

# Analiza naprednih sustava za pomoć vozaču u cestovnim prijevoznim sredstvima

---

Klarić, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*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:119:534981>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

### **ANALIZA NAPREDNIH SUSTAVA ZA POMOĆ VOZAČU U CESTOVNIM PRIJEVOZNIM SREDSTVIMA**

### **ANALYSIS OF ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEM IN ROAD VEHICLES**

Mentor : Doc.dr.sc. Željko Šarić

Student : Lovro Klarić

JMBAG : 0246066191

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 21. travnja 2021.

Zavod: **Zavod za prometno tehnička vještačenja**  
Predmet: **Cestovna prijevozna sredstva**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6232

Pristupnik: **Lovro Klarić (0246066191)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni**

Zadatak: **Analiza naprednih sustava za pomoć vozaču u cestovnim prijevoznim sredstvima**

Opis zadatka:

Napredni i sigurnosni sustavi u vozilima služe za olakšavanje upravljanje vozilom, kao i prevenciji sudara i nesreća u prometu, te smanjenju ozbiljnosti njihovih posljedica. Dijele se na aktivne i pasivne sustave nesreća. Aktivni čimbenici sustavi sigurnosti imaju važnu pri prevenciji sudara i nesreća pružajući upozorenja ili pomažući vozačima u skretanju te kontroliranju vozila putem senzora, radara, lidara, te kamera. Zadatak završnog rada je analizirati na koji način različiti sustavi aktivne sigurnosti pomažu vozačima te koliko doprinose njihovoj sigurnosti.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

Doc. dr. sc. Željko Šarić

## SAŽETAK

Napredni i sigurnosni sustavi u vozilima služe za olakšavanje upravljanja vozilom, kao i prevenciji sudara i nesreća u prometu, te smanjenju ozbiljnosti njihovih posljedica. Dijelev se na aktivne i pasivne sustave. Aktivni čimbenici sigurnosti imaju važnu ulogu pri prevenciji sudara i nesreća pružajući upozorenja ili pomažući vozačima u skretanju te kontroliranju vozila putem senzora, radara, lidara, te kamera. Također je važno naglasiti da se korištenjem ovakvih sustava mogu uvesti i različite razine autonomne vožnje, a sa popriličnom sigurnošću se može i očekivati da će u bliskoj budućnosti sve više elektroničkih sustava aktivne sigurnosti postati dio standardne opreme u automobilima.

**KLJUČNE RIJEČI: Sigurnosni sustavi, Automobili, Vozila, Nesreće, Adas**

## SUMMARY

Advanced and safety systems in vehicles serve to facilitate vehicle management, as well as to prevent collisions and accidents in traffic, and to reduce the severity of their consequences. They are divided into active and passive accident systems. Active factors of safety systems play an important role in preventing collisions and accidents by warning or assisting drivers to turn and control vehicles through sensors, radars, lidars, and cameras. It is also important to emphasize that the use of such systems can introduce different levels of autonomous driving, and with considerable certainty it can be expected that in the near future more and more electronic active safety systems will become part of standard equipment in cars.

**KEYWORDS: Safety systems, Cars, Vehicles, Accidents, Adas**

# Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. AKTIVNI ČIMBENICI SIGURNOSTI U CESTOVNIM VOZILIMA .....                        | 3  |
| 2.1. Uređaji za kočenje .....   | 5  |
| 2.2. Upravljački mehanizam .....  | 9  |
| 2.3. Pneumatici .....   | 10 |
| 2.4. Svjetlosni i signalni uređaji .....  | 11 |
| 2.5. Konstrukcija sjedala.....  | 13 |
| 2.6. Usmjerivači zraka, uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje.....       | 13 |
| 2.7. Vibracije vozila.....  | 13 |
| 2.8. Buka .....   | 13 |
| 2.9. ADAS sustavi .....   | 14 |
| 3. UREĐAJI ZA AUTOMATSKO KOČENJE VOZILA .....                                     | 15 |
| 4. UREĐAJI ZA ZADRŽAVANJE VOZILA U PROMETNOJ TRACI .....                          | 17 |
| 5. UREĐAJI ZA PREPOZNAVANJE PROMETNIH ZNAKOVA I PJEŠAKA .....                     | 23 |
| 6. ADAPTIVNI TEMPOMAT .....   | 26 |
| 7. PRIMJENA SUVREMENIH AKTIVNIH ČIMBENIKA SIGURNOSTI U<br>CESTOVNIM VOZILIMA..... | 31 |
| 8. ZAKLJUČAK .....  | 34 |
| LITERATURA .....  | 35 |
| POPIS SLIKA.....  | 37 |
| POPIS TABLICA .....   | 37 |
| POPIS KRATICA.....  | 38 |

## 1. UVOD

Upravljanje i održavanje sigurnosti prometa na cestama predstavlja kompleksan sustav koji omogućuje neprekinuto odvijanje prometa uz nastojanje da se smanji stopa incidentnih situacija putem uporabe različitih pomoćnih sustava, i na cestama, ali i u samom vozilu. Napredni sustavi koji se koriste za pomoć u vožnji se konstantno razvijaju, te se onda primjenjuju s ciljem poboljšanja razine sigurnosti u prometu, kao i snižavanja stope prometnih nesreća. Cilj ovog završnog rada je analizirati na koji način različiti sustavi aktivne sigurnosti pomažu vozačima te koliko doprinose njihovoj sigurnosti.

Rad je podijeljen u osam cjelina :

1. Uvod
2. Aktivni čimbenici sigurnosti u cestovnim vozilima
3. Uređaji za automatsko kočenje
4. Uređaji za zadržavanje vozila u prometnoj traci
5. Uređaji za prepoznavanje prometnih znakova i pješaka
6. Adaptivni tempomat
7. Primjena suvremenih aktivnih čimbenika sigurnosti u cestovnim vozilima
8. Zaključak

U drugom poglavlju analiziraju se aktivni čimbenici sigurnosti u cestovnim vozilima, te je iz rada vidljivo da je primjena ovakvih naprednih tehnologija sigurnosti u automobilima posljednjih godina u stabilnom porastu te je jasna činjenica da oni značajno smanjuju mogućnost nesreća u prometu, a samim time u velikoj mjeri opada i razina stresa kod vozača. Moderna vozila vrlo često imaju veći broj sigurnosnih sustava koji mogu u najkraćem roku samostalno utjecati na smjer, brzinu, kao i na poziciju vozila na cesti. Treba naglasiti da neki ADAS (engl. *Advanced Driver Assistance Systems*) sustavi mogu biti aktivni i onda kada vozilo nije u pokretu ili kada se priprema za ulazak u promet.

U trećem poglavlju obrađeni su uređaji za automatsko kočenje vozila. Ova tehnologija AEB (engl. *Automatic Emergency Braking*), je kreirana sa svrhom ublažavanja posljedica sudara pri velikim brzinama, ali su oni ipak prvenstveno namijenjeni smanjenju brzine vozila što treba dovesti do manje štete u slučaju sudara pa su tada smrtni slučajevi malo vjerojatni.

U četvrtom poglavlju analiziraju se uređaji za zadržavanje vozila u prometnoj traci. Sustav podrške očuvanja vozne trake, LKA (engl. *Lane Keeping Assist* ), pruža pomoć kada je potrebna korekcija putanje vozila koje više ili manje postupno skreće sa svoje trake na cesti. U tim se trenucima javlja upozorenje koje ima za cilj obavijestiti vozača da što prije ispravi putanju svojeg vozila, pri tome lagano skrećući kako bi se vozilo zaustavilo od napuštanja svoje trake.

U petom poglavlju obrađeni su sustavi za prepoznavanje prometnih znakova i pješaka, koji funkcioniraju na način da upotrebljavaju kameru za detekciju te prepoznavanje prometnih znakova, ali i pješaka, uzduž ceste po kojoj vozilo prometuje, te tako povećava razinu sigurnosti u prometu. Ovaj sustav također pruža vozačima potrebne podatke držeći ih obaviještenima o stanju na cesti, čak i onda kada su već mimoišli neki cestovni znak a da ga nisu uočili.

Šesto poglavlje je posvećeno adaptivnom tempomatu, ACC (engl. *Adaptive cruise control*), koji je vrlo napredan sustav za upravljanje cestovnim vozilima, pa je svakako koristan prilikom sprječavanja sudara i podizanja razine sigurnosti u prometu općenito. Adaptivni tempomat djeluje tako da automatski prilagođava brzinu vozila da bi održao sigurnu udaljenosti u odnosu na vozila ispred sebe.

U sedmom poglavlju promatraju se aktivni čimbenici sigurnosti u vozilima, poput senzora za prepoznavanje pješaka na cesti, koji imaju za svrhu pravovremeno detektirati pješake koji su se našli na putu automobilu i taj sustav ima namjenu da pravovremeno može zakočiti prije nego dođe do udara u pješaka.

## 2. AKTIVNI ČIMBENICI SIGURNOSTI U CESTOVNIM VOZILIMA

Unatrag nekoliko godina suvremeni aktivni elementi uzimaju sve veći zamah kod vozila te će tako na području Europske Unije od svibnja 2022. prema uredbi (EU) 2019 - Europskog parlamenta i Vijeća sva vozila morati imati inteligentni sustav za pomoć pri kontroli brzine ISA (engl. *Intelligent Speed Adaptation*) te napredni sustav za upozorenje u slučaju odvratanja pozornosti vozača[27].

ISA je sustav koji vozača na nekoliko načina obavještava i upozorava na prekoračenje zakonskog ograničenja brzine. Povezan je s GPS (engl. *Global Positioning System*)-om i digitalnim kartama te se automatski prilagođava ograničenjima na pojedinim cestama. Postoji nekoliko načina rada ISA-e. Primjerice, informativni ISA daje vozaču povratne informacije putem vizualnog ili audio signala, upozoravajući ISA povećava suprotni pritisak na papučicu gasa (otežava ubrzanje), a interventni ISA raznim funkcijama, poput smanjenja ubrizgavanja goriva (smanjuje snagu motora). Vozač će imati mogućnost isključivanja sustava i preuzimanja kontrole nad vozilom u svim načinima rada. Svi automobili bit će opremljeni prednjim kamerama i navigacijskim uređajima. Pomoću jednog i drugog sustava automobil će detektirati ograničenje brzine[24].

Po svim procjenama ISA sustav bi do 2022. trebao biti gotovo 100% točan, odnosno točno će prepoznavati ograničenja brzine. Uz pozitivne strane ovog propisa spominju se i negativne tj. vozači bi mogli voziti automatizmom po ograničenjima brzine, a u slučaju poledice, na primjer, ograničenje brzine može čak biti i previsoko postavljeno. Drugi izazov je prepoznavanje znakova promjenjivih ograničenja brzine, koji su česti na displejima na cestama. Tu će prednje kamere morati funkcionirati bez greške[26].

Naime, prema reviziji Uredbe o općoj sigurnosti, od svibnja 2024. godine u Europskoj Uniji postati će obvezni sustavi za blokadu u slučaju vožnje pod utjecajem alkohola, sustav za upozorenje u slučaju pospanosti i manjka pozornosti vozača, signal za zaustavljanje u nuždi te jedan od najvažnijih sustava će bit uređaj za snimanje podataka EDR (engl. *Event Data Recorder*) odnosno „crna kutija“ koja će pohranjivati više od četrdeset podataka i parametara tokom vožnje i u trenutku prometne nesreće[27].

