

Analiza principa rada pasivnih elemenata sigurnosti prometa

Barešić, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:119:716766>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mia Barešić

ANALIZA PRINCIPA RADA PASIVNIH ELEMENATA
SIGURNOSTI PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

Zagreb, 27. Ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovna prijevozna sredstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5752

Pristupnik: **Mia Barešić (0135234417)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: Analiza principa rada pasivnih elemenata sigurnosti prometa

Opis zadatka:

U radu je potrebno opisati princip rada pasivnih elemenata sigurnosti prometa. Prikazati način funkcioniranja sigurnosnog pojasa i zračnih jastuka u cestovnim prijevoznim sredstvima te prikazati kako dolazi do njihove aktivacije. Analizirati utjecaj pasivnih elemenata sigurnosti na sigurnost cestovnog prometa.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Željko Šarić

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**ANALIZA PRINCIPA RADA PASIVNIH ELEMENATA
SIGURNOSTI PROMETA**

**ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF WORK OF PASSIVE
ELEMENTS OF TRAFFIC SAFETY**

Mentor: doc.dr.sc. Željko Šarić

Student: Mia Barešić
JMBAG:0135234417

Zagreb, rujan 2020.

ANALIZA PRINCIPA RADA PASIVNIH ELEMENATA SIGURNOSTI PROMETA

SAŽETAK

Razvojem cestovnih vozila te povećanjem broja istih na prometnicama razlog je da se sve više radi na povećanju sigurnosti cestovnog prometa. Kroz suvremene i inovativne tehnologije te kompleksne sklopove u samim vozilima dolazi i do smanjenja broja prometnih nesreća. No, također u slučaju nastanka same prometne nesreće postoje sustavi koji se svakim danom razvijaju i unaprjeđuju kako bi smanjili i ublažili posljedice prometne nesreće. Pasivni elementi sigurnosti prometa te njihov razvoj ključan je za posljedice prometnih nesreća te uvelike utječu na ciljeve Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa a to je u konačnici smanjenje smrtno stradalih osoba u prometu.

KLJUČNE RIJEČI: pasivni elementi sigurnosti prometa, zračni jastuk, sigurnosni pojas, sigurnost prometa

SUMMARY

With the development of road vehicles and the increase in their number on the roads, the reason is that more and more work is being done to increase road safety. Through modern and innovative technologies and complex assemblies in the vehicles themselves, the number of traffic accidents is reduced. But also in the case of the accident itself, there are systems that are developed and improved every day to reduce and mitigate the consequences of the accident. Passive elements of traffic safety and their development are crucial for the consequences of traffic accidents and greatly affect the goals of the National Road Safety Program, which is ultimately the reduction of fatalities in traffic.

KEYWORDS: passive elements of traffic safety, airbag, seatbelt, road safety

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA | 3 |
| 2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti | 4 |
| 2.2. Cesta kao čimbenik sigurnosti | 5 |
| 2.3. Vozilo kao čimbenik sigurnosti | 7 |
| 2.4. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti prometa | 8 |
| 2.5. Incidentni čimbenik | 8 |
| 3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA..... | 9 |
| 3.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila..... | 9 |
| 3.1.1. Uređaji za kočenje..... | 10 |
| 3.1.2. Upravljački mehanizam | 11 |
| 3.1.3. Gume | 12 |
| 3.1.4. Svjetlosni i signalni uređaji..... | 13 |
| 3.1.5. Konstrukcija sjedala | 13 |
| 3.1.6. Usmjerivači zraka..... | 14 |
| 3.1.7. Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje | 14 |
| 3.1.8. Vibracije vozila | 14 |
| 3.1.9. Buka | 14 |
| 3.2. Pasivni elementi sigurnosti prometa..... | 15 |
| 3.2.1. Karoserija i vrata..... | 15 |
| 3.2.2. Sigurnosni pojasevi | 16 |
| 3.2.3. Nasloni za glavu i vjetrobranska stakla i zrcala | 16 |
| 3.2.4. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora | 17 |
| 3.2.5. Odbojnik..... | 17 |
| 3.2.6. Sigurnosni zračni jastuk | 17 |
| 4. PRINCIP RADA SIGURNOSNOG POJASA I ZRAČNIH JASTUKA | 18 |
| 4.1. Sigurnosni pojasevi..... | 18 |
| 4.1.1. Povijesni razvoj sigurnosnog pojasa | 18 |
| 4.1.2. Elementi sigurnosnog pojasa..... | 18 |
| 4.1.3. Vrste i izvedbe sigurnosnih pojaseva..... | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.4. Pojas u dvije točke | 19 |
| 4.1.5. Pojas u tri točke | 19 |
| 4.1.6. Pojas u četiri, pet i šest točaka | 20 |
| 4.1.7. Pojasevi u sedam točaka | 20 |
| 4.1.8. Pojasevi prema rastezljivosti | 20 |
| 4.1.9. Sigurnosni pojasevi s ugrađenim zračnim jastukom | 21 |
| 4.2. Princip rada sigurnosnog pojasa | 22 |
| 4.2.1. Sustav aktiviran naglim zaustavljanjem | 23 |
| 4.2.2. Sustav aktiviran naglim izvlačenjem sigurnosnog pojasa | 23 |
| 4.2.3. Predstezači pojasa | 23 |
| 4.2.4. Ograničivači zatezanja pojasa | 24 |
| 4.2.5. Pravilno korištenje i pozicioniranje pojaseva | 25 |
| 4.2.6. Posljedice nevezivanja sigurnosnog pojasa | 26 |
| 4.3. Zračni jastuci | 26 |
| 4.3.1. Razvoj zračnih jastuka | 27 |
| 4.3.2. Sustav zračnih jastuka | 28 |
| 4.3.3. Aktiviranje zračnog jastuka | 28 |
| 4.3.4. Moguće opasnosti prilikom aktiviranja zračnog jastuka | 29 |
| 5. UTJECAJ PASIVNIH ELEMENATA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA | 30 |
| 6. ZAKLJUČAK | 35 |
| 7. LITERATURA | 36 |
| 8. POPIS SLIKA I GRAFIKONA | 38 |
| 8.1. Slike | 38 |
| 8.2. Grafikoni | 38 |

1. UVOD

Globalni trendovi industrijskog i tehnološkog razvoja dovode do svakodnevnog povećanja broja osobnih, teretnih, putničkih i drugih vozila na prometnicama. Prema statističkim podacima u posljednjih 30 godina broj vozila u Republici Hrvatskoj udvostručio, 1990. broj registriranih vozila je iznosio 1 237 953 a 2019. godine 2 275 027 vozila, što je za 54% više nego 1990. godine. Povećanje broja vozila u svijetu uzrok je mnogobrojnih negativnih posljedica na zagađenje okoliša, na zagušenje prometne mreže te smanjenje sigurnosti prometa koje se može pratiti kroz broj prometnih nesreća.

Cilj ovog završnog rada je objasniti što su to pasivni elementi sigurnosti cestovnih vozila sa posebnim osvrtom na zračne jastuke i sigurnosni pojas. Također, analizirati princip rada pasivnih elemenata te kako oni utječu na sigurnost u prometu. Zbog povećanja prometa, važan čimbenik je održavanje pasivnih elemenata cestovnih vozila.

Rad je podijeljen u 6 cjelina:

1. Uvod
2. Čimbenici sigurnosti prometa
3. Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa
4. Princip rada sigurnosnog pojasa i zračnih jastuka
5. Utjecaj pasivnih elemenata vozila na sigurnost prometa
6. Zaključak

U drugom poglavlju objašnjeni su čimbenici sigurnosti prometa. Čovjek kao čimbenik sigurnosti prometa, vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa, cesta kao čimbenik sigurnosti prometa. Također, objašnjen je i promet na cesti kao čimbenik prometa te incidentni čimbenik.

Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa, vrste aktivnih i pasivnih elemenata sigurnosti vozila su objašnjene u trećem poglavlju. Navedene su vrste pasivnih elemenata cestovnih vozila, te koja je njihova uloga u sigurnosti cestovnih vozila. Pasivni elementi utječu na povećanje sigurnosti cestovnih vozila, analiza i njihov princip rada detaljnije je objašnjen u četvrtom poglavlju.

U četvrtom poglavlju analiziran je princip rada pasivnih elemenata sigurnosti. Također, navedeno je kako dolazi do povećanja sigurnosti cestovnih vozila unapređenjem pasivnih elemenata. Sigurnosni pojasevi i zračni jastuci pasivni su elementi sigurnosti vozila i kao tema ovog završnog rada bitan su i značajan dio jer im je glavni zadatak ublažiti posljedice, odnosno kada je već došlo do prometne nesreće da spriječe neželjene posljedice koje se mogu dogoditi ili ih u potpunosti neutraliziraju. To su teške ozljede tijela i smrtni slučajevi.

U petom poglavlju su navedeni statistički podaci utjecaja pasivnih elemenata na prometne nesreće. Analizirati će se razdoblje posljednjih pet godina u Republici Hrvatskoj.

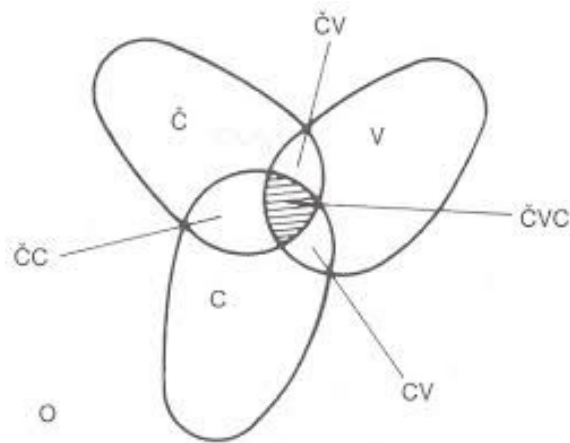
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI PROMETA

Cestovni promet grana je prometa obilježena je velikim brojem vozila koji se nalaze u konfliktnim situacijama te najvećim brojem prometnih nesreća. Svake godine u svijetu u prometnim nesrećama pogine 1.300.000 ljudi, a 50.000.000 ih bude ozlijeđeno. Predviđa se da će do 2030. godine prometne nesreće postati peti uzrok smrtnosti, odnosno, da će poginuti 2.400.000 osoba, ako se nastave sadašnji trendovi.[2]Kontinuiranim razvojem i unaprjeđenjem prometnog sustava teži se smanjenju prometnih nesreća i 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 nesreća. 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. [1]

Čimbenici koji utječu na sigurnost u prometu su:

- vozač (iskustvo, nedozvoljene supstance i sl.)
- cesta (održavanje, signalizacija na kolniku i sl.)
- vozilo (tehnička ispravnost vozila)
- promet (brzina, gustoća, razmak vozila, i sl.)
- incidentni čimbenik (vidljivost, poledica na kolniku i sl.).

