

# PASIVNA SIGURNOST VOZILA

---

**Andrijević, Miro**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic of Šibenik / Veleučilište u Šibeniku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:143:388143>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-31**

*Repository / Repozitorij:*

[VUS REPOSITORY - Repozitorij završnih radova  
Veleučilišta u Šibeniku](#)



**VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU**

**ODJEL PROMET**

**STRUČNI STUDIJ PROMET**

**Miro Andrijević**

**PASIVNA SIGURNOST VOZILA**

**Završni rad**

**Šibenik, 2020.**



**VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU**

**ODJEL PROMET**

**STRUČNI STUDIJ PROMET**

**PASIVNA SIGURNOST VOZILA**

**Završni rad**

**Kolegij: Sredstva i eksploatacija sredstava cestovnog prometa**

**Mentor: prof. dr. sc. Ivan Mavrin**

**Student: Miro Andrijević**

**Matični broj studenta: 1219059533**

**Šibenik, lipanj 2020.**

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. ČIMBENICI SIGURNOSTI VOZILA .....	2
2.1. Aktivni elementi sigurnosti .....	3
2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila .....	7
3. SIGURNOSNI ELEMENTI PASIVNE ZAŠTITE.....	8
3.1. Sigurnosni pojasevi i zatezači i princip rada.....	8
3.2. Zračni jastuci i princip rada .....	10
3.3. Ostali elementi pasivne sigurnosti putnika u slučaju sudara .....	13
3.3.1. Karoserija .....	13
3.3.2. Odbojnik.....	13
3.3.3. Naslon za glavu .....	14
3.3.4. Sjedala .....	15
3.3.5. Vjetrobranska stakla .....	16
3.3.6. Sigurnosni stup upravljača .....	17
3.3.7. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača i akumulatora .....	18
4. PROPISI O PASIVNOJ SIGURNOSTI PUTNIKA U SLUČAJU SUDARA.....	19
4.1 ECE pravilnici za unutarnju sigurnost.....	19
4.2. Ispitivanje zaštite putnika kod čelnog i bočnog sudara .....	21
4.2.1. Čelni sudar.....	21
4.2.2. Bočni sudar.....	22
4.3. Eksperimentalne lutke .....	23
4.4. Parametri za kvantifikaciju povreda .....	24
4.5. Pravilnici ECE 94 i ECE 95 .....	26
5. ZAKLJUČAK .....	31
LITERATURA .....	32

## **PASIVNA SIGURNOST VOZILA**

Miro Andrijević

Staklena 45, Šumećani 10313 Graberje Ivaničko, miroandrijevic@hotmail.com

### Sažetak rada

Pasivna sigurnost je danas jedan od važnijih čimbenika u prometu te se u zadnjih nekoliko godina puno pridonijelo pasivnoj sigurnosti. Pod pojmom pasivne sigurnosti misli se na brojne elemente vozila koji su se unaprjeđivali da bi pridonijeli sigurnosti putnika u vozilu i osobama izvan vozila. Kod pasivne sigurnosti s spominje niz pravilnika i propisa koji su važni kod homologacije dijelova vozila i puštanja samog vozila u promet.

(32 stranica / 18 slika / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u: Knjižnici Veleučilišta u Šibeniku

Ključne riječi: sigurnost, elementi zaštite, propisi, pravilnici

Mentor: prof. dr. sc. Ivan Mavrin

Rad je prihvaćen za obranu: 05.06.2020.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Polytechnic of Šibenik

Final paper

Department of Traffic

Professional Undergraduate Studies of Traffic

# **PASSIVE VEHICLE SAFETY**

Miro Andrijević

Staklena 45, Šumećani 10313 Graberje Ivaničko, miroandrijevic@hotmail.com

### Abstract

Passive safety is today one of the most important factors in traffic and in the last few years a lot has contributed to passive safety. The term passive safety refers to several vehicle elements that have been upgraded to contribute to the safety of occupants in the vehicle and persons outside the vehicle. In the case of passive safety, it mentions several ordinances and regulations that are important in the homologation of vehicle parts and the placing on the market of the vehicle itself.