Uređaj je smješten u modulu zračnog jastuka, u njegovoj računalnoj jedinici i stalno prati kretanje vozila. Kad registrira sudar, uređaj u tom trenutku zamrzne podatke pet sekundi prije sudara i spremi ih, odnosno snimi sam događaj i njegovo trajanje te podatke neposredno nakon sudara. Ukupno će prema predviđenoj EU regulativi, prikupljati 41 podatak, a pri tome zbog zaštite osobnih podataka neće biti snimani mjesto i vrijeme nesreće te podaci o



vlasniku vozila, odnosno vozaču. Uređaj će, primjerice, bilježiti brzinu vozila prije sudara, je li i kad je stisnuta kočnica, koji je bio stupanj okretanja volana, jesu li vozač ili suvozač bili vezani, jesu li se aktivirali zračni jastuci, je li neka od kontrolnih lampica svijetlila i ukazivala na neku neispravnost na vozilu. Podacima iz „crne kutije“ može se pristupiti samo preko posebno certificiranog uređaja. Uređaj za snimanje podataka u svim novim automobilima obvezan je u SAD-u još od 2014. dok se u EU moraju ugraditi u sva nova osobna vozila od 2022., odnosno od 2024. u vozila koja se prvi put registriraju. Jedina ovlaštena tvrtka za izradu uređaja pomoću kojih se izvlače podaci iz „crnih kutija“ je *Bosch* koji je za to još 2003. potpisao ugovore s proizvođačima vozila[25].

Vrlo je bitno naglasiti da „crna kutija“ nije pravi aktivni element sigurnosti, ali je dokazano da vozači koji znaju da ih u vozilu neki uređaj snima i prati njihovo kretanje preventivno djeluje na nastanak prometne nesreće u smislu da voze pažljivije.

Aktivni čimbenici sigurnosti uključuju sve mjere i uređaje na vozilu koji sprječavaju da dođe do prometne nesreće te ih možemo podijeliti na uređaje koji pomažu vozaču da uoči okolnosti u prometu i uređaje odnosno sustave koji uvelike pomažu spriječiti nesreću[1].

Pod aktivne čimbenike sigurnosti u cestovnim vozilima spadaju sljedeći elementi: [1]

- kočnice,
- upravljački mehanizam,
- pneumatici,
- svjetlosni te signalni uređaji,
- uređaji koji pomažu proširenju vidnog polja vozača,
- konstrukcija sjedala,
- spojleri,
- uređaji za grijanje, te hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila,
- vibracije vozila, te
- buka.

## 2.1. Uređaji za kočenje

Glavna namjena uređaja za kočenje je usporavanje kretanja vozila, kao i potpuno zaustavljanje vozila. Kočnice u svakom slučaju predstavljaju jedno od ključnih uređaja na bilo kojoj vrsti vozila, te ima neprocjenjivu važnost za razinu sigurnosti u prometu [1].

Sam sustav za kočenje dijeli se prema sljedećim kriterijima: [1]

1. namjeni,
2. upotrijebljenoj energiji,
3. načinu kako se energija prenosi,
4. konstrukcijskoj izvedbi prijenosnog mehanizma.

Vozilo mora imati dvije kočnice koje su u cijelosti nezavisne jedna od druge, a to su ručna i nožna kočnica. Kada se one promatraju iz perspektive sigurnosti prometa, važniju ulogu ima nožna kočnica iz jednostavnog razloga što ona ima neposredno djelovanje na sve kotače [1].

Postoji nekoliko vrsta kočenja: [1]

1. kočenje pomoću disk kočnice,
2. kočenje pomoću bubnja, te
3. mjerodavno kočenje.

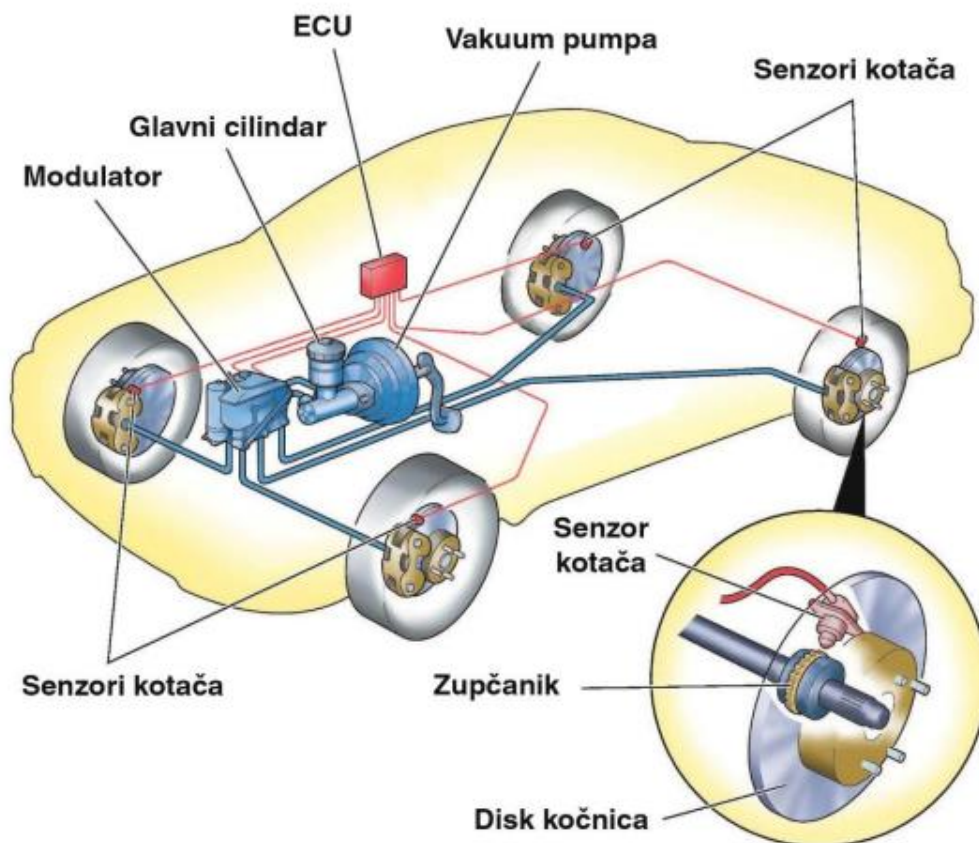
Treba naglasiti da sustav upozorenja pri naglom kočenju igra izuzetno važnu ulogu u kontekstu podizanja sigurnosti u prometu, iz razloga što u značajnoj mjeri pomaže u smanjenju rizika od udara u stražnji dio prednjeg vozila. Sustav funkcionira na način da se za vrijeme naglog kočenja automobila svjetla za upozorenje, a to su u većini situacija stop svjetla, krenu paliti i gasiti velikom brzinom. Razlog zašto se svjetla tako pale i gase je da se upozore vozila koja su iza ovog automobila na iznenadnu opasnu situaciju u prometu ispred njih. Vozač u vozilu iza mora brzo reagirati da bi mogao izbjeći udar u vozilo ispred sebe te da bi uspio održati sigurni razmak [28].

Najveću razinu opasnosti za sigurnost prometa kod naglog kočenju predstavlja blokiranje kočnica, jer se u tim trenucima gubi čak oko 60% sile kočenja. Danas su u svijetu poznati raznovrsni antiblok sustavi, naziva A-B-S sustavi, odnosno sustavi sprječavanje blokiranja kotača [1].

ABS (engl. *Anti-lock braking system*), predstavlja sigurnosni sustav koji ima za svrhu spriječiti blokiranje kotača za vrijeme kočenja pa na takav način sprječava moguće

proklizavanje automobila. Isto tako, ABS sustav osigurava upravljivost vozila kao i smanjenje duljine puta kočenja. ABS sustave koriste kamioni, automobili, motocikl, autobusi i tegljači. ABS sustav funkcionira tako da koristi načelo kočenja koje inače koriste i vrlo iskusni, kao i profesionalni vozači, tj. postupno koče sa prekidima uz takozvano pumpanje kočnica. Ovaj način kočenja se primjenjuje s ciljem da se kotači ne bi blokirali i da bi se moglo nastaviti upravljati vozilom, s time da se mora istaknuti da ABS sustavi to izvode mnogo brže. Iako je neosporna činjenica da u prevladavajućoj većini situacija ABS značajno pospješuje kontrolu vozila te smanjuje put kočenja na suhoj cesti te u određenoj mjeri na mokrim površinama, kada se vozilo zatekne na rastresitom makadamu ili na snijegu, vrlo često se događa da ABS sustavi produžuju duljinu puta kočenja, doduše uz poboljšanu upravljivost vozila [7].

Jedan od najviše cijenjenih antiblok sustava je svakako sustav koji postavlja BMW u vozila vlastite proizvodnje. Na sljedećoj slici je prikazan raspored uređaja u antiblokirajućem sustavu BMW-a. Njihovi uređaji za kočenje, ali uz to i dodatni servo uređaji u značajnoj mjeri povećavaju razinu sigurnosti u vožnji [2]. Ovi sustavi su uglavnom vrlo pouzdani, a do kvarova ovih uređaja dolazi u prvom redu zbog nemara i slabog održavanja.

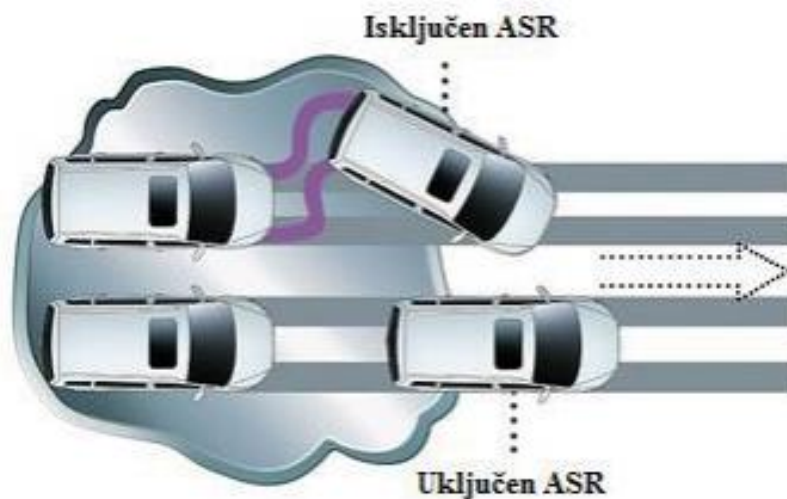


Slika 1. BMW ABS sustav, [2]

Ovdje je svakako potrebno spomenuti i ASR (engl. *Anti Slip Regulation* ), koji se ugrađuje u automobile s ciljem ograničavanja okretnog momenta motora na vrijednost koja se može prenijeti na podlogu bez klizanja kotača. Na takav će se način spriječiti da dođe do zanošenja automobila uz optimalnu veličinu vučne sile [3].

ASR sustav pruža sljedeće prednosti pri vožnji: [3]

- povećava vučnu silu pri pokretanju i ubrzavanju vozila,
- povećava sigurnost kod velikih vučnih sila,
- automatski prilagođava okretni moment motora stanju podloge i kotača,
- informira vozača o dostizanju granica vozne dinamike.



Slika 2. ASR sustav, [4]

ASR sustav u automobilima djeluje uz pomoć ABS sustava na način da koristi senzor brzine vrtnje kotača koji također koristi i ABS. Navedeni senzori tijekom vožnje mjere postoje li razlike kod vrtnje pogonskih kotača, a razlika vrtnje pogonskih kotača prilikom povećanja brzine ukazuje na to da jedan od njih ima veću brzinu vrtnje, odnosno da proklizava. U tim trenucima kočioni sustav ABS-a će automatski primijeniti kočionu silu na kotač koji proklizava s ciljem smanjivanja brzine, odnosno da bi što više smanjio proklizavanje. Ako dođe do proklizavanja kotača, tada će se smanjiti i snaga motora. U takvoj će situaciji vozač automobila osjetiti pulsiranje papučice gasa, slično kao i prilikom naglog kočenja gdje proradi ABS sustav, a papučica kočnice pulsira[3].

