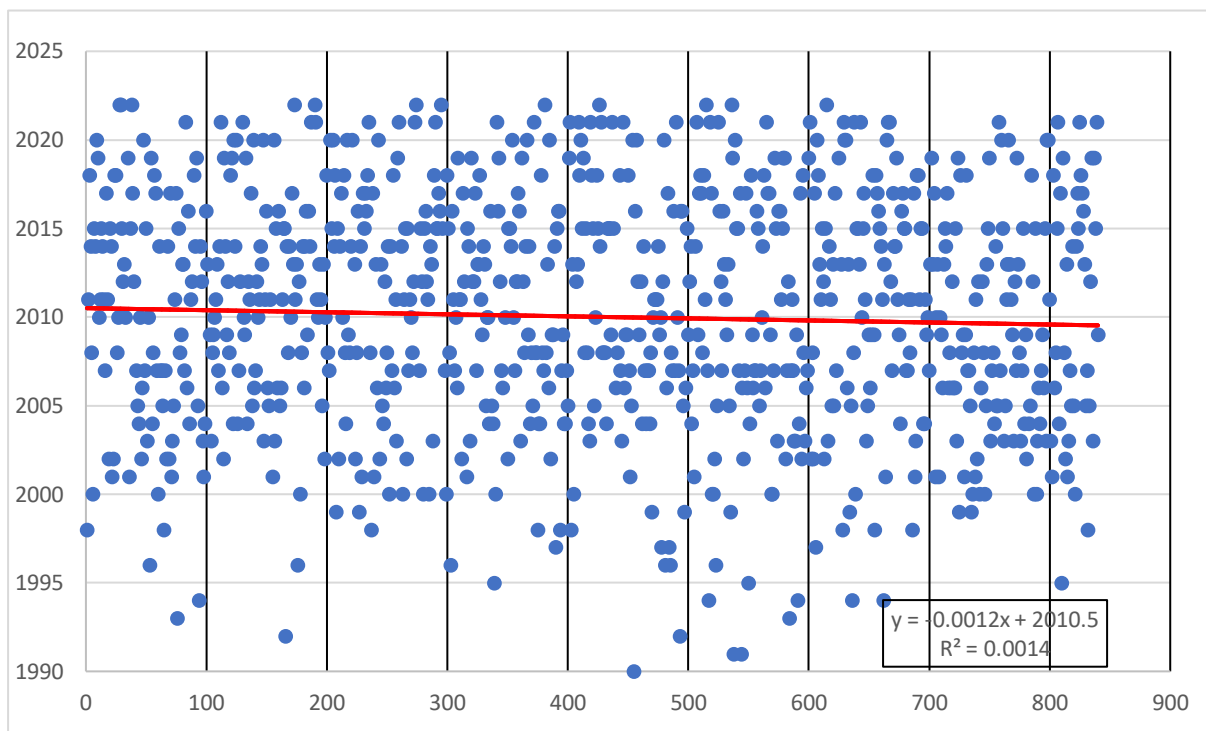


*Grafikon 11. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće ( vožnja na nedovoljnoj udaljenosti i zakašnjelo vrijeme uočavanja opasnosti ) za 2022. godinu*

Izvor: Izradio autor

Prema podacima o prometnim nesrećama za 2022. godinu, u grafikonu 12. prikazana je korelacija između nastanka prometne nesreće (iznenadni kvar, neočekivana pojava opasnosti na cesti, neosiguran teret, naglo usporavanje-kočenje, nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza) i starosti vozila. Koeficijent nagiba je negativan i iznosi  $-0,0012$ , što znači da se za svako povećanje vrijednosti  $X$  (nastanak prometnih nesreća), smanjuje vrijednost  $Y$  (starost

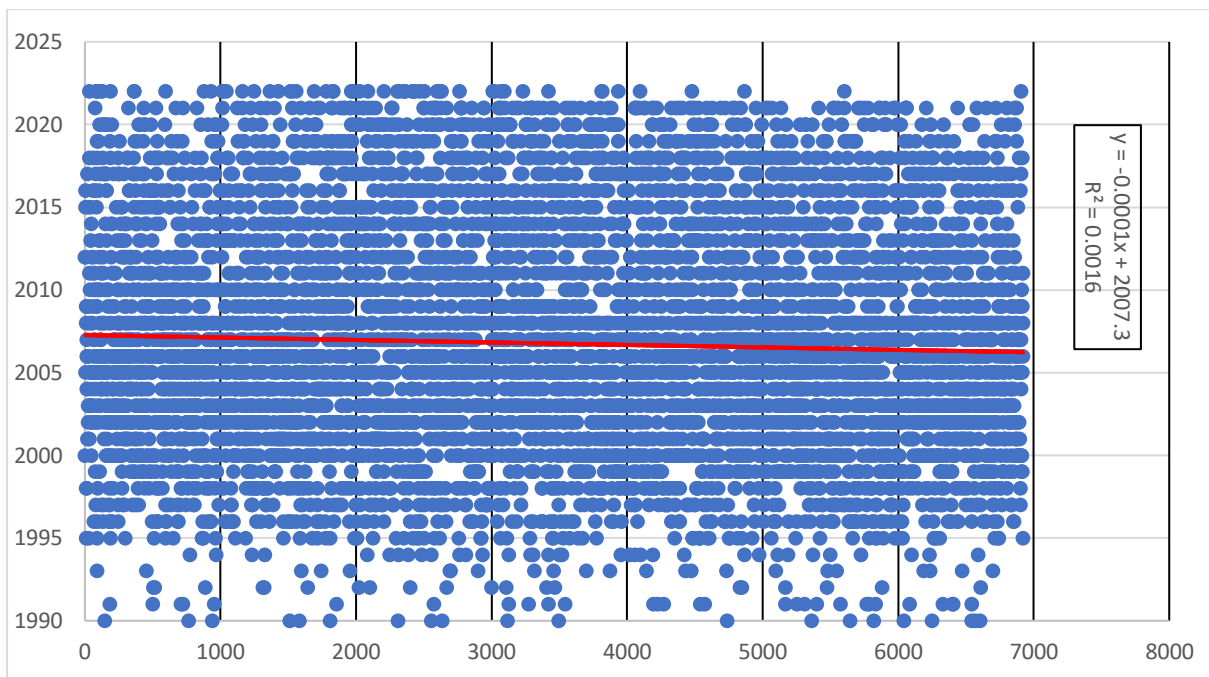
vozila). Prema koeficijentu determinacije koji iznosi  $R^2 = 0,0014$ , može se zaključiti kako je korelacija između ove dvije varijable vrlo slaba.



*Grafikon 12. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće ( iznenadni kvar, neočekivana pojava opasnosti na cesti, neosiguran teret, naglo usporavanje-kočenje, nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza ) za 2022. godinu*

Izvor: Izradio autor

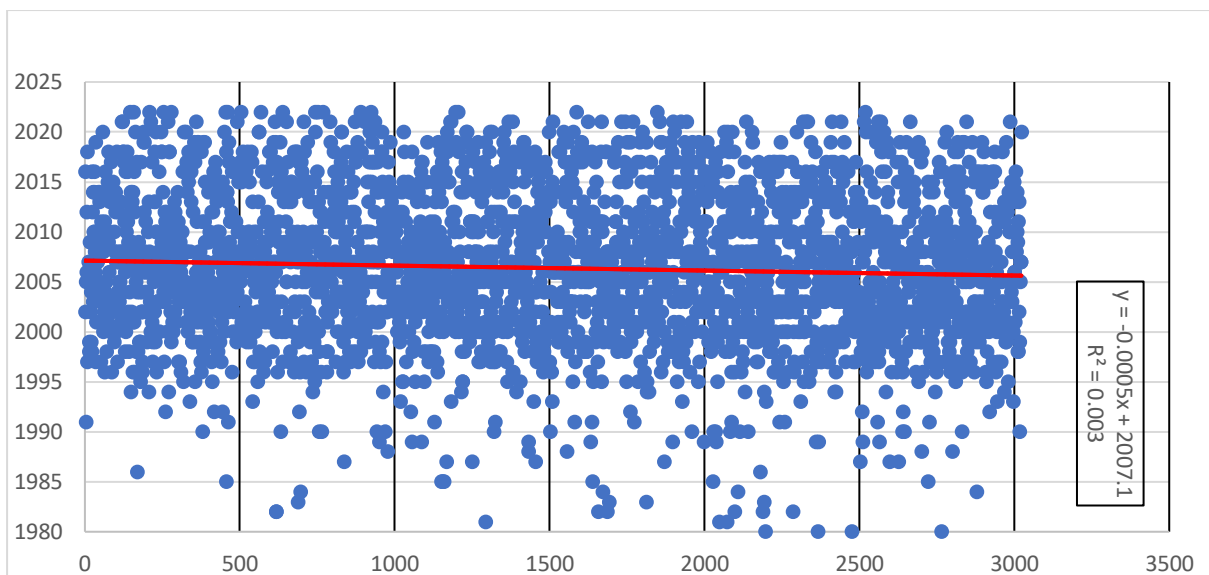
Nastanak prometne nesreće (brzina neprimjerena uvjetima) i starost vozila, prema koeficijentu determinacije  $R^2=0,0016$  koji se nalazi na grafikonu 13., može se zaključiti da je veza između varijabla “nastanak prometne nesreće” i “starost vozila” jako slaba, te da je nagib pravca na grafikonu negativan što znači da se varijabla Y (starost vozila) smanji za 0,0001 za svaki porast varijable X (nastanak prometne nesreće).



