

Analiza utjecaja aktivnih elemenata vozila na sigurnost cestovnog prometa

Đurašin, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:145568>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marko Đurašin

**ANALIZA UTJECAJA AKTIVNIH ELEMENATA
VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA UTJECAJA AKTIVNIH ELEMENATA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ACTIVE VEHICLE ELEMETS ON ROAD TRAFFIC SAFETY

Mentor: izv.prof.dr.sc. Grgo Luburić

Student: Marko Đurašin
JMBAG: 0135230348

Zagreb, kolovoz 2018.

SAŽETAK

Kako je promet vrlo složena pojava moguća je i pojava konfliktnih situacija. Zbog povećanja sigurnosti prometa važno je poduzeti brojne mjere kako bi se otklonile odnosno smanjile eventualne opasnosti. Kada se analiziraju mogući uzroci nezgoda jasno je da se cestovni promet može promatrati kao sustav koji se sastoji od tri odvojena podsustava – cesta, vozilo, čovjek. Čovjek je taj koji svojim osjetilima prima obavijesti vezane uz prilike na cesti i od svih čimbenika je najvažniji. Cesta je čimbenik koji treba biti dobro projektiran i izveden kako bi se smanjio broj nezgoda. Vozilo kao prijevozno sredstvo namijenjeno je prijevozu ljudi i tereta i čovjek je taj koji njime upravlja. Vozilo se sastoji od elemenata koji utječu na sigurnost prometa, a dijeli ih se na aktivne i pasivne, odnosno one koji smanjuju mogućnost nezgode i oni koji ublažavaju posljedice prometne nezgode.

Ključne riječi: promet; čimbenik; vozilo; čovjek; cesta; aktivni elementi; sigurnost

SUMMARY

As traffic is a very complex phenomenon, conflict situations can also occur. Due to increased traffic safety, it is important to take a number of measures to eliminate or reduce any potential hazards. When analyzing the possible causes of an accident it is clear that road traffic can be viewed as a system consisting of three separate subsystems - road, vehicle, man. The man is the one who gets his senses informed of road conditions and of all the factors is the most important. Road is a factor that needs to be well designed and built to reduce the number of accidents. The vehicle as a means of transport is intended for the carriage of people and cargo and man is the one who manages it. The vehicle consists of elements that affect traffic safety and is divided into active and passive ones, ie those that reduce the possibility of accident and those that alleviate the consequences of traffic accidents.

Keywords: traffic; factor; vehicle; human; road; active elements; safety

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA.....	3
2.1. Utjecaj čovjeka na sigurnost u prometu.....	7
2.2. Utjecaj ceste na sigurnost u prometu	12
2.3. Utjecaj vozila na sigurnost u prometu	15
3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU	16
3.1. Udio vozila u prometnim nezgodama prema vrsti vozila.....	18
3.2. Udio vozila na tehničkom pregledu prema elementima vozila	19
4. AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA.....	22
4.1. Kočnice.....	22
4.2. Upravljački mehanizam.....	23
4.3. Gume (pneumatici)	24
4.4. Svjetlosni i signalni uređaji.....	26
4.5. Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača	27
4.6. Konstrukcija sjedala.....	27
4.7. Usmjernivači zraka (spojleri)	28
4.8. Uređaji za grijanje, hlađenje i prozračivanje unutrašnjosti vozila	30
4.9. Vibracije vozila.....	30
4.10. Buka	30
5. PRIJEDLOZI I POBOLJŠANJA AKTIVNIH ELEMENATA VOZILA U SVRHU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	32
5.1. ABS protiv blokiranja kotača pri kočenju	32
5.2. MBUX	34
5.3. LDWS	35
5.4. Kamere za vožnju i snimanje unatrag	37
6. ZAKLJUČAK.....	42

7. POPIS LITERATURE	43
POPIS ILUSTRACIJA.....	46
POPIS TABLICA	47

1. UVOD

Promet je vrlo kompleksno područje i dugi niz godina, pogotovo u novije doba kada je ekspanzija vozila na tržištu i cestama, radi se na jačanju sigurnosti prometa na cestama, stoga je vrlo važno temeljito pristupiti obradi teme i analizi svih raspoloživih statističkih analiza koje se prate svake godine. Čimbenici koji utječu na sigurnost u prometu su prije svega čovjek, vozilo i okolina, a u danjoj analizi i razradi teme dolazi se do spoznaje da se okolina, kao treći element prometa, raščlanjuje na neke druge elemente koji mogu direktno ili indirektno utjecati na sigurnost u prometu. U starije doba na cestama nije bio toliko veliki broj vozila pa je koeficijent sigurnosti prometa na cestama bio veći, no u novije vrijeme kada broj vozila eksponencijalno raste, bez obzira na postojeću infrastrukturu cesta, dolazi do većeg broja nesreća na cestama, a time je sigurnost značajno smanjena. Postoje određene mjere koje mogu utjecati na smanjenje broja nesreća odnosno na povećanje sigurnosti prometa na cestama, a jedne od njih su specifikacije novijih vozila koja imaju razne vrste senzora koji vozaču signaliziraju opasnost, preko tehnologija jednostavnijeg upravljanja vozilima do potpunog i samostalnog upravljanja vozila bez utjecaja čovjeka.

U završnom radu se postavlja zadatak koji govori da je potrebno odrediti čimbenike sigurnosti prometa. Prikazati vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu. Analizirati njegov utjecaj na sigurnost u cestovnom prometu. Navesti aktivne elemente sigurnosti vozila, te analizirati njihov utjecaj na sigurnost cestovnog prometa. Nakon analize aktivnih elemenata, predložiti će se jedno od rješenja poboljšanja aktivnih elemenata vozila u cilju poboljšanja sigurnosti cestovnog prometa. Naslov završnog rada je: Analiza utjecaja aktivnih elemenata vozila na sigurnost cestovnog prometa. Cilj rada je prikazati utjecaj aktivnih elemenata vozila na sigurnost prometa na cestama u Republici Hrvatskoj, a sve to potkrijepiti statističkim podacima. Rad je podijeljen u šest glavnih cjelina:

- 1) Uvod
- 2) Čimbenici sigurnosti prometa
- 3) Vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu
- 4) Aktivni elementi sigurnosti vozila

- 5) Prijedlozi i poboljšanja aktivnih elemenata vozila u svrhu povećanja sigurnosti cestovnog prometa
- 6) Zaključak

U prvom dijelu ili poglavlju postavlja se uvod, daju se osnovne informacije i čimbenici prometa i njihov utjecaj na sigurnost u prometu, navodi se zadatak rada te cilj i kratka struktura rada prema poglavljima.

Drugi dio rada ili drugo poglavlje donosi čimbenike sigurnosti prometa na cestama pri čemu su čimbenici vezani za čovjeka i cestu detaljno prikazani s teorijske strane, ali i statističke analize njihova utjecaja na broj nesreća u 2016. i 2017. godini te je izvršena kratka analiza i sinteza. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa na cestama detaljno je objašnjeno u sljedećem poglavlju.

Treći dio ili treće poglavlje govori o vozilu kao čimbeniku sigurnosti prometa na cestama te svim elementima na njemu koju utječu na isto. Također, prikazana je statistička analiza i sinteza utjecaja količine vozila u broju nesreća u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini prema različitim kategorijama te prema količini vozila na tehničkom pregledu u Republici Hrvatskoj, a prema elementima vozila koja su prethodila nezadovoljenju tehničkoga pregleda vozila i samim time utjecala na slabiju ili lošiju sigurnost prometa na cestama.

Četvrti dio ili četvrto poglavlje donosi aktivne elemente sigurnosti prometa na cestama od kojih se navode kočnice, upravljački mehanizam, gume (pneumatici), svjetlosni i signalni uređaji, uređaji koji povećavaju vidno polje vozača, konstrukcija sjedala, usmjerivači zraka (spojleri), uređaji za grijanje, hlađenje i prozračivanje unutrašnjosti vozila, vibracije vozila i buka.

Peti dio ili peto poglavlje donosi prijedloge i poboljšanja aktivnih elemenata vozila u svrhu povećanja sigurnosti cestovnog prometa pri čemu se oni temelje na novijim tehnologijama koje su implementirane u novija vozila i time povećavaju sigurnost.

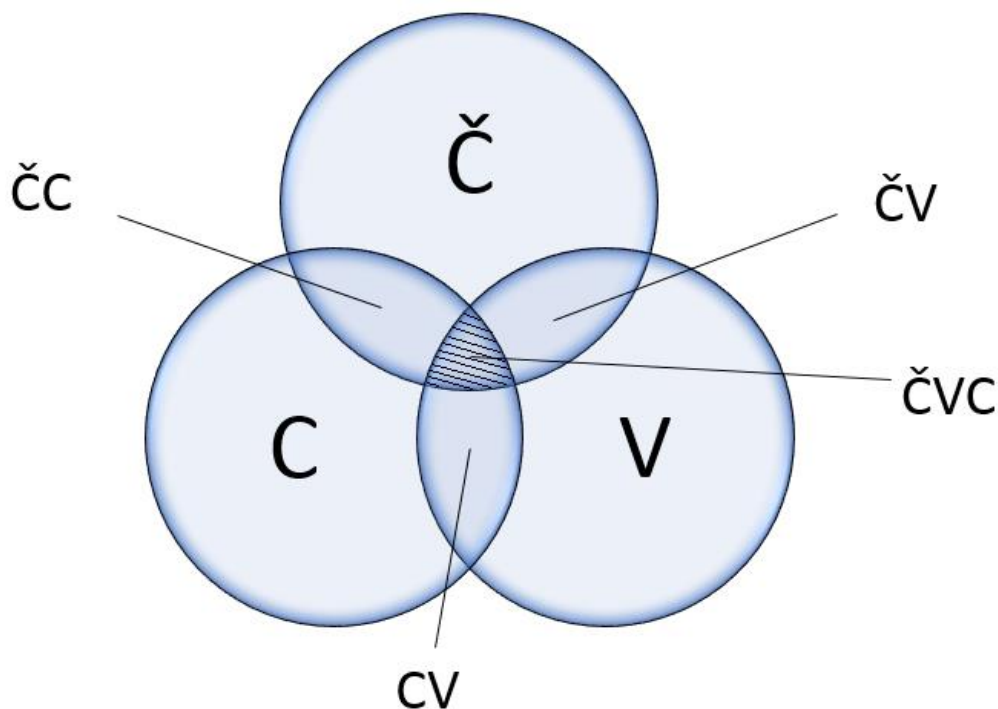
Šesti dio ili šesto poglavlje je završno u kojemu autor na koncizan način iznosi zaključne činjenice na temelju obrađene teme.

2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Cestovni promet je jedina vrsta prometa koja spada u vrlo kompleksno područje u kojemu postoji veliki niz konfliktnih situacija, a gdje se najviše teži što većoj sigurnosti. Da bi sigurnost u prometu bila zajamčena moraju se provoditi kontinuirane i mnogobrojne mjere koje će direktno utjecati na izvore opasnosti, a samim time ih i otkloniti, ako ne u potpunosti onda velikim dijelom. Kako su sudionici cestovnog prometa vozila i ljudi uz postojeću fizičku cestovnu infrastrukturu razvidno je da dolazi do pogrešaka koje uvelike smanjuju sigurnost i u konačnici dovode do prometnih nezgoda. Čovjek sam po sebi čini pogreške koje mogu biti manje ili više shvatljive jer je čovjek takvi biće, a cestovna infrastruktura prema svojoj izvedbi, starosti, namjeni, može utjecati i na čovjekove pogreške koje se ogledaju preko vozila. Time cestovni promet čine tri osnovna podsustava, kao što je prethodno navedeno čovjek, vozilo i cesta, [1].

Djelovanje podsustava cestovnog prometa može se lako prikazati Vennovim dijagramom koji pokazuje međusobnu zavisnost svih triju podsustava.

Slika 2.1 Vennov dijagram.



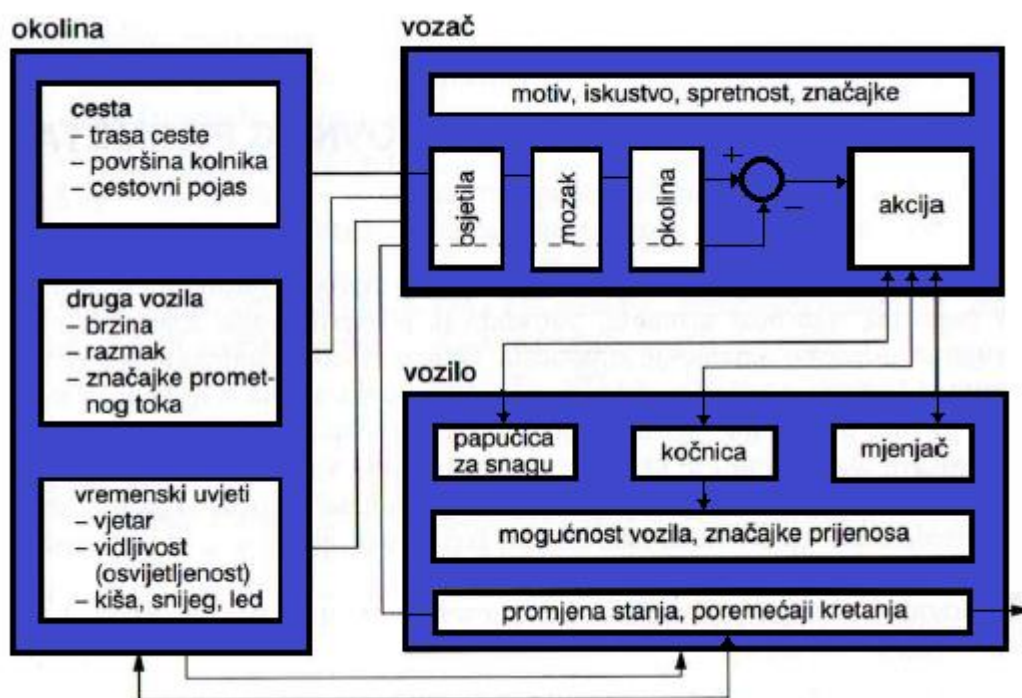
Izvor: Prema [1], [14].