Najjednostavniji ASR sustavi su oni koji direktno djeluju na motor. Senzori okretaja kotača daju podatke upravljačkom sklopu, pa u slučaju da neki kotač naginje klizanju, upravljački sklop će umanjiti okretni moment, dok će signalna lampica informirati vozača da je sustav aktiviran. ASR se može okarakterizirati sustavom za sprječavanje proklizavanja pogonskih kotača, a uz to ima također funkciju blokade diferencijala. Kod uvjeta zimske vožnje te vožnji s lancima, sustav se mora isključiti jer u takvim situacijama treba imati određeno klizanje kotača [3].

## 2.2. Upravljački mehanizam

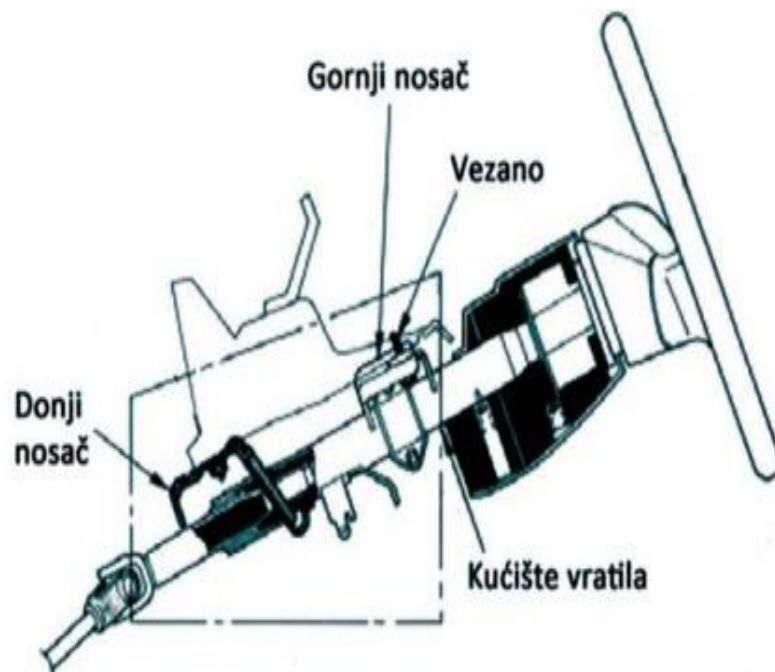
Upravljački mehanizam, kao i kočnice, predstavlja jedan od ključnih dijelova svakog vozila te mu se stoga mora dati prikladna pozornost. Upravljački mehanizam ima zadaću osigurati vozaču da može sa lakoćom i sigurnošću upravljati vozilom te održavati pravac.

Nakon zavoja, upravljački mehanizam će omogućiti vozaču da može brzo vratiti upravljačke kotače u njihov prvobitni položaj. No, da bi upravljački mehanizam mogao osigurati zadovoljavajuću sigurnost nekog vozila, nužno je da bude prisutna usklađenost upravljačkih kotača, kao i njihova usmjerenost. Za upravljačke kotače je također vrlo bitno da imaju sposobnost da se tijekom kretanja vozila konstantno održavaju u neutralnom položaju, drugim riječima da se zakrenuti kotači imaju tendenciju vratiti u neutralni položaj. Ovakva sposobnost naziva se stabilnost upravljačkih kotača [29].

Upravljački mehanizam kao neispravna komponenta predstavlja jedan od ključnih uzročnika prometnih nesreća. Uzrok takvih nesreća može se nalaziti u velikoj zračnosti u nekim elementima koji čine upravljački mehanizam, kao i u slučajevima kada dođe do loma određenih dijelova ovog mehanizma, kao i radi neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog volana. Ona, naime, može samostalno zaključati volan, te na takav način spriječiti okretanje volana [29]. Potrebno je istaknuti i činjenicu da najozbiljnije povrede vozača prilikom čelnog sudara nastaju zato što dolazi do vrlo snažnog udara prsnog koša u kolo upravljača, a vrlo je čest i udar glave u vjetrobransko staklo.

Ipak, ove vrlo opasne ozljede se mogu u dobroj mjeri ublažiti tako da se ugrade upravljači osovine koji imaju više različitih dijelova te posjeduju elastični uređaj koji može u znatnoj količini amortizirati energiju takvoga udara [1].

Na sljedećoj slici prikazan je sustav upravljanja vozilom.



Slika 3. Sustav upravljanja vozilom, [5]

### 2.3. Pneumatici

Ono što je vrlo specifično kada se govori o pneumaticima, je činjenica da oni imaju u enormnoj mjeri utjecaj na sigurnost u prometu, a njihova temeljna svrha je dobivanje što boljeg prijanjanja između kotača i ceste, odnosno podloge na kojoj se izvodi vožnja. Pneumatici imaju veliki utjecaj na stabilnost vozila, ponajviše u zavojima, a velika važnost pneumatika je vidljiva i iz činjenice da oni, kada su kvalitetni i u dobrom stanju, vozaču omogućavaju stabilnu te sigurnu vožnju [30].

Isto tako je za pneumatike važno da svojim prianjanjem uz površinu ceste pružaju vozaču osjećaj sigurnosti, kao i uživanje u ugodnoj vožnji. Da bi vožnja bila sigurna vrlo je bitno da pneumatik ima dobru šaru, te takva dubina šare ni u kom slučaju ne može biti manja od 1,6 milimetra. Podjela kategorizira pneumatike na radijalne i dijagonalne. Ključna prednost radijalnih pneumatika leži u podatku da se oni tokom vožnje u manjoj mjeri zagrijavaju i samim time manje troše, a stabilnost vozila je izraženija, kao i iskorištenje snage motora prilikom ubrzanja. Kod prednosti ovih pneumatika bitno je istaknuti i kraći put kočenja, manju razinu potrošnje goriva, a radijalni pneumatici su i oko 25% sigurniji na mokroj površini te omogućavaju lakše upravljanje vozilom [1]. Za sigurnost pneumatika je važno da su napumpani na optimalan tlak, da bi se moglo sigurno utjecati na situacije u prometu. Za vrijeme vožnje vrlo često može doći do prelaženja preko stvari koje su se zatekle na cesti kao i uz sam rub ceste, pa kao posljedica se mogu oštetiti pneumatici, a to će u ozbiljnoj mjeri ugroziti razinu sigurnosti u prometu [30].

Svaki vozač ima obvezu voditi računa o stanju pneumatika i njihovoj istrošenosti. To je izuzetno bitno jer ako su pneumatici istrošeni, oni neće dobro prianjati uz podlogu, što lako može dovesti do prometne nesreće. Automobilski pneumatici su jedan od ključnih čimbenika po pitanju sigurnosti već i iz jednostavnog razloga što su oni jedini dio automobila koji je u direktnom kontaktu s kolnikom i sa podlogom. Za pneumatik je karakteristično da on predstavlja mehanički čvrstu te poprilično elastičnu tvar, a pitanje sigurnosti se nalazi u svakom programu označavanja guma. Za temeljni indikator razine sigurnosti se koristi prianjanje na mokroj podlozi. Nedostatak ove metode leži u činjenici da ovaj indikator ne pokazuje kako će neka guma reagirati u stvarnim uvjetima, primjerice u zavoju [30].

#### **2.4. Svjetlosni i signalni uređaji**

Izuzetno velika važnost svjetlosnih i signalnih uređaja u prometu odmah je vidljiva, već iz same njihove namjene. Svjetlosni i signalni uređaji predstavljaju izuzetno važne aktivne elemente iz razloga što svojim radom omogućuju sigurnu vožnju kod slabe vidljivosti, loših vremenskih uvjeta, te tokom noći. Uz to vozač čak 95% informacija dobiva preko osjetila vida. Ovi uređaji osvjetljavaju cestu ispred vozila, omogućavajući potrebnu vidljivost. Isto tako, oni označavaju gdje se vozilo nalazi na kolniku te daju odgovarajući signal. Na prednjoj strani vozila nalaze se duga svjetla, kratka svjetla, svjetla za maglu te pokazivači smjera [1].



Na stražnjoj strani svakog vozila nalaze se stop svjetla, stražnja svjetla za označavanje vozila, kao i pokazivači smjera, te svjetlo koje služi za osvjetljivanje registracijskih tablica. Ako se ovi svjetlosni uređaji koriste na regulirani način, svi vozači zasebno doprinose višoj razini sigurnosti u prometu. S druge strane, nepravilna i neadekvatna uporaba svjetlosnih uređaja uzročnik je velikog broja prometnih nesreća. Također, treba istaknuti da svjetlosni i signalni uređaji trebaju ispuniti sljedeće sigurnosne uvjete: tijekom noćne vožnje potrebno je da dovoljno osvijetle cestu kao i njezinu neposrednu okolinu, moraju osigurati neometani promet vozila i u slučajevima kada je prisutna slaba vidljivost, konkretnije u situacijama poput primjerice magle, jake kiše te snijega. Ovi uređaji također trebaju upozoriti i druge osobe koje su u prometu o svim nastalim promjenama pravaca te brzine kojom se vozila kreću, dok reflektirajuća svjetla trebaju jasno obilježiti vozila i sa prednje i sa stražnje strane [1].

Ovdje je svakako potrebno spomenuti i uređaje koji služe za proširenje vidnog polja za vrijeme vožnje, a u tu skupinu spadaju prozorska stakla na vozilu, brisači i perači vjetrobrana, kao i vozačka zrcala, odnosno retrovizori [6].



Slika 4. Duga svjetla vozila, [6]

## **2.5. Konstrukcija sjedala**

Da bi konstrukcija sjedala unutar određenog vozila zadovoljila uvjete za sigurnu vožnju, ona treba biti konstruirana na način da omogućava udobno sjedanje, da drži vozača sigurnim prilikom djelovanja centrifugalne sile u zavoju, kao i da može omogućiti dobru vidljivost, a pritom da je takvo sjedalo u idealnoj mjeri udaljeno od uređaja za kontrolu vozila[1].

## **2.6. Usmjerivači zraka, uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje**

Svrha i namjena usmjerivača zraka je smanjivanje razine otpora zraka te porast stabilnosti vozila kod vožnje pri velikim brzinama. Samo smanjenje otpora zraka je vrlo korisno prilikom vožnje iz razloga što ono povećava brzinu vozila, dok istovremeno snižava razinu potrošnje goriva. Način postavljanja usmjerivača zraka traži opsežna ispitivanja te testiranja u zračnom tunelu [1]. Kada se govori o uređajima i za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila, potrebno je napomenuti da su oni izuzetno bitni za ostvarivanje radne sposobnosti nekog vozača, te su na taj način bitni i za sigurnost prometa. Prema provedenim istraživanjima, kod temperature ispod 13 Celzijevih stupnjeva te iznad 30 stupnjeva radna sposobnost vozača će se u značajnoj mjeri smanjiti, pa je iz tog razloga neophodan kvalitetan uređaj za grijanje, hlađenje te provjetravanje unutrašnjosti [1].