(32 pages / 18 figures / original in Croatian language)

Paper deposited in: Library of Polytechnic of Šibenik

Keywords: safety, elements of protection, regulations, ordinances

Supervisor: prof. dr. sc. Ivan Mavrin

Paper accepted: 05.06.2020.

## **1. UVOD**

Rad je orijentiran na pasivnu sigurnost vozila koja je od ključne važnosti za samu sigurnost putnika. U radu su navedeni čimbenici sigurnosti vozila koji su podijeljeni na aktivne i pasivne elemente sigurnosti, te su također svi elementi detaljno opisani i navedeni zahtjevi koje taj element mora ispunjavati, te što se može dogoditi u slučaju da su elementi neispravni tj. da ne ispunjavaju zahtjeve. Opisani su svi pravilnici koji su na snazi u Republici Hrvatskoj i koji se proizvođači moraju pridržavati kod izrade motornih vozila. Kod svih pravilnika je navedeno i objašnjeno što elementi iz tih pravilnika moraju ispunjavati i na koje kategorije vozila se odnose.



## 2. ČIMBENICI SIGURNOSTI VOZILA

Promet je složena pojava u kojoj dolazi do niza konfliktnih situacija, opasnosti od prometnih nezgoda koje se dešavaju kretanjem pješaka i vozila. Na nastanak prometnih nesreća utječu slijedeći čimbenici:

- Čovjek
- Vozilo
- Cesta
- Incidentni čimbenik
- Promet na cesti

Čovjek kao vozač svojim osjetilima prima razne informacije vezane za prilike na cesti, uzevši u obzir prometne propise i vozilo, određuje način kretanja vozila, samim time čovjek je najvažniji čimbenik.

Vozilo kao čimbenik sigurnosti prometa utječe svojim performansama i konstrukcijom, a sami elementi vozila se mogu podijeliti u aktivne i pasivne što će biti objašnjeno u daljnjem tekstu.

Cesta kao čimbenik sigurnosti je često uzrok nastanka prometnih nezgoda, a utječe tako što sam projekt ceste i sama izvedba ceste budu loši.

Čimbenik „promet na cesti“ obuhvaća čimbenike upravljanje i kontrola prometa, pravila kretanja prometa na cestama, organizaciju prometa..

Incidentni čimbenik se pojavljuje nesistematski i neočekivano, a može znatno utjecati na promet na cesti.

## 2.1. Aktivni elementi sigurnosti

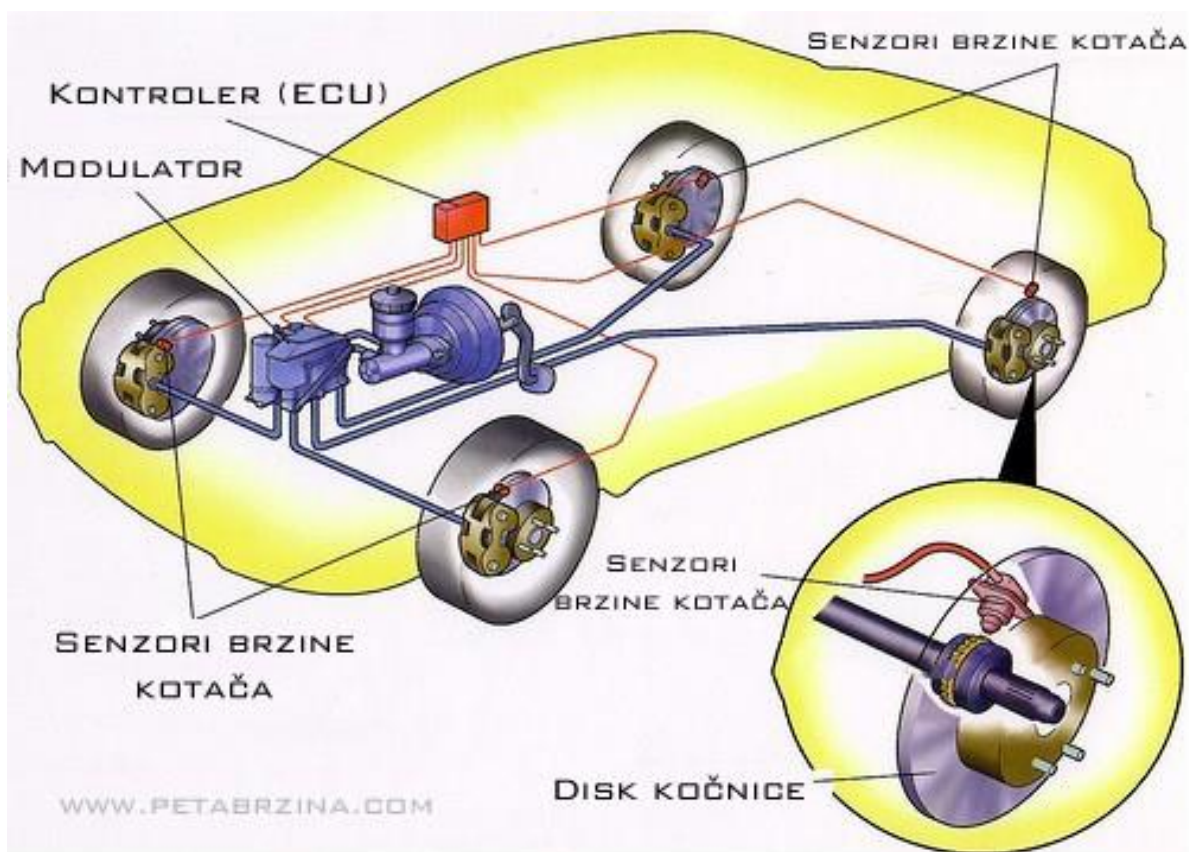
Aktivni elementi su oni elementi koji imaju zadaću da smanje mogućnost nastanka prometne nezgode.

U aktivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se:

- Kočnice
- Gume
- Sustav za upravljanje i sigurnost
- Svjetlosni i signalni uređaji
- Sjedala
- Uređaji za klimatizaciju vozila
- Uređaji za povećanje vidnog polja vozača
- Elementi za smanjivanje buke i vibracije

Kočnice kao element aktivne sigurnosti vozila su jedan od najvažnijih elemenata, samim time su karakteristike sustava za kočenje propisane pravilnikom. Kod kočnica je jedan od najvećih opasnosti za sigurnost prometa tzv. blokiranje kotača koje se dešava uslijed naglog kočenja čime se gubi upravljivost vozila i povećava se zaustavni put. Pojavom ABS-a (anti-blokirajućeg sustava) (Slika 1) znatno se povećala sigurnost pri kočenju, koji je danas postao standard u autoindustriji, te se danas često kombinira s EBD sustavom (eng. Electronic Brakeforce Distribution) koji omogućuje raspodjelu kočionih sila na prednjim i stražnjim kotačima.

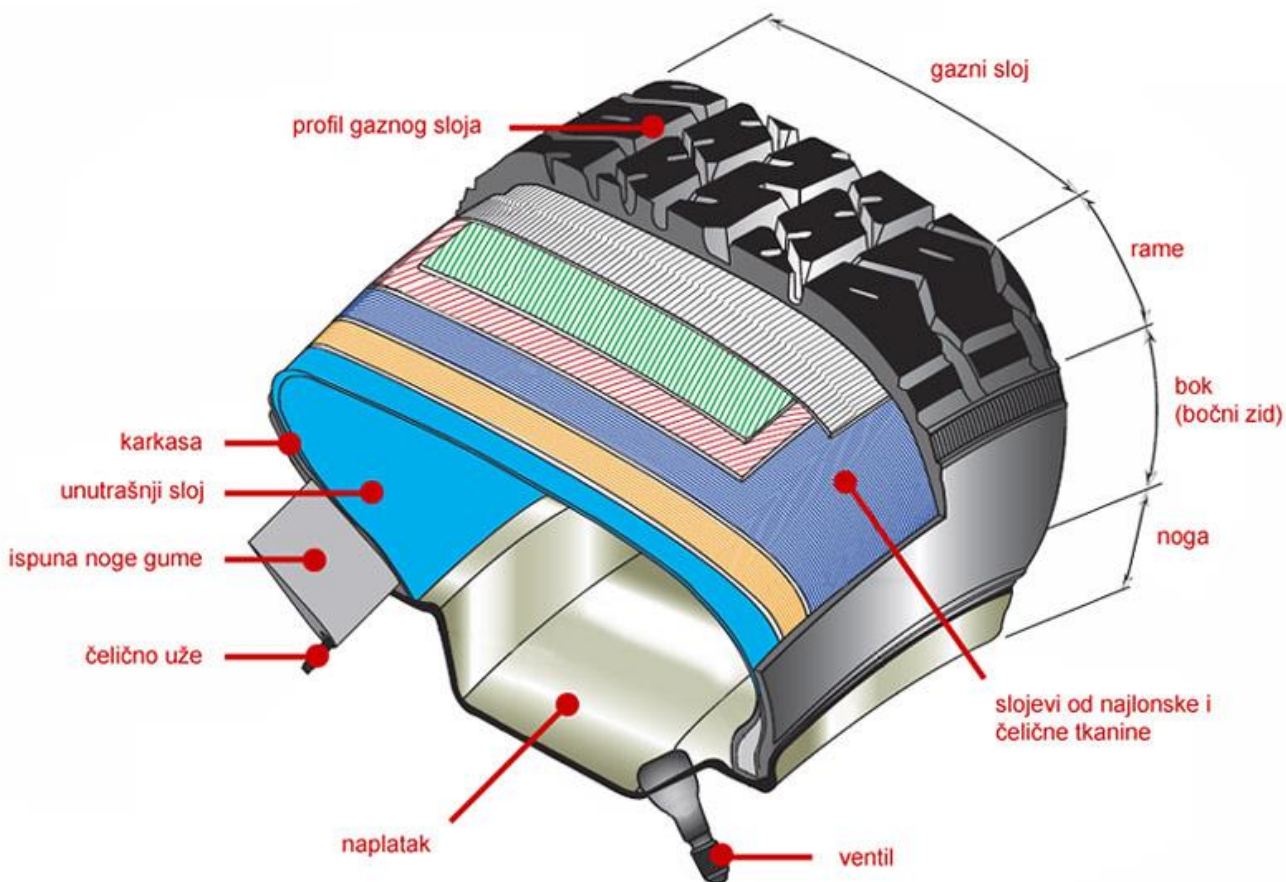
Slika 1. Shema ABS sustava



Izvor: <https://www.petabrzina.com/wp-content/uploads/2011/12/abs-principijelna-shema.jpg> (13.03.2020.)

Zadaća guma (Slika 2) kao elementa sigurnosti vozila je da postigne što bolje prijanjanje između podloge i kotača. Za sigurnu vožnju je potrebno imati dobar narez na gu koji ne smije biti manji od jednog milimetra na osobnim vozilima.

Slika 2. Automobilaska guma



Izvor: [https://i1.wp.com/autonet.hr/wp-content/uploads/2017/01/autonet\\_skola\\_kotaci\\_1\\_2014-02-12\\_002.jpg?ssl=1](https://i1.wp.com/autonet.hr/wp-content/uploads/2017/01/autonet_skola_kotaci_1_2014-02-12_002.jpg?ssl=1) (13.03.2020.)