Na slici 2.1 prikazana je međusobna zavisnost triju podsustava cestovnog prometa, čovjek (Č), vozilo (V) i cesta (C). Potrebno je reći da je okolina široki pojam, širi od pojma cesta i kao takav značajno utječe na promet i sigurnost u prometu pri čemu bi trebalo razdvojiti pojam cesta od okolina jer neki autori poistovjećuju cestu s okolinom, [1], [8].

Ne treba zaboraviti da je cesta samo dio okoline i da je cesta kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa direktno povezana sa sigurnošću cestovnog prometa, dok ostali elementi okoline, na primjer trava, drveće, sunce, kuće, itd. ne moraju direktno utjecati na sigurnost cestovnog prometa.

Direktna povezanost čimbenika cestovnog prometa za sigurnost u cestovnom prometu može se prikazati kao što je na slici 2.2.

Slika 2.2 Veza elemenata podsustava prometa, vozač-vozilo-okolina.



Izvor: [1].

Uočava se kibernetički sustav gdje su čimbenici povezani direktnim vezama i time djeluju jedni na druge. Može se vidjeti da su kao elementi okoline navedene karakteristike ceste, druga vozila te vremenske (ne)prilike koji utječu na vozača odnosno njegova osjetila. Kao što je već prethodno navedeno da je čovjek, u ovom

slučaju vozač, vrlo složeno biće, njegova osjetila povezana su sa samim razvojem, funkcijom mozga koji reagira prema čovjekovim funkcijama, a koje reagiraju prema okolini. Dakako da na te elemente utječe iskustvo i spretnost vozača te su oni prikazani kao ulazne veličine prema akciji koja će biti provedena prema vozilu. Te ulazne veličine mogu biti umanjene za određenu promjenu stanja ili poremećaj kretanja pri čemu akcija može biti smanjena ili povećana. Vozač izvodi akciju prema elementima u vozilu prema upravljačkom i pokretačkom sustavu koji je direktno povezan sa svojstvima vozila.

Kako neki autori smatraju da je pojam okoline veoma širok, a samim time i neprecizan jer stvara određene nejasnoće, zbog toga što sadrži prostor gdje se vozač nalazi, temperaturu i atmosferske značajke, a ne moraju kao takvi utjecati na sigurnost prometnog sustava, pa treći čimbenik koriste cestu. S druge strane, podsustav cestovnog prometa sadržan od čimbenika - čovjek, vozilo i cesta ne obuhvaćaju sve elemente koji mogu utjecati na stanje sustava u prometu, na primjer prometna pravila, upravljanje i kontrola prometa, pa je potrebno izdvajanje četvrtog čimbenika kao dijela podsustava cestovnog prometa s nazivom promet na cesti. Ta četiri dijela podsustava cestovnog prometa kao čimbenici sigurnosti u cestovnom prometu pojavljuju se uvijek u sustavu kada prometom prometuju vozila i pješaci. I dalje se ne obuhvaćaju drugi elementi koji se pojavljuju u prometu neočekivano i nekontinuirano, a utječu na sigurnost prometa na cestama. Ovdje se naglasak prvenstveno stavlja na vremenske (ne)prilike ili neke druge elemente (odron na cesti, blato na cesti i slično). Na temelju toga uviđa se potreba za uvođenjem još jednoga dijela podsustava cestovnog prometa kao čimbenika sigurnosti u cestovnom prometu koji bi sadržavao niz prethodno navedenih elemenata, pa se može govoriti o incidentnom čimbeniku jer je karaktera nekontinuiranog i neočekivanog. Stoga, navodi se pet elemenata podsustava cestovnog prometa kao čimbenika sigurnosti prometnog sustava, kako slijedi, [1], [8]:

- 1) čovjek
- 2) vozilo
- 3) cesta
- 4) promet na cesti
- 5) incidentni čimbenik.

U tablici 2.1 prikazan je udio u prometnim nesrećama prema čimbeniku kao uzroku nesreće u 2016. i 2017. godini u Republici Hrvatskoj. Čimbenici kao uzročnici prometne nesreće su elementi podsustava prethodno navedeni, dakle, čovjek kao vozač, čovjek kao pješak, cesta i ostali čimbenici koji su usko povezani s vozilom i mogućem kvaru na njemu te drugim neprilikama gdje ne spadaju naletiti na životinje. Ako se pogledaju nesreće s nastradalim osobama, poginuli i ozlijeđeni može se vidjeti da je u 2017. godini njih više no u odnosu na godinu ranije kada su u pitanju pogreške vozača, ceste kao uzrok nesreća te ostalih čimbenika kao uzroka nesreće. Dakle, razvidan je porast po svim kategorijama od 2016. godine do 2017. godine. Kada se pak pogledaju pogreške pješaka kao uzročnika nesreća, zabilježen je pad u navedenom periodu u kategorijama dok je u kategoriji poginulih minimalan porast.

Tablica 2-1. Udio u prometnim nesrećama prema čimbeniku kao uzroku nesreće u 2016. i 2017. godini u Republici Hrvatskoj.

UZROK NESREĆE	NESREĆE S NASTRADALIM OSOBAMA		POGINULI		OZLIJEĐENI	
	2016. g.	2017. g.	2016. g.	2017. g.	2016. g.	2017. g.
POGREŠKE VOZAČA	10.327	10.493	294	316	14.100	14.135
POGREŠKE PJEŠAKA	327	319	13	14	335	313
CESTA	32.735	34.342	307	331	14.529	14.566
OSTALI ČIMBENICI¹	82	98	0	1	94	118
UKUPNO	43.471	45.252	614	662	29.058	29.132

Izvor: [2].

Prema prikazanim statističkim podacima u tablici 2.1. može se zaključiti da elementi podsustava cestovnog prometa kao čimbenici sigurnosti cestovnom prometa (osim čovjeka kao pješaka) ne pridonose sigurnosti prometa na cestama u navedenom periodu jer je zabilježen porast po svim čimbenicima i kategorijama promatranja nesreće. Pogreške pješaka su u navedenom periodu smanjenje, no za najviše 7,5%

¹ Neočekivana pojava opasnosti, iznenadni kvar vozila.

što u konačnici nije značajno smanjenje, no ako je ono sustavno, tada će poprimiti karakter značajnosti. U konačnici, može se konstatirati kako je udio pogrešaka vozača u nesrećama s nastradalim osobama u 2017. godini u Republici Hrvatskoj 23,19%, pogrešaka pješaka svega 0,7%, ostalih čimbenika 0,22% te u najvećoj mjeri ceste od 75,9%. S obzirom na poginule i ozlijeđene može se reći da je udio pogrešaka vozača i ceste kao čimbenika sigurnosti prometa na cestama u 2017. godini u Republici Hrvatskoj gotovo podijeljen, jer je neznatan udio pogrešaka vozača i udio ostalih čimbenika.

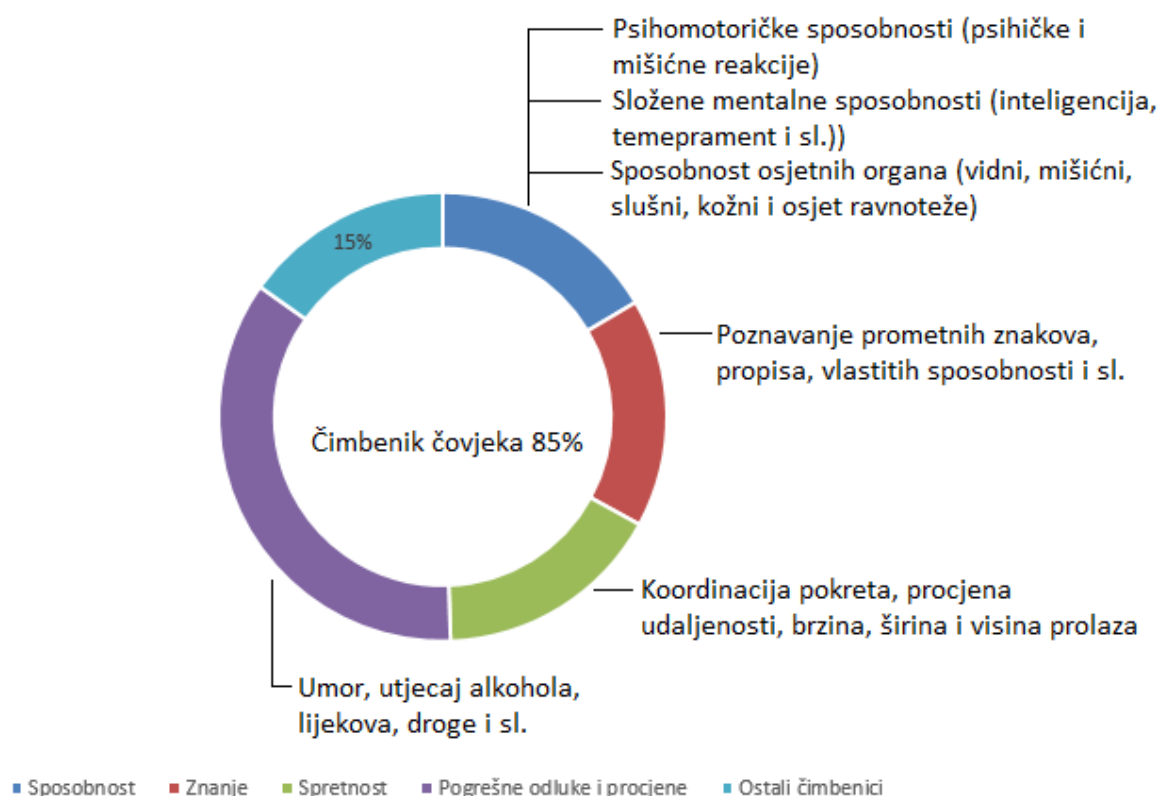
2.1. Utjecaj čovjeka na sigurnost u prometu

Čovjek je u prometu vozač i od njega se očekuje da svim svojim osjetilima prima obavijesti koje su usko povezane s (ne)prilikama na cesti te da prema propisanim prometnim pravilima i obilježjima vozila odredi način kretanja istoga. Čimbenik čovjek je od svih čimbenika koji mogu utjecati na sigurnost prometa najvažniji. Osnovni elementi čimbenika čovjeka su [1], [14] i prikazani su na slici 2.3:

1. sposobnost – sposobnost osjetnih organa, psihomotiričke sposobnosti te složene mentalne sposobnosti
2. znanje – poznavanje prometnih propisa, znakova i pravila
3. spretnost – koordinacija pokreta, procjena udaljenosti, brzine, itd.
4. pogrešne odluke i procjene – utjecaj lijekova, umora, alkohola
5. ostali čimbenici.

Upravo zbog toga što svi ljudi imaju drugačija znanja, vještine i sposobnosti postoje i velike razlike u snalaženju u različitim situacijama, a na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti u prometu utječu psihofizička svojstva, osobne značajke pješaka/vozača te obrazovanje i kultura. Psihofizička svojstva koja dolaze do izražaja prilikom upravljanja vozilom su funkcije organa osjeta, psihomotoričke sposobnosti te mentalne sposobnosti. Od osjeta organa za upravljanje vozilom od iznimne su važnosti osjeti vida, sluha, ravnoteže, mirisa te mišićni osjeti. Svakako je najvažniji od svih osjet vida jer se velika većina odluka donosi upravo ovisno o tim organima, [1], [11], [12], [14].

Slika 2.3 Osnovni elementi čimbenika čovjeka.



Izvor: [1], [14].

U tablici 2.2 može se vidjeti pregled prometnih nezgoda u Republici Hrvatskoj od 2015. do 2016. godine prema uvjetima vidljivosti što je direktno povezano s čovjekom kao čimbenikom sigurnosti prometa na cestama. Dakle, broj prometnih nezgoda u 2017. godini je neznatno povećan u odnosu na 2016. godinu i to za manje od 1% pri čemu je najznačajniji i jedini uvjet vidljivosti po danu glavni uzrok povećanja, no kada se gleda prema uvjetima vidljivosti tada su svi uvjeti u 2017. godini kao uzročnici prometnih nezgoda smanjeni osim uvjeta vidljivosti po danu, koji je u 2017. godini povećao prometne nezgode za 1%.

Najznačajnije smanjenje broja prometnih nesreća zabilježen je kod uvjeta vidljivosti u sumrak. Kategorizacija uvjeta vidljivosti odabrane od strane Ministarstva unutarnjih poslova te klasifikacija prometnih nezgoda s i bez posljedica prema osobama sudionicima.

**Tablica 2-2. Udio prometnih nezgoda u Republici Hrvatskoj od 2015. do 2016.
godine prema uvjetima vidljivosti.**

UVJETI VIDLJIVOSTI	PROMETNE NESREĆE		PROMETNE NESREĆE S NASTRADALIM OSOBAMA		PROMETNE NESREĆE S POGINULIM OSOBAMA		PROMETNE NESREĆE S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	
	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g
DAN	22.564	22.790	7.866	7.701	168	145	7.698	7.556
NOĆ	9.090	9.079	2.829	2.762	129	126	2.700	2.636
SUMRAK	521	501	191	171	12	3	179	168
SVITANJE	396	387	152	145	8	5	144	140
UKUPNO	32.571	32.757	11.038	10.779	317	279	10.721	10.500

Izvor: [5].