## **2.7. Vibracije vozila**

Razina vibracija koje mogu nastati u vozilu za vrijeme vožnje su često vrlo neugodne za putnike, te se mogu i značajno povećati kada dolazi do naglih ubrzavanja i usporavanja vozila. Ovakve vibracije se prvenstveno preko stopala šire na ostale dijelove tijela putnika, a važno je istaknuti da najintenzivniji utjecaj na organizam čovjeka koji se nalazi u vozilu imaju vibracije školjke [1].

## **2.8. Buka**

Buka može imati vrlo štetno i negativno djelovanje na ljudski organizam, prije svega svojim efektom na živčani sustav, te na unutarnje organe. Buka može dovesti do jakih vrtoglavica, glavobolja, pojačane nervoze i razdražljivosti, što za posljedicu može dovesti do pada razine

radne sposobnosti vozača. Nadalje, dokazano je da buka koja prelazi razinu od 80 dB ima vrlo štetan utjecaj na organe sluha, tako da u vozilima razina buke ne bi trebala biti viša od 70 dB [1].

## 2.9. ADAS sustavi

ADAS (engl. *Advanced Driver Assistance Systems*), su napredni sustavi koji pružaju podršku vozačima prilikom upravljanja vozilom. To je skup različitih elektroničkih sustava koji pomažu vozaču za vrijeme vožnje, kao i prilikom parkiranja automobila. Određeni ADAS sustavi mogu biti aktivni i u trenucima kada vozilo nije u pokretu ili kada se priprema za ulazak u promet. Glavna svrha ADAS sustava je postizanje značajnog poboljšanja razine sigurnosti u prometu i to na način da maksimalno umanjuje mogućnost nastanka ljudskih grešaka u vožnji. Automobil može imati različite ADAS sustave, koji imaju za cilj pravovremeno upozoriti vozače na moguće opasne situacije u prometu, a određeni ADAS sustavi imaju mogućnost i reagirati umjesto vozača, za što je izuzetno dobar primjer sustav automatskog kočenja. U današnje vrijeme gotovo svaki proizvođač automobila ADAS sustav prilagođava vlastitim modelima automobila pa su prisutne značajne razlike i što se tiče modela i što se tiče samog proizvođača vozila. Svaki model automobila ima određene sustave koji su povezani sustavom ADAS [31].

Sustavi koji ga čine su sljedeći: [31]

1. Adaptivni tempomat
2. Adaptivna svjetla
3. ABS sustav
4. Sustav za parkiranje
5. Kamera za pogled iz zraka
6. Sustav upozorenja na vozila u mrtvom kutu
7. *Brake Assist sustav - BAS*
8. *Lane Assist sustav*
9. Sustav za prepoznavanje prometnih znakova

### 3. UREĐAJI ZA AUTOMATSKO KOČENJE VOZILA

Automatsko kočenje označava tehnologiju prije sudara, odnosno *pre-crash*. Ova tehnologija, AEB (engl. *Automatic Emergency Braking*), je kreirana sa svrhom ublažavanja posljedica sudara pri velikim brzinama u slučaju da vozač nije na vrijeme obratio pažnju na događaje na cesti. Iako određeni sustavi automatskog kočenja mogu čak i spriječiti sudare, oni su ipak prvenstveno namijenjeni značajnijem smanjenju brzine vozila što treba dovesti do manje štete u slučaju sudara i u kome su smrtni slučajevi malo vjerojatni. Zadaća elektroničkih sustava aktivne sigurnosti, odnosno sustava automatskog kočenja je na vrijeme spriječiti, ili ako se to pokaže nemogućim, barem u značajnoj mjeri ublažiti posljedice sudara. To se može postići putem automatskog kočenja kada nastupi potencijalno opasna situacija u prometu, ali isto tako i upozorenjem ako dođe do napuštanja prometne trake. Sustav automatskog kočenja kod opasnosti od sudara te sustav prepoznavanja pješaka se u svome radu služe sa radarom s kamerom instaliranom s ciljem detekcije objekata ispred vozila, čija je svrha predviđanje mogućnosti da dođe do sudara sa drugim sudionicima u prometu [8].

Druga namjena ovog radara je upozoravanje na prisutnost prepreka na putu vozila. U situaciji kada nastupi ozbiljniji rizik od sudara, vozač će biti alarmiran putem zvučnih te vizualnih upozorenja koji su postavljeni na kontrolnoj ploči. Tijekom same reakcije vozača, odnosno njegovim pritiskom na papučicu kočnice, sustav odmah počinje s pripremom pomoći pri naglom kočenju te stvara maksimalni tlak unutar sustava za kočenje, neovisno o tome koliko je jako papučica gasa pritisnuta [8].

U slučaju da vozač nije mogao reagirati u potrebnom vremenu i stisnuti papučicu kočnice, sustav će se odmah aktivirati, i to na način da će pokrenuti potpuno i samostalno kočenje, čime će ili u potpunosti spriječiti ili bar umanjiti moguće posljedice, tj. sudar sa vozilom koje se nalazi ispred [8].

Slično je i sa sustavom kočenja kad se ispred vozila zatekne biciklist. Uz korištenje uređaja za automatsko kočenje vozila, sigurnost prelazi na višu razinu tako da napredni sigurnosni sustavi na vrijeme detektiraju različite potencijalne opasnosti i upozoravaju vozača, a postoji i mogućnost da samostalno razriješe potencijalno opasnu situaciju te tako spriječe moguće neželjene situacije. Ovaj sustav također ima funkciju pripremanja sigurnosnih pojaseva, i to tako da ih zategne onoliko koliko je potrebno, a svrha toga je da će zadržati vozača u sjedalu sigurnim te će u značajnoj mjeri umanjiti šansu za nastanak potencijalnih ozljeda [8].

Ovaj sustav, ako ga se promatra u tehničkom kontekstu, najbolje se može opisati kao sustav pravovremenog upozorenja na sudar [8].

Elektronički sustavi aktivne sigurnosti imaju također i funkciju prepoznavanja prometnih znakova i pješaka, no treba istaknuti da izuzetno bitnu ulogu ima i sprječavanje proklizavanja kotača kao i momentalno aktiviranje zračnih jastuka u trenutku kada dođe do udara vozila.

U današnjem svijetu život ljudi je dosta ubrzan tako da trenutak nepažnje prilikom vožnje može ugroziti sigurnost prometa i njegovih sudionika. Razvojem tehnologije razvijaju se i elektronički sustavi u automobilima koji umanjuju ili, čak, sprječavaju nastanak prometne nezgode. Oni su dio inteligentnih transportnih sustava [8].

Ovdje spadaju i različiti sustavi automatskog kočenja kod opasnosti od sudara s mogućnošću otkrivanja pješaka noću. Ovi uređaji otkrivaju druga vozila na cesti, kao i pješake koji su se našli na putanji automobila pri slaboj i/ili nedovoljnoj osvjetljenosti. U slučaju da sustav ocijeni da se sudar neće moći izbjeći, on će pravovremeno upozoriti vozača, pa ako dođe do situacije da vozač ne reagira na vrijeme, kočnice će se aktivirati automatski [8].

#### 4. UREĐAJI ZA ZADRŽAVANJE VOZILA U PROMETNOJ TRACI

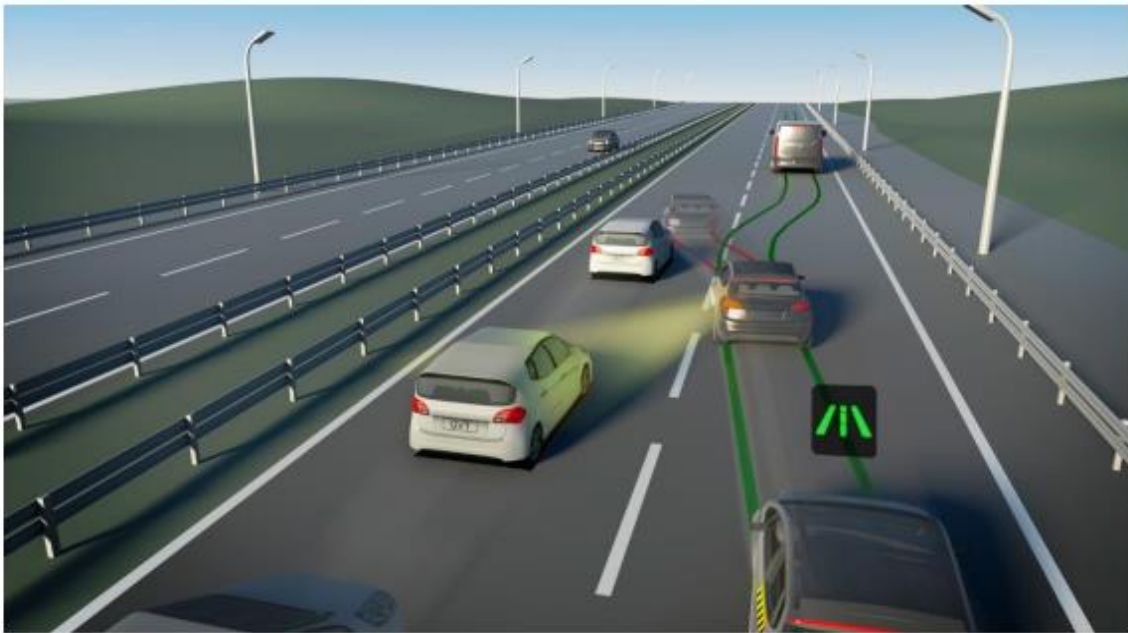
Neosporna je činjenica da se izuzetno veliki broj prometnih nesreća dešava u trenucima kada vozilo napusti svoju voznu traku, neovisno da li je do toga došlo postupno zbog rastresenosti ili nepažnje vozača, ili je to nastupilo naglo iz razloga što je došlo do krive procjene zavoja. Napuštanje vozne trake vrlo često može za posljedicu imati vrlo ozbiljne, pa čak i tragične nesreće, a ugroziti će i nadolazeći promet i stvoriti prepreka na cesti ili pokraj nje.



Slika 5. Prikaz aktiviranja ELK sustava na nadolazeći promet i vraćanja vozila u svoju traku, [9]

Sustav podrške očuvanja vozne trake, LKA (engl. *Lane Keep Assist system*), pruža pomoć kada je potrebna korekcija putanje vozila koje više ili manje postupno skreće sa svoje trake na cesti. U tim se trenucima uglavnom javlja upozorenje s ciljem obavještanja vozača da što prije ispravi putanju svojeg vozila, pri tome lagano skrećući kako bi se vozilo zaustavilo od napuštanja svoje trake, kao što je i prikazano na slici 5. Naime, LKA sustav usmjerava automobil da u svakom trenutku nastavi držati središnji položaj između oznaka trake. Ako vozilo krene sa nenamjernim prelaskom preko trake, upravljanje, a ako je potrebno i kočenje se automatski primjenjuju da se vozilo ponovno vrati u središte svoje trake [9].

Uz navedeno, sljedeća značajna karakteristika je vidljiva kod vožnje u oštrim zavojima, gdje se LKA sustav automatski isključuje, ako su oznake trake slabo vidljive ili ako vozač makne ruke s volana vozila. Sustav podrške očuvanja vozne trake u nuždi intervenira u značajnoj mjeri agresivnije, u onim trenucima kada je detektirana potencijalno kritična i opasna situacija. Na primjer, ELK (engl. *Emergency Lane Keeping system* ), će jako skrenuti ako osjeti da bi automobil, ako nastavi ovakvom putanjom, mogao sletjeti sa ceste ili izazvati sudar i prometnu nesreću. Prevladavajuća većina ovakvih sustava koristi kameru koja je okrenuta prema naprijed, a postavljena je unutar vjetrobranskog stakla pomoću retrovizora za prepoznavanje oznaka trake te pregledavanje da li se te trake gaze ili prelaze. U trenucima kada se sustav aktivira, kreću upozorenja koja uključuju trepereći simbol na zaslonu instrument ploče ili akustično upozorenje. U slučaju da vozač da žmigavac prije nego promijeni voznu traku, upozorenje će se automatski deaktivirati [9].