Na slici 1. prikazano je međusobno djelovanje triju podsustava cestovnog prometa, čovjek (Č), vozilo (V) i cesta (C) pomoću Venovog dijagrama.



Slika 1. Venov dijagram

Izvor: [1]

Prema dostupnim statističkim podacima, za nastanak više od 85% prometnih nesreća odgovoran je vozač, dok su vozilo i cesta kao uzročnici ostalih 15% prometnih nesreća. Analizirajući međunarodna iskustva, vidljivo je da su vozilo i cesta kao čimbenici sigurnosti cestovnog prometa često marginalizirani u odnosu na vozača/čovjeka. Ovaj problem je već odavno poznat u razvijenim zemljama Europe pa tako npr. u Norveškoj nakon svake prometne nesreće sa poginulom osobom na mjesto nesreće naknadno izlazi i stručna osoba koja vrši pregled ceste i pripadajuće infrastrukture kako bi utvrdila eventualne nedostatke.[5]

2.1. Čovjek kao čimbenik sigurnosti

Najvažniji čimbenik koji utječe na sigurnost prometa je čovjek. Čovjek kao vozač pomoću svojih osjetila prima obavijesti vezane za događaj na cesti te pomoću njih upravlja vozilom uzimajući u obzir i prometne propise. Postoje velike razlike u ponašanju čovjeka u različitim situacijama, a sve ovisi o stupnju obrazovanja, zdravstvenom stanju, starosti, temperamentu, moralu, osjećajima i inteligenciji osobe.

Na ponašanje čovjeka kao čimbenika sigurnosti prometa utječu:

- osobne značajke vozača
- psihofizičke osobine
- obrazovanje i kultura.

Kod osobnih značajki vozača posebno se izdvaja pojam ličnosti osobe koja predstavlja organiziranu cjelinu svih osobina, svojstava i ponašanja kojima se ljudska individualnost izdvaja od ostalih pojedinaca. Pojam osobe u užem smislu obuhvaća neke psihičke osobine kao što su sposobnost, stajališta, temperament, osobne crte i karakter. Sve sposobnosti čovjeka razvijaju se u prosjeku do osamnaeste godine i do tridesete godine ostaju uglavnom nepromijenjene. Od tridesete do pedesete godine dolazi do blagog pada sposobnosti, a od pedesete godine života taj pad je značajno brži čime se povećava mogućnost utjecaja čovjekovih osobina na nastanak prometnih nesreća. Osim navedenog jedan od najvećih problema sigurnosti cestovnog prometa danas je alkohol, koji smanjuje mogućnost prosuđivanja i kritičnost, a produljuje vrijeme reagiranja. [1]

2.2. Cesta kao čimbenik sigurnosti

Tehnički nedostaci ceste često su uzrok nastanka prometnih nesreća, a oni mogu nastati pri projektiranju ceste te pri njihovoj izvedbi. Cestu kao čimbenik sigurnosti prometa obilježavaju:[1]

- trasa ceste
- tehnički elementi ceste
- stanje kolnika
- oprema ceste
- rasvjeta ceste
- križanje
- utjecaj bočne zapreke
- održavanje kolnika.

Trasom ceste određuje se smjer i visinski položaj ceste. Trasa ceste sastoji se od pravaca zavoja i prijelaznih krivulja, a ti elementi trebaju biti izabrani tako da omogućuju

sigurno kretanje vozila pri određenoj računskoj brzini. Trasa ceste treba biti homogena tj. omogućavati jednoliku brzinu kretanja vozila. Duljine pravaca i zavoja treba međusobno uskladiti, a potrebno je osim tehničke sigurnosti osigurati i psihološku sigurnost koja ovisi o tome kako na vozača djeluje okolni teren.[1]

Tehnički elementi ceste važni su čimbenici sigurnosti prometa. Npropisna širina kolnika velika je opasnost za sigurnost prometa. Povećanjem širine bankine znatno se smanjuje broj prometnih nesreća. Ispitivanja su pokazala kako je maksimalna duljina ceste u pravcu ovisna o sigurnosnoj sposobnosti vozača, a kreće se od 2 do 4 km. Isto tako, istraživanja su pokazala da se broj prometnih nesreća naglo povećava u zavojima čiji je polumjer manji od 150m. Preveliki uzdužni nagib također utječe na sigurnost prometa, a mora biti takav da ne zahtijeva čestu promjenu brzine.[1]

Stanje kolnika, velik broj prometnih nesreća nastaje zbog smanjenja koeficijenta trenja između kotača i kolnika te zbog oštećenja gornje površine kolnika, tj. pojavom tzv. udarnih rupa. Dobrim prijanjanjem sprečava se klizanje vozila, bilo u uzdužnom ili poprečnom smjeru. Na smanjenje prijanjanje znatno utječu: mokar zastor, vodeni klin, onečišćen i blatan zastor, neravnine na zastoru i sl. Oštećenje kolnika nastaje zbog dotrajalog zastora, njegove slabe kvalitete, lošeg održavanja i posljedice smrzavanja. Kod oštećenja kolnika većih od 15%, potrebno je cijeli kolnik obnoviti. Kod oštećenja kolnika do 15% treba ga popraviti. Na koeficijent između kolnika i kotača veliku ulogu imaju i gume.[1]

Dobrom opremom ceste povećava se sigurnost vozača, što je jako bitno pri velikim brzinama i pri velikoj gustoći prometa. Opremu čine: prometni znakovi, kolobrani, ograde, živice, smjerokazi, kilometarske oznake, snjegobrani i vjetrobani. Prometni znakovi su najvažniji elementi opreme ceste, a svaki znak mora pokazivati realnu situaciju i upozoravati na eventualnu opasnost na tom dijelu ceste. Kolobrani su niski kameni stupići koji se nalaze na starim cestama. Danas se umjesto kolobrana ugrađuju elastične ograde s čeličnim ili betonskim stupićima spojenim na limenim vrpcama. Živice se sade na bankinama visine od 70 cm kako ne bi smanjivale vidljivost. Snjegobrani djeluju najbolje ako propuštaju vjetar. Vjetrobani za razliku od snjegobrana ne smiju imati šupljine, a postavljaju se u blizini ruba kolnika.[1]

Križanja su mjesta na kojima se događa veliki broj prometnih nesreća. Broj prometnih nesreća u gradu iznosi ukupno 40-50% od ukupnog broja nesreća. Provedena istraživanja su pokazala da se pri preglednosti na križanju smanjenoj 3 puta sigurnost smanji za 10 puta.

Zbog toga je potrebno rješavati križanje u dvije ili više razina. Ako to nije moguće, treba osigurati dobru preglednost i posebnu pažnju posvetiti regulaciji prometa. Posebna opasnost na križanjima su vozila koja skreću ulijevo, te ih pri reguliranju treba svakako odvojiti.[1]

Utjecaj bočne zapreke, stalne ili povremene u blizini ruba kolnika nepovoljno utječu na sigurnost prometa. Prema propisima, udaljenost unutarnjeg ruba zaštitne ograde, ako postoji trak za zaustavljanje vozila u nuždi, iznosi 0,70m, a ako nema traka za zaustavljanje vozila, njena udaljenost ovisi o širini prometnog traka.[1]

Održavanje ceste, pri redovnom održavanju koje počinje u proljeće, izvode se svi potrebni popravci zastora, čišćenje odvodnih kanala, zamjena dotjerale signalizacije i uređuju se kosine zemljanog trupa. Investicijskim održavanjem uređuju se opasna mjesta, obnavlja se zastor, rekonstruiraju tehnički elementi ceste i sl. Potrebno je zbog uklanjanja svih smetnji tijekom zime da bude dobro organizirana „zimski služba“ koja je specijalizirani dio službe za održavanje cesta.[1]

2.3. Vozilo kao čimbenik sigurnosti

Vozilo je prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzanjem ili usporenjem. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim značajkama utječe u velikoj mjeri na sigurnost prometa. Prema statističkim podacima, za 3-5% prometnih nesreća smatra se da im je uzrok tehnički nedostatak na vozilu. Međutim, taj postotak je znatno veći, jer se pri očevidu nakon prometne nesreće ne mogu do kraja odrediti pojedini parametri vozila kao uzročnika prometne nesreće. Uzima se u obzir samo jasno izražen kvar, primjerice nekog dijela, potpuno otkazivanje uređaja za kočenje i sl. Neispravnosti kakve su nedovoljna efikasnost sustava za kočenje, nestabilnost vozila prilikom kočenja i sl. u velikoj mjeri utječu na sigurnost prometa.[1]

Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. U aktivne elemente sigurnosti mogu se ubrojiti ona tehnička rješenja vozila čija je

zadaca smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok se u pasivne elemente mogu ubrojiti rješenja koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti posljedice nesreće.[1]

2.4. Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti prometa

Promet na cesti kao čimbenik sigurnosti prometa obuhvaća pod čimbenike:

- organizacija
- upravljanje
- kontrola prometa.

Organizacija prometa obuhvaća prometne propise i tehnička sredstva za organizaciju prometa. Upravljanje prometom se odnosi na način i tehniku upravljanja prometom. Kontrola prometa obuhvaća način kontrole prometa te ispitivanje i statistiku prometnih nesreća. [3]

2.5. Incidentni čimbenik

U incidentne čimbenike ubrajamo atmosferske prilike ili neki drugi elementi, npr. trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač i sl. koji su zapreka sigurnom odvijanju prometa koje ne podliježu određenim pravilnostima te se ne mogu predvidjeti. Zbog toga je bitan tzv. incidentnog čimbenik, čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i neustavan način. U atmosferske utjecaje koji djeluju na sigurnost prometa mogu se ubrojiti: kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar i sl.[3]

Nepovoljno djelovanje atmosferskih prilika na sigurnost prometa očituje se u smanjenju vidljivosti i smanjenju svojstava prijanjanja između gume i kolnika. Poledica te prva kiša koja s blatom stvara skliski sloj između kotača i kolnika koji smanjuje koeficijent prijanjanja između gume i kolnika. Snijeg otežava kočenje vozila te smanjuje vidljivost. Magla smanjuje vidljivost i zamagljuje vjetrobranska stakla. Vjetar utječe na sile koje djeluju na vozilo, a promjene atmosferskog tlaka negativno se odražavaju na koncentraciju vozača.[3]

3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Vozila su kao prijevozna sredstva namijenjena prijevozu ljudi i tereta. 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. [4], [6]