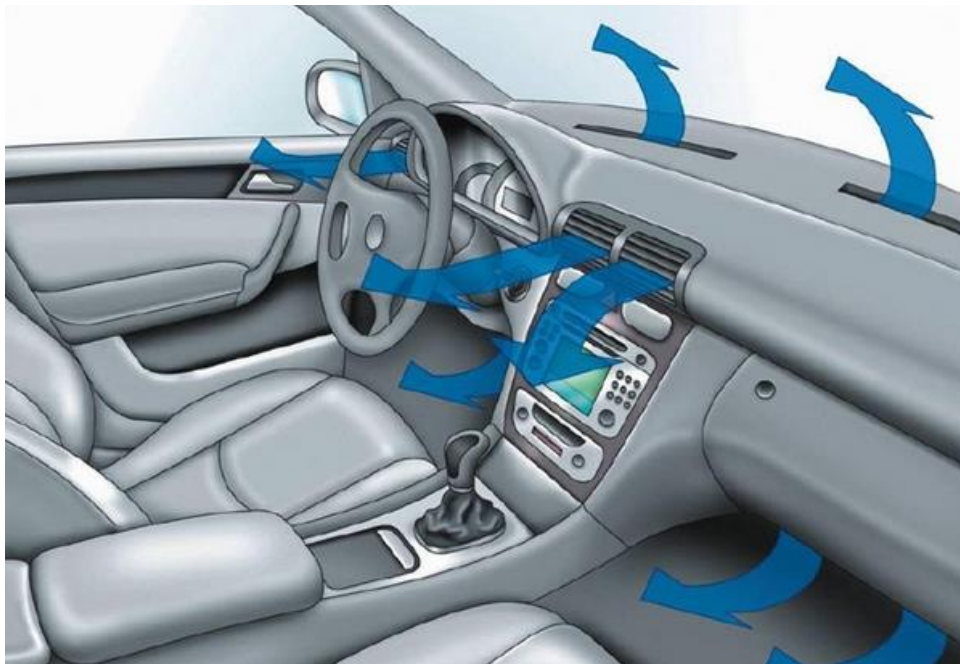
Sustav za upravljanje i sigurnost ako je neispravan može biti jedan od uzroka prometne nesreće. To se može dogoditi zbog loma nekih dijelova, zračnosti u pojedinim elementima upravljačkog mehanizma ili zbog neispravnosti brave upravljačkog mehanizma koja može blokirati upravljač i spriječiti njegovo okretanje.

Svjetlosni i signalni uređaji osvjetljavaju kolnik ispred vozila, daju odgovarajući signal te označuju položaj vozila na kolniku. Pravilnom uporabom svjetlosnih i signalnih uređaja doprinosi se sigurnosti dok se nepravilnom uporabom postiže kontra efekt.

Sjedala moraju biti konstruirana tako da omogućuju udobno sjedenje, omogućuju dobru vidljivost, da pridrži vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, te da je optimalno udaljen od uređaja za komandu vozila.

Uređaju za klimatizaciju vozila (Slika 3) su itekako važni za sigurnu vožnju jer pri temperaturi od nižoj od 13°C i višoj od 30°C radna sposobnost vozača opada. Stoga je potreban dobar uređaj za klimatizaciju vozila.

*Slika 3. Uređaji za klimatizaciju*



Izvor: [https://i1.wp.com/4gear.ru/wp-content/uploads/2014/02/kondicioner-ili-klimat-kontrol-v-chem-raznica\\_8.jpg](https://i1.wp.com/4gear.ru/wp-content/uploads/2014/02/kondicioner-ili-klimat-kontrol-v-chem-raznica_8.jpg)  
(13.03.2020.)

Uređaji za povećanje vidnog polja vozača su: prozorska stakla, vozačka zrcala, brisači i perači vjetrobrana.

Elementi za smanjivanje buke i vibracija sastoje se od skupa prostirki, pokrivača i spužava koje se nalaze na različitim mjestima po karoseriji vozila.

## 2.2. Pasivni elementi sigurnosti vozila

Pasivni elementi sigurnosti vozila su oni elementi koji imaju zadaću ublažiti posljedice nakon nastanka prometne nesreće. Može se podijeliti na vanjsku i unutarnju sigurnost. Vanjskom sigurnošću smanjuju se posljedice na sudionike izvan vozila dok unutarnjom sigurnosti se umanjuju posljedice prometne nezgode u samom vozilu.

U pasivne elemente sigurnosti se mogu ubrojiti:

- Karoserija
- Vrata
- Zračni jastuci
- Nasloni za glavu
- Sigurnosni pojasevi
- Vjetrobranska stakla i zrcala
- Odbojnik
- Sjedala
- Sigurnosni stup upravljača
- Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača, akumulatora