*Grafikon 13. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (brzina neprimjerena uvjetima) za 2022. godinu*

Izvor: Izradio autor

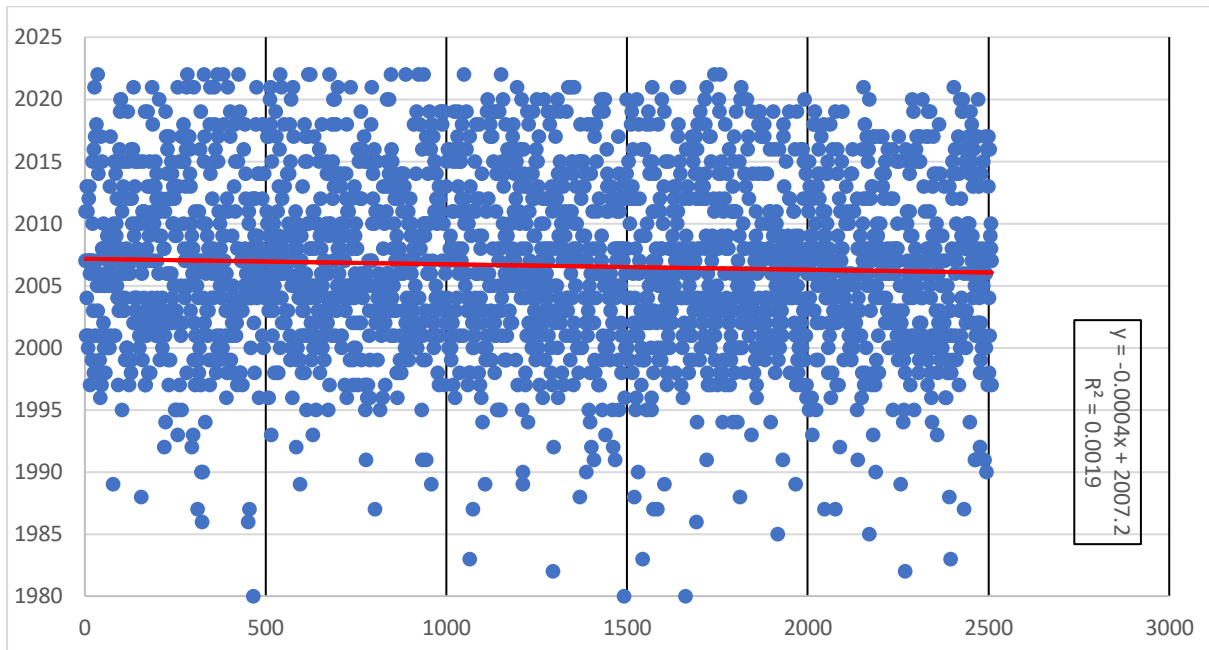
U grafikonu 14. prikazana je korelacija između nastanka prometne nesreće (nepropisno uključivanje u promet i nepropisno skretanje) i starosti vozila, te se također može vidjeti kako varijable “nastanak prometne nesreće” i “starost vozila” nisu u nikakvoj vezi, odnosno da veza između ove dvije varijable ne postoji.



*Grafikon 14. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (nepropisno uključivanje u promet i nepropisno skretanje) od 2020. do 2022. godine*

Izvor: Izradio autor

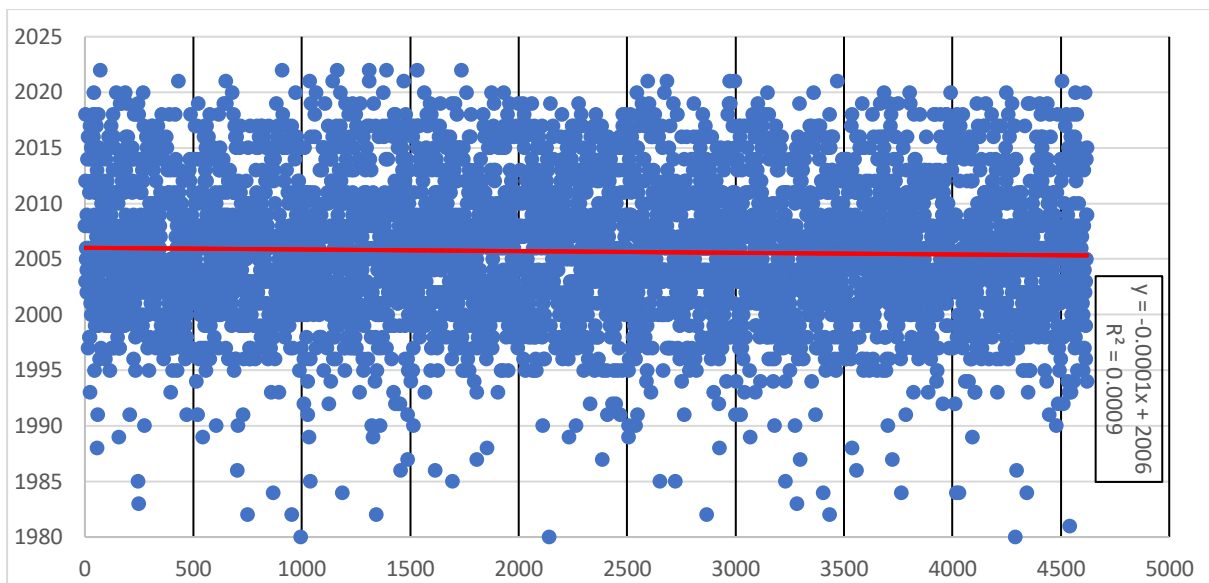
Grafikon 15.prikazuje korelaciju između nastanka prometne nesreća (nepropisno prestrojavanje i nepropisno pretjecanje) i starosti vozila. Prema koeficijentu determinacije koji iznosi  $R^2=0,0019$ , vidljivo je kako je korelacija jako slaba, te da je njihov nagib pravca negativan i iznosi  $-0,0004$ .



*Grafikon 15. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (nepropisno prestrojavanje i nepropisno pretjecanje) za 2022. godinu*

Izvor: Izradio autor

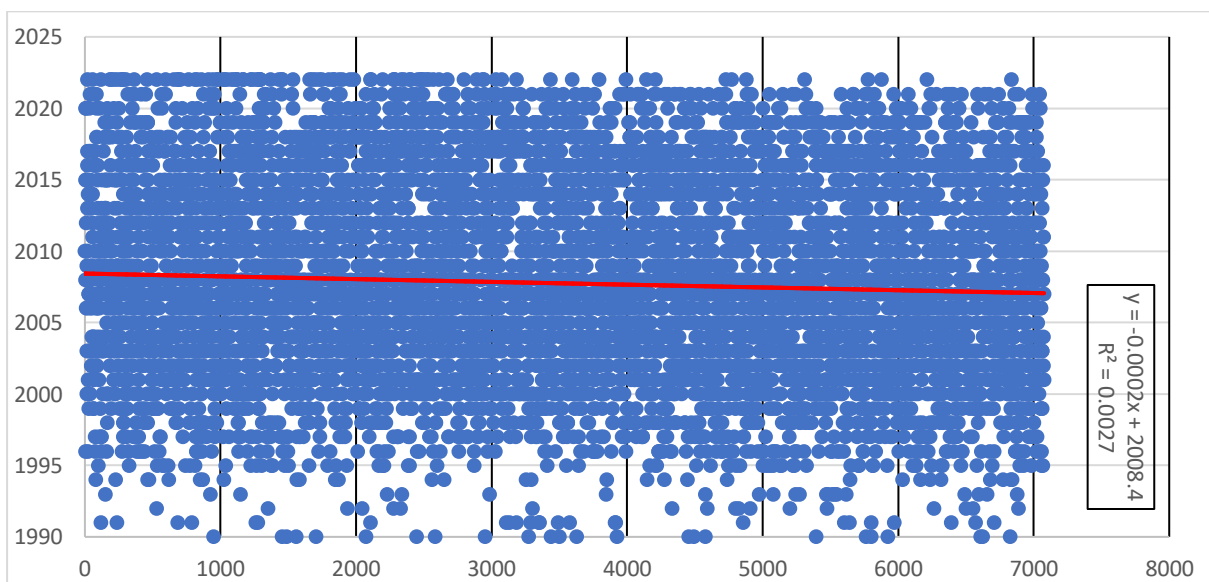
U grafikonu 16. za ispitivanje korelacije u obzir su uzimane okolnosti nastanka prometnih nesreća (nepoštivanje prednosti prolaska i nepoštivanje svjetlosnog znaka) i starost vozila. Kao i kod ostalih ispitivanja korelacije, prema grafikonu 12. vidljivo je kako je korelacija i kod ovoga ispitivanja pomoću jednadžbe pravca jako slaba, te da je nagib pravca negativan.