3.1. Aktivni elementi sigurnosti vozila

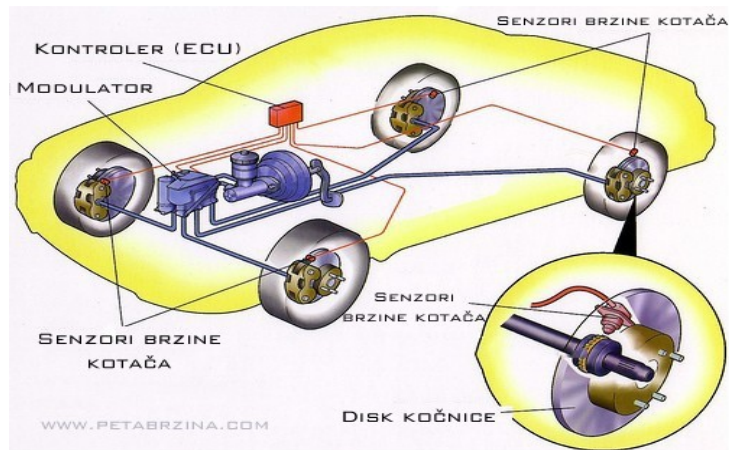
Aktivni elementi sigurnosti sprječavaju nesreću i rezultat su harmonijskog dizajna šasije koja u obzir uzima smjernice za kotače, suspenzije, povratne informacije upravljača, ali i stabilnost kočnica. Izražena je optimalnim dinamičkim ponašanjem vozila i izbjegavanjem prepreka. Kontrola upravljanja nije 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. [7]

U aktivne elemente ubrajaju se sva tehnička rješenja nekog vozila, a za zadaću imaju smanjiti mogućnost nastanka prometne nezgode. U tu skupinu se ubrajaju:

1. Uređaji za kočenje,
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.

3.1.1. Uređaji za kočenje

Uređaji za kočenje služe za usporenje kretanja vozila ili za potpuno zaustavljanje. Kočnice su jedan od najvažnijih uređaja na vozilu, bitan za sigurnost prometa. Vozilo mora imati dvije potpuno nezavisne kočnice: ručnu i nožnu. Za sigurnost prometa važnija je nožna kočnica jer djeluje na sve kotače neposredno. Imamo više vrsta kočenja: kočenje pomoću disk kočnice, kočenje pomoću bubnja i mjerodavno kočenje. Najveća opasnost za sigurnost prometa pri naglom kočenju je blokiranje kočnica, jer se pritom gubi 60% sile kočenja. Danas su u svijetu poznati razni antiblok sustavi (A-B-S).[1]



Slika 2. ABS – Sustav protiv blokiranja kotača

Izvor: [10]

Neprestani razvoj automobila rezultira sa sve više sigurnosnih značajki koje se integriraju u vozila. Moderni sustav ADAS (*Advanced Drivers Assistance Systems*) ugrađen je u mnoga moderna vozila. To uključuje i automatsko kočenje u nuždi (*AEB -Automatic Emergency Braking*). Automatsko kočenje u opasnosti je tehnologija prije sudara (*pre-crash*) koja je dizajnirana za smanjenje posljedica sudara pri velikim brzinama u slučaju da vozač ne obrati pozornost. Dok neki sustavi automatskog kočenja zapravo mogu spriječiti sudare, oni su obično namijenjeni usporavanju vozila do točke manje štete u slučaju sudara i u kome su smrtni slučajevi malo vjerojatni. To mogu biti sustavi i automatskog kočenja kod opasnosti od sudara s od sudara s otkrivanjem pješaka noću. Otkriva druga vozila i pješake na putanji vašeg automobila pri slaboj rasvjeti. Ako sustav ocijeni da je sudar neizbježan, upozorava vozača, a ukoliko vozač ne reagira na vrijeme, kočnice se automatski aktiviraju. Slično je i sa sustavom kočenja kad se pred vama nađe biciklist. [30]

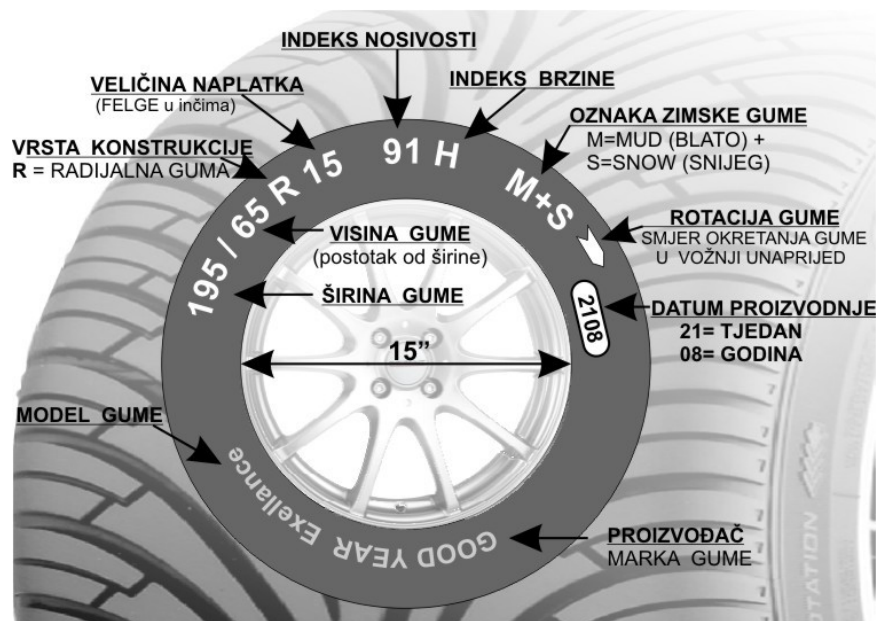
3.1.2. Upravljački mehanizam

Upravljački mehanizam kao neispravna komponenta može biti jedan od uzorka prometne nesreće. To se može dogoditi zbog velike zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma, zbog loma nekih dijelova ili zbog neispravnosti sigurnosne brave upravljačkog volana koja može sama od sebe zaključati volan i spriječiti njegovo okretanje. Najteže ozljede vozača u čelnom sudaru, nastaju zbog udara prsnog koša u kolo upravljača i

glave u vjetrobransko staklo. Ublažavanje tih ozljeda postiže se ugradbom upravljača osovine koja se sastoji od više dijelova i ima elastičan uređaj koji amortizira energiju udara.[1]

3.1.3. Gume

Gume za zadaću imaju što bolje prijanjanje između kotača i podloge. Gume se dijele na dijagonalne i radijalne. Prednost radijalnih guma je što se manje griju, imaju bolju stabilnosti i kraći put kočenja te imaju dulji vijek trajanja. Na mokroj cesti je put kočenja s radijalnim gumama kraći za oko 12 posto. Poprečne su sile, koje vode kotač u zavoj, međutim s radijalnim gumama oko 15 posto veće. Nedostatak radijalnih guma je da se pri manjim, gradskim brzinama kotrljaju kruće; posljedica je znatna buka na neravnom kolniku. [8]



Slika 3. Označavanje gume

Izvor: [11]

Jedan od modernih sustava koji su ugrađeni u vozila je i sustav za nadzor tlaka u gumama (*Tire Pressure Monitoring*). To je sustav ugrađen u vozilo za procjenu tlaka u gumama ili praćenje promjena tlaka u gumama tijekom određenog vremena i prenošenje odgovarajuće informacije vozaču u vožnji. [30]

3.1.4. Svjetlosni i signalni uređaji

Svjetlosni i signalni uređaji osvjetljavaju cestu ispred vozila, označuju položaj vozila na kolniku i daju odgovarajući signal. Na prednjoj strani vozila su duga svjetla, oborena svjetla, svjetla za maglu, prednja svjetla označivanje vozila i pokazivači smjera. Na stražnjoj strani vozila su stop svjetla, stražnja svjetla označivanja vozila, pokazivači smjera, svjetlo za osvjetljivanje registracijskih pločica. Pravilnom uporabom svjetlosnih uređaja svaki vozač pridonosi većoj sigurnosti u prometu. Zbog nepravilne uporabe svjetlosnih uređaja često se događaju prometne nesreće. Važno je vidjeti i biti viđen. Svjetlosni i signalni uređaji moraju zadovoljavati, sa stajališta sigurnosti, ove uvjete: za vrijeme vožnje noću moraju rasvjetljavati cestu i njezinu bližu okolinu, moraju omogućavati promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti (magla, snijeg i sl.), moraju upozoravati ostale sudionike u prometu u svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila, stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i sa stražnje strane.[1]

Suvremena vozila imaju ugrađen Prilagodljivi sustav kontrole svjetlosti (*AdaptiveLightControl*). Sustav koji je osmišljen da pomogne vozačima da bolje i dalje vide u mraku. Ova napredna tehnologija pomoći vozaču omogućuje zakretanje prednjih svjetala kako bi se bolje osvijetlila cesta prilikom vožnje u zavojima i u drugim posebnim okolnostima. Uz ovaj sustav posebno je efikasna i funkcija automatskih dugih svjetala, koja prepoznaje svjetla vozila koja vam dolaze u susret i automatski prebacuju između dugih i kratkih svjetala. [31]

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su: prozorska stakla na vozilu, brisači i perači vjetrobrana, vozačka zrcala (retrovizori).[2]

3.1.5. Konstrukcija sjedala

Konstrukcija sjedala u vozilu mora biti konstruirana tako da omogućuje udobno sjedanje, da pridrži vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavojima, da omogućuje dobru vidljivost i da je optimalno udaljeno od uređaja za komandu vozila.[1]

3.1.6. Usmjerivači zraka

Usmjerivači zraka su dijelovi školjke vozila čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećanje stabilnosti vozila pri velikim brzinama. Smanjenjem otpora zraka povećava se brzina vozila, a smanjuje potrošnja goriva. Način postavljanja usmjerivača zraka zahtijeva posebna ispitivanja i testiranja u zračnom tunelu.[1]

3.1.7. Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje

Uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti vozila važni su za radnu sposobnost vozača, a samim time i sigurnost prometa. Pri temperaturi nižoj od 13 Celzijevih stupnjeva i višoj od 30 stupnjeva radna sposobnost vozača opada. Stoga je potreban dobar uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti.[1]

3.1.8. Vibracije vozila

Vibracije vozila mogu biti neugodne za putnike u vozilu, a povećavaju se pri čestoj promjeni ubrzanja vozila. Vibracije se putem stopala prenose na ostale dijelove tijela. Najjači utjecaj na organizam čovjeka imaju vibracije školjke.[1]

3.1.9. Buka

Buka djeluje na živčani sustav i unutarnje organe. Izaziva glavobolju, vrtoglavicu, razdražljivost te smanjenje radne sposobnosti vozača. Djelovanje buke iznad 80 dB štetno je za organe sluha, a u prostoru za putnike buka ne bi smjela prelaziti 70 dB.[1]

3.2. Pasivni elementi sigurnosti prometa

Pasivni elementi su oni u koje se ubrajaju rješenja kojima je zadaća ublažiti posljedice prometne nezgode ako do iste dođe, a to su:

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. [1], [9]

3.2.1. Karoserija i vrata

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. Iz sigurnosnog aspekta najbolja su klizna pomična vrata jer povećavaju krutost srednjeg dijela školjke. Nedostatak im je što se kod sudara iskrivljuju nosači vrata i time se vrata ne mogu otvoriti.