S druge strane, kako je prikazano tablicom, treba zaključiti i izdvojiti kao najvažnije kako je broj prometnih nesreća s poginulim osobama u 2017. godini u odnosu na 2016. godinu smanjen po svim uvjetima vidljivosti što je rezultat boljih čovjekovih sposobnosti i korištenja istih pri vožnji odnosno upravljanju motornim vozilima po cesti. Tendencija smanjenja u promatranom periodu je zabilježena i u prometnim nesrećama s nastradalim i prometnim nesrećama s ozlijeđenim osobama. Dakle, u promatranom periodu povećan je jedino broj prometnih nesreća, ali u kojima nije bilo nastradalih, ozlijeđenih ili poginulih osoba, što može reći da su vozači upravljali vozilima vrlo savjesno i da su se pridržavali svih propisanih mjera. Ipak, kada je riječ o psihomotoričkim sposobnostima čovjeka, vid danju je najvažniji jer je rezultat povećanja prometnih nezgoda u Republici Hrvatskoj zabilježen upravo u tom segmentu psihomotoričkih sposobnosti. Osjet sluha u manjoj mjeri utječe na sigurnost prometa no važan je za kontrolu rada motora, za određivanje smjera i udaljenosti pri kočenju. Osjet ravnoteže važan je za sigurnost kretanja vozila jer se time lakše uočava nagib ceste kao i ubrzavanje ili usporavanje vozila. Osjet mirisa nema preveliku važnost u sigurnosti prometa no situacije poput pregorijevanja instalacija govore kako je i taj osjet potreban za potpunu sigurnost. Mišićni osjet daje vozaču obavijest o djelovanju vanjskih sila zbog promjene brzine i slično. Psihomotiričke sposobnosti su

one sposobnosti koje omogućavaju uspješno izvođenje akcija koje zahtijevaju brzinu, usklađenost i preciznost, a kod upravljanja vozilom najvažnije su brzina reagiranja, brzina izvođenja pokreta rukom te sklad pokreta i opažanja. Mentalne sposobnosti su inteligencija, pamćenje, mišljenje i učenje. Osobe koje imaju bolje razvijene mentalne sposobnosti bolje poznaju okolinu i uspješno joj se prilagođavaju. Svakako je najvažnija od svih sposobnosti inteligencija jer je to sposobnost snalaženja u novonastalim situacijama upotrebljavanjem novih i nenaučenih reakcija. Osobne značajke pješaka/vozača obuhvaćaju sve osobine, svojstva i ponašanja kojima se pojedinac odvaja od drugih. Uvjet za sigurno odvijanje prometa je psihički stabilna i razvijena osoba sa svojim sposobnostima, stajalištima, temperamentom, osobnim crtama i karakterom. Kultura i obrazovanje vrlo su važni kao čimbenici u međuljudskim odnosima u prometu. Vozači moraju steći određeno obrazovanje kako bi poštovali prometne propise znakove i pravila kako bi se promet mogao odvijati normalno. Također, važno je poznavanje vlastitih sposobnosti jer su naučiti nešto u teoriji i primijeniti u praksi dvije potpuno različite stvari, [1], [8], [12], [15].

Prema prethodno navedenim osnovnim čimbenicima čovjeka može se prikazati koji su najviše zastupljeni kada se događaju prometne nezgode jer su one, nažalost, jedan od rijetkih pokazatelja i mjerljivih elemenata za prosuđivanje razine posjedovanja istih kod svakoga sudionika u prometu. Prema tome, u tablici 2.3 prikazane su prometne nezgode u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini prema pogreškama vozača kako ih je klasificiralo Ministarstvo unutarnjih poslova i prema kojima vode statistiku i mjerljivost usvojene razine sposobnosti vozača. Kako je prikazano u prethodnoj tablici 2.3, razvidno je da više od 30% prometnih nezgoda se događa kada vozači ne poštuju primjerenu brzinu uvjetima na cesti, dok je nepoštivanje prednosti prolaska udjelom približno 20%, dakle polovina prometnih nesreća je uzrokovana s ova dva kriterija kod pogrešaka vozača. Drugi navedeni je direktno povezan s polaganjem vozačkoga ispita pri osposobljavanju za upravljanje motornim vozilom jer se karakterizirano prometnim znakovima koji ukazuju na prednost prolaska pa je za čudo da je petina prometnih nesreća izazvana upravo tim kriterijem koji je neizostavan da bi se uopće upravljalo motornim vozilom. Prvi pak navedeni kriterij pojavljuje se u slučajevima radova na cesti, smanjenje vidljivosti ili nekih drugih neprilika na cesti i oko nje, a karakteriziran je dijelom podsustava cestovnog prometa „incidentnim čimbenikom“, „okolinom“ i „prometom na cesti“ jer se proteže kroz sva tri segmenta.

**Tablica 2-3. Udio pogrešaka vozača u prometnim nesrećama u Republici
Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.**

POGREŠKE VOZAČA	S NASTRADALIM OSOBAMA		S POGINULIM OSOBAMA		S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	
	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g
NEPROPISNA BRZINA	378	466	17	15	509	623
BRZINA NEPRIMJERENA UVJETIMA	3.220	3.038	120	110	4.453	4.141
VOŽNJA NA NEDOVOLJNOJ UDALJENOSTI	927	938	11	9	1.320	1.356
ZAKAŠNJELO UOČAVANJE OPASNOSTI	70	82	5	3	75	93
NEPROPISNO PRETJECANJE, OBILAŽENJE I MIMOILAŽENJE	439	441	20	23	597	617
NEPROPISNO UKLJUČIVANJE U PROMET	493	543	4	4	599	679
NEPROPISNO SKRETANJE I OKRETANJE	509	504	9	5	638	647
NEPROPISNA VOŽNJA UNATRAG	182	188	1	7	192	193
NEPROPISNO PRESTROJAVANJE	104	121	1	0	144	146
NEPOŠTIVANJE PREDNOSTI PROLASKA	1.706	1.802	21	25	2.523	2.607
NEPROPISNO PARKIRANJE	9	12	0	0	11	15
NAGLO USPORAVANJE	19	22	0	0	23	27
NEPOŠTIVANJE SVJETLOSNOG ZNAKA	203	221	0	12	322	307
NESIGURAN TERET NA VOZILU	9	11	0	0	10	12
NEPROPISNO KRETANJE	773	837	35	54	1.149	1.172
UKUPNO	9.041	9.226	244	267	12.565	12.635

Izvor: [2].

Također, udio u nesrećama s poginulim i ozlijeđenim osobama je najviše zastupljen u istoj kategoriji pogreške vozača, kod brzine neprimjerene uvjetima, u 2016. godini čak 50% u prvom navedenom, dok je kod prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama taj udio gotovo 40%. Također, treba navesti da se taj udio u 2017. godini smanjio, gotovo za 10%. Međutim, broj prometnih nesreća s poginulim osobama se u 2017. godini u konačnici povećao za više od 10% što je rezultat pogrešaka vozača kod nepropisnog kretanja na kolniku, nepoštivanja svjetlosnog znaka, nepropisne vožnje unatrag i u manjoj mjeri nepoštivanje prednosti prolaska. Zaista se nekada događa da se pojedini vozači na cesti ponašaju kao da su sami i da nema nikoga, a na početku rada je definirano kako je promet kompleksno područje i teško za razmatranje, pogotovo u nekim delikatnim situacijama.

Pogreške vozača koje nisu rezultirale poginulim osobama su nepropisno parkiranje, naglo usporavanje odnosno kočenje te nesiguran teret na vozilu, iako ponekada sva tri kriterija znaju druge vozače dovesti u vrlo neugodnu situaciju i u konačnici po život opasnu.

2.2. Utjecaj ceste na sigurnost u prometu

Česti uzrok nastanka prometnih nezgoda su tehnički nedostaci ceste koja nastaju ili kod projektiranja ceste ili kod izvedbe. Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa obilježena je trasom ceste, tehničkim elementima ceste, stanjem kolnika, opremom ceste, rasvjetom, križanjima, utjecajima bočnih zapreka te održavanjem ceste, [1], [3]. Trasom ceste određuju se smjer i visinski položaj ceste, a trasa se sastoji od pravaca, zavoja i prijelaznih krivulja čiji elementi trebaju biti odabrani kako bi omogućili sigurno kretanje pri određenoj računskoj brzini. Tehnički elementi ceste su najvažniji čimbenici sigurnosti prometa. Ceste su najčešće izvedene s kolnikom po dva prometna traka, dok su sa stajališta sigurnosti prometa pogodniji kolnici sa četiri prometna traka s odvojenim smjerovima. Oprema ceste povećava sigurnost vozača pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa, a čine ju prometni znakovi, ograda, žica, kolobrani, smjerokazi, snjegobrani i drugo od kojih su najvažniji svakako prometni znakovi. Rasvjeta ceste iznimno je važna zbog vožnje noću kako bi se osigurala što bolja vidljivost. Križanja imaju velik utjecaj na sigurnost jer se upravo na križanjima događa najveći broj nezgoda. Važno je osigurati dobru preglednost i pravu signalizaciju.

Zapreke u blizini ruba kolnika, bile stalne ili privremene, nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Održavanje cesta mora se provoditi redovno, brzo i efikasno tijekom cijele godine kako bi dolazilo do što manjeg broja nezgoda, a važno je i popravljati dio po dio kako ne bi dolazilo do potpunog prekida prometa, [1], [8], [12].

Prema nekim provedenim istraživanjima postotni udio u prometnim nezgodama ceste kao čimbenika sigurnosti na cestama je oko 20%, [3], [4], što je petina svih prometnih nezgoda koje se dogode. To i nije značajan podatak ili veliki postotni udio jer je čovjek kao uzrok ipak, još uvijek, u najvećoj mjeri u tom udjelu.

Cestovna mreža kategoriziranih prometnica neznatno je smanjena za nekoliko kilometara. Kilometri autocesta u posljednjih deset godina povećali su se za 51,6%. Poboljšanje kvalitete prometnica svakako je utjecalo na smanjenje broja prometnih nesreća i njihovih posljedica, [5].

Cesta kao čimbenik sigurnosti prometa na cestama ima mnogo svojih značajki koje pojedinačno utječu na sigurnost koja se ogleda kroz broj prometnih nesreća. Stoga se u tablici 2.4. nalazi prikaz udjela ceste kao čimbenika sigurnosti prometa na cestama u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini, a prema značajkama ceste koje je klasificiralo Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske.

Kako je u tablici 2.4 prikazano, značajke ceste su klasificirane prema križanjima i vrstama križanja, prema cesti izvan križanja te prijelazima preko željezničke pruge, a nadalje prema zavoju, parkiralištu, pješačkom prijelazu, nogostupu, biciklističkoj stazi, pješačkoj zoni, zoni smirenog prometa i u konačnici ravnoj cesti. Dakle, s obzirom na ukupan broj nesreća u 2016. i 2017. godini može se reći kako je njihov broj porastao u 2017. godini za nešto više od 3%, a broj nesreća s poginulim osobama je u 2017. godini porastao za približno 10% u odnosu na godinu ranije što je rezultat najveće neopreznosti vozača kod ravne ceste, T – križanja i kod prijelaza preko željezničke pruge. Broj nesreća s ozlijeđenim osobama je u 2017. godini zabilježio pad u odnosu na 2016. godinu no tek za 1%.

Tablica 2-4. Udio čimbenika ceste prema njezinoj značajki u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.

ZNAČAJKE CESTE		PROMETNE NESREĆE		S POGINULIM OSOBAMA		S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	
		2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g	2016. g.	2017. g
KRIŽANJE	T – križanje	4.326	4.623	20	27	2.106	2.139
	Y – križanje	670	721	2	4	322	340
	Četverokrako križanje	3.735	3.770	22	21	2.267	2.087
	Kružni tok	465	570	1	1	168	173
	Ostala križanja	502	537	1	1	115	120
	Čvor u više razina	17	25	0	0	6	9
	UKUPNO	9.715	10.246	46	54	4.984	4.868
CESTA IZVAN KRIŽANJA I ČVOROVA	Most	67	60	0	0	32	16
	Podvožnjak	23	26	0	0	5	13
	Nadvožnjak	29	52	0	2	9	27
	Tunel	91	100	1	0	37	45
	UKUPNO	210	238	1	2	83	101
PRIJELAZ PREKO ŽELJEZNIČKE PRUGE	Fizički zaštićen	163	176	0	2	18	20
	Svjetlosna sig.	59	55	0	3	3	11
	Nezaštićen	41	32	1	1	17	16
	UKUPNO	263	263	1	6	38	47
ZAVOJ		5.847	5.729	115	113	3.332	3.115
RAVNI CESTOVNI SMJER		12.872	13.870	138	155	5.623	5.994
PARKIRALIŠTE		3.064	3.218	1	0	111	123
PJEŠAČKI PRIJELAZ		191	194	4	0	165	166
NOGOSTUP		122	101	0	0	77	60
BICIKLISTIČKA STAZA		35	25	1	0	32	25
PJEŠAČKA ZONA		24	20	0	0	15	4
SMIRENI PROMET		12	24	0	0	1	4
UKUPNO		32.355	33.928	307	330	14.461	14.507

Izvor: [2].