*Grafikon 16. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (Nepoštivanje prednosti prolaska i nepoštivanje svjetlosnog znaka ) za 2022. godine*

Izvor: Izradio autor

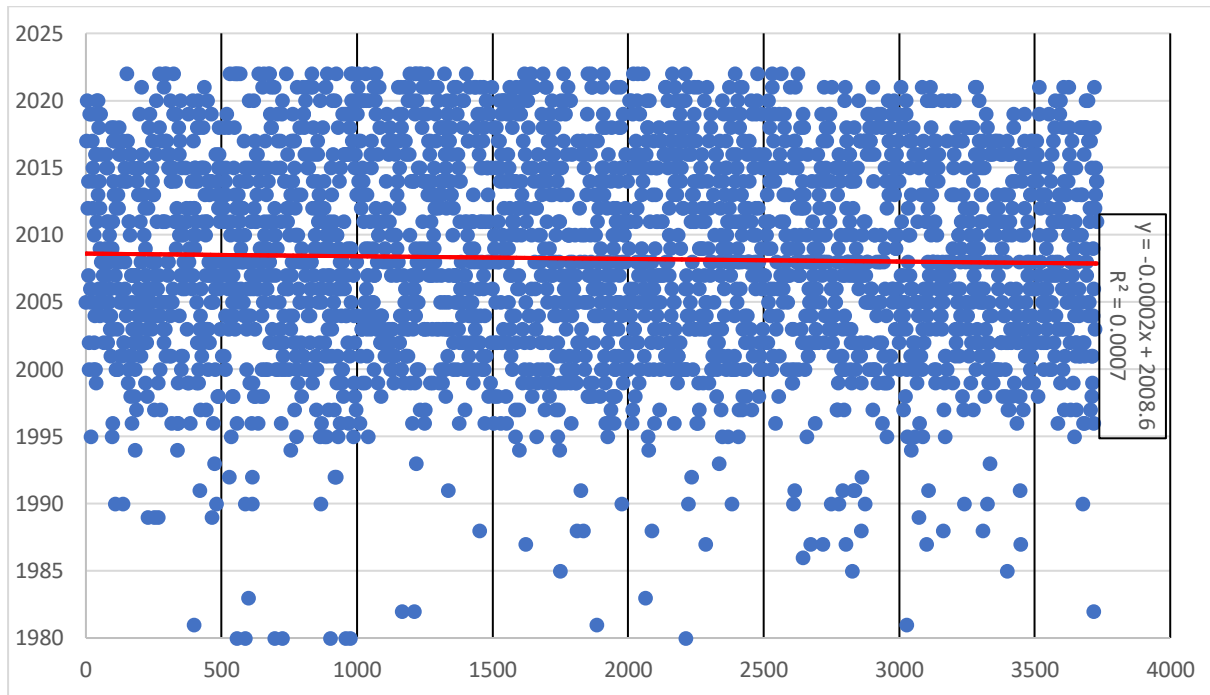
Iz grafikona 17. u kojem je ispitana korelacija između nastanka prometne nesreće (nepropisna vožnja unatrag, nepropisno kretanje vozila na kolniku i nepropisno parkiranje) i starosti vozila, vidljivo je kako njihov koeficijent determinacije iznosi  $R^2=0,0027$ , te da je veza između navedenih varijabli jako slaba odnosno da ne postoji. Nagib pravca je negativan i iznosi  $-0,0027$ , što znači da se varijabla Y smanji za svako povećanje varijable X za  $0,0027$ .



*Grafikon 17. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (nepropisna vožnja unatrag, nepropisno kretanje vozila na kolniku i nepropisno parkiranje) za 2022. godinu*

Izvor: Izradio autor

Iz grafikona 18. također je vidljivo kako i nastanak prometne nesreće „ostale greške vozača“ i starost vozila nisu ovisne jedna o drugoj, te da je veza između ove dvije varijable jako slaba. U tablici 10. prikazani su koeficijenti determinacije  $R^2$  i koeficijenti korelacije  $r$  za navedene grafikone.



Grafikon 18. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (Ostale greške vozača) za 2022. godinu

Izvor: Izradio autor

Tablica 11. Koeficijenti determinacije i koeficijenti korelacije

Redni broj grafikona	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Koeficijent korelacije $r$	0,032	0,037	0,04	0,055	0,044	0,03	0,052	0,026
Koeficijent determinacije $R^2$	0,001	0,0014	0,0016	0,003	0,0019	0,0009	0,0027	0,0007

Izvor: Izradio autor

Ispitivanjem korelacije između starosti vozila i nastanka prometnih nesreća, može se zaključiti da sve okolnosti nastanka prometnih nesreća nisu ovisne o starosti vozila. Obzirom na to da su ispitane sve okolnosti nastanka prometnih nesreća sa svim godištim vozila, zaključak je da bi se sve prometne nesreće dogodile bez obzira na starost vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama.

## 6. UTJECAJ STAROSTI VOZILA NA POSLJEDICE PROMETNIH NESREĆA

Dosadašnja istraživanja koja su provedena 2019. godine u Velikoj Britaniji, pokazala su kako uvođenje naprednih sustava u vozila značajno utječu na smanjenje broja prometnih nesreća, a samim time i na posljedice prometnih nesreća. Prema istraživanjima koja su provedena u Velikoj Britaniji utvrđeno je da se visoka koncentracija prometnih nesreća (oko 77% ) događa u mračnim uvjetima, te na gradskim cestama i autocestama. Rezultatima analize učinkovitosti sigurnosti cestovnog prometa utvrđeno je da primjena šest najčešćih ADAS sustava značajno smanjuje učestalost prometnih nesreća za 23,8%, što predstavlja godišnje smanjenje od 18.925 prometnih nesreća. Primjena sustava za automatsko kočenje u nuždi (AEB), najutjecajnija je tehnologija koja smanjuje tri od četiri najčešće vrste nesreća a to su [32]:

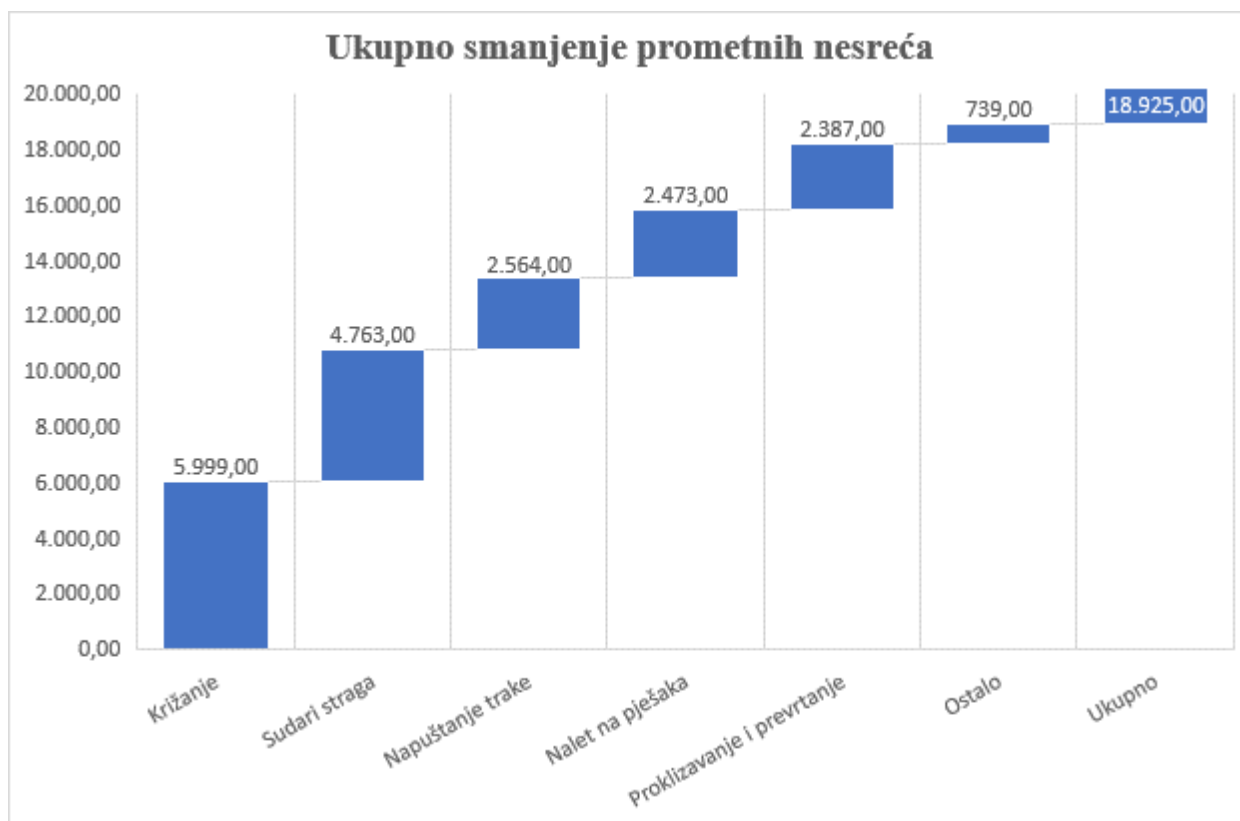
- ✓ Nesreće na raskrižjima (28%)
- ✓ Nesreće straga (27,7%)
- ✓ Nesreće s pješacima (28,4%)

Provedbom analize dokazano je kako su se tri glave kontekstualne varijable pokazale kao žarišne točke istraživanja, a to su:

- ✓ Vrsta ceste
- ✓ Vremenski uvjeti
- ✓ Uvjeti osvjetljenja

Uočeno je kako su općenito, vedri vremenski uvjeti i uvjeti osvjetljenja povezani s dobrom izvedbom u većini tehnologija. Najznačajnija varijabilnost uočena je u kategorijama vrste cesta kao što su: autocesta i gradska cesta. Budući da autoceste uglavnom imaju standardne i dobro održavane oznake na kolniku pa su stoga dobre performanse u tehnologijama koje se oslanjaju na otkrivanje granica traka. S druge strane, rasponi velikih brzina na autocestama podrazumijevaju ograničenje tehnologija koje ovise o kočionom sustavu kao što je npr. AEB.