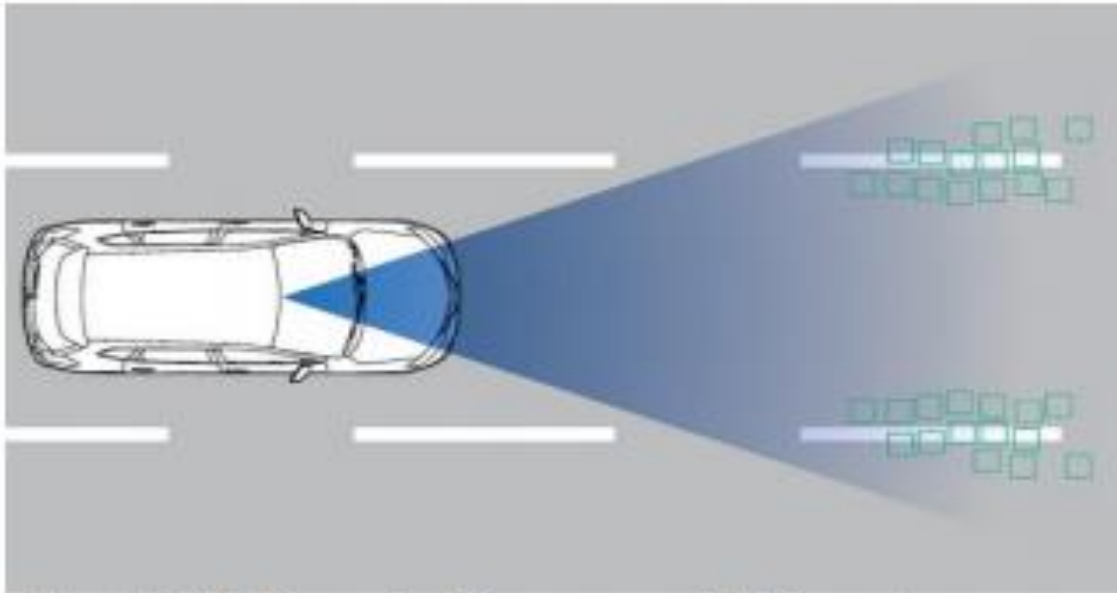


Slika 6. Prikaz aktiviranja ELK sustava prilikom pretjecanja koristeći sustav praćenje mrtvog kuta (BSM), [9]

Euro NCAP (engl. *European New Car Assessment Programme*) je zadužen da daje ocjene i za LKA i za ELK sustave, pri tome se služeći standardnim setom ispitivanja koje se odvijaju na testnoj stazi. Isto tako, i jedan i drugi sustav su testirani na raznovrsnim i različitim tipovima

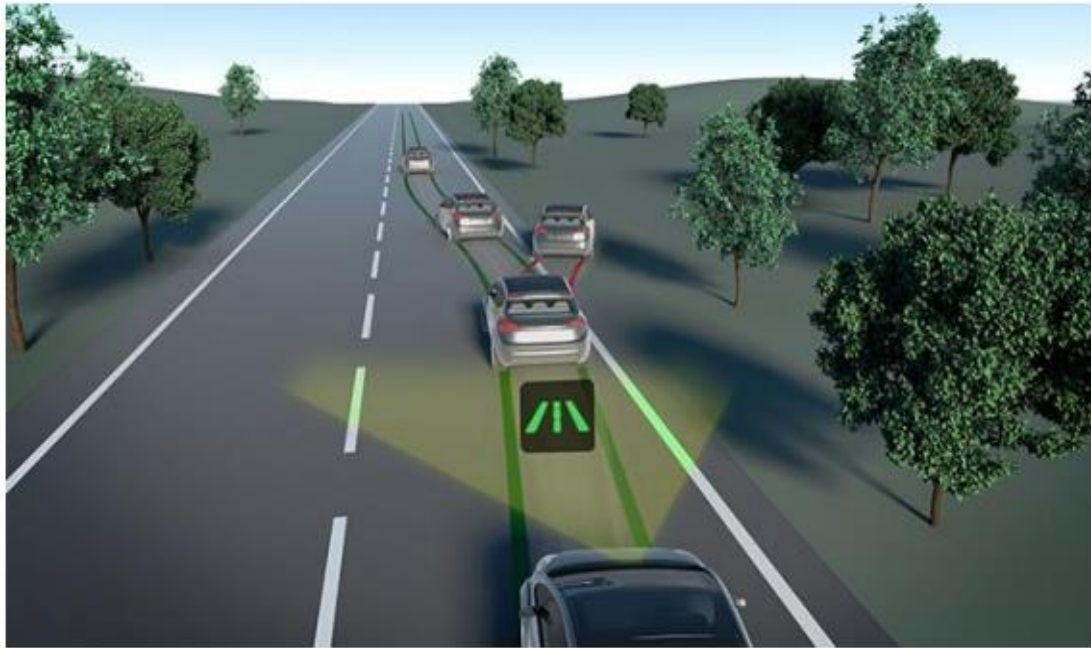
cestovnih oznaka, u što su uključene i pune trake, kao i isprekidane trake, ali i u onim postavkama gdje rub ceste nije obilježen nikakvom trakom [9].

Razina učinka navedenih sustava se ocjenjuje prema blizini vozila od ruba oznake određene trake te ruba ceste dok se odvija intervencija. Dodatnim, bonus, bodovima nagrađena su ona vozila koja u svojoj opremi posjeduju sustav upozorenja napuštanja vozne trake te sustav za praćenje mrtvog kuta. Princip rada je vidljiv na slikama 6. i 7. Ovaj vid testiranja je prvi put uveden 2014. godine, a dodatno je proširen i nadopunjen 2018. Godine [9].



Slika 7. Princip rada Nissan LDW sustava prepoznavanja traka, [10]





Slika 8. Prikaz održavanja vozne trake, [11]

LDWS (engl. *Lane departure warning system*), označava sustav upozoravanja na napuštanje prometne trake. LDWS svakako predstavlja jednu od temeljnih i izuzetno bitnih visokotehnoloških inovacija unutar automobilske industrije, a ima svrhu upozoravanja i uzbuđivanja vozača u situaciji kada automobil krene skretati sa prometne trake bez da je uključen pokazivač smjera. Ovaj je sistem kreiran s namjerom da se u što značajnijoj mjeri reducira broj sudara i prometnih nesreća koje u konačnici rezultiraju sa smrtnim ishodom, a u velikoj većini slučajeva se dešavaju kada nastupi frontalni sudar sa automobilom koje dolazi iz suprotnog smjera, ali i u situacijama kada dođe do izlijetanja vozila sa ceste. Vrlo je bitno istaknuti činjenicu da će vozilo uglavnom napustiti svoju cestovnu traku kao posljedica ljudskog faktora. Ovdje može biti riječ o ometanju vozača za vrijeme vožnje, a uzroci mogu biti kako u samom vozilu tako i izvan vozila, a vozilo može prijeći u drugu traku i zbog umora vozača, kada se čak može dogoditi i da vozač za vrijeme vožnje nakratko zaspi, što također može izazvati katastrofalne posljedice, odnosno sudare ili izlijetanja sa ceste sa potencijalnim fatalnim ishodom [8].

Na tržištu su danas prisutne tri vrste opisanog sustava:[8]

- Sustavi koji su kreirani tako da im je svrha da upozore vozača u trenucima kada vozilo skreće sa svoje trake sa vizualnim, zvučnim i/ili vibracijskim upozorenjima, dakle upozorenje o napuštanju trake, što se naziva LDW (engl. *Lane Departure Warning* )
- Sustavi koji upozoravaju vozača te, u slučaju da vozač na takvo upozorenje ne reagira, automatski preuzimaju kontrolu nad vozilom i što je brže moguće ga vraćaju u njegovu cestovnu traku. Ovdje je riječ o podršci pri držanju trake, LKA (engl. *Lane Keeping Assist*)/LKS (engl. *Lane Keeping System*)
- Sustavi kojima je svrha da pružaju pomoć kod preupravljanja vozila, da drže vozilo čvrsto centrirano unutar trake te traže vozača da preuzme upravljanje nad vozilom pri nastupanju zahtjevnijih situacija, odnosno podrška centriranju vozila u traci, LCA (engl. *Lane Centering Assist*)

Sustavi upozoravanja i održavanja cestovne trake zasnovani su na kamerama, konkretnije video sensorima, koji se ugrađuju iza vjetrobranskog stakla, a u većini slučajeva iza retrovizora, kao i na laserskim sensorima. Ovaj se sustav uključuje pri brzinama iznad 65 km/h. Kamera djeluje na način da detektira cestovne trake te trake između kojih automobil prometuje. Kamera u svome radu razlikuje žute te narančaste linije od običnih bijelih linija. U trenucima kada vozilo dođe blizu linije bez da su uključeni pokazivači smjera, odnosno žmigavci, ovaj će sustav asistirati vozaču da se vrati natrag u traku laganom i postupnom intervencijom. Za ovakav sustav je važno istaknuti i da unutar samih postavki sustava korisnik ima mogućnost izabrati vremenski okvir reakcije, odnosno koliko vremena unaprijed želi dobiti upozorenje vezano za napuštanje trake [10].

Na sljedećoj slici prikazana je kamera LDWS-a na VW Golfu.



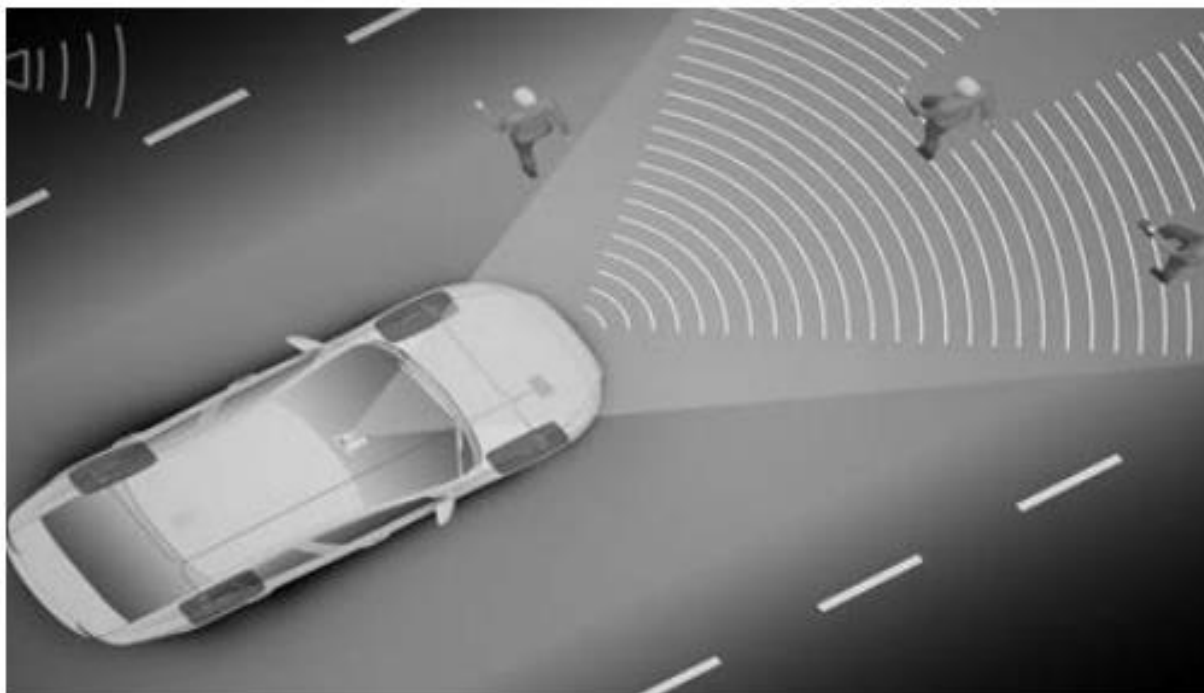
Slika 9. Predodžba kamere LDWS-a na VW Golfu [12]