Značajka ceste koja najviše utječe na prometne nesreće, ili se one događaju upravo na takvim mjestima gdje je značajka ceste baš takva, je T – križanje, Y – križanje i kružni tok što se tiče kategorije križanja (povećanje 7% u 2017. godini), potom nadvožnjak kod kategorije cesta izvan križanja (povećanje 80% u 2017. godini), prijelaz preko željezničke pruge gdje je on fizički zaštićen (povećanje 8% u 2017. godini), potom, kako je već prethodno navedeno, ravni cestovni smjer (povećanje 8% u 2017. godini), a u zoni smirenog prometa je povećanje broja nesreća u 2017. godini čak 100% negoli u 2016. godini.

2.3. Utjecaj vozila na sigurnost u prometu

Vozila su kao prijevozna sredstva namijenjena prijevozu ljudi i tereta, mogu se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzano ili usporeno. Na prometnu sigurnost uvelike utječu svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama. Na sigurnost vozila u prometu utječu elementi vozila koji se dijele na aktivne i pasivne. Aktivni elementi su oni u koje se mogu ubrojiti tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nezgode, a pasivni su oni u koje se ubrajaju rješenja koja imaju za zadaću ublažiti posljedice prometne nezgode ako do nje dođe. Vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu je detaljnije opisano u trećem poglavlju, dok su aktivni elementi sigurnosti vozila objašnjeni u četvrtom poglavlju, [1], [8], [11].

3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU

Kao što je ranije navedeno, vozilo je prijevozno sredstvo koje je namijenjeno prijevozu ljudi i/ili tereta. Rečeno je kako vozila svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama utječu na sigurnost u prometu, a čak 3-5% svih prometnih nezgoda dogodi se zbog tehničkog nedostatka na vozilu. Postoje dvije vrste elemenata koji utječu na sigurnost prometa, a to su, [1], [8] [9]:

1. aktivni elementi sigurnosti vozila
2. pasivni elementi sigurnosti vozila

U aktivne elemente ubrajaju se sva tehnička rješenja nekog vozila, a za zadaću imaju smanjiti mogućnost nastanka prometne nezgode. U tu skupinu se ubrajaju, a detaljno su opisani u poglavlju četiri, [1], [8], [9], [14], [20]:

1. kočnice,
2. upravljački mehanizam,
3. gume,
4. svjetlosni i signalni uređaji,
5. uređaji za povećavanje vidnog polja vozača,
6. konstrukcija sjedala,
7. usmjerivači zraka, spojleri,
8. uređaji za grijanje, hlađenje i prozračivanje unutrašnjosti vozila,
9. vibracija vozila,
10. buka.

Aktivni elementi sigurnosti sprječavaju nesreću i rezultat su harmonijskog dizajna šasije koja u obzir uzima smjernice za kotače, suspenzije, povratne informacije upravljača, ali i stabilnost kočnica. Izražena je optimalnim dinamičkim ponašanjem vozila i izbjegavanjem prepreka. Kontrola upravljanja nije namijenjena samo preciznom prijenosu kretanja upravljačem na kotače, već treba obavijestiti vozača o snazi potrebnoj za rad u skladu sa stanjem površine ceste (na primjer, klizavom površinom). Sigurnost kočnica ne osigurava samo držanje noge na kočnici samo na

ravnoj cesti nego i u zavojima. Aktivne sigurnosne komponente mogu se podijeliti na sigurnost putovanja, uvjetnu sigurnost, perceptivnu sigurnost te sigurnost vozača. Sigurnost putovanja rezultat je skladnog pristupa vođenju šasije, ovjesa, upravljača i kočnica, a vidljiva je u optimalnom dinamičkom ponašanju vozila. Uvjetna sigurnost vidljiva je kao psihološko stanje vozača koje ovisi o udobnosti, vidljivosti, vibracijama, buci te klimatskim utjecajima. Perceptivna sigurnost označava razinu sigurnosti, koja povećava perceptivnu sigurnost, usredotočuje se na opremu za rasvjetu, uređaje za upozoravanje, te izravnom i neizravnom prikazu vozila. Siguran i opušten vozač preduvjet je za sigurniju vožnju jer osoba koja vozi opušteno je sigurna u svoje reakcije i dobar je vozač, [21].

Pasivni elementi su oni u koje se ubrajaju rješenja kojima je zadaća ublažiti posljedice prometne nezgode ako do iste dođe, a to su [1], [8], [9], [14], [20]:

1. karoserija,
2. vrata,
3. sigurnosni pojasevi,
4. nasloni za glavu,
5. vjetrobranska stakla i zrcala,
6. položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora,
7. odbojnik,
8. sigurnosni zračni jastuk.

Karoserija se još zove i školjka, pričvršćena je za okvir odnosno šasiju, a namijenjena je smještaju vozača i putnika. Nužno je da karoserija bude elastična, čvrsta, otporna na udarce, savijanje i lomove te da je aerodinamičnog oblika. Prednji dio karoserije služi za smještaj pogona motora, srednji za smještaj putnika, a stražnji za smještaj prtljage. Vrata moraju izdržati sve udarce i opterećenja kako bi se spriječilo savijanje karoserije. Sigurnosni pojasevi najvažniji su element pasivne sigurnosti jer se njihovim korištenjem pri udaru sprječava udarac glavom vozača u vjetrobransko staklo i/ili prsnim košem u upravljačko kolo ili u ploču s instrumentima. Uz sigurnosne pojaseve važni su i nasloni za glavu kojima je zadaća rasteretiti vratne kralješke podupiranjem vrata i glave. Pri udarcu u stražnji dio vozila glava se pokreće unatrag te može doći do ozljeda vrata i glave. Kako su vjetrobranska stakla uzrok oko čak 90%

svih ozljeda glave, radilo se na tome da se poveća udaljenost između glave vozača i vjetrobranskog stakla. Položaj motora u prednjem dijelu najbolje je rješenje zbog toga što pri udaru motor podnosi najveći dio kinetičke energije čime se štiti stražnji dio gdje su smješteni putnici. Za rezervni kotač se smatra da je najbolje da je u prednjem dijelu jer može smanjiti oštećenja motora. Branici odnosno odbojnici imaju zadaću apsorbirati dio kinetičke energije pri sudaru, a pričvršćeni su na prednji i stražnji dio vozila na kojima prema potrebi imaju gumene elemente. Sigurnosni zračni jastuk u trenutku udarca djeluje automatski kada je izbačen iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila, napunjen je plinom kako bi mekano dočekao tijelo putnika, [1], [8], [9], [15].

3.1. Udio vozila u prometnim nezgodama prema vrsti vozila

U tablici 3.1 prikazane su vrste vozila kao čimbenici vozila u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini iz čega se može zaključiti koja vrsta vozila najviše doprinosi sigurnosti prometa na cestama, ali i koja najmanje doprinosi. Pri analizi treba uzeti u obzir i odnos količine vozila koji se svakodnevno u prometu koristi. Dakle, razvidno je kako je broj vozila u prometnim nesrećama porastao u 2017. godini negoli godinu ranije i to za 5% u prosjeku prema svim vrstama vozila, a također se i broj poginulih povećao za približno 13% u 2017. godini. Broj nesreća s ozlijeđenim osobama je u 2017. godini u padu no neznatno.

Iz tablice je razvidno da je osobno vozilo najznačajnija vrsta vozila koja utječe na povećanje broja vozila u prometnim nesrećama u 2017. godini, no, kako je prethodno navedeno, ipak je to vrsta vozila koja se i u najvećoj mjeri koristi svakodnevno na cestama². Ako se uzme u obzir da je udio broja registriranih osobnih vozila u 2017. godini 76% u odnosu na ukupan broj registriranih cestovnih vozila, onda je razvidno i zaključno da je osobno vozilo najznačajnija vrsta vozila koja doprinosi većem broju prometnih nesreća, a time i smanjenoj sigurnosti na cestama. Broj poginulih osoba u 2017. godini u osobnim vozilima je povećan za 26% u odnosu na 2016. godinu što je vrlo kvalitativan uzorak i pokazatelj.

² Broj registriranih cestovnih vozila u 2017. iznosio je 2 098 159, što je u odnosu na 2016. više za 3,1%. Broj registriranih osobnih vozila u 2017. iznosio je 1 596 087, što je u odnosu na 2016. više za 2,8%, [10].

Tablica 3-1. Vrste vozila kao čimbenici vozila u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.

VRSTA VOZILA	BROJ VOZILA U PROMETNIM NESREĆAMA		NESREĆE S POGINULIM OSOBAMA		NESREĆE S OZLIJEĐENIM OSOBAMA	
	2016. g.	2017. g.	2016. g.	2017. g.	2016. g.	2017. g.
MOPED	963	983	10	8	781	738
MOTOCIKL	1.432	1.599	38	42	1.084	1.221
ČETVEROCIKL	59	55	1	1	47	47
OSOBNO VOZILO	45.066	47.367	148	187	9.297	9.198
AUTOBUS	717	759	2	1	157	194
TERETNO VOZILO	4.871	5.130	8	9	399	444
TRAKTOR	362	334	5	3	80	69
BICIKL	1.445	1.376	27	23	1.124	1.067
TRAMVAJ	129	139	0	0	42	41
ZAPREŽNO VOZILO	4	5	0	0	3	1
VLAK	25	36	0	0	1	0
OSTALA VOZILA	3.146	3.352	1	1	37	18
ukupno	58.219	61.135	240	275	13.052	13.038

Izvor: [2], [5].

3.2. Udio vozila na tehničkom pregledu prema elementima vozila

Prema podacima Centra za vozila Hrvatske u 2017. godini tehničkom pregledu u Republici Hrvatskoj pristupilo je 2.065.038 vozila, a 439.999 ih je neispravnih, što je udio od 21,31%. U tablici 3.2 nalazi se količina i postotni udio grešaka na vozilima u Republici Hrvatskoj prema sklopu vozila u 2017. godini. Elementi vozila kategorizirani su prema nazivu sklopa, a koje je kategorizirao Centar za vozila Hrvatske i prema tome vodio evidenciju i statističku analizu koja u krajnjoj liniji karakterizira sigurnost prometa

na cestama. Ti elementi sadržavaju sve moguće greške koje vozilo može posjedovati, a da pri tome nije spremno za kretanje po cestama.

Tablica 3-2. Količina i postotni udio grešaka na vozilima prema sklopu vozila u 2017. godini u Republici Hrvatskoj.

NAZIV SKLOPA	KOLIČINA GREŠAKA	UDIO U UKUPNO UTVRĐENOM BROJU NEISPRAVNOSTI [%]
IDENTIFIKACIJA VOZILA	9.817	0,62
UREĐAJI ZA UPRAVLJANJE	46.286	2,93
UREĐAJI ZA KOČENJE	471.681	29,87
UREĐAJI ZA SVJETLOSNU SIGNAL.	352.739	22,34
UREĐAJI KOJI OMOGUĆUJU NORMALNU VIDLJIVOST	48.082	3,04
SAMONOSIVA KAROSERIJA, ŠASIJA	68.976	4,37
OSOVINE, KOTAČI, OVJES, PNEUMATICI	181.462	11,49
MOTOR	84.737	5,37
UTJECAJ NA OKOLIŠ	11.849	0,75
EL. UREĐAJI I INSTALACIJE	18.380	1,16
PRIJENOSNI MEHANIZMI	21.809	1,38
KONTROLNI I SIGNALNI UREĐAJI	45.801	2,90
EKO TEST	129.182	8,18
SPAJANJE VUČNOG VOZILA	10.557	0,67
OPREMA VOZILA	65.291	4,13
DODATNA ISPITIVANJA	109	0,02
PLINSKA INSTALACIJA	5.504	0,35
OSTALI UREĐAJI I DIJELOVI VOZILA	6.838	0,43
UKUPNO	1.579.100	100

Izvor: [13].

Broj grešaka na vozilima prema nazivu sklopa je ekvivalent vozilu kao čimbeniku sigurnosti prometa na cestama i njegovim elementima od kojih se sastoji, a koji su prethodno navedeni. Iz tablice 3.2 vidljiv je udio određenih sklopova vozila koji utječe

na neprolaznost vozila na tehničkom pregledu, a samim time i na slabiju ili lošiju sigurnost u prometu na cestama. S obzirom da je u 2017. godini utvrđeno ukupno 1.579.100 grešaka, može se reći da su uređaji za kočenje i svjetlosnu signalizaciju polovina (52,21%) udjela u tome. To su dakle najčešći elementi vozila koji utječu na sigurnost u prometu i samim time stvaraju veću mogućnost za pojavom prometne nesreće.

4. AKTIVNI ELEMENTI SIGURNOSTI VOZILA

Kao što je već navedeno, aktivni elementi sigurnosti vozila služe kako bi se smanjila mogućnost nastanka prometne nezgode. U skupinu aktivnih elemenata sigurnosti vozila ubrajaju se, [1], [8], [9], [12]:

1. kočnice,
2. upravljački mehanizam,
3. gume,
4. svjetlosni i signalni uređaji,
5. uređaji za povećavanje vidnog polja vozača,
6. konstrukcija sjedala,
7. usmjerivači zraka, spojleri,
8. uređaji za grijanje, hlađenje i prozračivanje unutrašnjosti vozila,
9. vibracija vozila,
10. buka.