Slika 4. Školjka automobila

Izvor: [12]

3.2.2. Sigurnosni pojasevi

Ugradbom i korištenjem sigurnosnih pojaseva sprečava se pri sudaru udar u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili ploču s instrumentima. Primjenom sigurnosnih pojaseva smanjuje se broj teže ozlijeđenih tri puta, a broj smrtno stradalih za 60%. Uz „Y“ pojas, koji se najviše upotrebljava, postoji i „H“ pojas koji pruža maksimalnu zaštitu, a rabi se u zrakoplovstvu. [3]

3.2.3. Nasloni za glavu i vjetrobranska stakla i zrcala

Nasloni za glavu se ugrađuju na sjedala kako bi se rasteretilo vratne kralješke podupiranjem glave i vrata. Kod same nesreće nasloni za glavi sprječavaju trzaj glave koji se događa kod naglog smanjenja brzine.

Vjetrobranska stakla i zrcala se kod konstrukcije moraju razbiti u sitne komadiće s tupim rubovima kako bi se smanjila mogućnost ozljede unesrećenih. Zbog toga se koriste kaljena stakla.

3.2.4. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora

Kod položaja motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora potrebno je paziti kod konstrukcije da akumulator i spremnik za gorivo ne budu u istom prostoru zbog zapaljivosti goriva. Za položaj motora preporuča se prednji dio školjke jer će motor preuzeti najveći dio kinetičke energije kod sudara i time zaštititi putnike. Rezervni kotač najbolje je smjestiti u prednji dio jer smanjuje oštećenje motora i štiti srednji dio vozila.

3.2.5. Odbojnik

Zadaća je odbojnika da pri sudaru apsorbira dio kinetičke energije. Pričvršćuju se na prednju i stražnju stranu vozila, a trebali bi, po mogućnosti, biti opremljeni gumenim elementima.

3.2.6. Sigurnosni zračni jastuk

Sigurnosni zračni jastuci aktiviraju se automatski u trenutku sudara. Zračni jastuk se izbacuje iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila u vremenu od dvadeset šest tisućinki sekunde. Problem sa sigurnosnim zračnim jastucima je što oni ne štite od sekundarnih udara ili prevrtanja, a i manje su pouzdani od sigurnosnih pojaseva.

4. PRINCIP RADA SIGURNOSNOG POJASA I ZRAČNIH JASTUKA

4.1. Sigurnosni pojasevi

Sigurnosni pojasevi u vozilima predstavljaju najvažniji pasivni element sigurnosti koji nerijetko spašava živote vozača i putnika koji ga koriste tijekom vožnje. Vozač i putnici koji tijekom vožnje ne koriste sigurnosni pojas, pri frontalnom sudaru ili udarcu u neki drugi objekt, držanjem se ne mogu oduprijeti silama koje u tom trenutku vladaju u vozilu te izlijeću iz vozila. Može se slobodno reći da su sigurnosni pojasevi jedan od glavnih spasitelja života.

4.1.1. Povijesni razvoj sigurnosnog pojasa

Sigurnosni pojasevi postojali su i davno prije izuma automobila. Korištenje je počelo već krajem 19. stoljeća kada se prijevoz u Europi konstantno razvijao. Prvi pojasevi su korišteni na zaprežnim kolima odnosno kočijama 1885. godine. Svojstvo im je bilo naravno isto kao i danas, spriječiti putnike da padnu s kočije. Godine 1910. pojasevi se počinju koristiti i u zrakoplovima. [15]

Nekoliko godina kasnije ugradnja pojaseva počinje i na trkaće automobile. Pojasevi nabrojani u ovom razdoblju su uglavnom bili sigurnosni pojasevi s dvije točke vezivanja. Prekretnicu je napravio VOLVO CARS odnosno njihov inženjer NilsBohlin koji je 1959. godine izumio sigurnosni pojas s tri točke vezivanja koji se i dan danas ugrađuje u sva vozila. [13]

4.1.2. Elementi sigurnosnog pojasa

Sigurnosni pojas sastoji se od:

- remena širine najmanje 43 mm koji dopušta malo pomicanje naprijed, ali ne smije biti elastičan da odbaci putnika natrag te tako izazove ozljede kralježnice i vrata.
- spojnice za pričvršćivanje remena
- kopče za vezivanje koje moraju biti što jednostavnije konstrukcije. [1]

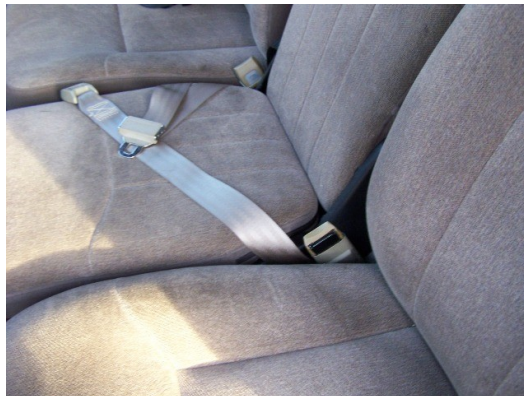
4.1.3. Vrste i izvedbe sigurnosnih pojaseva

Razlika između sigurnosnih pojaseva gleda se prema nekoliko kriterija. Prema broju točaka na kojima je pojas pričvršćen:

- pojasevi u 2 točke
- pojasevi u 3 točke
- pojasevi u 4, 5, 6 točaka
- pojas sa 7 točaka vezivanja.

4.1.4. Pojas u dvije točke

Sigurnosnim pojasevima u dvije točke opremljena su većinom vozila za prijevoz više putnika. To su autobusi i zrakoplovi.

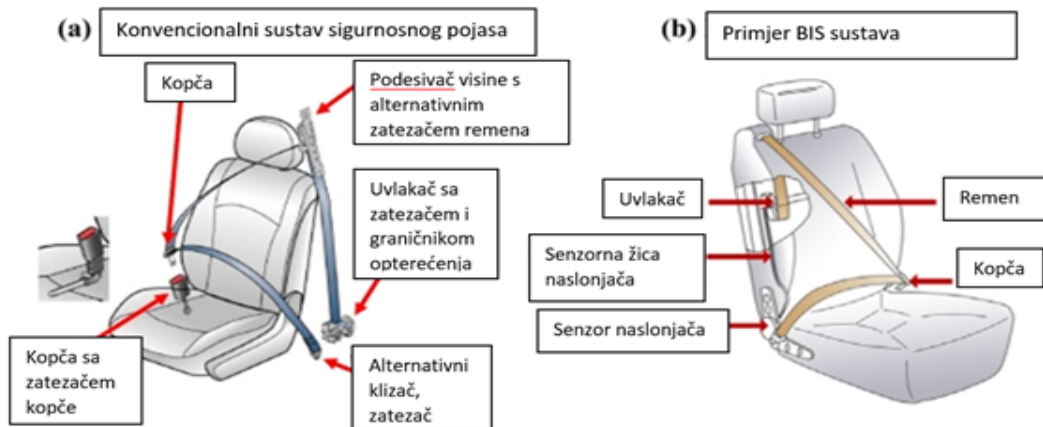


Slika 5. Sigurnosni pojas u dvije točke

Izvor: [14]

4.1.5. Pojas u tri točke

Moderan sigurnosni pojas kojeg je u upotrebu pustio već ranije spomenuti Volvo. Ima tri točke prihвата, jednu u kopči, drugu u podu automobila odnosno karoseriji, a treću u B nosaču. Postoji i poseban *Belt-in Seat* (BIS) sustav kod kojeg je rameni dio pojasa pričvršćen za sjedište putnika, a ne za karoseriju vozila.



Slika 6. Pojas u tri točke sa konvencionalnim prihvatom i primjer BIS sustava

Izvor: [17]

4.1.6. Pojas u četiri, pet i šest točaka

Pojasevi sa pet točaka koriste se u dječjim sjedalicama i trkaćim automobilima. Pričvršćen je na dva mjesta iznad ramena, na dva mjesta kod kukova i jednim krakom koji prolazi između nogu.

4.1.7. Pojasevi u sedam točaka

Koristi se u akrobatskim i sličnim letjelicama.

4.1.8. Pojasevi prema rastezljivosti

Gleda li se njihovu rastezljivost, mogu se podijeliti na:

- rastezljive
- nerastezljive

4.1.9. Sigurnosni pojasevi s ugrađenim zračnim jastukom

Konstrukcijom prvih sigurnosnih pojaseva došlo je do povećanja sigurnosti i smanjenja smrtno stradalih osoba u vozilima. No, kako su godine prolazile potreba za što većom sigurnošću je porasla. Podaci o preživjelima u prometnim nesrećama koji su koristili sigurnosni pojas tijekom vožnje te također same upotrebe sigurnosnog pojasa tijekom vožnje navela je inženjere i stručnjake iz tvrtke Ford da unaprijede same sigurnosne pojaseve. Smatrali su da taj postotak mora biti i veći pa su tako došli na ideju izrade sigurnosnog pojasa s zračnim jastukom kako bi pridobili putnike da čim više koriste sigurnosne pojaseve pogotovo na stražnjim sjedalima.

Taj sigurnosni pojas u sebi sadrži već spomenuti zračni jastuk na napuhavanje koji uspješno objedinjuje karakteristike klasičnog pojasa i zračnog jastuka. Izgleda gotovo identično kao i običan pojas ali ga od njega razlikuju finije obrađeni i zaobljeni rubovi. Pojas se aktivira putem senzora koji su razmješteni na ključna mjesta u vozilu. [18]

Vrijeme napuhavanja pojasa je 40 milisekundi. U slučaju frontalnog ili bočnog sudara znači da mnogo bolje štiti putnike, odnosno da se sila, koja djeluje na njih smanjuje pet puta. Pri tome putnici ostaju u pravilnoj sjedećoj poziciji, što je jako bitno za sprječavanje ozbiljnijih ozljeda. [19]

Glavne karakteristike su:

- bolji dizajn, a što je još važnije udobniji je za korištenje,
- pruža dodatnu stabilnost glavi i vratu putnika,
- koristi se hladni komprimirani plin umjesto klasičnog vrućeg zraka,
- nakon aktiviranja ostaje napuhan još nekoliko trenutaka prije nego što počne ispuhavanje,
- svojom konstrukcijom je prilagođen većini autosjedalica za djecu što je također jedna od bitnih sigurnosnih karakteristika.



Slika 7. Sigurnosni pojas sa ugrađenim zračnim jastukom

Izvor: [18]

4.2. Princip rada sigurnosnog pojasa

Pojasevi koji štite vozača i putnike u vozilu, tijelo zadržavaju na mjestu na način da gornji dio tijela jednim dijelom pojasa obuhvate preko grudi, a drugi dio pojasa učvršćuje zdjelicu i sprječava njezino kretanje. Oni se mogu otpuštati i zatezati. Otpušta se npr. kada se osoba želi nagnuti prema naprijed ali to mora učiniti sporo jer ako napravi brzi pokret pojas to prepoznaje i automatski se zateže. Kada se osoba vrati ponovno vrati u prijašnji položaj on se blago zateže dok se u slučaju sudara naglo zateže i ne popušta.