Laserski skener u suradnji sa dalekometnim radarima i prednjim kamerama stvara skupinu senzora koji se međusobno nadopunjuju. Laserski skener može prekriti područje od otprilike 80 metara uz kut od oko 145 stupnjeva. Ovaj je uređaj instaliran na prednji branik te, u skladu s trenutnom brzinom, emitira puls svjetlosti na različitim vertikalnim razinama, koje se tada raspršuju poput lepeze. S obzirom na činjenicu da se valne dužine nalaze vrlo blizu infracrvenog područja, izuzetno kratki bljesci svjetlosti su nevidljivi te samim time bezopasni za ljudske oči. Takvi se bljeskovi odbijaju od objekata koji se nalaze ispred vozila te se vraćaju do laserskog skenera u trajanju kraćem od jedne mikro sekunde, a tamo ih onda foto diode detektiraju. Rezultat toga će biti prilično detaljna, duboko kontinuirana, relativno statična slika okruženja. Laserski skener djeluju tako da prikazuje druge automobile kao mjerne kuboide, kojima onda mjeri i prikuplja podatke vezano za brzinu, udaljenost, kao i orijentaciju. Pomoću svojih prostranih horizontalnih otvora, ovakav skener je u mogućnosti pravovremeno detektirati ulazak vozila u prometnu traku [5],[8]. Ovdje je važno istaknuti i podatak da slično poput radara, i laserski skener može kvalitetno raditi i nakon što padne mrak [16].

## **5. UREĐAJI ZA PREPOZNAVANJE PROMETNIH ZNAKOVA I PJEŠAKA**

Sustav za prepoznavanje prometnih znakova TSR (engl. *Traffic Sign Recognition*) funkcionira tako da upotrebljava kameru za detekciju te prepoznavanje prometnih znakova uzduž ceste po kojoj vozilo prometuje, te na taj način pomaže pri podizanju razine sigurnosti u prometu. Ovaj sustav također pruža vozačima potrebne podatke držeći ih obaviještenima o stanju na cesti, čak i u slučaju da su već prošli kraj cestovnog znaka a da ga nisu uočili. Ovaj sustav svojim korisnicima pruža raznovrsne korisne podatke poput primjerice trenutnog ograničenja brzine na cesti kojom se vozilo kreće ili propisane zabrane pretjecanja. Sustav za prepoznavanje prometnih znakova koje je lociran na zaslonu u boji na kontrolnoj ploči s instrumentima. Uz sve gore navedeno, sustav za prepoznavanje prometnih znakova vozačima pruža i vizualno upozorenje putem uključivanja lampica na upravljačkoj ploči, kao i zvučno upozorenje putem signalu u situaciji kada se vozač ne pridržava prometnih propisa. Izuzetno je bitno istaknuti da prometni znakovi moraju biti čisti i u dobrom stanju da bi ih ovaj sustav mogao prepoznati [32].

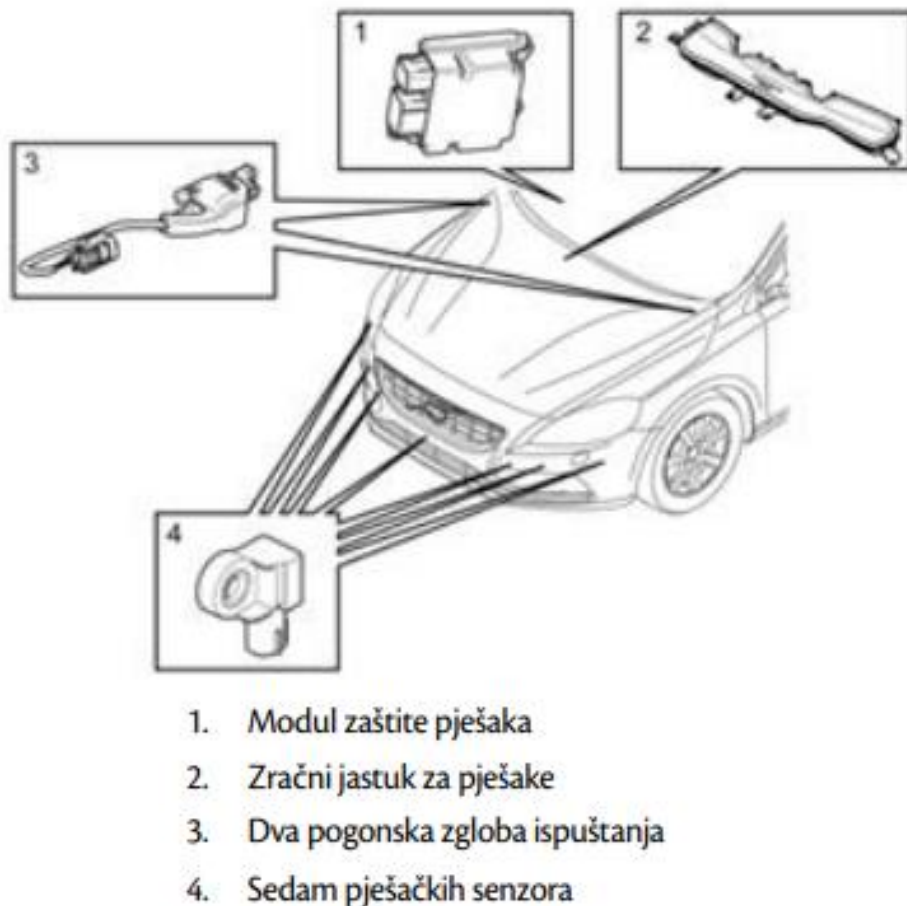
Sustav prepoznavanja pješaka, kao i u kod sustava automatskog kočenja, koristi radar s kamerom za prepoznavanje objekata koji se za vrijeme vožnje zateknu ispred vozila, te unaprijed predviđa moguće neželjene događaje kao što su udar u pješaka. U slučaju da nastane mogućnost takvog udara, vozač je upozoren zvučnim i vizualnim upozorenjima koji se nalaze na kontrolnoj ploči. Za konkretan primjer može se poslužiti sustavom prepoznavanja pješaka koji je razvila tvrtka Volvo, čiji se sustav koristi radarom i kamerom s ciljem što efikasnijeg prepoznavanja pješaka koji se nalaze unutar zone naleta vozila, kako je i prikazano na slici 10. Ovaj sustav funkcionira u nekoliko različitih faza i razina, što ovisi o udaljenosti između vozila i pješaka [33].



Slika 10. Princip rada kamere i radara u sustavu detekcije pješaka, [23]

U situaciji kada sustav detektira pješaka u zoni naleta, prvo će upozoriti vozača putem zvučnih signala te crvenim svjetlom koje je smješteno na gornjem dijelu vjetrobranskog stakla. U slučaju da se vozač ogлуši na ova upozorenja, sustav će momentalno aktivirati kočnice vozila i početi usporavati, a u određenim slučajevima i u potpunosti zaustaviti automobil. Ovakav sustav za prepoznavanje pješaka može u svakom slučaju izbjeći udar pješaka kada se automobil kreće brzinom manjom od 35 km/h, a kada je riječ o brzinama do 80 km/h, sustav će umanjiti u najmanju ruku u značajnoj mjeri umanjiti brzinu automobila prilikom udara, pa će na taj način znatno ublažiti i moguće posljedice automobilske nesreće. Glavni razlog zašto se sustav podešava na ovakav način leži u činjenici da je uvijek prisutna opasnost da dođe do pogrešnog prepoznavanja pješaka u prometu, kao i do neželjenog i nepotrebnog naglog automatskog kočenja što sasvim lako može biti uzrok drugog sudara, ali s automobilima, primjer može biti nalet automobila koje vozi iza vozila s ovim sustavom. Stručnjaci u Volvu su izašli sa procjenom da bi ovakav sustav za prepoznavanje pješaka, u slučaju kada bi se redovno ugrađivao kao dodatna oprema u nove automobile, mogao u izuzetno velikoj mjeri umanjiti stopu smrtnih stradanja pješaka u prometu, uzrokovanih frontalnim sudarima i to za čak 24 % u odnosu na automobile koji nemaju ugrađen ovakav sustav [33].

Za daljnju zaštitu pješaka na cesti ugrađen je zračni jastuk, koji je u velikoj mjeri sličan onima zračnim jastucima koji se nalaze i unutar automobila. Ovakvi zračni jastuci se u slučaju potrebe aktiviraju u djeliću sekunde, a otvaraju se na području vjetrobranskog stakla automobila, te pješak onda dijelom svoga tijela udara direktno u zračni jastuk, što će u velikoj mjeri ublažiti udarac, pa samim time i smanjiti mogućnost da dođe do smrtnog slučaja [33].



Slika 11. Dijelovi sustava zračnog jastuka za pješake, [15]

Ipak, činjenica je da se ovakvi sustavi još uvijek ne koriste u većini vozila. No, potrebno je uzeti u obzir i to da ni jedan sustav, koliko god bio siguran i djelotvoran, nikada ne može zamijeniti kvalitetnog i opreznog vozača, ljudski faktor je u svakom slučaju i dalje jako važan. Svakako je važno naglasiti i da bi vozače trebalo bi prije svega dobro informirati o svim karakteristikama ovoga sustava i pri tome jasno istaknuti da se vozači ne trebaju isključivo oslanjati na njih, nego bi im ti sustavi trebali predstavljati samo dodatnu pomoć u opasnim situacijama [33].

## 6. ADAPTIVNI TEMPOMAT

Adaptivni tempomat, ACC (engl. *Adaptive cruise control*), predstavlja vrlo napredan sustav za upravljanje cestovnim vozilima i od izuzetno velike pomoći je kod sprječavanja sudara i podizanja razine sigurnosti u prometu općenito. Adaptivni tempomat djeluje na način da automatski prilagođava brzinu vozila s ciljem držanje sigurne razine udaljenosti u odnosu na prometala ispred sebe. Uz adaptivni tempomat vozilo kontrolira brzinu te distancu s drugim vozilima preko računala koje modificira brzinu na potrebnu razinu, te koči, ubrzava, ali i drži razmak putem informacija preko radara, laserskih senzora, odnosno lidara te kamera koje se koriste i za druge sigurnosne aspekte [8].