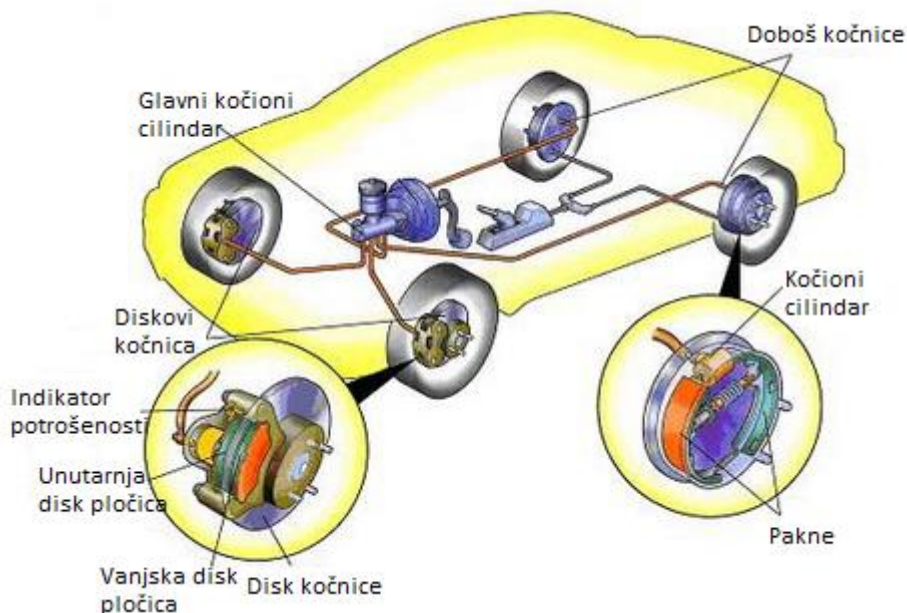
4.1. Kočnice

Za usporavanje kretanja vozila ili za potpuno zaustavljanje vozila služe uređaji za kočenje odnosno kočnice. Jedan su od najvažniji uređaja na vozilu i od iznimne su važnosti za sigurnost prometa. Svako vozilo mora imati dvije potpuno nezavisne kočnice odnosno ručnu kočnicu i nožnu kočnicu koja je važnija od prve navedene jer djeluje na sve kotače istovremeno. Postoji nekoliko vrsta kočenja od kojih su najdjelotvorniji kočenje pomoću disk-kočnica koje se koriste pri naglom kočenju. Blokiranje kotača najveća je opasnost za sigurnost prometa jer se u tom trenutku gubi čak 60% sile kočenja – kada su blokirani prednji kotači vozilom se ne može upravljati, a kada su blokirani stražnji kotači vozilo se zanos. Kako bi se spriječilo blokiranje kotača na vozila se ugrađuju uređaji koji ograničavaju veličinu sile kočenja na vrijednost pri kojoj još ne dolazi do blokiranja, [1], [8].

Na slici 4.1. prikazan je kočioni sustav kod vozila gdje se može primijetiti razlika između prednjih i zadnjih kočnica što je još uvijek način kočenja kod starije izvedbe

vozila, dok novija vozila imaju i pozadi jednak način kočenja vozilom kao što je na prednjim kotačima.

Slika 4.1 Kočioni sustav kod vozila.



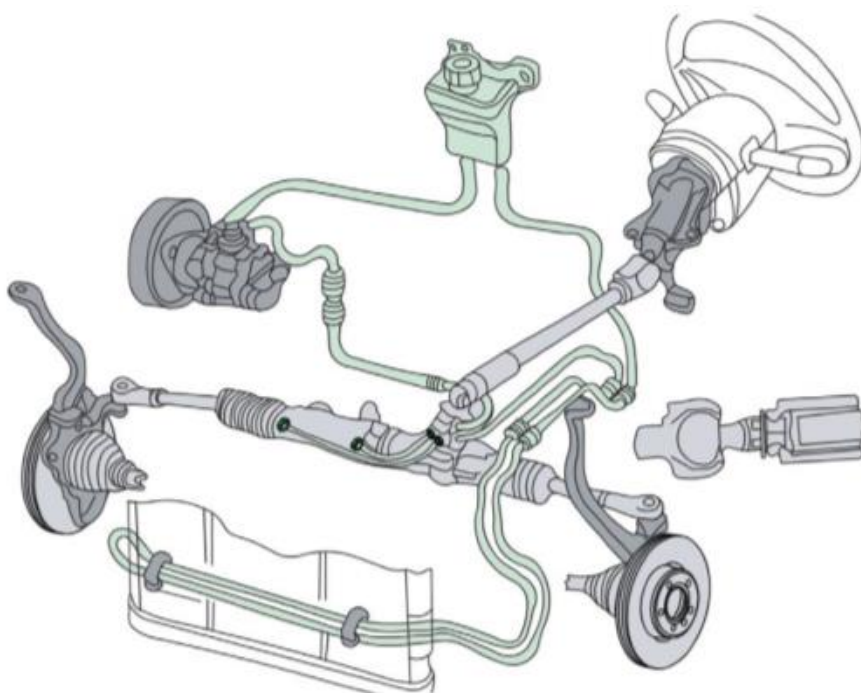
Izvor: [19].

U svijetu danas postoje različiti anti-blok sustavi, no prve tvornice koje su uvele takav sustav u svoja vozila su „Mercedes“ i „BMW“, [8], [12].

4.2. Upravljački mehanizam

Neispravnost upravljačkog mehanizma jedan je od uzroka prometnih nesreća, a događa se zbog velike zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog kola koja se sama od sebe zaključa i sprječava daljnje okretanje. Upravo je zbog toga nužno na vrijeme promijeniti sve istrošene dijelove upravljačkog mehanizma. Ozljede vozača koje se smatraju najtežima nastaju zbog udara prsnog koša u kolo upravljača i glave u vjetrobransko staklo, a kako bi se ublažile takve ozljede ugrađuje se upravljač osovine koja se sastoji od više dijelova te ima elastičan uređaj koji amortizira energiju udaraca, [1], [12]. Na slici 4.2 prikazan je upravljački mehanizam vozila u presjeku od kola upravljača do svih ostalih elemenata.

Slika 4.2 Upravljački mehanizam vozila.



Izvor: [16].

4.3. Gume (pneumatici)

Gume imaju poseban utjecaj na sigurnost prometa, a za zadaću imaju postignuti što bolje prianjanje između kotača i podloge. Kako bi vožnja bila sigurna guma treba imati dobar gazni sloj, dubina ne smije biti manja od jednog milimetra za osobna vozila te dva milimetra za teretna vozila i autobuse. Gume se mogu podijeliti na radijalne i dijagonalne, a prednost prvih nad drugima je ta što se za vrijeme vožnje manje griju i imaju dulji vijek trajanja, bolje je iskorištenje snage motora pri većim ubrzanjima, stabilnost vozila je također bolja, a imaju i kraći put kočenja. Također, smanjuju potrošnju goriva i sigurnije su na mokroj cesti jer omogućavaju lakše upravljanje vozilom. S druge strane, još veće prednosti imaju nisko-profilne radijalne gume koje imaju manju visinu i time se smanjuje težište vozila zbog čega je vozilo stabilnije, [1], [8].

Gume novije proizvodnje moraju prikazivati tzv. EU ocjene koje su stupile na snagu od 2012. godine, obično u obliku naljepnice na samoj gumi. Ako prilikom kupnje guma naljepnica nije zalijepljena na gumi, prodavač ju je dužan dati. Oznake koje su prikazane na naljepnici služe u informativne svrhe. Vrijednosti za određene dimenzije

istog profila guma mogu biti drugačije. Takva nova EU oznaka gume daje važne informacije o sigurnosti gume i njezinom utjecaju na okoliš što je slično energetskej oznaci s kućanskih aparata. EU oznaka gume olakšava usporedbu u odnosu na prianjanje na mokrim cestama, potrošnju goriva i razinu buke, [18]. Na slici 4.3 prikazana je naljepnica nove generacije guma koju je propisala Europska unija.

Slika 4.3 Naljepnica nove generacije guma propisana od strane Europske unije.



Izvor: [18].

Jednostavno rečeno, gume koje štede gorivo trebaju manje energije za okretanje. Guma koja se lako kotrlja treba manje goriva jer se manje energije troši na trenje i toplinu. Ušteda goriva ima ocjenu od A do G (na bojom označenoj skali), a znači sljedeće, [18]:

- A (zeleno) = najviša ocjena uštede goriva
- G (crveno) = najniža ocjena uštede goriva
- Ocjena D ne koristi se za putničke automobile

Razlika između ocjene A i G može predstavljati smanjenje u potrošnji goriva do 7,5%. Aproximativno, odabirom guma s ocjenom A umjesto guma s ocjenom G može se uštedjeti više od 6 litara goriva na svakih 1000 kilometara. Prianjanje na mokrom sposobnost je gume da se drži uz cestu u mokrim uvjetima. EU ocjena fokusira se na jedan aspekt prianjanja na mokrom, a to je učinkovitost gume u kočenju na mokrom.

Prianjanje na mokrom ocjenjuje se od A do F pri čemu je A najviša ocjena, a F najniža ocjena (ocjene D i G ne koriste se za putničke automobile), [18].

4.4. Svjetlosni i signalni uređaji

Svjetlosno-signalnim uređajima osvjetljava se cesta ispred vozila, te se određuje položaj vozila na kolniku ceste, ali se daju i drugi odgovarajući signali. Na prednjoj strani vozila nalaze se duga svjetla, oborena svjetla, svjetla za maglu, prednja svjetla za označivanje vozila te pokazivači smjera. Sa stražnje strane vozila nalaze se stop svjetla, stražnja svjetla za označivanje vozila, pokazivači smjera, svjetlo za osvjetljavanje registarske pločice i za vožnju unatrag. Duga svjetla služe rasvjetljavanju ceste i signalizacije, a njihov svjetlosni snop je bijele ili žute boje duljine 100 metara. Oborena svjetla ili svjetla za mimoilaženje su iste boje ali duljine snopa od 40 do 80 metara. Svjetla za maglu nisu obavezna pa ih tako nemaju svi automobili, onima koji ih imaju služe za osvjetljavanje ceste po magli i u nepovoljnim vremenskim uvjetima. Svjetlosni snop im je iste boje kao i prethodnima, ali duljine do 15 metara. Stražnja i prednja svjetla kojima se osvjetljava vozilo imaju takav intenzitet kojim je vozilo uočljivo pri normalnim uvjetima za vozače iz suprotnog smjera s udaljenosti od 300 metara. Stražnja svjetla obojana su crveno, a prednja bijelo ili žuto. Pokazivači smjera narančaste su boje i važno je da su uočljivi noću pri normalnim uvjetima također s udaljenosti od najmanje 300 metara, dok su stop svjetla crvene boje, [1], [12].

Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama propisano je da na vozilu u prometu na cesti noću i u slučaju smanjene vidljivosti moraju biti upaljena svjetla, [6]:

1. na motornom vozilu, osim mopeda i motocikla bez bočne prikolice, najmanje dva bijela ili žuta svjetla na prednjoj strani i paran broj crvenih svjetala na stražnjoj strani
2. na mopedu i motociklu bez bočne prikolice najmanje jedno bijelo ili žuto svjetlo na prednjoj strani i najmanje jedno crveno svjetlo na stražnjoj strani

Također, istim Zakonom propisano je i da kad motorno vozilo vuče jedno ili dva priključna vozila, na stražnjoj strani posljednjega priključnog vozila moraju biti uključena najmanje dva crvena svjetla, a ako širina priključnog vozila iznosi više od 1,6

m, na prednjoj strani prvoga priključnog vozila moraju biti uključena dva bijela svjetla. Osim toga, propisano je i da na motornim vozilima za vrijeme vožnje danju, u razdoblju zimskog računanja vremena, moraju biti uključena dnevna ili kratka svjetla, a na motociklu i mopedu za vrijeme vožnje danju moraju biti uključena kratka svjetla tijekom cijele godine. Vozač koji postupi suprotno odredbama toga članka bit će kažnjen s novčanom kaznom u iznosu od 300,00 kuna, [6].

4.5. Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su prozorska stakla na vozilu, perači i brisači vjetrobrana te vozačka zrcala odnosno retrovizori. Bočna stakla kao i vjetrobranska stakla moraju biti prozirna i nipošto ne smiju iskrivljavati sliku. Postoje i obojena prednja stakla koja su pogodna jer smanjuju zasljepljivanje i toplinu, ali su nepogodna jer smanjuju vidljivost. Brisači se najviše koriste za lošega vremena kako bi omogućili vozaču što bolju vidljivost u lošim uvjetima. Kako bi se pratio promet iza vozila postoje vozačka zrcala koja moraju biti pravilno namještena kako bi se osigurala maksimalna preglednost ceste, [1], [12].

4.6. Konstrukcija sjedala

Kako bi se omogućilo što udobnije sjedenje vozača, važno je imati dobru konstrukciju sjedala. Sjedalo pridržava vozača u djelovanju centrifugalne sile u zavoju, omogućuje dobru vidljivost, te je optimalno udaljeno od uređaja za komande vozila. U zadnje vrijeme, sjedala su konstruirana tako da se mogu podešavati u horizontalnom i vertikalnom smjeru, [1].