Na grafikonu 19. prikazano je ukupno smanjenje broja prometnih nesreća korištenjem ADAS sustava. Svaki stupac predstavlja konzervativno procijenjeno smanjenje prometnih nesreća za navedene nesreće, a vrijednosti se akumuliraju do ukupnog smanjenja 18.925 nesreća [32].



*Grafikon 19. Ukupno smanjenje prometnih nesreća posjedovanjem ADAS sustava u Velikoj Britaniji*

Izvor: [32]

Rezultati istraživanja procjenjuju ukupno smanjenje od 23,8% svih nesreća u Velikoj Britaniji što predstavlja smanjenje od 18.925 sudara od kojih su 31,7% nesreće na raskrižjima, 25,2% naleti straga, 13,5% napuštanje prometne trake, 13,1% nalet na pješake, 13,6% proklizavanje i prevrtanje, te 3,9% različite prometne nesreće kao što su nalet na životinje, različite predmete itd [32].

Studija provedena u sklopu istraživačkog programa Ministarstva prometa Massachusettsa (Mass DOT) pod nazivom “Utjecaj naprednih sustava pomoći vozaču (ADAS) na sigurnost u cestovnom prometu i implikacije na obrazovanje, licenciranje, registraciju i provedbu” pokazala je da posjedovanje ADAS sustava obećava poboljšanje sigurnosti u prometu pomažući vozačima, te da se ubrzano razvijaju i uvode u novija vozila [33].

Studija provedena o utjecaju ADAS-a na stopu sudara pokazala je da su automobili opremljeni sustavima automatskog kočenja u nuždi (AEB) i sustavom upozorenja na mrtvi kut (BSW) imali 23% manju vjerojatnost sudara od neopremljenih automobila. Konkretno, ova je



kombinacija smanjila vjerojatnost sudara u automobilima iz 2014. za 13 % i za 34 % u modelima iz 2017. godine. Prirodna studija o procjeni AEB-a otkrila je da je 80% sudara straga bilo spriječeno, a od sudara koji AEB nije mogao spriječiti, 50% se dogodilo u lošim vremenskim uvjetima. Studija provedena na sustavima za upozorenje na čeonu sudar (FCW) i AEB otkrila je da je FCW smanjio broj sudara sprijeda i straga za 27% i ozljeda za 20%, AEB je smanjio sudare sprijeda i straga za 43% i stope ozljeda za 45%. I AEB i FCW smanjili su stope sudara sprijeda i straga za 50% i ozljede za 56%. Dvije studije o sustavima upozorenja na napuštanje prometne trake (LDW) otkrile su da je stopa sudara s ceste smanjena za 30% i značajno smanjene stope u nesrećama za 18%, ozlijeđenih za 24% i smrtnih slučajeva za 86%, kao što je analizirano prema podacima koje je objavila policija. ADAS sustavi pružaju mnogo sigurnosnih prednosti, međutim da bi pravilno iskusili prednosti ovakvih sustava, vozači bi trebali znati kada i kako učinkovito koristiti ADAS sustave.[33]

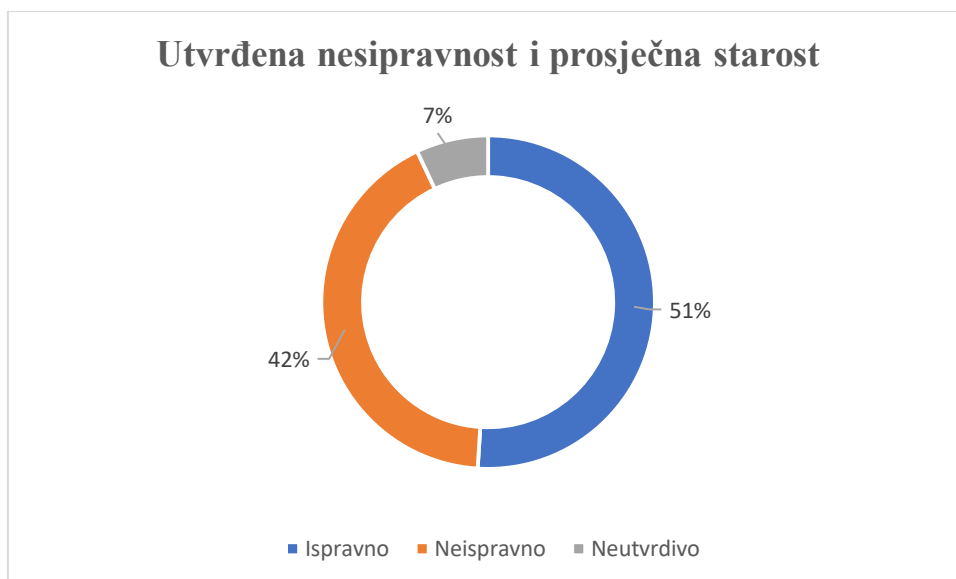
U tablici 12. prikazani su opći podaci vozila u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2020.-2022. godine

*Tablica 12. Opći podaci o vozilima u RH*

<b>Godine</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Broj registriranih vozila</b>	<b>2.261.274,00</b>	<b>2.385.442,00</b>	<b>2.456.017,00</b>
<b>Prosječna starost vozila</b>	<b>14,18</b>	<b>14,34</b>	<b>14,59</b>
<b>Broj pregledanih vozila</b>	<b>2.195.588,00</b>	<b>2.271.201,00</b>	<b>2.322.406,00</b>
<b>Neispravno</b>	<b>446.410,00</b>	<b>448.386,00</b>	<b>431.625,00</b>

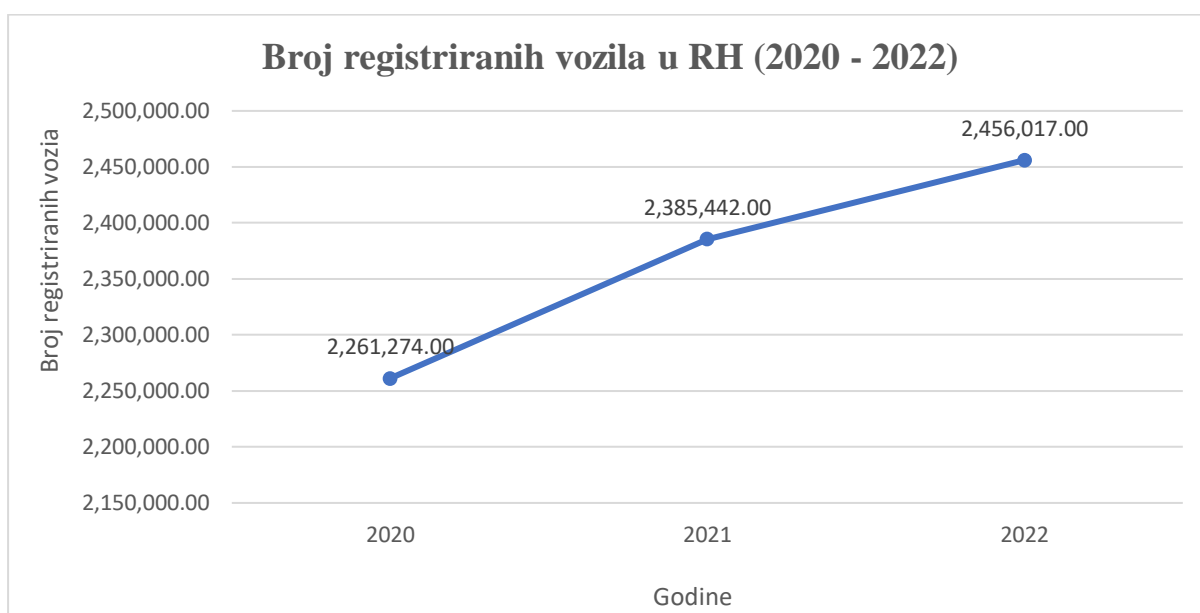
Izvor: Izradio autor

Prema dosadašnjim istraživanjima koja su provedena u Republici Hrvatskoj jasno se vidi da starost vozila utječe na njegovu tehničku pouzdanost Tijekom provođenja projekta pod nazivom „Provjera tehničke ispravnosti vozila koja sudjeluju u prometnim nesrećama sa smrtno stradalim osobama“ od strane Centra za vozila Hrvatske u suradnji sa Hrvatskim autoklubom, Fakultetom prometnih znanosti, Fakultetom strojarstva i brodogradnje i Ministarstvom unutarnjih poslova, te voditeljem projekta prof. dr. sc. Goran Zovak, dipl. ing., pregledano je 166 vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama sa smrtno stradalim osobama, te je kod 70 pregledanih vozila utvrđena neispravnost što u postotcima iznosi 42,17% Činjenica da je prosječna starost vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama sa smrtno stradalim osobama u Republici Hrvatskoj 14,54. godine, jasno govori da u težim prometnim nesrećama ipak veći udio imaju starija vozila. Na grafikonu može se vidjeti kako je 42% neispravnih vozila sudjelovalo u prometnim nesrećama sa smrtno stradalim osobama [34].