Vozila koja u svome sastavu posjeduju autonomne adaptivne tempomate se kategoriziraju pod Razinu 1 autonomnih automobila, u skladu sa postojećom klasifikacijom SAE *Internationala*. Spomenuti SAE (engl. *Society of Automotive Engineers*), predstavlja veliku internacionalnu organizaciju koja ima za svrhu poticanje razvoja, procesa standardizacije, kao i profesionalnog udruživanja te promicanja globalnih transportnih industrija. Njeno sjedište je smješteno na području Sjedinjenih Američkih Država. Za tempomat, odnosno kontrolor brzine s prilagodbom brzine pomoću radara važno je napomenuti da posjeduje prilagodljivi regulator brzine koji drži minimalnu programiranu udaljenost od vozila koje se nalazi ispred i unutar je iste vozne trake. U slučaju da se distanca između dva vozila smanji, sustav će odmah djelovati, na način da uspori i ako bude neophodno, aktivira sustav za kočenje. U situaciji kada se distanca između dva automobila opet poveća, sustav će lagano povećati brzinu vozila dok opet ne dođe na ranije odabranu brzinu. Njegov je zadatak držati razmak između vozila i polako povećavati ili smanjivati brzinu vozila, ovisno o brzini kretanja vozila ispred. Uz već navedene prednosti i korisne karakteristike, vožnja s adaptivnim tempomatom je i ugodnija i laganija, u smislu da je manje iscrpljujuća i naporna, a u popriličnoj mjeri reducira i razinu stresa te osjetno smanjuje umor vozača, pa i kod pojačanog prometu na autocestama [8].

Ovaj sustav u većini slučajeva ima tri opcije djelovanja: [14]

1. isključen, odnosno bez ACC kontrole,
2. ACC u pripravnosti, tada ga vozač ručno aktivira, te
3. automatski način rada, ACC je uključen tokom svog vremena aktivnosti tempomata.

Sustav je sastavljen od sljedeća tri modula: [14]

1. kontrolni modul; koji predstavlja mozak sustava, te upravlja podacima koji su primljeni od radara, te procesira dobivene podatke, te onda šalje potrebne impulse modulu upravljanja motorom te modulu kočenja,
2. modul upravljanja motorom; u skladu s primljenim podacima od kontrolnog modula kontrolira brzinu vozila preko kontroliranja otvorenosti usisa,
3. modul kočenja; u skladu s primljenim podacima od kontrolnog modula automatski usporava ili zakoči vozilo

Koraci u radu sustava su sljedeći: [12]

1. Vozilo se kreće već ranije definiranom brzinom.
2. Vozilo se približava drugom vozilu koje se nalazi ispred. Radar određuje kolika je distanca između dva vozila. Ovisno o brzini kretanja vozila ispred, sustav održava sigurnu udaljenost između vozila podešavanjem brzine unutar unaprijed određenog raspona.
3. Senzori (kamera i radar) otkrivaju vozila koja se kreću ili počinju izlaziti iz naše trake, nakon čega sustav osigurava potrebno ubrzanje vozila.
4. Sustav usporava ili zaustavlja vozilo kada se vozilo ispred usporava ili zaustavlja. Kada vozilo ispred ubrzava, sustav će naše vozilo ubrzati u skladu s njim sve dok se ne ponovi unaprijed određena brzina. Sam sustav navedeno vozilo može usporiti na minimalno 30 km/h, a za usporavanje ispod brzine od 30 km/h je potrebno ručno upravljati [12].

Sustav adaptivnih tempomata je prije svega kreiran za upotrebu na autocestama i ni u kom slučaju nije preporučljivo koristiti ga na gradskim ulicama. Činjenica je da se korištenjem tempomata u većini situacija smanjuje pažnja vozača, a posljedica toga je pad koncentracije i sposobnosti reagiranja na potencijalnu opasnost. To ustvari znači da korištenje tempomata može u značajnoj mjeri povećavati vrijeme potrebnu za reakciju vozača. Isto tako, ne može se osporiti ni da je pretjecanje kada tempomat nije uključen znatno učinkovitije. Nadalje, ta vrijeme upravljanja automobilom vozači u svakom trenutku moraju paziti na svoju okolinu i



uvijek održavati dovoljnu razinu udaljenosti između vozila, kako onih ispred, tako i onih iza, neovisno o svim dostupnim pomoćnim sustavima u vožnji [12].

S obzirom na uporabu različitih vrsti senzora koje posjeduju različite karakteristike, adaptivni se tempomati dijele na: [8]

- laserske sustave koji ne posjeduju mogućnost detekcije i praćenja vozila kada nastupe loše vremenske prilike, a isto tako nisu dovoljno pouzdana kod praćenja blatnih i prljavih, te zbog toga ne reflektivnih, vozila. Za laserske senzore je nužno da budu direktno izloženi i otkriveni. Oni izgledaju poput poprilično velike crne kutije, a smješteni su na jednoj strani prednjeg branika;
- radarske sustave koji su smješteni iza plastičnih dodataka u vozilu, te su u velikoj većini slučajeva uklopljeni u grb proizvođača, odnosno marke, na sredini vozila. Uglavnom se ugrađuju samostalni radarski sustavi, ali se posljednjih godina u sve većoj mjeri ugrađuju sustavi sa većim brojem senzora koji mogu koristiti dva senzora identičnih karakteristika ili jedan centralni dalekometni radar koji je uparen sa dva manja radara koji su pozicionirani na rubovima vozila;
- sustava dvoglednih računalnih kamera koji u svom radu upotrebljavaju dvije prednje kamere koje su ugrađene na retrovizorima sa svake strane vozila, te putem digitalne obrade podataka dobivaju informacije o udaljenosti te brzini vozila. Ovo računalo funkcionira na računalnom principu ljudskog oka.

U današnje vrijeme novija vozila srednje klase u sve većoj mjeri upotrebljavaju kombinaciju dva sustava, odnosno radara i kamere. Ovi sustavi su se još donedavno mogli pronaći isključivo na vozilima više klase, a sada se i na automobila dostupnijim po cijeni, sve češće može naći visoko razvijena tehnologija lidara, radara, kamera te umjetne inteligencije.

Na sljedećoj slici prikazan je smještaj radarskog senzora koji je ugrađen na donjem desnom kraju branika Alfa Romea Giulije.



Slika 12. Smještaj radarskog senzora ugrađenog na donjem desnom kraju branika Alfa Romea Giulije [16]

U Tablici 1. pružen je detaljan prikaz različitih razina autonomne vožnje kod cestovnih vozila.

Tablica 1. Pregled razina autonomne vožnje za cestovna vozila, [17]

| SAE razina  | SAE naziv                        | SAE definicija   | Izvršavanje skretanja i ubrzavanja/u sporavanja | Praćenje vozačkog okoliša | Preuzimanje kod zakazivanja performansi sustava dinamičnih voznih zadataka | Mogućnosti sustava (načini vožnje) |
|---|----------------------------------|--|---|---------------------------|--|------------------------------------|
| <b>Vozač prati vozački okoliš</b>                     |                                  |  |   |                           |  |                                    |
| <b>0</b>  | <b>Nema automatizacije</b>       | Cijelo vremena vožnja vozača u svim načinima vožnje, čak i prilikom aktiviranja upozorenja i intervencijskih sustava   | Vozač   | Vozač                     | Vozač  | Vozač                              |
| <b>1</b>  | <b>Vozačka podrška</b>           | Vožnja koristeći sustav vozačke podrške kod skretanja ili ubrzavanja/usporavanja koristeći informacije o okolišu vožnje i sa očekivanjima da vozač može izvesti sve preostale načine vozačkih zadataka                 | Vozač i sustav                                  | Vozač                     | Vozač  | Neki načini vožnje                 |
| <b>2</b>  | <b>Djelomična automatizacija</b> | Vožnja koristeći jedan ili više sustava vozačke podrške kod skretanja ili ubrzavanja/usporavanja koristeći informacije o okolišu vožnje i sa očekivanjima da vozač može izvesti sve preostale načine vozačkih zadataka | Sustav  | Vozač                     | Vozač  | Neki načini vožnje                 |
| <b>Automatski vozački sustav prati vozački okoliš</b> |                                  |  |   |                           |  |                                    |
| <b>3</b>  | <b>Uvjetna automatizacija</b>    | Vožnja automatskog sustava u svim načinima vozačkih zadataka sa očekivanjem da vozač može primjereno odgovoriti na zahtjev za intervenciju   | Sustav  | Sustav                    | Vozač  | Neki načini vožnje                 |
| <b>4</b>  | <b>Visoka automatizacija</b>     | Vožnja automatskim sustavima u svim načinima vozačkih zadataka, čak i kada vozač ne reagira primjereno zahtjevu za intervenciju  | Sustav  | Sustav                    | Sustav   | Neki načini vožnje                 |
| <b>5</b>  | <b>Potpuna automatizacija</b>    | Potpuna automatska vožnja u svim načinima vožnje na svim cestama i u svim uvjetima koje može izvršiti i čovjek   | Sustav  | Sustav                    | Sustav   | <b>Svi načini vožnje</b>           |

## 7. PRIMJENA SUVREMENIH AKTIVNIH ČIMBENIKA SIGURNOSTI U CESTOVNIM VOZILIMA

Američki autoklub, odnosno American Automobile Association je testirao sustave za detekciju pješaka na četiri različite marke automobila, konkretnije na Chevrolet Malibu, Hondi Accord, Tesli Modelu 3, te Toyoti Camry. Kao što je već ranije u radu napomenuto, svrha ovih senzora je prepoznavanje pješaka na cesti koji su se našli na putu automobilu i taj bi sustav trebao pravovremeno zakočiti prije nego dođe do udara u pješaka [20].



Slika 13. 2021 Chevrolet Malibu RS, [18]

American Automobile Association je proveo testiranje ovih automobila u različitim situacijama. Najbolji rezultat dobiveni su prilikom simulacije odrasle osobe pješaka koji se kretao ispred automobila koji je vozio pri brzini od 32 km/h. Sustavi za automatsko kočenje u spomenutim automobilima u ovakvom scenariju su uspjeli spriječiti otprilike 40 posto sudara, dok je u čak 60% lutka bila pregažena, tako da je učinkovitost sustava upitna čak i pri relativno sporij vožnji [20].



Slika 14. 2021 Honda Accord Sport 2.0T, [19]

Ono što svakako zabrinjava je činjenica da se kod brzine vožnje od 48km/h niti jedan jedini sustav nije uspio pravovremeno zaustaviti. Nažalost, i kod simulacije situacije u kojoj dijete prelazi preko ceste ili dolazi na cestu između dva vozila rezultati testiranja su se isto pokazali vrlo lošima, dok su najlošiji rezultati testiranja dobiveni u noćnim uvjetima jer se pokazalo da sustav automatskog kočenja tada ne može pouzdano prepoznati pješake [20].



Slika 15. Tesla Model 3, [21]

Ciljana početna cijena za Model 3 od 35.000 dolara, bez subvencija, je cilj tvrtke za ovaj model a to je i cijena koja može omogućiti masovnu prodaju. Međutim, projekcije navedene u izvoru [21] prikazuju da će vrlo teško postići takvu cijenu, te da je nužno povećati razinu proizvodnje, ali i unaprijediti proizvodni procesa kako bi se mogla smanjiti cijena ovih automobila[21].