### 3. SIGURNOSNI ELEMENTI PASIVNE ZAŠTITE

#### 3.1. Sigurnosni pojasevi i zatezači i princip rada

Pojas (Slika 4) prilikom naglog kočenja ili sudara sprječava osobu/osobe u vozilu od izlijetanja iz sjedala. Pojas se sastoji od brave, remena i kotača koji se uvlači. U samom početku pojasevi su koristili dvije pričvrstne točke kako bi osigurali putnika, ali usavršavanjem sigurnosnih pojaseva je došlo do otkrića da bi bilo bolje napraviti pojas koji osigurava putnika u tri pričvrstne točke. Pojasevi ne ometaju putnike tijekom vožnje nego se aktiviraju tek pri samom sudaru. Sami pojasevi imaju ograničenu efikasnost kod većih brzina, kod konstrukcijske manjkavosti, kod krivog položaja pri sjedenju dovodi do opasnih kretanja putnika. Zatezači pojaseva na uređajima za namatanje prednjih pojaseva s tri pričvrstne točke povećavaju sigurnost za vozača i suvozača ako su vezani. Sustav se aktivira prilikom frontalnog sudara preko senzora. Nakon aktiviranja dolazi do reakcije koja okreće pojaseve suprotno od smjera izvlačenja. Sam mehanizam zupčanika zatvoren je pomoću malog klatna s kugličnim ili kugličnim nosačem sa sustavom poluga. Ako se pojas nesmetano proteže, oslonac se okreće zajedno s zupčanicima zavojnice, a ako je nagli, zamašnjak je blokiran.<sup>1</sup> Zatezači nakon sudara nisu više djelotvorni te se moraju zamijeniti.

---

<sup>1</sup><https://marshalinstrument.ru/hr/terminy/ne-vtyagivaetsya-remen-ne-rabotayut-remni-bezopasnosti-neskolko-reshenii/> (pristupljeno: 12.03.2020.)



Slika 4. Sigurnosni pojas i zatezač



Izvor: <http://autoee.ru/bs/kuzov/zaklinivanie-remnei-bezopasnosti-pri-vytyagivanii---resheno-chno-delat>  
(13.03.2020.)