*Grafikon 20. Neisipravnost i prosječna starost*

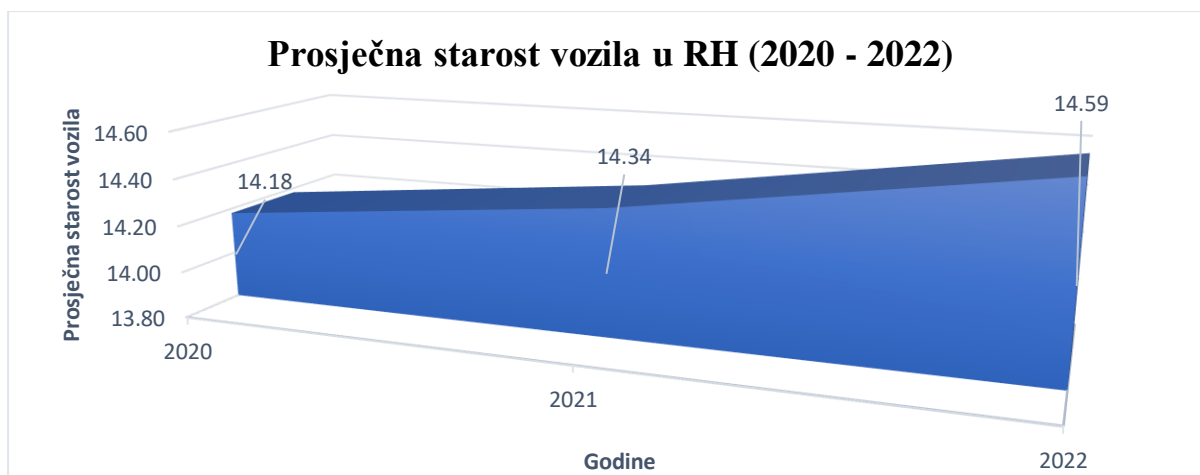
Izvor:[34]



*Grafikon 21. Broj registriranih vozila u RH za navedeno razdoblje*

Izvor: Izradio autor

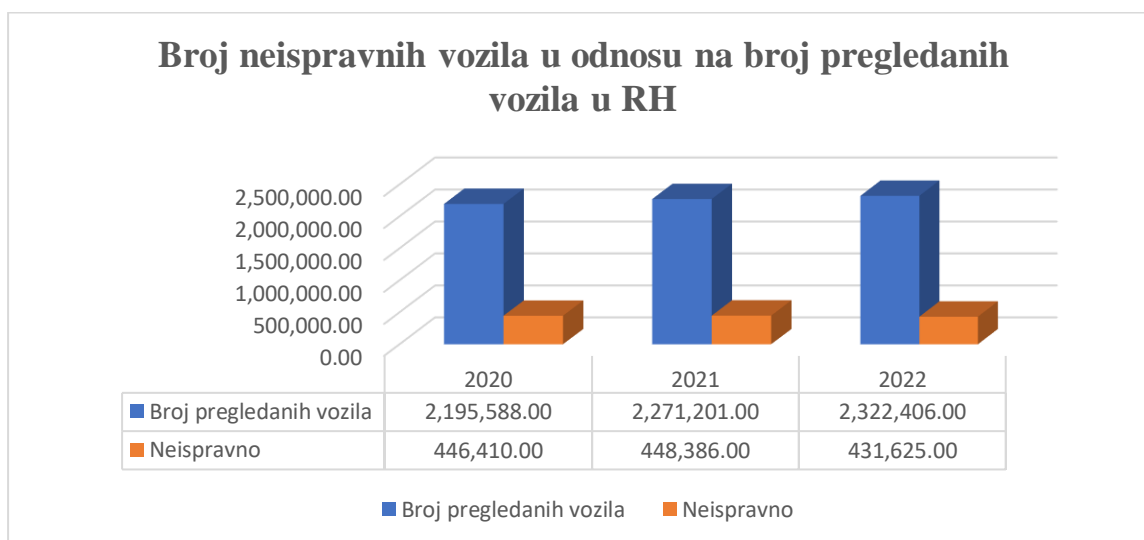
Iz grafikona 21. vidljivo je kako broj registriranih vozila u Republici Hrvatskoj ima porast iz godine u godinu. U odnosu na 2020. godinu broj registriranih vozila u 2021. godini porastao je za 3,2%, dok je broj registriranih vozila u 2022. godini u odnosu na 2020. godinu porastao za čak 8,61%.



*Grafikon 22. Prosječna starost vozila u RH*

Izvor: Izradio autor

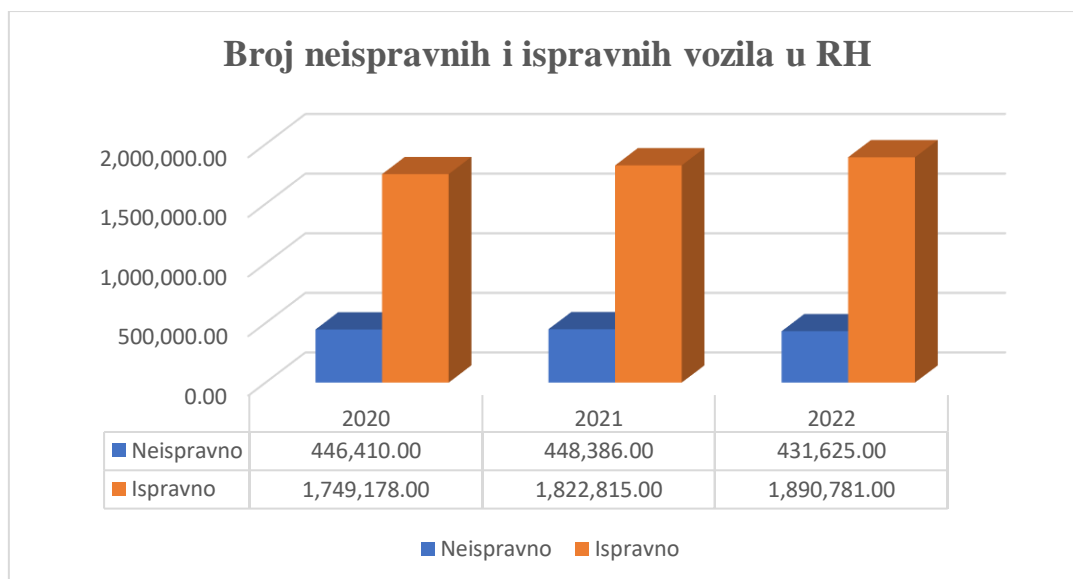
Prosječna starost vozila u Republici Hrvatskoj (Grafikon 22.), prema podacima Centra za vozila Hrvatske u prvih šest mjeseci 2022. godine iznosi 17,74 godine, dok se do kraja 2022. godine ta brojka smanjila na 14,59 godina. Povećana prosječna starost vozila u Republici Hrvatskoj razlog je zašto ne treba zanemarivati važnost tehničkog pregleda i redovitog održavanja vozila.



*Grafikon 23. Broj neispravnih vozila u odnosu na broj pregledanih vozila u RH*

Izvor: Izradio autor

Na grafikonima 23. i 24. prikazan je odnos broja ispravnih i neispravnih vozila u Republici Hrvatskoj za navedeno razdoblje, obzirom na ukupan broj pregledanih vozila. Vidljivo je kako broj neispravnih vozila u 2022. godini ima pad od 3,88% u odnosu na 2021. godinu, te 3.43% u odnosu na 2020. godinu.



*Grafikon 24. Broj neispravnih i ispravnih vozila u RH*

Izvor: Izradio autor

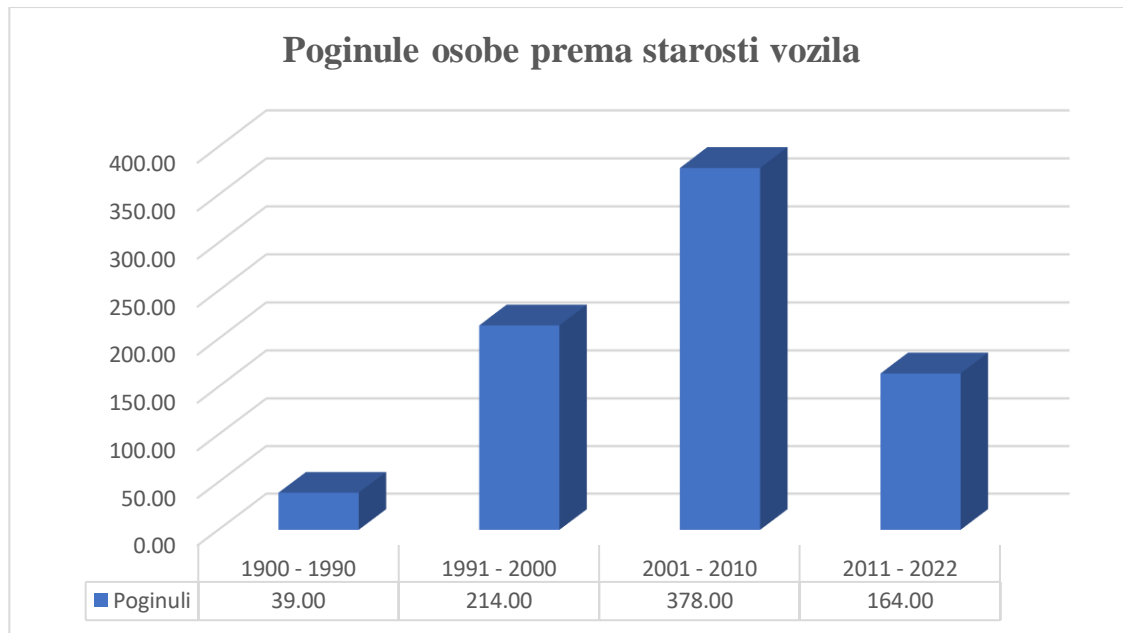
### 6.1. Nastradali sudionici prometnih nesreća prema starosti vozila

Prema starosti vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama u razdoblju od 2020 - 2022. godine, na grafikonu 25. vidljivo je kako je najveći broj poginulih osoba u vozilima koja su stara od 2001. do 2010. godine.