Slika 16. Toyota Camry 2021, [22]

## 8. ZAKLJUČAK

Razvoj novih i naprednih tehnologija u znatnoj mjeri utječe na povećanje razine sigurnosti na cestama i uvelike pomažu vozačima u upravljanju svojim vozilima. Napredni sustavi u automobilu olakšavaju vožnju, te pomažu vozačima kod otkrivanja potencijalno opasnih situacija, pa onda šalju obavijest vozaču da bi ga pravovremeno upozorili na mogućnost sudara ili rizičnog događaja. Za aktivne čimbenike sigurnosti cestovnih vozila svakako se može ustvrditi da predstavljaju najvažnije elemente sigurnosti cestovnog prometa. Ovi čimbenici su u velikoj mjeri zaslužni za sprječavanje nastanka prometnih nesreća. Važno je istaknuti da svi aktivni elementi moraju biti proizvedeni u skladu sa zakonom i standardima, te na tehničkom pregledu trebaju biti pregledani, pa se i na taj način osigurava visoka razina sigurnosti u prometu. Od aktivnih elemenata sigurnosti izuzetno važnost imaju upravljački mehanizam, gume te kočnice, te ovi elementi imaju ključnu ulogu kod osiguravanja sigurnosti u prometu. Prilikom pokretanja automobila, kao i kod zaustavljanja i mijenjanja pravca vožnje aktivni elementi značajno utječu na razinu sigurnosti, dok neispravnost ovih elemenata može pridonijeti da dođe do prometnih nesreća, pa je temeljni cilj aktivnih elemenata sigurnosti da se spriječi nastanak prometnih nesreća. Napredne i moderne tehnologije predstavljaju sustave u automobilima koji su opremljeni sensorima, kamerama, radarima, s ciljem upozoravanja na različite potencijalne opasnosti na cesti. Ovakvi napredni sustavi pomažu vozačima na način da brzo reagiraju ako izostane pravovremene reakcije vozača, što vrlo često i predstavlja uzrok mnogim prometnim nesrećama. Na području Europske Unije od svibnja 2022. u novim modelima vozila će biti obvezna sigurnosna tehnologija poput inteligentnog sustava za pomoć pri kontroli brzine, odnosno ISA te napredni sustav za upozoravanje u slučaju odvratanja pozornosti vozača. Naime, prema reviziji Uredbe o općoj sigurnosti, od svibnja 2024. godine u Europskoj Uniji postati će obvezni sustavi za blokadu u slučaju vožnje pod utjecajem alkohola, sustav za upozorenje u slučaju pospanosti i manjka pozornosti vozača, signal za zaustavljanje u nuždi i mnogi drugi. Jedan od najvažnijih sustava će bit sustav za snimanje podataka odnosno „crna kutija“ koja će pohranjivati više od četrdeset podataka i parametara tokom vožnje i u trenutku prometne nesreće. S druge strane, ono što se svakako treba imati na umu je činjenica da svi u ovom radu navedeni sustavi svakako imaju svoje jasno vidljive kvalitete, pa i neosporno prednosti njihove uporabe ali niti jedan sustav, koliko god bio kvalitetan i dobro napravljen, ne može zamijeniti kvalitetnog, pozornog i iskusnog vozača.

## LITERATURA

- [1] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [2] Preuzeto sa: <http://www.automobilizam.net/wp-content/myuploads/2009/06/abs-diagram1.jpg>, [Pristupljeno: lipanj 2021.]
- [3] Kresnik M. Utjecaj izvedbi kočionih sustava osobnih vozila na njihovu trajnost [Završni rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2015 [Pristupljeno lipanj 2021.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:688349>
- [4] Preuzeto sa; [http://pic.xcarimg.com/img/news\\_photo/2012/07/20/kDfu4jrkmB4252.jpg](http://pic.xcarimg.com/img/news_photo/2012/07/20/kDfu4jrkmB4252.jpg), [Pristupljeno: lipanj 2021.]
- [5] Preuzeto sa: »Driver assistance systems; Audi active lane assist,« AUDI AG, [Mrežno]. Available: <https://www.audi-mediacycenter.com/en/technology-lexicon-7180/driver-assistance-systems-7184>. [Pristupljeno: lipanj 2021.]
- [6] Preuzeto sa: [http://estudent.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost\\_cestovnog\\_i\\_gradskog\\_prometa\\_I/Materijali/PREDAVANJA\\_SciGP\\_I.pdf](http://estudent.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_cestovnog_i_gradskog_prometa_I/Materijali/PREDAVANJA_SciGP_I.pdf) [Pristupljeno: srpanj 2021.]
- [7] Šukunda M. Analiza informiranosti vozača o radu naprednih sustava za sigurnost cestovnih vozila [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2021 [Pristupljeno srpanj 2021.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:489099>
- [8] Vereš N. SIGURNOSNI SUSTAVI U VOZILIMA [Specijalistički diplomski stručni]. Karlovac: Veleučilište u Karlovcu; 2021 [Pristupljeno kolovoz 2021.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:403911>
- [9] Preuzeto sa: <http://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/safety-assist/lane-support/> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [10] Preuzeto sa: »Lane Departure Warning,« Nissan Motor Corporation, [Mrežno]. <https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/ldw.html> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [11] Preuzeto sa: <https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/theratings-explained/safety-assist/lane-support/> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [12] <https://www.volvocars.com/hr/support/manuals/v40/2017w17/driver-support/adaptive-cruise-control/adaptive-cruise-control---function> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [13] Preuzeto sa: »Driver assistance systems; Laser scanner; Image No: A1711333,« AUDI AG, [Mrežno]. <https://www.audi-mediacycenter.com/en/technology-lexicon-7180/driver-assistancesystems-7184> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [14] Preuzeto sa: <http://hr-kamioni.com/sto-je-acc/> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [15] Preuzeto sa: <http://moditech.com/de/pedestrian-protection-airbag> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [16] Preuzeto sa: <http://www.magnetimarelli-campus.com/news/la-nuova-alfa-romeo-giuliaquadrifoglio-presente-al-salone-di-francoforte-adotta-tecnologie-realizzate-in-collaborazionecon-magneti-marelli/968/> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [17] Preuzeto sa: [http://www.sae.org/standards/content/j3016\\_201401/preview](http://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/preview) [Pristupljeno lipanj 2021.]



- [18] Preuzeto sa: <https://www.chevrolet.com/cars/malibu> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [19] Preuzeto sa: <https://www.motortrend.com/cars/honda/accord/2021/2021-honda-accord-sport-20t-first-test-review/> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [20] Preuzeto sa: <https://revijahak.hr/2019/10/04/automobilski-sustavi-za-prepoznavanje-pjesaka-super-ali-u-praksi-bas-i-ne-funkcioniraju/> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [21] Preuzeto sa: <https://revijahak.hr/2019/02/06/teslin-model-3-je-pojeftinio-ali-u-europi-je-i-dalje-mnogo-skuplji-nego-u-americi/> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [22] Preuzeto sa: <https://www.edmunds.com/toyota/camry/> [Pristupljeno lipanj 2021.]
- [23] Preuzeto sa: <http://www.volvocarslondon.co.uk/upload/thumbcache/0x0/images/media-library/72/5048c28ac2e6b.jpg> [Pristupljeno srpanj 2021.]
- [24] Preuzeto sa: <https://www.index.hr/vijesti/clanak/eu-uvodi-novi-ai-sustav-za-aute-sam-ce-kociti-ako-se-prekoraci-brzina/2281642.aspx> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [25] Preuzeto sa: <https://www.index.hr/auto/clanak/svi-novi-auti-ce-morati-imati-crnu-kutiju-snimat-ce-41-podatak-ali-tri-stvari-nece/2291730.aspx> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [26] Preuzeto sa: <https://revijahak.hr/2021/07/03/kako-ce-funkcionirati-automatski-limitator-brzine-koji-ce-od-2022-bitu-ugraden-u-sve-novee/> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [27] Preuzeto sa: UREDBA (EU) 2019 - EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA - <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-82-2019-INIT/hr/pdf> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [28] Božić D, Mileta D. ELEKTRONIČKI SUSTAVI AKTIVNE SIGURNOSTI AUTOMOBILA TOYOTA PRIUS. Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku [Internet]. 2018 [Pristupljeno kolovoz 2021.];(1-2/2018):161-168. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/198593>
- [29] Preuzeto sa: <https://avtotachki.com/hr/chto-takoe-rulevoe-upravlenie-avtomobilem/> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [30] Čus I. Analiza pneumatika kao aktivnog elementa sigurnosti na cestovnim vozilima [Završni rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2018 [Pristupljeno kolovoz 2021.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:940413>
- [31] Barić D. Okruženje za testiranje ADAS programskih rješenja [Diplomski rad]. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek; 2019 [Pristupljeno kolovoz 2021.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:371700>
- [32] Preuzeto sa: <https://123vs.ru/hr/kak-rabotaet-sistema-raspoznayushchaya-dorozhnye-znaki/> [Pristupljeno kolovoz 2021.]
- [33] Balukčić M, Grakalić I. INOVATIVNE TEHNOLOGIJE U VOZILU U FUNKCIJI SIGURNOSTI PJEŠAČKOG PROMETA. Zbornik Veleučilišta u Rijeci [Internet]. 2017 [Pristupljeno kolovoz 2021.];5(1):145-158. <https://doi.org/10.31784/zvr.5.1.10>

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. BMW ABS sustav

Slika 2. ASR sustav

Slika 3. Sustav upravljanja vozilom

Slika 4. Duga svjetla vozila

Slika 5. Prikaz aktiviranja ELK sustava na nadolazeći promet i vraćanja vozila u svoju traku

Slika 6. Prikaz aktiviranja ELK sustava prilikom pretjecanja koristeći sustav praćenje mrtvog kuta (BSM)

Slika 7. Princip rada Nissan LDW sustava prepoznavanja traka

Slika 8. Prikaz održavanja vozne trake

Slika 9. Predodžba kamere LDWS-a na VW Golfu

Slika 10. Princip rada kamere i radara u sustavu detekcije pješaka

Slika 11. Dijelovi sustava zračnog jastuka za pješake

Slika 12. Smještaj radarskog senzora ugrađenog na donjem desnom kraju branika Alfa Romea Giulije

Slika 13. 2021 Chevrolet Malibu RS

Slika 14. 2021 Honda Accord Sport 2.0T

Slika 15. Tesla Model 3

Slika 16. Toyota Camry 2021

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Pregled razina autonomne vožnje za cestovna vozila

## POPIS KRATICA

- AEB (*Automatic Emergency Braking*) Autonomno kočenje u nuždi
- ADAS (*Advanced Driver Assistance Systems*) Sustav za pomoć pri upravljanju vozilom
- LKA (*Lane Keep Assist system*) Sustav zadržavanja u prometnom traku
- ACC (*Adaptive cruise control*) Adaptivni tempomat
- ABS (*Anti-lock braking system*) Sustav sprječavanja blokiranja kotača
- ASR (*Anti Slip Regulation*) Sustav regulacije proklizavanja pogonskih kotača
- BAS (*Brake Assist system*) Pojačivač sile kočenja
- ELK (*Emergency Lane Keeping system*) Sustav održavanja vozne trake u nuždi
- LDWS (*Lane departure warning system*) Sustav upozoravanja na napuštanje trake
- LDW (*Lane Departure Warning*) Upozorenje o napuštanju trake
- LKA (*Lane Keeping Assist*) Podrška pri držanju trake
- LKS (*Lane Keeping System*) Podrška pri držanju trake
- LCA (*Lane Centering Assist*) Podrška centriranja vozila u traci
- ISA (*Intelligent Speed Adaptation*) Sustav vozača obavještava o prekoračenju brzine
- GPS (*Global Positioning System*) Globalni položajni sustav
- TSR (*Traffic Sign Recognition*) Sustav prepoznavanja znakova
- NCAP (*European New Car Assessment Programme*) Program za ocjenu sigurnosti novih vozila
- EDR (*Event Data Recorder*) Uređaj za snimanje podataka



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 naprednih sustava za pomoć vozaču u cestovnim prijevoznim sredstvima**

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

U Zagrebu, 1.9.2021.

Student/ica:

  
\_\_\_\_\_  
(potpis)