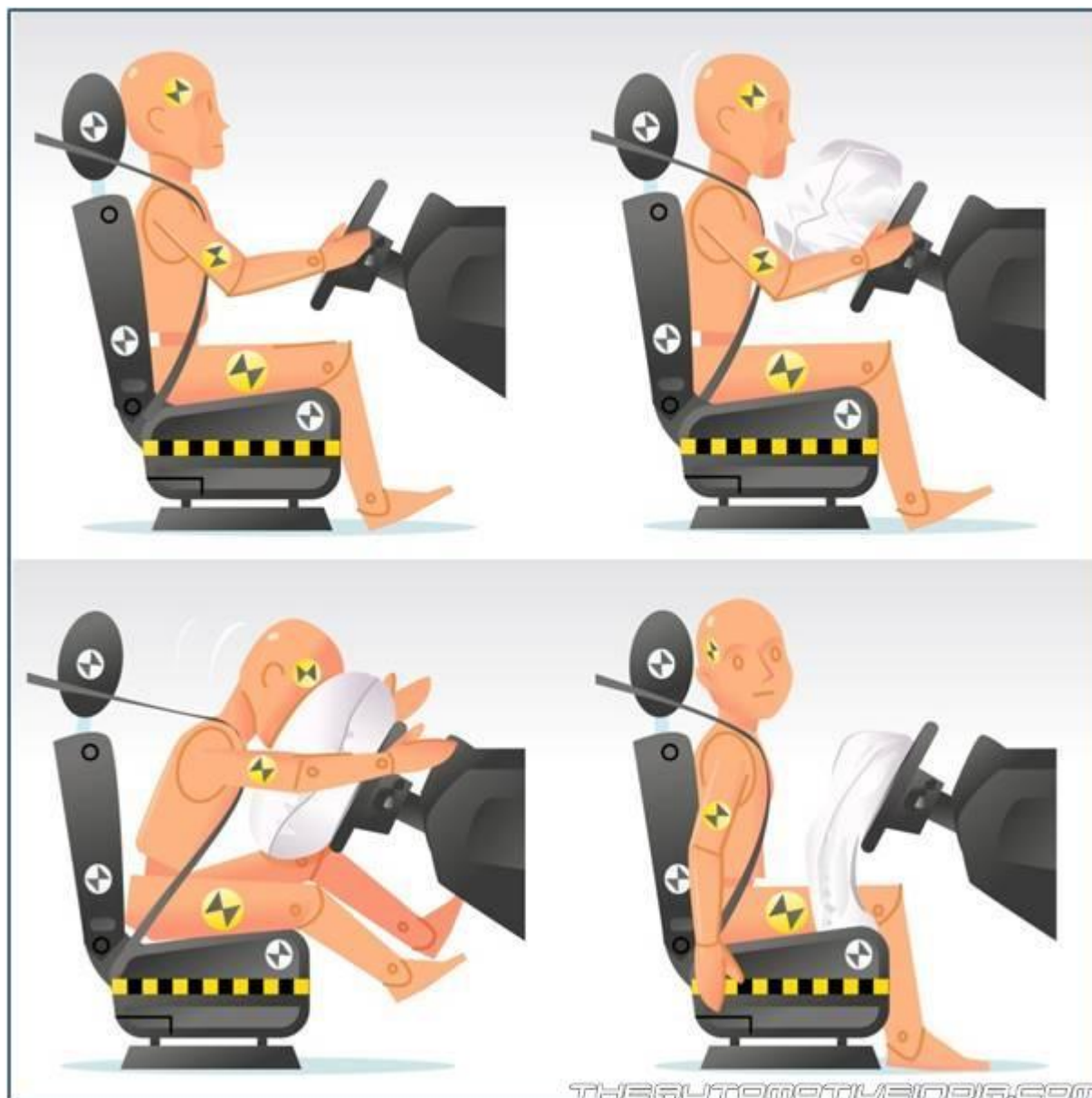
### 3.2. Zračni jastuci i princip rada

Danas se u sva vozila ugrađuju zračni jastuci počevši od osobnih automobila preko dostavnih vozila do kamiona. Sustav zračnog jastuka se sastoji od samog zračnog jastuka, fleksibilne vrećice od tkanine, modula za napuhavanje i senzora za udar. Danas u vozilu imamo više zračnih jastuka a to su: zračni jastuk vozača, zračni jastuk suvozača, bočni zračni jastuci, zračni jastuci u sjedalima, zračni jastuk za koljena(Slika 6). Svrha zračnog jastuka je zadržati i osigurati putnika u toku sudara. Zračni jastuk pruža površinu koja prima energiju između putnika i volana, vjetrobranskog stakla i ploče s instrumentima. Danas se koriste dva sustava koja upravljaju aktiviranjem zračnih jastuka, to su centralizirani i decentralizirani sustav elektromehaničkih senzora. Danas se više koristi centralizirani sustav jer ima manje komponenata i samim time je veća pouzdanost i sigurnost sustava. Najznačajniji element u spašavanju života prilikom sudara je pravo vrijeme aktiviranja zračnog jastuka pri kojem