Tri su glavna aspekta za podešavanje pravilnog položaja sjedenja u automobilu. Prvo je važno da vozačeva leđa trebaju biti ravna uz gornji dio sjedala, dok su kukovi savijeni pod kutom u ravnini spajanja gornjeg i donjeg dijela. Gornji dio nogu treba biti u dodiru s dnom sjedala čime se osigurava veći površinski kontakt s tijelom vozača. Nadalje, važno je i u kojem su položaju vozačeve ruke. Ako je vozač pravilno smješten u sjedalu, a ruke su ispružene zapešća bi trebala dodirivati vrh upravljača. Time je omogućeno savijanje ruku u laktu, ali i mogućnost pružanja prilikom okretanja upravljačkog kola. Svrha ovakvog položaja je sprječavanje nategnutosti ruku pri

skretanju jer naprezanje uzrokuje brži umor, a vozač može izgubiti osjet vibracija koje dobiva preko upravljača. Također, osim na ruke pozornost se mora skrenuti i na noge. Kada je bilo koja od papučica pritisnuta stopalom, noga bi trebala biti savinuta u koljenu što je važno radi veće kontrole automobila. Naravno, treba paziti i da koljena nisu previše savijena da udaraju u donji dio kokpita nego je važno ostaviti nekoliko centimetara kako ne bi došlo do ozljeda u slučaju nezgode, [7]. Na slici 4.4 vidi se pravilan i nepravilan položaj sjedenja vozača u automobilu prilikom upravljanja vozilom.

Slika 4.4 Nepravilni i pravilni način sjedenja u automobilu.



Izvor: [7].

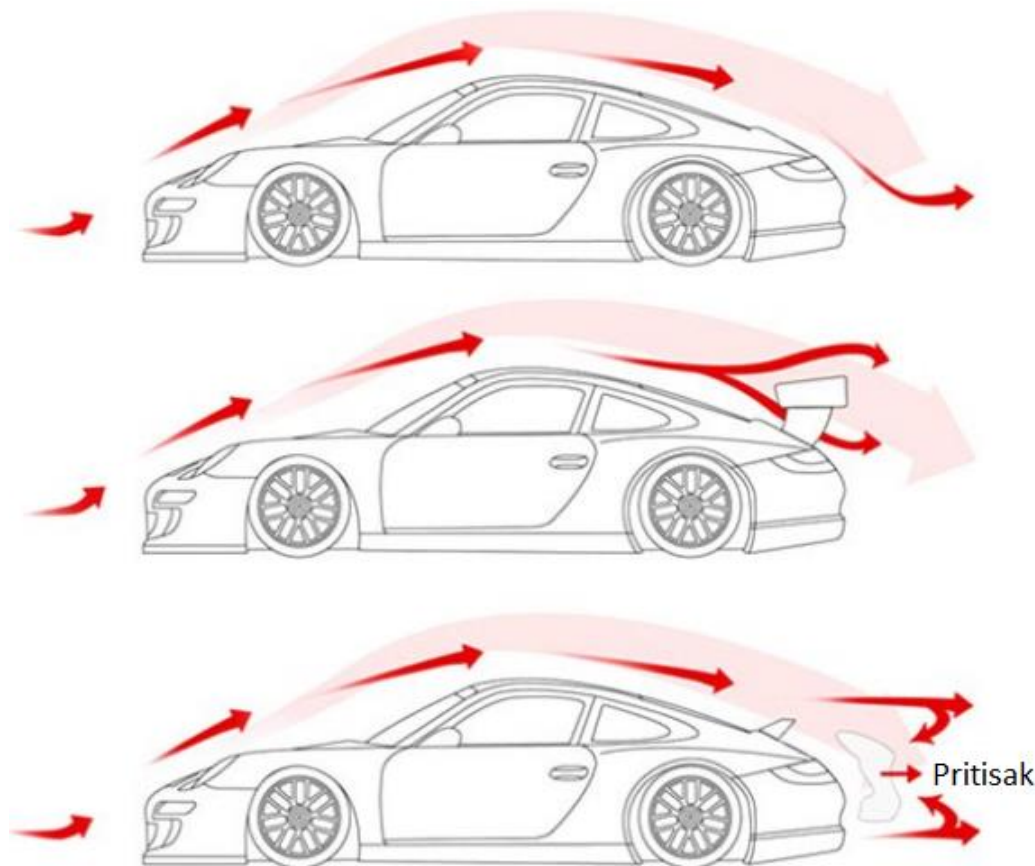
4.7. Usmjerivači zraka (spojleri)

Dijelovi školjke vozila koji imaju za zadaću smanjiti otpor zraka i povećati stabilnost vozila pri velikim brzinama nazivaju se usmjerivači zraka. Kako dolazi do smanjivanja otpora zraka dolazi do povećanja brzine vozila čime se pak smanjuje potrošnja goriva. Pri velikim brzinama dolazi do smanjivanja težine prednjeg dijela vozila pa se ugradnjom usmjerivača zraka, zrak pritišće na prednji dio školjke, [1].

Usmjerivači zraka koji se (obično) postavljaju na stražnji dio vozila imaju funkciju kontrole protoka strujanja zraka preko vozila i ispravno upravljanje kada stigne do stražnjeg dijela gdje u pravilu nastaje turbulencija zraka. Pravilno osmišljen usmjerivač zraka može neutralizirati snage dizanja koje većina automobila doživljava kada se brzine povećavaju, a to će poboljšati stražnji stisak zadržavanjem stražnjeg dijela

vozila čvrsto postavljenog na cestu. Na slici 4.5 prikazan je smjer zraka pri vožnji vozila unaprijed te što se događa sa zrakom kada vozila (ne)posjeduje usmjerivač zraka.

Slika 4.5 Usmjerivači zraka na vozilu postavljeni na stražnju stranu vozila.



Izvor: [17].

Dok aerodinamika ne igra veliku ulogu u manjim i pravilnim brzinama, pri vrlo velikim brzinama se događa potpuno suprotno i može se napraviti velika razlika između normalne vožnje neopasne po život i one druge opasne po život (brzine na trkalištima ili brzim autocestama). U pravilu odsutnost usmjerivača zraka ili prisutnost jednog s neispravnim dizajnom može uzrokovati podizanje vozila s površine ceste kada se dosegne izvanredna brzina na cesti. U tom trenutku moguće je gubljenje kontrole nad vozilom, što znači da vozilo može otići u nekontroliranom i potpuno nepredvidivom smjeru. Stoga, vrlo važno pitanje je koje vrste usmjerivač zraka odgovara točno određenom vozilu i stilu vožnje s njime, [17].

4.8. Uređaji za grijanje, hlađenje i prozračivanje unutrašnjosti vozila

Za radnu sposobnost vozača, a samim time i za sigurnost u prometu iznimno je važno grijanje, hlađenje i prozračivanje. Pri temperaturi nižoj od 13°C i temperaturi višoj od 30°C radna sposobnost vozača opada. Zimi unutrašnjost vozila nije dovoljno ugrijana, dok je u ljetno vrijeme previše zagušljivo i vruće. Upravo zbog toga važan je dobar uređaj za prozračivanje i grijanje. Srednja temperatura u vozilu trebala bi biti zimi između 17°C i 22°C, dok bi preko ljeta trebala biti do maksimalno 28°C, [1].

4.9. Vibracije vozila

Vozilo je vrlo složen oscilatorni sustav u kojemu su vozač i putnici djelomično izolirani od izravnog djelovanja vibracija. Izolirani su pomoću naslona i sjedala, a vibracije se putem stopala prenose na ostale dijelove tijela. Učestalost vibracija školjke, koje imaju najjači utjecaj na organizam, je od 60 do 150 min⁻¹, a učestalost vibracija motora je od 900 do 1200 min⁻¹, [1].

4.10. Buka

Intenzivna buka jako djeluje na unutarnje organe i na živčani sustav, a može izazvati i glavobolju, razdražljivost te vrtoglavicu čime dolazi do smanjenja radne sposobnosti vozača. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha, a buka koja nastaje uz sjedalo vozača autobusa iznosi 100 do 115 dB, [1].

Europska unija mjeri emisiju vanjske buke guma u decibelima pri čemu svaka guma ima svoju klasu, a samim time je kategorizirana u odnosu na europska ograničenja za buku guma (slika 4.6), [18]:

- 1 crni val: tihe gume (3 dB ili više ispod europskog ograničenja)
- 2 crna vala: umjereno tihe (između europskih ograničenja i 3 dB ispod ograničenja)
- 3 crna vala: bučne gume (iznad europskih ograničenja)

Slika 4.6 Buka guma.



Izvor: [18].

Razine buke mjere se na logaritamskoj skali. Prema tome, povećanje od samo nekoliko decibela predstavlja veliku razliku u razini buke. U pravilu, razlika od 3 dB udvostručuje količinu vanjske buke koju stvara guma, [18].

5. PRIJEDLOZI I POBOLJŠANJA AKTIVNIH ELEMENATA VOZILA U SVRHU POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

U okviru ovoga poglavlja navode se poboljšanja aktivnih elemenata vozila koja imaju za svrhu povećati sigurnost prometa na cestama pri čemu su mnoga već implementirana u novija vozila i samim time utječu direktno na smanjenje broja nesreća.

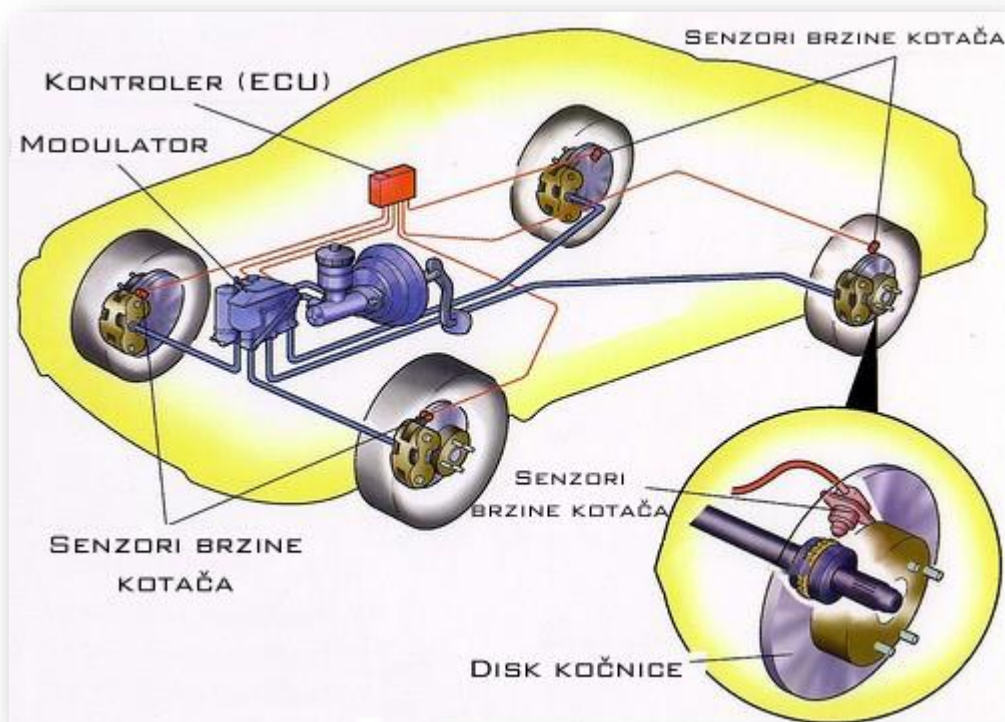
5.1. ABS protiv blokiranja kotača pri kočenju

ABS (engl. *Anti-lock braking system*) je elektronički sustav ugrađen u gotovo sva novija vozila. Funkcija ABS sustava je u osnovi sprječavanje blokiranja kotača, što povećava stabilnost vozila te mu omogućava kraći zaustavni put (tzv. put kočenja) na vlažnim i skliskim kolnicima. Ipak, na površinama kao što su pijesak ili kolnik prekriven snijegom, ABS značajno produžuje zaustavni put, ali time poboljšava upravljivost (kontrolu) nad vozilom. Time je ABS jedan od najvažnijih sigurnosnih sustava u automobilu, koji direktno utječe na povećanje sigurnosti prometa na cestama. Od početnih ABS sustava koji su se ugrađivali u vozila, današnji su mnogo napredniji. Moderni ABS sustavi kontroliraju i raspodjelu (ravnotežu) kočenja između prednjih i stražnjih kotača. Takva funkcija ovisno o sposobnosti sustava i podešenosti je poznatija pod nazivima kao što su: elektronska kontrola stabilnosti (ESC), elektronska raspodjela sila kočenja (EBD), itd., [22].

Dakle, ako se usporedi sustav kočenja koji je prikazan u prethodnom poglavlju, gdje je kočenje preko diskova kočnica izvedeno samo na prednjim kotačima dok su na zadnjim kotačima doboši i kočione pločice (tzv. pakne), razvidno je koliko je ABS sustav napredniji i sigurniji. Također, uz to, vrši kontrolu preko kontrolera. Na slici 5.1 prikazan je sustav ABS kočenja koji se sastoji od, [22]:

- Senzora za mjerenje brzine kotača
- Pumpe (hidraulični motor)
- Ventila
- Kontrolera (brzo računalo koje koordinira cijelim procesom)

Slika 5.1 ABS vozila.



Izvor: [22].

Prilikom kočenja aktivira se hidraulični sustav koji potiskuje oblogu kočnice prema diskovima, te na taj način vozilo usporava. Ako jedan kotač usporava brže od ostalih, što je uglavnom rezultat blokiranja kotača, sustav automatski preko ventila popušta pritisak kočenja na tom kotaču. Uloga pumpe je da povрати potreban pritisak kočenja. ABS sustav reagira vrlo brzo, mjereći brzine pojedinih kotača i nekoliko puta u sekundi. ABS se može aktivirati na prednjim, ili na svim kotačima, ovisno o vozilu. Time ABS omogućava intenzivno kočenje, a pritom i upravljanje vozilom. Kod naglog kočenja, prilikom blokiranja kotača ABS će otpustiti pritisak kočenja na kotaču koji se blokira. Nakon toga će se pritisak postupno povećati dok se ne dođe do granice blokiranja kotača. ABS održava pritisak kočenja upravo na toj granici, jer je to najbrži način zaustavljanja vozila. Takve izmjene (kočenje/popuštanje/kočenje) se događaju i do 20 puta u sekundi, puno brže nego li to mogu i najiskusniji vozači, [22]. Kod vozila koja nemaju ABS, prilikom nagloga kočenja, dolazi do blokiranja kotača, a time i zanošenja vozila, pri čemu se onemogućava upravljanje vozilom jer ono tada ide „svojom“ putanjom.