*Tablica 13. Posljedice prometnih nesreća prema starosti vozila za razdoblje od 2020 - 2022 godine.*

Starost vozila	1900 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2022
<b>Poginuli</b>	<b>39</b>	<b>214</b>	<b>378</b>	<b>164</b>
<b>Teško ozlijeđeni</b>	<b>293</b>	<b>1.402</b>	<b>3.854</b>	<b>1.893</b>
<b>Lakše ozlijeđeni</b>	<b>614</b>	<b>5.271</b>	<b>13.229</b>	<b>5.305</b>

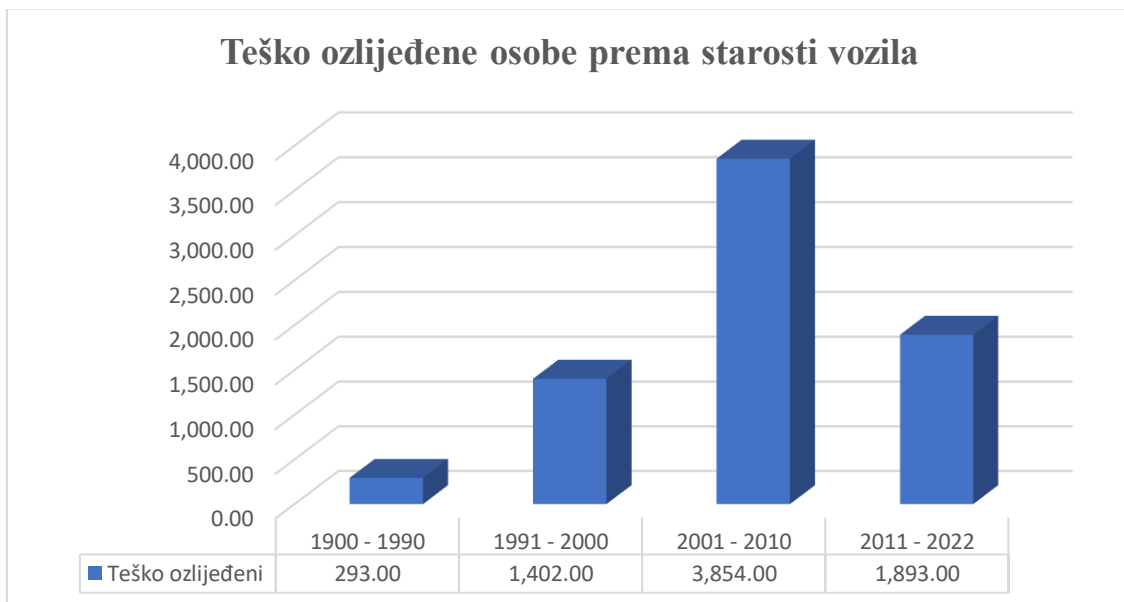
Izvor: Izradio autor



*Grafikon 25. Poginule osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila*

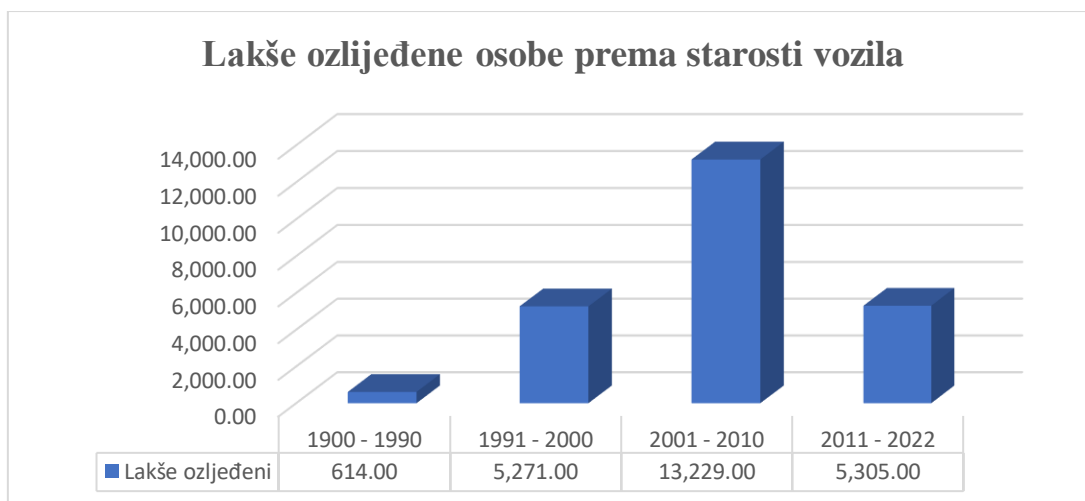
Izvor: Izradio autor

Na grafikonima 26. i 27. prikazane su osobe koje su teže i lakše ozlijeđene, te je vidljivo kako je broj i lakše i teže ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama drastično najveći u vozilima čija su godišta od 2001-2010. godine u odnosu na ostala godišta vozila.



*Grafikon 26. Teško ozlijeđene osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila*

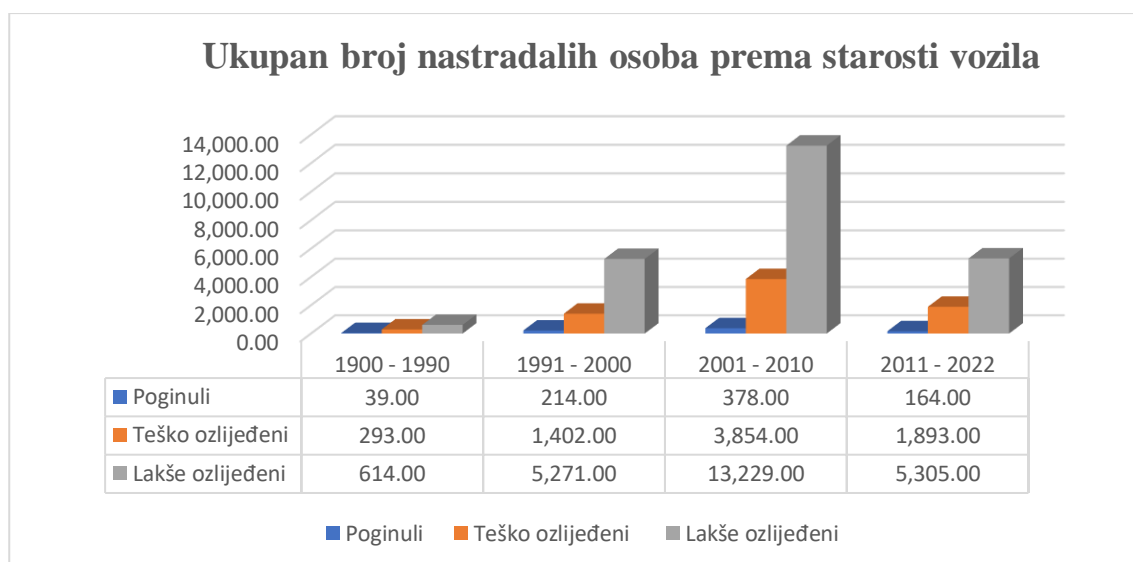
Izvor: Izradio autor



Grafikon 27. Lakše ozlijeđene osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila

Izvor: Izradio autor

Na grafikonu 28. prikazan je ukupan broj poginulih, teže ozlijeđenih i lakše ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama prema starosti vozila u razdoblju od 2020. do 2022. godine. Promatrajući grafikon ukupnog broja nastradalih sudionika prema starosti vozila vidljivo je kako je najveći broj osoba nastradalo u vozilima čija su godišta u razmaku između 2001. do 2010. godine. Stradavanje osoba u navedenim godištim vozila može se pretpostaviti da je iz razloga zato što starija vozila imaju manje sigurnosne opreme u odnosu na novija vozila, što je i utvrđeno ispitivanjem korelacije između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća u prethodnom poglavlju.



Grafikon 28. Ukupan broj nastradalih sudionika u prometnim nesrećama prema starosti vozila (2020 - 2022)

Izvor: Izradio autor

*Tablica 14. Prosječna starost vozila obzirom na posljedice prometnih nesreća*

<b>Posljedice prometnih nesreća</b>	<b>Poginuli</b>	<b>Teže ozlijeđeni</b>	<b>Lakše ozlijeđeni</b>	<b>Materijalna šteta</b>
<b>2020.</b>	<b>19,87</b>	<b>18,6</b>	<b>19,052</b>	<b>18,13</b>
<b>2021.</b>	<b>18,74</b>	<b>17,64</b>	<b>17,89</b>	<b>16,99</b>
<b>2022.</b>	<b>18,19</b>	<b>16,34</b>	<b>16,87</b>	<b>16,039</b>

Izvor: Izradio autor

U tablici 14. prikazane su vrijednosti prosječne starosti vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama s obzirom na posljedice prometnih nesreća u razdoblju od 2020. do 2022. godine. Dobivenim rezultatima prosječne starosti vozila u prometnim nesrećama, vidljivo je da je u 2022. godini prosječna starost vozila s obzirom na posljedice prometnih nesreća najmanja u odnosu na ostale dvije godine, dok je prosječna starost vozila s obzirom na posljedice prometnih nesreća najveća u 2020. godini.