Postoje dva osnovna tipa sustava sigurnosnih pojaseva u vozilu:

- 1) *EmergencyLockingRetractor*(ELR) - pojas se slobodno zateže i otpušta zaključava se u slučaju naglog zaustavljanja i promjene smjera
- 2) *Automatic LockingRetractor* (ALR) - dozvoljava da se pojas u jednom pokretu izvuče sve dok se ne pričvrsti, a nakon toga radi kao zapinjača koja se polako namata i sprječava daljnje otpuštanje [20]

Postoji i tzv. hibridno rješenje kod kojeg se preko sklopke može podešavati tip pojasa- iz ELR u ALR i obrnuto.

Kako bi zaštita bila učinkovitija pojas mora imati 3 točke vezivanja. Sustav sigurnosnog pojasa ima još nekoliko važnih dijelova osim točaka vezivanja. Prvi od takvih je mehanizam zatezanja (zatezač). Na njemu se nalazi opruga preko koje se postiže da pojas stalno bude napet. Zatezač ima mehanizam zaključavanja koji sprječava da se pojas otpusti u slučaju naglog zaustavljanja.

4.2.1. Sustav aktiviran naglim zaustavljanjem vozila

Spada u sustav blokiranja odnosno zaključavanja sigurnosnog pojasa. U tom sustavu njegov središnji dio je njihalo s utegom koje kada se vozilo naglo zaustavi uzrokuje njihanje prema naprijed. Kada se to dogodi zubac na gornjem dijelu njihala blokira zupčanik zatvarača za zatezanje pojasa. Nakon sudara pojas se automatski deblokira jer se njihalo spušta u niži položaj i oslobađa zupčanik zatvarača. [21]

4.2.2. Sustav aktiviran naglim izvlačenjem sigurnosnog pojasa

Druga vrsta sustava koja se temelji na naglom povlačenju sigurnosnog pojasa. Glavni dio ovog sustava je malo kvačilo koje se nalazi na rotirajućoj osi zatvarača. Kada se osovina kreće sporo centrifugalna sila je premala da bi aktivirala kvačilo koje opruga do tada drži neaktivno. Nakon što se osovina naglo pokrene centrifugalna sila pomiče kvačilo prema van i ulijevo. Tada zupčanik zatvarača blokira pojas i ne dopušta otpuštanje.[21]

4.2.3. Predstezači pojasa

Koriste se u novijim sustavima jer u trenutku sudara drže pojas dodatno čvrsto zategnutim te na taj način nastoje staviti putnike u optimalan položaj za udarac neposredno prije sudara. Suvremeni sustavi predstezanja koriste pirotehniku za brzo postizanje sile zatezanja. Središnji element je posuda s eksplozivnim plinom u kojoj se nalazi još i upaljač s eksplozivnim materijalom.

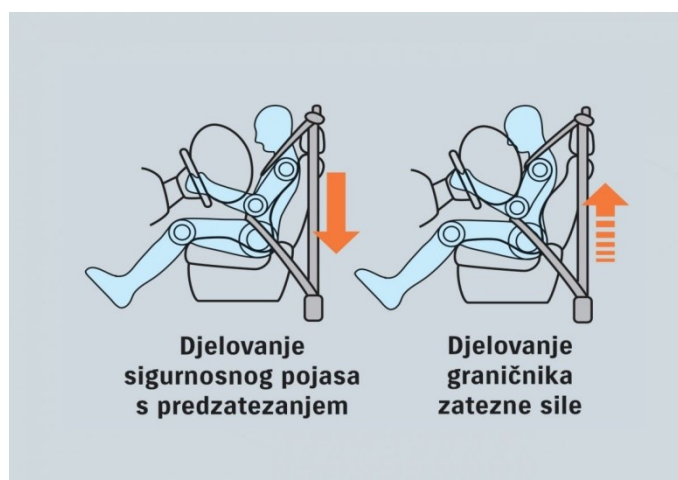
Upaljač se aktivira električnom strujom, a kontrolira ga (uključuje) računalo automobila. U trenutku kada senzori detektiraju sudar računalo uključuje strujni krug prema upaljaču koji izaziva brzo sagorijevanje. Time se dobiva sila pritiska potrebna da snažno i brzo pokrene klip prema gore. Klip nakon toga okreće zupčanik koji je povezan sa sustavom zatezanja sigurnosnog pojasa i na taj način brzo i snažno zateže pojas. [16]

4.2.4.Ograničivači zatezanja pojasa

Naravno da u slučaju jakog sudara i sigurnosni pojasevi izazivaju ozbiljne ozljede. Sve to ovisi o jačini udarca pri sudaru. Što je jači sudar potrebna je i veća sila i pritisak pojaseva da zadrže vozača i putnike u vozilu. Radi toga neki sustavi imaju ograničivače sile pritiska na putnika ugrađene na sigurnosnim pojasevima.

Najjednostavniji ograničivač je pregib ušiven u pojas. Taj pregib je oblikovan tako da se nakon prekoračenja određene jačine sile popucaju konci koji ga drže te tako malo otpuste pojas.

Napredniji sustavi za ograničavanje zatezanja pojaseva koriste metalni štapić (*torsion bar*) koji se uvine kada se primijeni određena sila. U slabijem sudaru štapić se neće uvinuti, ali u jačem sudaru on će se zakriviti i na taj način smanjiti zategnuće pojasa.[21]



Slika 8. Djelovanje predstezača i ograničivača sigurnosnog pojasa

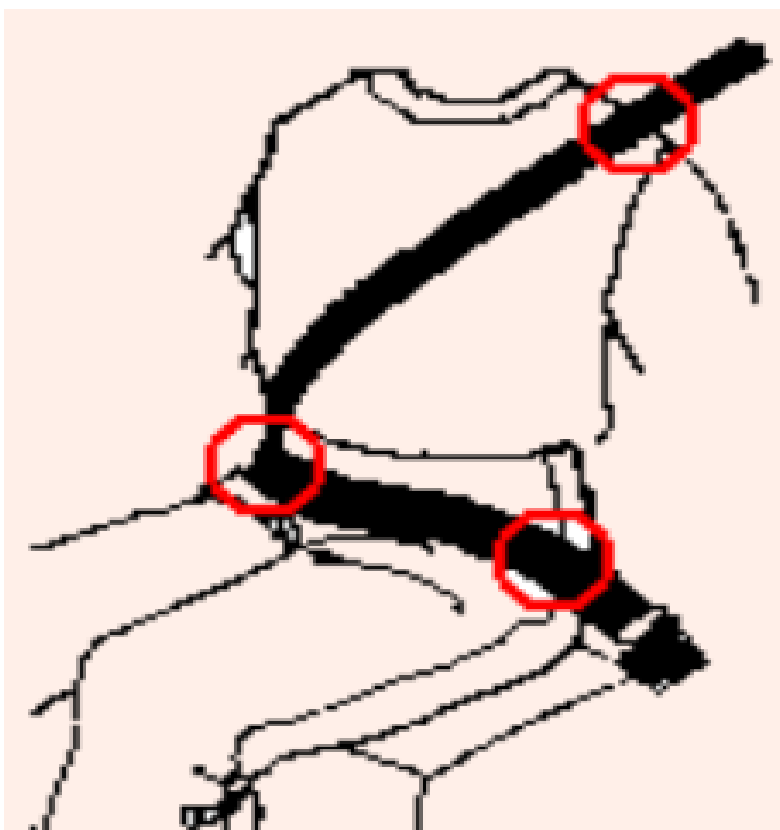
Izvor: [22]

4.2.5. Pravilno korištenje i pozicioniranje pojasa

Kako bi sigurnosni pojas odradio svoju funkciju koja je već poznata, ublažio posljedice nesreće, naravno da mora biti i pravilno pozicioniran tijekom korištenja inače može uzrokovati ozbiljnije povrede. Pravilno pozicioniran pojas prikazan je na primjeru pojasa koji se najviše koristi a to je onaj sa tri točke vezivanja.

Dijagonalna traka mora biti pozicionirana preko prsa, najbolje što bliže vratu jer njezina je funkcija da osigurava pravilan ugao pojasa zbog toga što su ramena i grudi dijelovi koji najviše apsorbiraju silu tijekom sudara.

Donja traka koja ide s jednog boka vozača na drugi mora biti pozicionirana preko kukova i prema bedrima a ne preko trbuha. Pojas nakon zakopčavanja mora biti što bliže tijelu kako bi pružio veću zaštitu, te ne smije nikako biti uvinut ili oštećen. [21]



Slika 9. Sigurnosni pojas sa tri točke vezivanja

Izvor: [21]

4.2.6. Posljedice nevezivanja sigurnosnog pojasa

Kao što je već spomenuto ranije vozač i putnici koji ne koriste sigurnosni pojas tijekom vožnje u trenutku sudara nastavljaju kretanje kroz vozilo. U trenutku sudara s vozilom ili nekim drugim objektom vozačeve ruke popuštaju, tijelom nalijeće na upravljač ispred sebe, lomi grudni koš, dolazi do lomljenja koljena zbog udara u armaturu ispod upravljača, a glavom udara u vjetrobransko staklo.