5.2. MBUX

MBUX (engl. *Mercedes-Benz User Experience*) novog informacijsko-zabavnog (*infotainment = information + entertainment*) sustava naglašava kako je korisničko iskustvo u njegovom fokusu. Jedinstvena značajka ovog sustava je mogućnost učenja zahvaljujući umjetnoj inteligenciji. MBUX se može individualizirati i prilagođava se korisniku čime se stvara veza između vozila, vozača i putnika. Time MBUX inteligentni multimedijски sustav nove generacije izvršava koheziju čimbenika sigurnosti prometa na cestama, a samim time i utječe na njegovo povećanje, [23]. Na slici 5.2 prikazan je sustav MBUX koji je implementiran u karoseriju Mercedes vozila.

Slika 5.2 MBUX u vozilu.



Izvor: [23].

Dodatne značajke uključuju široki zaslon visoke razlučivosti u kokpitu vozila, navigacijski zaslon s tehnologijom proširene stvarnosti te inteligentnu glasovnu kontrolu s prepoznavanjem prirodnog govora, koja se jednostavno aktivira. MBUX odlikuje i sveobuhvatni koncept upravljanja dodirnom što omogućava kombinacija dodirnog zaslona, dodirne površine na središnjoj konzoli (*touchpad-a*) i na dodir

osjetljivih tipki na upravljaču. Uz intuitivno iskustvo korištenja, još jednu prednost predstavlja i manje ometanje vozača tijekom upravljanja vozilom. Sustav MBUX predstavlja revoluciju korisničkog iskustva (vozačevog) u vozilu te kao takav posjeduje i 3D grafiku visoke razlučivosti, koja se prikazuje u stvarnom vremenu. S lansiranjem sustava MBUX pokrenute su nove i poboljšane stare usluge povezivanja. To, između ostalog, uključuje navigacijske funkcije na osnovi komunikacije Car-to-X (informacije o uvjetima na cesti kao što su skliske ceste ili snijeg te prikaz vozila hitnih službi na karti) i lociranja vozila, što olakšava pronalazak parkiranog vozila, kao i primanje poruke u slučaju da nešto udari u parkirano vozilo ili ako je odvučeno, [23].

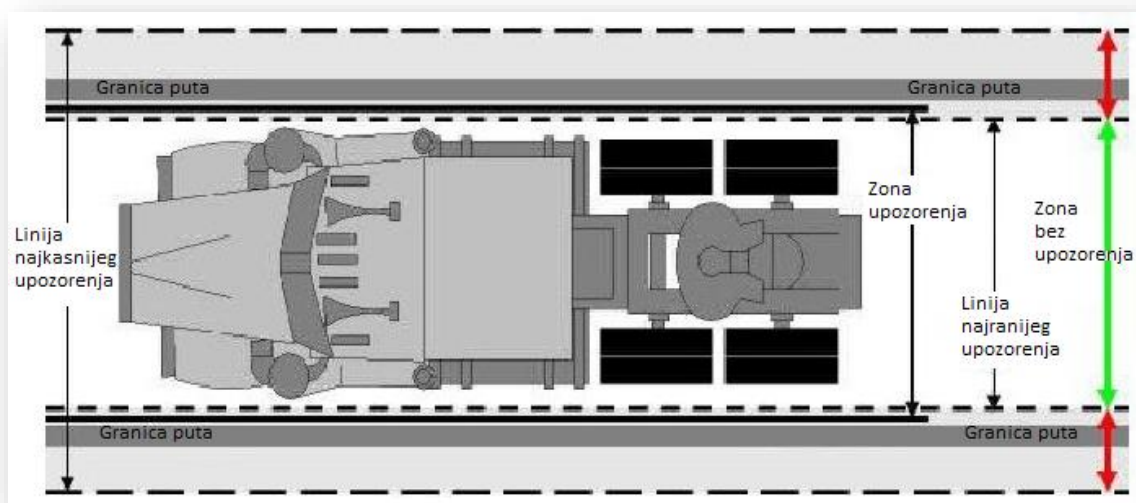
Zasada, s obzirom da je apsolutno nova tehnologija, radi se o Mercedesovom vozilu, no zasigurno je kako je budućnost što više usluga pružiti u vozilu koje će vozač koristiti prilikom vožnje, a koje će mu u osnovi davati informacije o stanju na cestama, udarcima u vozilo, udaljenosti oko vozila u trenucima upravljanja, dakle sve one informacije koje će direktno utjecati na reakciju vozača, a time i reakciju na aktivne elemente vozila.

5.3. LDWS

LDWS (engl. *Lane Departure Warning Systems*) je inteligentan sustav koji pomaže u vožnji, a ima za glavnu zadaću detektirati nepoželjne prelaske preko crta koje označavaju pojedine trake i to u slučaju kada brzina kretanje prijeđe 80 km/h. Sustav se uključuje kada vozilo prijeđe crtu, a da pri tome vozač vozila nije dao pokazivač smjera na tu stranu. Tada sustav automatski obavještava vozača vibriranjem sjedala pri čemu je vibracija izvedena pomoću dva vibrirajuća motora ugrađena u sjedalo na mjestu vozača. Jedan motor nalazi se na lijevoj, a drugi na desnoj strani. To omogućuje uključivanje odgovarajućeg motora ovisno s koje je strane vozač vozilom prešao crtu na cesti. Sustav se aktivira pritiskom na gumb koji je smješten na kontrolnoj ploči vozila i ostaje uključen sve dok vozilo „radi“. Da bi detektirao nepoželjne prijelaze crte LDWS koristi šest infracrvenih senzora koji su smješteni u prednji odbojnik vozila i to po tri komada sa svake strane. Svaki od tih infracrvenih senzora ima crvenu emitirajuću diodu i detektirajuću ćeliju. Prijelaz preko crte se detektira promjenom između reflektirane i primljene zrake. *Infinity* je razvio svoj sustav koji ne koristi infracrvene senzore već kameru smještenu u putničkoj kabini koja gleda na cestu kroz prednje

staklo vozila. Senzor može detektirati kako bijele, tako i privremene žute, crvene i plave oznake korištene u nekim Europskim zemljama. Također sustav identificira pune i isprekidane linije i ostale cestovne oznake kao što su strjelice za pokazivanje smjera, ali ne i nestandardne simbole. LDWS ne čini nikakvu automatiziranu akciju da bi se izbjegao izlazak s kolničke trake ili da preuzme kontrolu na vozilu, stoga vozač ostaje odgovoran za sigurnosne operacije upravljanja vozilom. Kada vozilo putuje u centru kolničke trake, nalazi se u zoni bez upozorenja (engl. *no warning zone*) i sustav ne izdaje nikakvo upozorenje. Kako vozilo odstupa od zone bez upozorenja, sustav izračunava vrijeme potrebno da vozilo izađe iz kolničke trake. Također, izračunava liniju najranijeg i najkasnijeg upozorenja (slika 5.3). Linija najranijeg upozorenja je unutar ruba kolničke trake, dok je linija najkasnijeg upozorenja izvan granica kolničke trake. Zona upozorenja je zona između linija najranijeg i najkasnijeg upozorenja, te svaki put kada vozilo prijeđe iz zone bez upozorenja u zonu upozorenja, LDWS obavještava da vozilo izlazi iz kolničke trake, [24].

Slika 5.3 LDWS.



Izvor. [24].

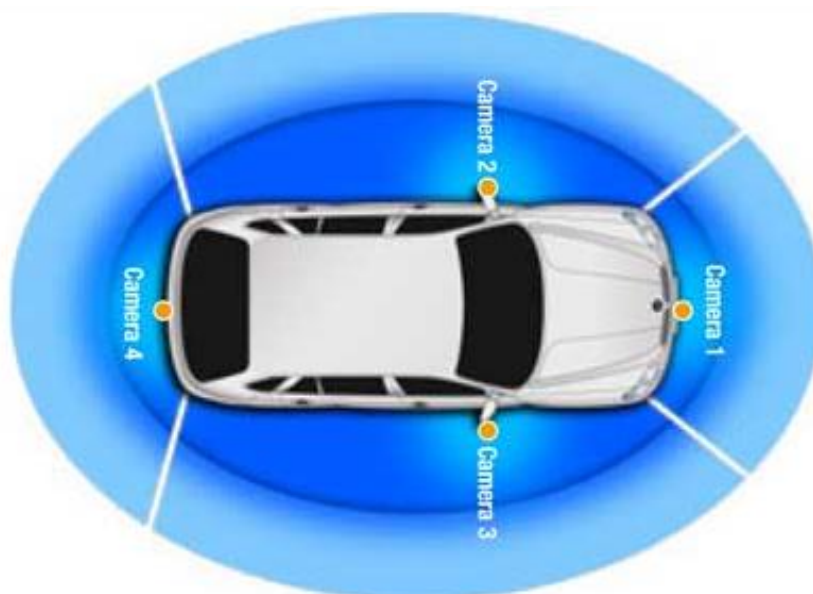
Kako je prikazano na slici, razvidno je da infracrveni senzori utječu na standardizirane oznake na cesti i kolniku gdje se vozilo nalazi prilikom prometovanja. Ovakav sustav može pomoći vozaču u upravljanju vozilom (sustav upravljanja je aktivni element vozila), a može biti tvornički implementiran u vozilu ili se može naknadno implementirati.

5.4. Kamere za vožnju i snimanje unatrag

Iako kamere i senzori povećavaju sigurnost vožnje i olakšavaju parkiranje ni danas nisu standardni dio opreme automobila nego se tek uz nadoplatu tvornički ugrađuju senzori. No, u Sjedinjenim američkim državama donesen je zakon po kojemu bi svi automobili do 2018. godine trebali imati ugrađen senzor ili stražnju parkirnu kameru. Kamere često imaju animirane nivoe udaljenosti koji bojom linija na monitoru označavaju udaljenost od predmeta, pa tako zelena označava jedan metar udaljenosti, žuta 50 cm, a crvena 30 cm. Omjeri tih udaljenosti mogu se prilagođavati željama vozača i ekstremno precizno, na milimetre, izračunavati udaljenost automobila od predmeta, [25].

Najbolji sustav preglednih kamera razvio je Alpine i to u vozilu BMW X5. Radi se o četiri kamere koje uključuju crnu kutiju, a osiguravaju preglednost od 360° čime se maksimalno povećava sigurnost vožnje i samoga parkiranja. Procesor kombinira sve četiri slike i daje ptičju perspektivu oko vozila čime se smanjuje mogućnost ogrebotina prilikom parkiranja, [25].

Slika 5.4 Položaj kamera na vozilu BMW X5.



Izvor: [26].

Kamere su po svemu naprednija oprema od senzora iako se slikom na ekranu vozaču može raspršiti koncentracija. Kamera je preglednija i možda sigurnija jer često

senzori ne percipiraju točno sve oko sebe, dok je na kameri sve prikazano putem slike. Kamera se automatski uključuje kada automobil krene unatrag. I senzori i kamere rade normalno zimi i ljeti jedino što kameru po zimi može zatrpati sol koja je bačena protiv poledice čime se smanjuje oštrina slike. Također je posljednjih godina raširena i uporaba prednjih kamera koje mogu snimati i od tri sata vožnje te su iznimno važne za dokazivanje krivice pri prometnim nezgodama, [25].

S druge strane, postoje kamere koje su univerzalne i mogu se ugraditi i svako vozilo, a svrha ima je snimanje situacije iz vozila prilikom vožnje, bilo da se radi o vožnji unaprijed ili unatrag. Kameru je moguće postaviti s unutarnje strane vjetrobranskog stakla ili na armaturu, ali ima i kamera skrivenih u kućištu unutarnjeg retrovizora. Specifičnosti kamere su prije svega kvaliteta snimanja i veličina zapisa odnosno memorije za pohranu videa, no svakako da je kvaliteta leće jedan od ključnih aspekata gotovo svih kamera, pa tako i za ovu namjenu jer je potrebna kvaliteta slike i pri uvjetima loše ili slabije vidljivosti. Dakako da je poželjno da kamera ima mogućnosti snimanja što većega kuta te da posjeduje implementiran sustav GPS kako bi se u točno određenim trenutcima mogla otkriti lokacija, brzina i smjer kretanja, [27]. Na slici 5.5 prikazana je jedna mogućnost postavljanja kamere u vozilu.

Slika 5.5 Položaj kamere u unutrašnjosti vozila.



Izvor: [27].

Kvalitetnije kamere imaju i senzor G-sile koji automatski pravi snimku (posebno zaštićenu od presnimavanja) u slučaju nagle promjene u kretanju. Velika akceleracija ili usporavanje u kratkom razdoblju, naime, daje naslutiti da je došlo do sudara ili do određene opasnosti. Napredne kamere imaju mogućnost upozoravanja na prekoračenje brzine, praćenje kretanja unutar kolne trake i ukazivanje na njezino napuštanje, alarmiranje vozača u slučaju opasnosti od sudara te, uz senzor pokreta, nadgledavanje automobila na parkiralištu. To su neke od kriznih situacija i za njih je upravo i postavljena kamera pa je svrsishodno da posjeduje vlastito napajanje odnosno baterija kako ne bi došlo do prekida snimanja pri nestanku napajanja u vozilu. Neki od modela ovakvih vrsta kamera koji su dostupni na tržištu su B40 NOVATEK (kut snimanja 135, rezolucija 1980x1080, G-senzor, GPS opcijski), MARCUS1 VICOVATION (kut snimanja 140, rezolucija 1280x720, G-senzor, GPS) i G1W-H Full HD (kut snimanja 140, rezolucija 1980x1080, G-senzor). Kamere su na tržištu dostupne od 1000 kuna pa nadalje, [27], uz samostalno postavljanje.