## 6.2. Rezultati istraživanja o utjecaju starosti vozila na posljedice prometnih nesreća

Nakon provedenog istraživanja korelacije između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća, rezultati su pokazali kako ove dvije varijable nisu u značajnijoj vezi, odnosno da su jako slabo povezane. U tablici 15. prikazani su rezultati provedenog istraživanja navedenih varijabli, te su za dobivanje rezultata uzimane u obzir sve okolnosti prometnih nesreća koje su se dogodile u 2022. godini. Dobiveni rezultati ukazuju na jako slabu korelaciju, odnosno da veza ne postoji prema vrijednostima koje su prikazane u tablici 6.

*Tablica 15. Rezultati istraživanja korelacije između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća*

<b>Okolnosti nastanka prometnih nesreća</b>	<b>Koeficijenti determinacije R<sup>2</sup></b>	<b>Koeficijenti korelacije r</b>
<b>Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti i zakašnjelo vrijeme uočavanja</b>	<b>0,001</b>	<b>0,032</b>
<b>Iznenadni kvar, neočekivana pojava opasnosti na cesti, neosiguran teret, naglo usporavanje kočenje, nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza</b>	<b>0,0014</b>	<b>0,037</b>
<b>Brzina neprimjerena uvjetima na cesti</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,04</b>
<b>Nepropisno uključivanje u promet i nepropisno skretanje</b>	<b>0,003</b>	<b>0,055</b>
<b>Nepropisno prestrojavanje i nepropisno pretjecanje</b>	<b>0,0019</b>	<b>0,044</b>
<b>Nepoštivanje prednosti prolaska i nepoštivanje svjetlosnog znaka</b>	<b>0,0009</b>	<b>0,03</b>
<b>Nepropisna vožnja unatrag, nepropisno kretanje vozila na kolniku i nepropisno parkiranje</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,052</b>
<b>Ostale greške vozača</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,026</b>

Izvor: Izradio autor



U ovom diplomskom radu također je provedeno istraživanje, odnosno ispitivanje korelacije između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća pomoću Pearsonovog koeficijenta korelacije. Ispitivanjem korelacije između navedenih varijabli (tablica 16.) vidljivo je kako postoji povezanost između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća. Načinjene materijalne štete, koja u ovom istraživanju ima najveću povezanost sa starosti vozila, smatra se da je iz razloga zato što su vozila mlađe proizvodnje opremljena s više naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom, te stoga dolazi do manjih posljedica prometnih nesreća. Teže ozlijeđene osobe koje su sudjelovale u prometnim nesrećama, istraživanjem je utvrđeno da su također povezane sa starosti vozila, te njihov koeficijent korelacije ukazuje da postoji tendencija da prometne nesreće s teško ozlijeđenim osobama ovise o starosti vozila. Prometne nesreće s teže i lakše ozlijeđenim osobama također imaju povezanost sa starosti vozila kao što pokazuje njihov koeficijent korelacije. Daljnjim ispitivanjem korelacije između starosti vozila i prometnih nesreća sa smrtno stradanim osobama u prometnim nesrećama, utvrđeno je da su i ove dvije varijable povezane odnosno da su u slaboj pozitivnoj vezi, koje se određuju prema vrijednostima prikazanim u tablici 6.

*Tablica 16. Rezultat istraživanja korelacije između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća*

<b>Posljedice prometnih nesreća</b>	<b>Poginule osobe</b>	<b>Teže ozlijeđene osobe</b>	<b>Lakše ozlijeđene osobe</b>	<b>Materijalna šteta</b>
<b>Koeficijenti korelacije “r”</b>	0,4116	0,6156	0,5761	0,6318

Izvor: Izradio autor

## 7. ZAKLJUČAK

Sigurnost prometa predstavlja važan aspekt koji se u najvećem dijelu odnosi na zaštitu svih sudionika u prometu i smanjenju rizika od nastanka prometnih nesreća. Kako bi se poboljšala sigurnost prometa potrebno je sustavno rješavati probleme kao što su nepropisno ponašanje vozača, nedostatak sigurnih mjera za pješake i bicikliste, prometne nesreće i distrakcija vozača. Navedeno uključuje strogo provođenje prometnih propisa, edukaciju svih sudionika u prometu o sigurnosnim mjerama, kontinuirano održavanje prometne infrastrukture te uvođenje naprednih tehnoloških rješenja u prometnu infrastrukturu, kao i uvođenje naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom.

Analiziranjem podataka o prometnim nesrećama u razdoblju od 2018. do 2022. godine utvrđeno je koliki se broj prometnih nesreća dogodio u navedenom razdoblju u Republici Hrvatskoj s posljedicama osoba smrtno stradalih, teže ozlijeđenih i lakše ozlijeđenih. Također utvrđeno je koliki se broj prometnih nesreća dogodio u pojedinim vrstama prijevoza. Na temelju analize prikupljenih podataka može se zaključiti kako se najveći broj prometnih nesreća s smrtno stradalim osobama dogodio u 2018. godini. Na temelju podataka o prometnim nesrećama za razdoblje od 2020. do 2022. godine, izračunata je prosječna starost vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama s obzirom na posljedice prometnih nesreća, te je utvrđeno da je najmanja prosječna starost vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama u 2022. godini, dok je najveća prosječna starost vozila u 2020. godini i iznosi najviše za osobe smrtno stradale.

Daljnjom analizom podataka o prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2020. do 2022. godine, ispitana je korelacija između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća kao i korelacija između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća. Ispitivanjem korelacije između varijabli starost vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća, utvrđeno je da između ove dvije varijable nema značajnije korelacije, odnosno povezanost je jako slaba, gotovo zanemariva. Ispitivanjem korelacije pomoću Pearsonovog koeficijenta, utvrđeno je da korelacija između varijabli starost vozila i posljedice prometnih nesreća imaju značajniju povezanost. Najveći koeficijent korelacije je između varijabli starost vozila i materijalna šteta koji iznosi  $r = 0,6318$ , što znači da je korelacija srednje pozitivna. Daljnjim ispitivanjem korelacije između starosti vozila i preostalih posljedica prometnih nesreća, utvrđeno je da poslije materijalne štete najveći koeficijenti korelacije za ostale posljedice prometnih nesreća iznose za prometne nesreće s teško ozlijeđenim osobama te za prometne

nesreće s lako ozlijeđenim osobama. Prilikom ispitivanja korelacije, najmanji koeficijent korelacije je između varijabli starost vozila i osoba smrtno stradalih te on iznosi  $r = 0,4116$ .

Istraživanja provedena u Velikoj Britaniji 2019. godine pokazala su kako uvođenje naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom značajno utječu na smanjenje prometnih nesreća. Rezultatima istraživanja utvrđeno je da se visoka koncentracija prometnih nesreća događa u mračnim uvjetima, gradskim cestama i autocestama, što u postotcima iznosi oko 77%. Primjenom određenih ADAS sustava u vozilima, prometne nesreće smanjile bi se za 23,8% što godišnje predstavlja smanjenje od 18.925 prometnih nesreća.

Provođenjem istraživanja u ovom diplomskom radu utvrđeno je da starost vozila značajno utječe na posljedice prometnih nesreća pa se može zaključiti da bi uvođenje naprednih sustava za podršku vozaču pri upravljanju vozilom smanjilo nastanak prometnih nesreća, odnosno da su novija vozila s naprednim sustavima sigurnija u odnosu na starija vozila.

## POPIS LITERATURE

- [1] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001
- [2] Motorna vozila, Teorija kretanja i konstrukcija, Dinko Mikulić, 2020.g.
- [3] <https://www.auto-mart.hr/prod02.htm> (28.4.2023)
- [4] [https://www.wabco-customercentre.com/catalog/hr\\_HR/10410837](https://www.wabco-customercentre.com/catalog/hr_HR/10410837) (28.4.2023)
- [5] <https://pajca.hr/autodijelovi/hidraulika-kocenja-i-kvacila/> (30.4.2023)
- [6] Motorna vozila, Teorija kretanja i konstrukcija, Dinko Mikulić, 2014.g.
- [7] <https://klip.mxstroy.ru/sistem-za-upravljanje-vozila/> (3.5.2023.)
- [8] <https://docplayer.rs/187334275-Eksploatacijsko-tehni%C4%8Dke-zna%C4%8Dajke-pneumatika-cestovnih-teretnih-vozila.html> (3.5.2023.)
- [9] <https://www.actonservicecentre.co.uk/blog/how-to-change-a-car-headlight-bulbs/> (3.5.2023.)
- [10] <https://www.indiamart.com/proddetail/audi-tail-lights-10680263888.html> (3.5.2023)
- [11] <https://blog.consumerguide.com/reclaim-the-passing-lane-embrace-the-passive-left-hand-turn-signal/> (3.5.2023)
- [12] <https://imtuning.com/kategorija-proizvoda/vw/golf/> (28.4.2023)
- [13] <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/458/karoserijski-dijelovi-ispod-lupe> (28.4.2023)
- [14] <https://www.slideshare.net/HarisLigata/sigurnosni-pojasevi-zracni-jastuci> (28.4.2023)
- [15] <https://www.autostanic.hr/blog/sigurnosni-sustavi-srs-sustavi-zra%C4%8Dni-jastuci> (28.4.2023)
- [16] [https://www.cvh.hr/media/3641/adas\\_web.pdf](https://www.cvh.hr/media/3641/adas_web.pdf) (20.5.2023)
- [17] <https://hr.avtotachki.com/> (20.5.2023)
- [18] <https://www.automobili.ba/narancasta-lampica-u-retrovizoru-ako-se-upali-zaboravite-na-preticanje/> (20.5.2023.)
- [19] <https://otkupautomobila.com/blog/sta-je-asr-i-tcs-cemu-sluzi/kako-radi-tcs-asr-sistem/> (26.5.2023)