Suvozač najčešće izlijeće glavom naprijed kroz vjetrobransko staklo iz kabine vozila. Putnici na stražnjim sjedalima prelijeću prednja sjedala, glavama udaraju u vozača i suvozača, tijelom lome naslone sjedala, a mogu i izlijetati iz kabine kroz vjetrobransko staklo. Izlijetanje kroz vjetrobransko staklo se najčešće događa kod male djece koja tokom vožnje sjede između sjedala. [23]



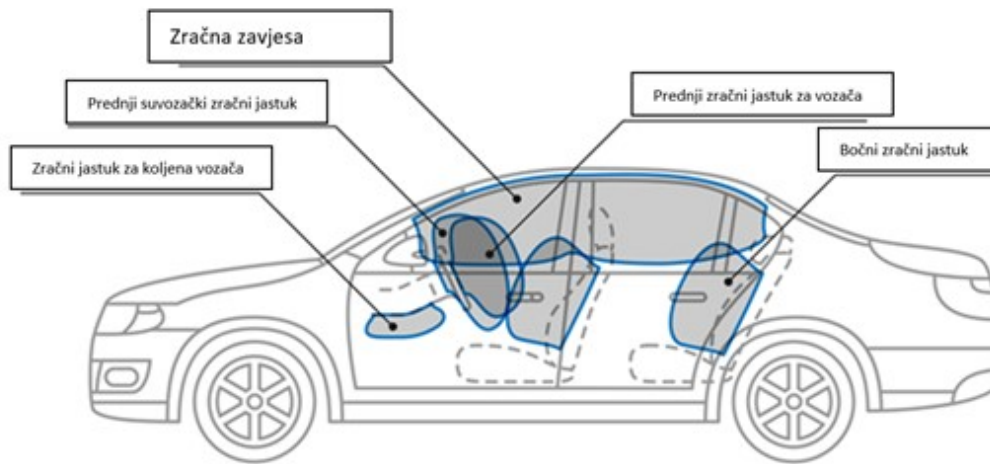
Slika 10. Kretanje vezanog i nevezanog tijela sigurnosnim pojasom

Izvor: [23]

4.3. Zračni jastuci

Zračni jastuci više nisu dodatna oprema već su danas ključni element pasivne sigurnosti automobila koji pomaže u smanjenju negativnih posljedica prometnih nesreća. Jedan su od najnaprednijih sustava sigurnosti putnika u vozilima. Konstruirani su tako da kada se

aktiviraju sprječavaju tijelo od naleta na armaturu u vozilu, vrata ili prozore ovisno o tome do kakvog je sudara došlo. Zračni jastuk će nas zasigurno zaštititi prilikom nesreće ali ne uvijek bez posljedica. [24]



Slika 11. Zračni jastuci u vozilu

Izvor: [24]

4.3.1. Razvoj zračnih jastuka

Istraživanja o zračnim jastucima počela su u 1960-im godinama od strane General Motorsa, Mercedes-Benz i Volva. Prvi automobil u koji je ugrađen zračni jastuk bio je Oldsmobile Tornado 1973. godine. U ono vrijeme službeni naziv nije bio „*airbag*“ već „*aircushionrestraint system (ACRS)*“ što u prijevodu znači „sustav zaštite zračnim jastukom“.

U Europi Mercedes-Benz 1981. godine započinje ugrađivati zračne jastuke u svoju S klasu. Porsche 944 Turbo 1987. bio prvi automobil sa serijskim zračnim jastucima za vozača i suvozača. Ipak, tek 1994. godine započinje prava moderna povijest zračnih jastuka zahvaljujući Fordu, ali onom europskom koji je počeo ugrađivati zračne jastuke u sve svoje modele vozila. Nakon Forda, Volvo 1995. odlazi korak dalje te za model 850 nudi i bočne zračne jastuke čime je opet podigao ljestvicu u proizvodnji sigurnosnih elemenata u vozilu. Kia uzvraća 1996. koja u svoj model Sportage ugrađuje i zračni jastuk za koljena vozača. [25]

4.3.2. Sustav zračnih jastuka

Sustav zračnih jastuka sastoji se od senzora udara, sustava okidanja i samog zračnog jastuka. Senzori se nalaze iza prednjih odbojnika te registriraju udarce automobila koji su ekvivalentni (jednaki) udarcima u zid od minimalno 20 km/h. Kada senzor registrira takav udarac prosljeđuje informaciju sustavu okidanja koji se sastoji od okidača tj. male količine TNT eksploziva. Za napuhavanje jastuka se koriste kemikalije natrij azid (NaN_3), kalijev nitrat (KNO_3) i silicijev dioksid (SiO_2). U međusobnoj reakciji natrijev azid se raspada na natrij i dušik. Upravo dušik u kombinaciji s kalijevim nitratom napuhuje zračni jastuk. [25]

4.3.3. Aktiviranje zračnog jastuka

Pri frontalnom sudaru dvaju vozila aktivira se vozačev i suvozačev zračni jastuk. Oni se ispucavaju iz svojih skrivenih odjeljaka brzinama do 320 km/h te apsorbiraju mogući udarac tijela od štetnih površina kao što su ploča s instrumentima ili volan. Bočni zračni jastuci smješteni su oblogama vrata ili na vanjskom rubu prednjih sjedala. Aktiviraju se slično kao zračni jastuci na prozorima i zračni jastuci stražnjih sjedala koji su smješteni u stražnjem dijelu prednjih sjedala.

Većina zračnih jastuka oslanja se na senzore za detekciju sudara. Senzori upozoravaju računalo zračnog jastuka da pokrene proces napuhavanja. Nakon što su senzori upozorili kontroler zračnog jastuka o sudaru, aktivator zračnog jastuka pokreće oslobađanje plina visokog tlaka za napuhavanje najlonskog zračnog jastuka.

Nakon napuhavanja zračnog jastuka, plin koji je unutra će izaći i uzrokovati da se zračni jastuk ispuše, osiguravajući da zračni jastuci ne ometaju disanje ili kretanje nakon nesreće. Zračne jastuke koji su se aktivirali tijekom nesreće treba zamijeniti (kotač upravljača sa zračnim jastukom i elektronski sustav) jer ih se može koristiti samo jednom. [27]



Slika 12. Aktivirani zračni jastuci u vozilu

Izvor: [28]

4.3.4. Moguće opasnosti prilikom aktiviranja zračnog jastuka

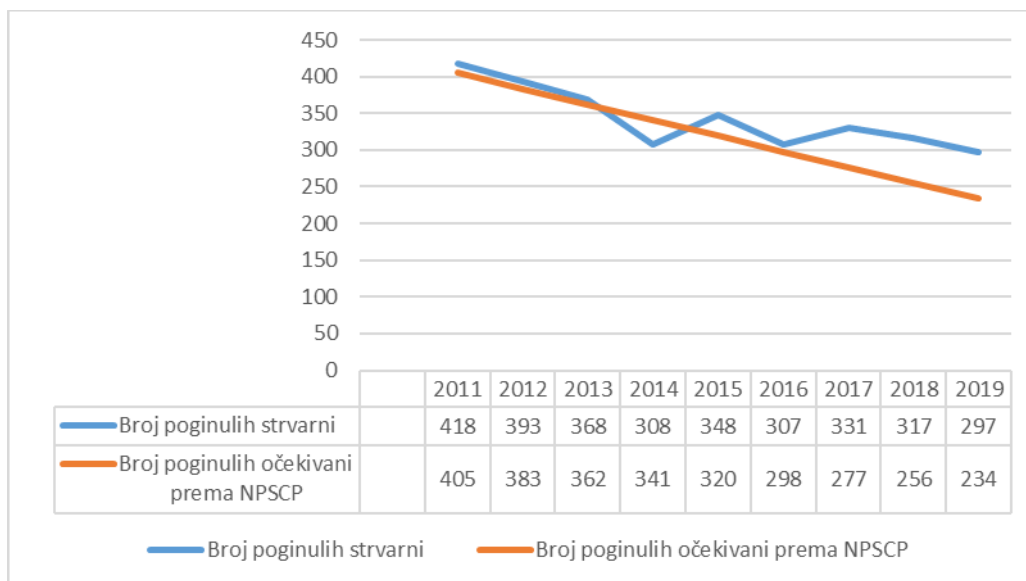
Zbog brzine kojom se zračni jastuk napuhuje, opasno je biti u neposrednoj blizini zračnog jastuka. Uporaba sigurnosnih pojaseva i sjedenje dalje od upravljačke ploče ili volana može pomoći putnicima i vozaču od toga da bude u prebliskom kontaktu sa zračnim jastukom kada se počne napuhivati. Zbog toga što se zračni jastuk napuhava u desetinkama sekunde, važno je da ruke na upravljaču budu u položaju „10 i 14 sati“, radi izbjegavanja mogućeg teškog loma šake i palca, izazvanog izbijanjem volana. Ostale moguće ozlijede su ogrebotine, masnice i opekline po rukama i licu. Kako bi se osigurala sigurnost putnika, djeca mlađa od 13 godina bi trebala sjediti u stražnjem sjedalu automobila, zavezana sigurnosnim pojasom. [27]

5. UTJECAJ PASIVNIH ELEMENATA VOZILA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA

Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili je u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta. Nije prometna nesreća kada radno vozilo, radni stroj, moto kultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu, sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta. [26]

Na hrvatskim se cestama od 2010. do 2019. godine dogodilo 353 858 prometnih nesreća. U tim je nesrećama nastradalo 156 519 osoba: poginulo je 3513 osoba, teško je ozlijeđeno 28 714 osoba, a 124 292 osobe su lakše ozlijeđene. U istom razdoblju broj prometnih nesreća s nastradalim osobama smanjio se s 13 272 u 2010. godini na 9695 (27,0 posto) u 2019. godini, lakše ozlijeđenih osoba s 15 151 na 10 393 (31,4 posto), teško ozlijeđenih osoba s 3182 na 2492 (21,7 posto) i broj poginulih u prometnim nesrećama smanjio se sa 426 na 297 poginulih (30,3 posto). [29]

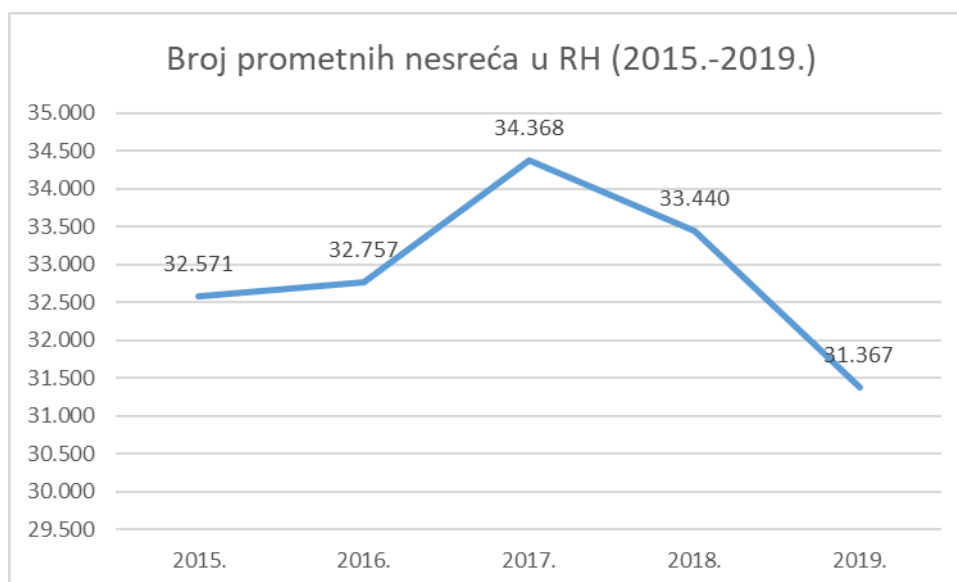
Osim Zakona o sigurnosti prometa na cestama, kao temeljnog normativnog instrumenta, Vlada Republike Hrvatske je 14. travnja 2011. godine donijela peti Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. - 2020. (NN 59/11). Provedbom Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske 2011. - 2020. nastavlja se težnja da se ostvare njegovi glavni ciljevi, od kojih je smanjenje broja poginulih osoba za 50 posto do 2020. godine u odnosu na 2010. godinu prioritet. U 2019. godini poginule su 63 osobe više, što je 26,9 posto više nego što je predviđeno Nacionalnim programom (7,6 osoba na sto tisuća stanovnika).[29]



Grafikon 1. Pokazatelj stvarni broj poginulih i očekivani broj prema Nacionalnom programu (2010. – 2020.)