Slika 5.6 Položaj kamere za snimanje zadnjeg dijela vozila.



Izvor: [27].

Unazad koju godinu jedna grupa zaposlenika kompanije Apple, točnije tri inženjera, odlučili su napustiti svoje rasno mjesto i pokrenuti vlastitu kompaniju fokusiranu na

razvoj napredne tehnologije i dodataka (engl. *gadget*) koji će se koristiti u automobilima. Ubrzo se u novonastalu kompaniju trojice inženjera priključilo još (bivših) zaposlenika kompanije Apple pa je ubrzo i predstavljan prvi novonastali proizvod koji se na tržištu pojavio krajem 2016. godine. Inovativnost leži u tome što se u okviru za registracijske oznake nalaze dvije vodootporne HD kamere koje su putem posebnog dodatka povezane s telefonom koji se nalazi unutar automobila te na kojem se neprekidno prikazuje stanje iza automobila, [28]. Na slici 5.7 prikazana je prva izvedba suvremenoga načina snimanja eksterne okoline zadnjice automobila.

Slika 5.7 Kamere na okviru za tablice za snimanje zadnjeg vanjskog dijela vozila.



Izvor: [28].

Instalacija je vrlo jednostavna, a pri kupnji ove vrste kamere dobiva se poseban magnetski stalak koji se postavlja unutar automobila i služi za postavljanje pametnoga telefona koji prikazuje video sa stražnjih kamera. Aplikacija kojom se povezuje pametni telefon i kamera odnosno RearVision okvir će u slučaju prevelikoga približavanja drugim vozilima ili nekim preprekama, vizualnim i zvučnim signalima upozoravati vozača. RearVision okvir pričvršćuje se posebnom vrstom vijaka i priručnim alatom koji se isporučuje u setu tako da je mogućnost otuđivanja spriječena u nekoj određenoj mjeri. Cijena RearVision okvira iznosi 499 dolara, [28], [29].

S obzirom na domaće tržište i suvremenost kada se radi o zaštiti vozača i vozila kojima upravljaju, postoji drugačija izvedba okvira za registracijske oznake odnosno tablice, a da pri tome imaju jednaku svrhu. Na slici 5.8 prikazana je drugačija izvedba okvira za registracijske oznake s ugrađenom jednom kamerom za snimanje eksternog zadnjeg dijela automobila.

Slika 5.8 Kamera na okviru za tablicu.



Izvor: [30].

Specifikacije kamere ovakve izvedbe okvira za tablice je takvo da ima noćno snimanje 4 Led (Night Vision), color kamera uz CMOS senzor, vodootporna je, posjeduje IR za noćno snimanje, sustav signala: NTSC / PAL, rezolucija na PAL: 704 * 576 i na NTSC: 712 * 486, kut snimanja 170 stupnjeva, automatski balans bijele boje, minimalno osvjetljenje 0.1Lu, trenutna potrošnja 150mA te napajanje DC 12V, [30].

Također, potrebno je naglasiti da su dimenzije ovakvih okvira za registracijske oznake takve da odgovaraju na vozila Europske unije odnosno prema standardima EU. Neke kamere mogu imati bolju rezoluciju, veći ili manji kut gledanja, pa je s obzirom na te specifikacije i cjenovno određenje, no na tržištu se može kupiti već od 500 kuna uz samostalno postavljanje.

6. ZAKLJUČAK

Promet je u novije vrijeme postao višestruko kompleksno područje u odnosu na promet koji se zbivao davnih godina kada je uopće i izumljeno prijevozno sredstvo, kada nije postojalo prometne signalizacija niti mnoštva tadašnjih vozila. U novije vrijeme pojavila se višestruka prometna signalizacija na cestama, mnoštvo vozila različite namjene. Može se reći kako je ekspanzija u autoindustriji još uvijek prisutna jer se proizvode nova vozila i kao takva dolaze na cestu (ljudi sve više kupuju vozila). Cestovna infrastruktura nije kreirana prema određenom broju vozila nego prema geografskom položaju mjesta, prema raznim infrastrukturama, građevinskim, cjevovodnim, industrijskim itd., pa u mnogim mjestima dolazi do velike gužve na cestama. Sve to uvelike utječe na sigurnost prometa na cestama, može se reći indirektno jer su ipak direktni čimbenici drugačije prirode, čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti, incidentni čimbenici itd. Čovjek u vozilu koji se kreće po cesti i prometna kultura direktno su povezani sa sigurnošću u prometu, pa se prema tome čimbenike treba razmatrati iz više kutova sa više različitih stajališta.

Detaljno obrađenom temom pokazano je da je čovjek ljudsko, složeno biće te da njegova sposobnost upravljanja vozila ovisi o njemu samome i svim čimbenicima koji ga karakteriziraju, psihomotoričke sposobnosti, kultura, obrazovanje itd. Kako je svaki čovjek jedinka i čimbenik sam za sebe, poseban, tako se stvara izuzetno kompleksna situacija vezana za sigurnost u prometu. Aproximativno tome, kada bi svi ljudi bili jednaki i imali jednake vozačke sposobnosti, sigurnost u prometu bi bila na višoj razini i ne bi se stohastički mijenjala, iz dana u dan. Dakle, čovjek je glavni čimbenik i on upravlja kroz ostale. S druge strane, dakako da je vozilo izuzetno važno jer pruža određene mogućnosti, no i ono najstarije i najsporije može doprinijeti povećanju sigurnosti u prometu. Aktivni elementi vozila koji utječu na sposobnost ponašanja vozila u određenim trenutcima, a kojima upravlja čovjek/vozač, mogu biti u manjoj ili većoj mjeri razvijeni, no razvidno je da razvijenije tehnologije utječu na bolje ponašanje vozila i različitim uvjetima, što u konačnici pomaže i čovjeku u upravljanju njime, a time se nadasve podiže razina stabilnosti u prometu na cestama.

7. POPIS LITERATURE

- [1] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [2] Ministarstvo unutarnjih poslova, Služba za strateško planiranje, statistiku i unaprjeđenje rada: Statistički pregled temeljnih sigurnosnih pokazatelja i rezultata rada u 2017. godini, MUP, Zagreb, 2018.
http://stari.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2018/Statisticki%20pregled_2017.pdf, 7.7.2018.
- [3] Štrbo, N. Analiza utjecaja aktivnih elemenata sigurnosti vozila na sigurnost cestovnog prometa. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2015.
- [4] Perotić, V.: *Prometna tehnika 1*, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994.
- [5] Ministarstvo unutarnjih poslova. Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2016., Republika Hrvatska, Ministarstvo unutarnjih poslova, ISSN 1331-2863, XLIII. GODINA, Zagreb, 2017.
- [6] Zakon o sigurnosti prometa na cestama. Zagreb: Narodne novine, 2008.
- [7] Šralek, D. Koji je pravilan položaj sjedenja u automobilu? Dostupno na: <https://www.oktan.hr/koji-je-pravilan-polozej-sjedenja-u-automobilu/> (10.7.2018.)
- [8] Jelić, I. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost u cestovnom prometu. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2015.
- [9] Mravak, A. Utjecaj kvalitete održavanja vozila na sigurnost cestovnog prometa. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2016
- [10] Državni zavod za statistiku: REGISTRIRANA CESTOVNA VOZILA I CESTOVNE PROMETNE NESREĆE U 2017. Priopćenje br. 5.1.5., ISSN 1330-0350, Zagreb, 2018.
- [11] Perić, F. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost cestovnog prometa. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2017.
- [12] Matan, I. Analiza aktivnih elemenata sigurnosti cestovnih vozila. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2015.

- [13] Centar za vozila hrvatske. URL:
http://www.cvh.hr/media/2770/s03_pregled_broja_neispravnosti_po_sklopovima_2017.pdf, 10.7.2018.
- [14] Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijal za predavanja. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
- [15] Šuker, T. Parametri sigurnosti prometa na primarnoj urbanoj mreži. Diplomski specijalistički rad. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku: Građevinski Fakultet, 2015.
- [16] Stajčić, Ž. Nesreće prilikom uključivanja vozila u promet. Završni rad. Gospić: Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću, 2017.
- [17] URL: <https://www.carid.com/articles/what-kind-of-spoiler-is-right-for-you.html>, (11.7.2018.)
- [18] URL: <http://www.auti.hr/magazin/sigurnost-u-voznji/eu-oznake-ocjena-testiranja-guma/4725>, (11.7.2018.)
- [19] URL: <http://www.instruktor-voznje.com.hr/kocenje/>, (12.7.2018.)
- [20] Active and passive security elements in vehicles. Dostupno na: <http://www.lipseguridad.es/en/actualidad/active-passive-security-elements-vehicles/>
- [21] Liščák, Š., Moravčík L. Safety requirements for road vehicles. Perner's Contacts – Electronical technical journal of technology, engineering and logistic in transport, Number 4, Volume VIII, December 2013. Dostupno na: http://pernerscontacts.upce.cz/33_2013/Liscak.pdf
- [22] Sesar, T. ABS – Sustav protiv blokiranja kotača, članak od 27.12.2011. URL: <http://www.petabrzina.com/abs-sustav-protiv-blokiranja-kotaca>, (14.7.2018.)
- [23] autonet.hr Mercedes-Benz User Experience, članak od 29.01.2018. URL: <http://www.autonet.hr teme/predstavljamo/mercedes-benz-user-experience/>, (14.7.2018.)
- [24] Barić, A. i Mijoč, A. Elektronički sustavi u automobilima. Seminarski rad. Veleučilište u Šibeniku. Šibenik, 2013.
- [25] Oryx. Provjerili smo što je bolje, senzori ili kamere? Dostupno na: <http://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/senzor-vs-kamera-6478>, (20.8.2018.)
- [26] TOPVIEW® sistem kamera za BMW X5 (2006-2009) - HCE-C500. Dostupno na: <http://www.alpine.hr/p/Products/SingleView/HCE-C500>, (20.8.2018.)

- [27] Flajnik, V. Pametne kamere nude se već od 600 kuna, članak od 24.3.2015. Dostupno na: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/aktualno/servis-pametne-kamere-nude-se-vec-od-600-kuna/378598/>, (21.8.2018.)
- [28] Smith, D. Ex-Apple engineers are making incredible tech for your car — here's their first product. Journal Jun. 21, 2016. Dostupno na: <https://www.businessinsider.com/pearl-rearvision-features-photos-2016-6#pearls-rearvision-system-costs-499-and-ships-in-september-you-can-preorder-one-a-hrefhttpshoppearlautocomtargetnewwherea-right-now-14>, (21.8.2018.)
- [29] Jurman, H. RearVision – okvir za registarske tablice s dvije HD kamere. Članak od. 23.6.2016. Dostupno na: <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/rearvision-okvir-za-registarske-tablice-s-dvije-hd-kamere---441161.html>, (21.8.2018.)
- [30] Njuškalo oglasnik.

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 2.1 Vennov dijagram.....	3
Slika 2.2 Veza elemenata podsustava prometa, vozač-vozilo-okolina.....	4
Slika 2.3 Osnovni elementi čimbenika čovjeka.....	8
Slika 4.1 Kočioni sustav kod vozila.....	23
Slika 4.2 Upravljački mehanizam vozila.....	24
Slika 4.3 Naljepnica nove generacije guma propisana od strane Europske unije.....	25
Slika 4.4 Nepravilni i pravilni način sjedenja u automobilu.....	28
Slika 4.5 Usmjerivači zraka na vozilu postavljeni na stražnju stranu vozila.....	29
Slika 4.6 Buka guma.....	31
Slika 5.1 ABS vozila.....	33
Slika 5.2 MBUX u vozilu.....	34
Slika 5.3 LDWS.....	36
Slika 5.4 Položaj kamera na vozilu BMW X5.....	37
Slika 5.5 Položaj kamere u unutrašnjosti vozila.....	38
Slika 5.6 Položaj kamere za snimanje zadnjeg dijela vozila.....	39
Slika 5.7 Kamere na okviru za tablice za snimanje zadnjeg vanjskog dijela vozila. ..	40
Slika 5.8 Kamera na okviru za tablicu.....	41

POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Udio u prometnim nesrećama prema čimbeniku kao uzroku nesreće u 2016. i 2017. godini u Republici Hrvatskoj.....	6
Tablica 2-2. Udio prometnih nezgoda u Republici Hrvatskoj od 2015. do 2016. godine prema uvjetima vidljivosti.	9
Tablica 2-3. Udio pogrešaka vozača u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.	11
Tablica 2-4. Udio čimbenika ceste prema njezinoj značajki u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.....	14
Tablica 3-1. Vrste vozila kao čimbenici vozila u prometnim nesrećama u Republici Hrvatskoj u 2016. i 2017. godini.	19
Tablica 3-2. Količina i postotni udio grešaka na vozilima prema sklopu vozila u 2017. godini u Republici Hrvatskoj.	20



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ završnog rada
pod naslovom **Analiza utjecaja aktivnih elemenata vozila na sigurnost cestovnog
prometa**
na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 28.8.2018 _____

Student/ica: _____

(potpis)