- [20] <https://www.suzuki.hr/automobili/s-cross/sigurnost-scross/esp-elektronicki-program-stabilnosti/> (26.5.2023)
- [21] <https://www.euroauto.hr/blog/adaptivni-tempomat-adaptive-cruise-control-acc-sustav-112/> (26.5.2023)
- [22] <https://hr.avtotachki.com/> (26.5.2023.)
- [23] Balukčić M, Grakalić I. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU U FUNKCIJI SIGURNOSTI PJEŠAČKOG PROMETA. Zbornik Veleučilišta u Rijeci
- [24] <https://hr.avtotachki.com/opisanie-i-princip-raboty-sistemy-obnaruzheniya-peshehodov/> (28.5.2023)
- [25] <https://www.cvh.hr/gradani/propisi-i-upute/pravilnici/> (25.5.2023)
- [26] <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:343313> (3.6.2023)
- [27] [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2022/Bilten\\_o\\_sigurnosti\\_cestovnog\\_prometa\\_2021.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2022/Bilten_o_sigurnosti_cestovnog_prometa_2021.pdf) (3.5.2023.)
- [28] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021\\_07\\_86\\_1588.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_86_1588.html) (3.5.2023.)
- [29] [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/2022/06/NPSCP\\_hr\\_web.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/2022/06/NPSCP_hr_web.pdf) (3.5.2023.)
- [30] Udovičić, M., Baždarić, K., Bilić-Zulle, L. i Petrovečki, M. (2007). Što treba znati kada izračunavamo koeficijent korelacije?. *Biochemia Medica*, 17 (1), 10-15.
- [31] <https://slideplayer.com/slide/14957008/> (15.5.2023.)
- [32] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457523000167> (3.5.2023.)
- [33] <https://www.mass.gov/doc/impact-of-advanced-driver-assistance-systems-adas-on-road-safety-and-implications-for-education-licensing-registration-and-enforcement-final-report/download> (3.5.2023.)
- [34] CVH\_Izvjescje\_Provjera\_tehnicke\_ispravnosti\_vozila\_poginuli\_pdf
- [35] <https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233> (20.5.2023.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Kočenje pomoću diska.....	4
Slika 2. Bubanž kočnica.....	5
Slika 3. Mješoviti sustav kočenja.....	5
Slika 4. Vrste kočnica na motornim vozilima .....	6
Slika 5. Upravljački mehanizam .....	7
Slika 6. Stup upravljača.....	8
Slika 7. Poprečni presjek radijalnog pneumatika.....	8
Slika 8. Dijagonalni pneumatik .....	9
Slika 9. Vrste pneumatika.....	10
Slika 10. Prednja svjetla .....	10
Slika 11. Stražnja svjetla .....	11
Slika 12. Pokazivač smjera.....	11
Slika 13. Difuzor zraka za Volkswagen Golf VIII .....	13
Slika 14. Karoserija vozila .....	16
Slika 15. Sigurnosni pojas s tri točke vezanja .....	17
Slika 16. Sigurnosni zračni jastuci u automobilu .....	18
Slika 17. Kočenje s ABS-om i bez ABS-a .....	20
Slika 18. Svjetlosni signal na vanjskom ogledalu (retrovizor).....	21
Slika 19. Automobili s ASR / TCS i bez ASR/TCS sustava .....	22
Slika 20. Djelovanje ESP sustava .....	23
Slika 21. Grafički simbol za odmor vozača.....	25
Slika 22. Sustav za detekciju pješaka.....	28
Slika 23. Pristnost ADAS sustava kod marke vozila Volkswagen.....	30
Slika 24. Pristnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Audi.....	31
Slika 25. Pristnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Škoda.....	32
Slika 26. Pristnost adaptivnih sustava kočenja kod vozila marke Hyundai .....	33
Slika 27. Pristnost adaptivnih sustava kočenja kod marke vozila Seat.....	34

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Popisi i datumi primjene naprednih sustava.....	28
Tablica 2. Napredni sustavi koji su uvedeni u vozila od 2014. do 2022. godine .....	29
Tablica 3. Opće informacije stanja prometa RH (2018., 2019., 2020., 2021., 2022. ....	35
Tablica 4. Broj prometnih nesreća u RH s poginulima, teže ozlijeđenima i lakše ozlijeđenima .....	36
Tablica 5. Broj prometnih nesreća s nastradalim osobama prema pojedinoj vrsti vozila u 2022. godini.....	38
Tablica 6. Vrijednost koeficijenta korelacije.....	40
Tablica 7. Smrtno stradale osobe s obzirom na starost vozila .....	42
Tablica 8. Teško ozlijeđene osobe s obzirom na godište vozila .....	43
Tablica 9. Lakše ozlijeđene osobe s obzirom na starost vozila .....	46
Tablica 10. Materijalna šteta s obzirom na starost vozila .....	48
Tablica 11. Koeficijenti determinacije i koeficijenti korelacije .....	55
Tablica 12. Opći podaci o vozilima u RH .....	58
Tablica 13. Posljedice prometnih nesreća prema starosti vozila za razdoblje od 2020 -2022 godine. ....	61
Tablica 14. Prosječna starost vozila obzirom na posljedice prometnih nesreća.....	64
Tablica 15. Rezultati istraživanja korelacije između starosti vozila i okolnosti nastanka prometnih nesreća .....	65
Tablica 16. Rezultat istraživanja korelacije između starosti vozila i posljedica prometnih nesreća.....	66

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Ukupan broj prometnih nesreća u RH kroz razdoblje od 2018.-2022. godine ....	36
Grafikon 2. Broj prometnih nesreća u RH s poginulim osobama (2018 - 2022).....	37
Grafikon 3. Broj prometnih nesreća u RH s teško ozlijeđenim osobama (2018 - 2022).....	37
Grafikon 4. Broj prometnih nesreća u RH s lakše ozlijeđenim osobama (2018-2022) .....	38
Grafikon 5. Udio pojedine vrste prijevoznog sredstva u prometnim nesrećama s poginulima i ozlijeđenima u 2022. godini .....	39
Grafikon 6. Poginule i ozlijeđene osobe u prometnim nesrećama prema vrsti vozila u RH u 2022. godini .....	39
Grafikon 7. Grafički prikaz između starosti vozila i broja poginulih .....	43
Grafikon 8. Grafički prikaz između starosti vozila i teško ozlijeđenih osoba.....	45
Grafikon 9. Grafički prikaz između starosti vozila i lakše ozlijeđenih osoba .....	46
Grafikon 10. Grafički prikaz između starosti vozila i materijalne štete .....	49
Grafikon 11. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće ( vožnja na nedovoljnoj udaljenosti i zakašnjelo vrijeme uočavanja opasnosti ) za 2022. godinu .....	50
Grafikon 12. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće ( iznenadni kvar,neočekivana pojava opasnosti na cesti, neosiguran teret, naglo usporavanje-kočenje, nekorištenje obilježenog pješačkog prijelaza ) za 2022. godinu .....	51
Grafikon 13. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (brzina neprimjerena uvjetima) za 2022. godinu .....	52
Grafikon 14. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće ( nepropisno uključivanje u promet i nepropisno skretanje) od 2020. do 2022. godine .....	52
Grafikon 15. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (nepropisno prestrojavanje i nepropisno pretjecanje) za 2022. godinu.....	53
Grafikon 16. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (Nepoštivanje prednosti prolaska i nepoštivanje svjetlosnog znaka ) za 2022. godine.....	54
Grafikon 17. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (nepropisna vožnja unatrag, nepropisno kretanje vozila na kolniku i nepropisno parkiranje) za 2022. godinu ....	54
Grafikon 18. Korelacija između starosti vozila i nastanka prometne nesreće (Ostale greške vozača) za 2022. godinu .....	55
Grafikon 19. Ukupno smanjenje prometnih nesreća posjedovanjem ADAS sustava u Velikoj Britaniji.....	57
Grafikon 20. Neispravnost i prosječna starost .....	59
Grafikon 21. Broj registriranih vozila u RH za navedeno razdoblje .....	59



Grafikon 22. Prosječna starost vozila u RH .....	60
Grafikon 23. Broj neispravnih vozila u odnosu na broj pregledanih vozila u RH .....	60
Grafikon 24. Broj neispravnih i ispravnih vozila u RH .....	61
Grafikon 25. Poginule osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila .....	62
Grafikon 26. Teško ozlijeđene osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila .....	62
Grafikon 27. Lakše ozlijeđene osobe u razdoblju od 2020 – 2022 godine prema starosti vozila .....	63
Grafikon 28. Ukupan broj nastradalih sudionika u prometnim nesrećama prema starosti vozila (2020 - 2022) .....	63

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 mojega 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 starosti vozila na posljedice prometnih nesreća, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 21.8.2023.

Ivan Lukač

(ime i prezime, potpis)