Izvor: [29]

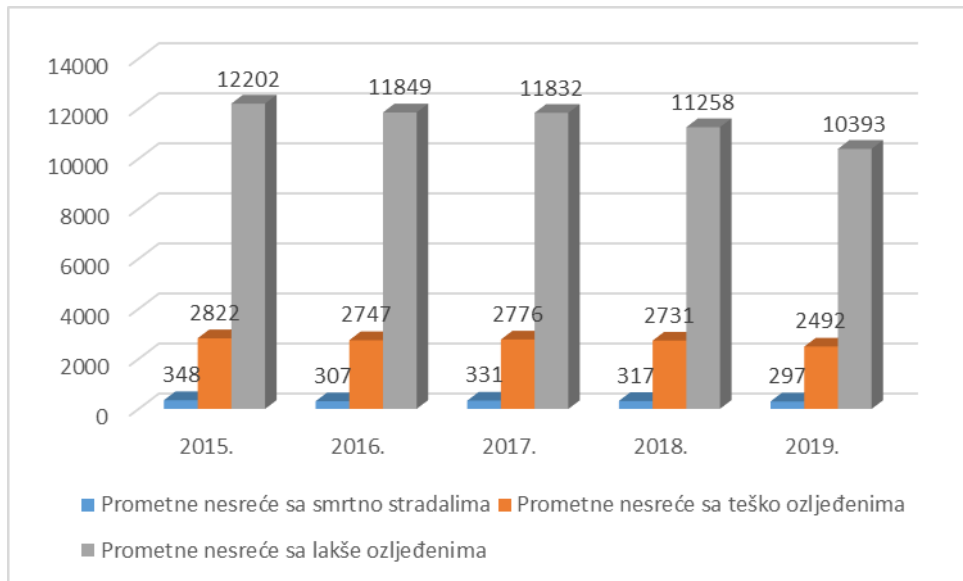
Iz grafikona 1. u kojem se nalazi stvarni i očekivani broj smrtno stradalih osoba u prometu može se vidjeti kako je taj broj u Republici Hrvatskoj daleko iznad očekivanog u posljednjih pet godina.



Grafikon 2. Ukupni broj prometnih nesreća u RH u razdoblju 2015. – 2019.

Izvor: [29]

Grafikon 2. prikazuje ukupan broj prometnih nesreća koje su se dogodile na prometnicama unutar Republike Hrvatske. U odnosu na grafikon 1. može se vidjeti da je ukupan broj prometnih nesreća u padu posljednje tri godine. Broj prometnih nesreća se smanjio za 6,22%, u samim postocima taj broj i nije veliki, no ukoliko uzmemo da je to preko 2000 prometnih nesreća manje u jednoj godini to je veliki pomak u odnosu na 2018. godinu.

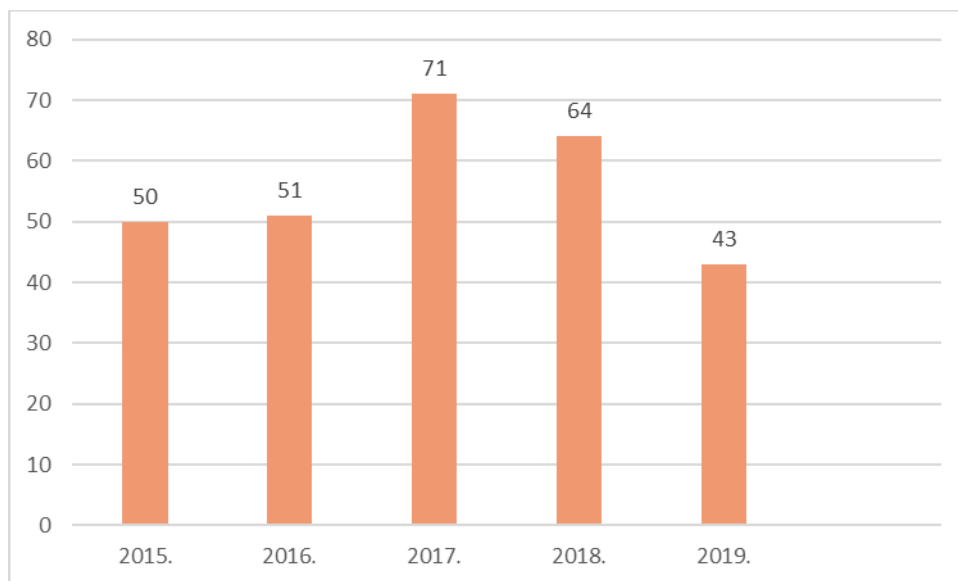


Grafikon 3. Posljedice prometnih nesreća u razdoblju 2015. – 2019.

Izvor: [29]

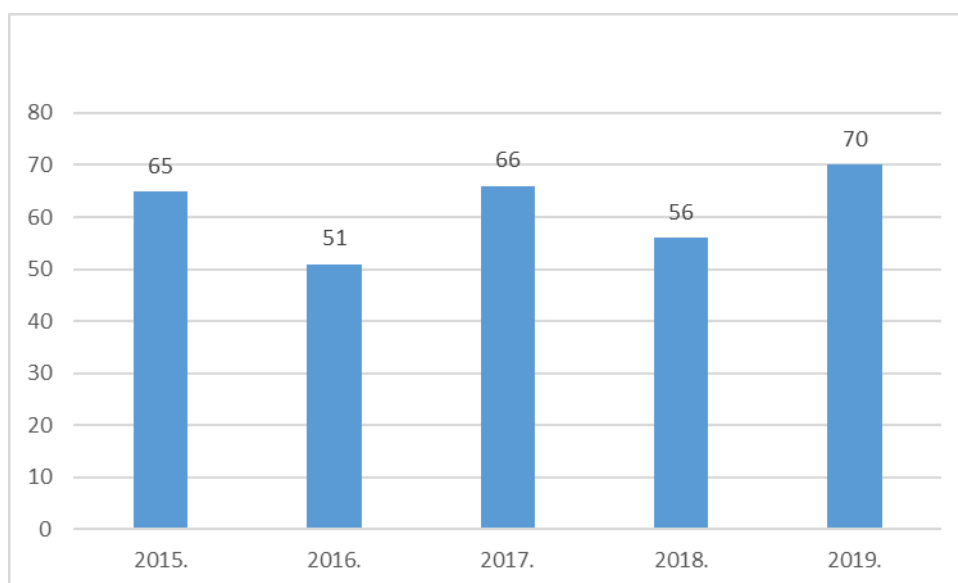
Posljedice prometnih nesreća mogu biti smrtno stradale osobe, teško ozlijeđene, lakše ozlijeđene te prometne nesreće sa materijalnom štetom. U grafikonu 3. prikazano je kretanje broja poginulih te teško i lakše ozlijeđenih. Može se iščitati kako su te vrijednosti svake godine u padu te da je broj teško ozlijeđenih u 2019. godini manji za 11,69% u odnosu na 2015. godinu. Također, broj lakše ozlijeđenih osoba je manji za 14,82% u 2019. godini u odnosu na 2015. godinu.

U grafikonu 4. prikazan je broj smrtno stradalih vozača i putnika koji su koristili sigurnosni pojas u vozilu.



Grafikon 4. Broj poginulih vozača i putnika koji su koristili sigurnosni pojas

Izvor: [29]

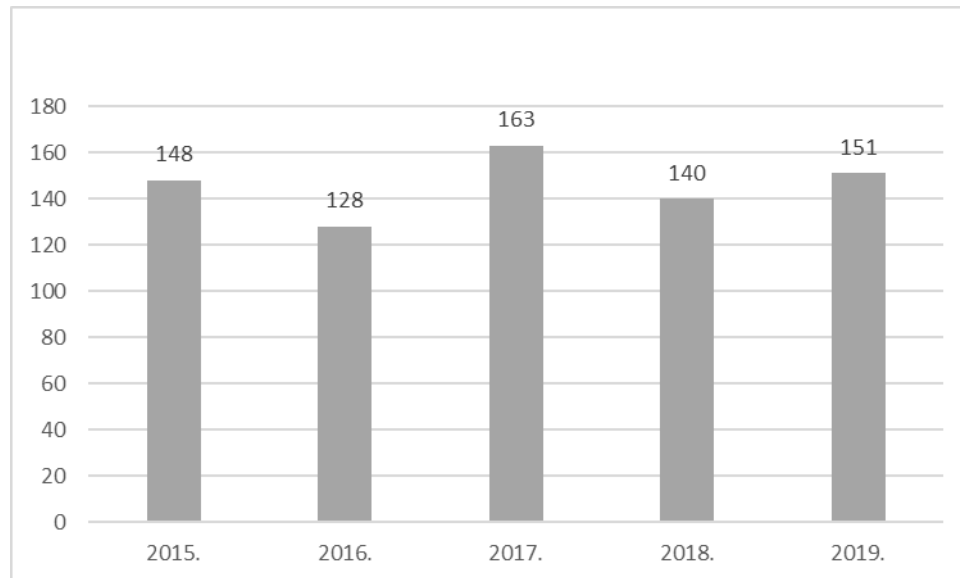


Grafikon 5. Broj poginulih vozača i putnika koji nisu koristili sigurnosni pojas

Izvor: [29]

Iz prethodna dva grafikona može se vidjeti da je broj osoba koje su koristile sigurnosni pojas sa smrtnim posljedicama manji odnosno da je broj smrtno stradalih koji nisu koristili sigurnosni pojas u veći. Neki od razloga su zasigurno i sve novija vozila koja postižu veće

brzine, suvremena infrastruktura koja omogućava brže kretanje no vozači očigledno i dalje ne shvaćaju važnost sigurnosnog pojasa prilikom vožnje.



Grafikon 6. Broj teže ozlijeđenih vozača i putnika koji prilikom vožnje nisu koristili sigurnosni pojas u razdoblju 2015. – 2019.

Izvor: [29]

Grafikon 6. prikazuje broj teško ozlijeđenih vozača i putnika koji prilikom vožnje nisu koristili sigurnosni pojas. Vidimo da taj broj u posljednjih pet godina stagnira te je između 160 i 130 teško ozlijeđenih putnika i vozača.

Iz prethodne analize utjecaja pasivnih elemenata na sigurnost prometa, u ovom slučaju sigurnosnog pojasa tijekom vožnje može se zaključiti kako rezultati nisu zadovoljavajući. Odnosno da broj vozača i putnika koji koriste sigurnosni pojas mora biti 100% kako bismo smanjili broj smrtno stradalih u prometu. U 2019. godini bi ukupan broj smrtno stradalih bio manji za 23,56% da su svi vozači i putnici koristili sigurnosne pojaseve prilikom vožnje. Tada bi ukupan broj smrtno stradalih iznosio 227 osoba te bi Republika Hrvatska bila ispod očekivanih ciljeva Nacionalnog programa za sigurnost prometa.

6. ZAKLJUČAK

Promet je složeni sustav na čiju sigurnost utječu mnogi čimbenici, kako je navedeno ti čimbenici su čovjek, vozilo i cesta. Mnoga istraživanja pokazuju kako je za najveći broj prometnih nesreća, preko 85% kriv čovjek. Međutim, sa aspekta sigurnosti i smanjenja broja prometnih nesreća, posebice onih sa smrtno stradalim sudionicima ne smije se zanemariti ni cestu ni vozilo kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa.

Vozilo kao čimbenik sigurnosti cestovnog prometa može se promatrati kroz aktivne i pasivne elemente sigurnosti vozila. Aktivni elementi sigurnosti sprječavaju nastanak prometne nesreće a ukoliko se prometna nesreća dogodi, postoje pasivni elementi sigurnosti koji ublažavaju posljedice prometne nesreće. U završnom radu detaljno su radu opisani pasivni elementi sigurnosti vozila sa naglaskom na sigurnosne pojaseve u vozilu i zračne jastuke. Također analiza i princip njihovog rada te sama analiza utjecaja korištenja sigurnosnog pojasa na sigurnost u prometu. Kako je navedeno cilj i svrha pasivnih čimbenika u vozilu je smanjenje posljedica prilikom prometne nesreće. Zračni jastuci pasivni su element sigurnosti u vozilu i čine dodatnu zaštitu od ozljeda prilikom prometne nesreće te su jedan su od najnaprednijih sustava sigurnosti putnika u vozilima. No isto tako zaključak je kako su upravo sigurnosni pojasevi u vozilu ti koji predstavljaju najvažniji element koji nerijetko spašava živote kako vozača tako i putnika koji ga koriste prilikom vožnje. Nacionalni program o sigurnosti cestovnog prometa predvidio je da će u Republici Hrvatskoj 2019. godine biti 234 smrtno stradale osobe. Na temelju analize statističkih podataka u posljednjih pet godina u Republici Hrvatskoj o broju i posljedicama prometnih nesreća može se vidjeti da je taj broj daleko veći. Također, iz same analize vidljivo je da je usprkos zakonskim odredbama o povećanju novčanih kazna za sve prekršaje pa tako i za sigurnosni pojas, broj vozača koji ga ne koriste i dalje jako velik. Broj smrtno stradalih vozača i putnika koji nisu koristili zaštitni pojas veći je za 20% u 2019. godini u odnosu na 2018. godinu.

Na aktivaciju zračnog jastuka vozač ne može direktno utjecati ali na korištenje sigurnosnog pojasa zasigurno može. Uz zakonske odredbe za povećanje novčanih kazni potrebna je i dodatna edukacija vozača i putnika o korištenju sigurnosnog pojasa te njegovoj velikoj ulozi u sprječavanju onih najgorih posljedica a to su teške ozljede i smrtno stradavanje.

7. LITERATURA

1. Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. J. Medved, J. Sindik, J. Vukosav: Čimbenici povezani s uzrocima i posljedicama prometnih nesreća na lokaciji Slavonska avenija-Ulica Hrvatske bratske zajednice-Avenija Većeslava Holjevca u Zagrebu, stručni članak, 2017.
3. Luburić, G.: Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1- radni materijal za predavanja, Fakultet prometnih znanosti, 2010.
4. Jelić, I. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost u cestovnom prometu. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2015.
5. Analitički postupci utvrđivanja utjecaja čimbenika cesta, čovjek, vozilo na događanje prometnih nesreća; Centar za promet i logistiku; Zagreb; 2019
6. Perić, F. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost cestovnog prometa. Završni rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti, 2017.
7. Liščák, Š., Moravčík L. Safetyrequirements for roadvehicles. Perner'sContacts – Electronicaltechnicaljournaloftechnology, engineeringandlogisticin transport, Number 4, Volume VIII, December 2013. Dostupno na: http://pernerscontacts.upce.cz/33_2013/Liscak.pdf
8. <https://www.prometna-zona.com/vrste-guma-i-njihova-konstrukcija/> [Pristupljeno: kolovoz 2020.]
9. Activeandpassivesecurityelementsinvehicles. Dostupno na: <http://www.lipseguridad.es/en/actualidad/active-passive-security-elementsvehicles/>
10. <https://www.petabrzina.com/abs-sustav-protiv-blokiranja-kotaca> [Pristupljeno kolovoz 2020.]
11. <https://www.autopraonica-vulkanizer-extreme.com/kako-citati-oznake-na-gumi/> [Pristupljeno kolovoz 2020.]
12. <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/458/karoserijski-dijelovi-ispod-lupe> [Pristupljeno kolovoz 2020.]
13. <https://autoportal.hr/slavni/slavni-inovatori/nils-bohlin-izumitelj-suvremenog-sigurnosnog-pojasa-roden-17-srpnja-1920/> [pristupljeno kolovoz 2020.]
14. <https://nashipoezda.ru/hr/dump-truck/vidy-i-ustroistvo-remnya-bezopasnosti-zachem-on-nuzhen-tipy-remnei.html>[pristupljeno kolovoz 2020.]
15. <http://m.hr.kisho-nano-coating.com/info/the-origin-and-development-of-car-seat-belts-29641895.html>[pristupljeno kolovoz 2020.]

16. <https://www.automotosvijet.com/index.php/auto-tehnika/4288-pojas>[pristupljeno kolovoz 2020.]
17. https://www.researchgate.net/figure/Conventional-seat-belt-system-and-BIS-system-10-11_fig1_221818182 [pristupljeno kolovoz 2020.]
18. <https://www.consumerreports.org/cro/news/2011/03/the-ford-inflatable-seat-belt-how-it-affects-car-seats-and-children/index.htm>[pristupljeno kolovoz 2020.]
19. <http://www.automotorblog.com/ford-launches-first-seat-belt-with-airbag-2027.html>[pristupljeno kolovoz 2020.]
20. https://gwrco.com/latest_news/difference-elr-alr/[pristupljeno kolovoz 2020.]
21. <https://pdfslide.tips/documents/specijalni-sistemi-zadržavanja-putnika-sigurnosni-pojasevi.html>[pristupljeno kolovoz 2020.]
22. <https://www.suzuki.hr/automobili/celerio/sigurnost-celerio/prednji-sigurnosni-pojasevi/>[pristupljeno kolovoz 2020.]
24. <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/savjeti/zracni-jastuci-automobilima-1-1977>[pristupljeno kolovoz 2020.]
25. <https://www.vidiauto.com/Automobili/Nove-tehnologije-studije-prototipi/Kako-funkcioniraju-zracni-jastuci>[pristupljeno kolovoz 2020.]
26. Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN, broj 67/08 od 09. lipnja 2008. godine
27. Zec, M., Inovativne tehnologije u vozilu u funkciji sigurnosti cestovnog prometa, Diplomski rad. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2016.
28. <https://auto-mane.com/abeceda-automobila/sto-je-airbag-sustav>[pristupljeno kolovoz 2020.]
29. Statistika MUP-a i bilteni o sigurnosti cestovnog prometa
<https://mup.gov.hr/pristup-informacijama-16/statistika-228/statistika-mup-a-i-bilteni-o-sigurnosti-cestovnog-prometa/283233>[pristupljeno kolovoz 2020.]
30. <https://www.tportal.hr/autozona/clanak/automatsko-kocenje-upozorenje-umornom-vozacu-pobrojali-smo-sve-sto-trebate-znati-o-novim-sustavima-pomoci-u-voznji-foto-20190423> [pristupljeno rujan 2020.]
31. <https://www.automobili.ba/sve-sto-trebate-znati-o-novim-sistemima-pomoci-u-voznji/> [pristupljeno rujan 2020.]

8. POPIS SLIKA I GRAFIKONA

8.1. Slike

| | |
|--|-------------------------------------|
| <i>Slika 1.</i> Venov dijagram..... | 9 |
| <i>Slika 2.</i> ABS - Sustav protiv blokiranja kotača..... | 11 |
| <i>Slika 3.</i> Označavanje gume | Error! Bookmark not defined. |
| <i>Slika 4.</i> Školjka automobila | Error! Bookmark not defined. |
| <i>Slika 5.</i> Sigurnosni pojas u dvije točke..... | 19 |
| <i>Slika 6.</i> Pojas u tri točke sa konvencionalnim prihvatom i primjer BIS sustava | 20 |
| <i>Slika 7.</i> Sigurnosni pojas sa ugrađenim zračnim jastukom | 22 |
| <i>Slika 8.</i> Djelovanje predstezača i ograničivača sigurnosnog pojasa | 24 |
| <i>Slika 9.</i> Sigurnosni pojas sa tri točke vezivanja | 25 |
| <i>Slika 10.</i> Kretanje vezanog i nevezanog tijela sigurnosnim pojasom | 26 |
| <i>Slika 11.</i> Zračni jastuci u vozilu | 27 |
| <i>Slika 12.</i> Aktivirani zračni jastuci u vozilu..... | 29 |

8.2. Grafikoni

| | |
|---|-------------------------------------|
| <i>Grafikon 1.</i> Pokazatelj stvarni broj poginulih i očekivani broj prema Nacionalnom programu (2010. – 2020.) | 31 |
| <i>Grafikon 2.</i> Ukupni broj prometnih nesreća u RH u razdoblju 2015. – 2019. | Error! Bookmark not defined. |
| <i>Grafikon 3.</i> Posljedice prometnih nesreća u razdoblju 2015. – 2019. | 32 |
| <i>Grafikon 4.</i> Broj poginulih vozača i putnika koji su koristili sigurnosni pojas | 33 |
| <i>Grafikon 5.</i> Broj poginulih vozača i putnika koji nisu koristili sigurnosni pojas. | 33 |
| <i>Grafikon 6.</i> Broj teže ozlijeđenih vozača i putnika koji prilikom vožnje nisu koristili sigurnosni pojas u razdoblju 2015. – 2019. | 34 |



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 principa rada pasivnih elemenata sigurnosti prometa** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 9.9.2020

(potpis)



University of Zagreb
Faculty of Transport and Traffic
Sciences
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

DECLARATION OF ACADEMIC INTEGRITY AND CONSENT

I declare and confirm by my signature that this završni rad is an exclusive result of my own work based on my research and relies on published literature, as can be seen by my notes and references.

I declare that no part of the thesis is written in an illegal manner, nor is copied from unreferenced work, and does not infringe upon anyone's copyright.

I also declare that no part of the thesis was used for any other work in any other higher education, scientific or educational institution.

I hereby confirm and give my consent for the publication of my završnog rada Titled **Analysis of the principles of work of passive elements of traffic safety** on the website and the repository of the Faculty of Transport and Traffic Sciences and the Digital Academic Repository (DAR) at the National and University Library in Zagreb.

Student:

In Zagreb, 09 september 2020

(signature)