zračni jastuk mora biti napuhan u vremenskom periodu od 30 milisekundi i to stanje zadržava slijedećih 120 milisekundi<sup>2</sup>, ali isto tako ne smije doći do napuhivanja kad sudara nema. Prva komponenta je senzor koji detektira udarac i samim time utječe na napuhivanje zračnog jastuka. Najjednostavnija izvedba senzora je s kuglicom koja klizi unutar glatkog utora. Kuglica se pomoću opruge ili magneta drži na mjestu tokom vožnje. Aktivira se tako što se kuglica prilikom naglog kočenja iznenada kreće prema naprijed te zatvara strujni krug te inicira napuhivanje zračnog jastuka. Jednom kada se zatvori strujni krug zapali se kuglica natrijevog azida ( $\text{NaN}_3$ ) te se dešava reakcija u kojoj nastaje dušik ( $\text{N}_2$ ). ovaj plin puni zračni jastuk brzinom od 250 do 400 km/h i u njemu se razvija pritisak od 200 bara. Kada se zračni jastuka aktivira bitno je biti vezan pojasom (Slika 5) zato što ako vozač ili putnik nisu vezani dolazi do preranog udara u zračni jastuk koji je u tom trenutku pre tvrd i nanijet će veće ozlojede nego da se nije otvorio.

---

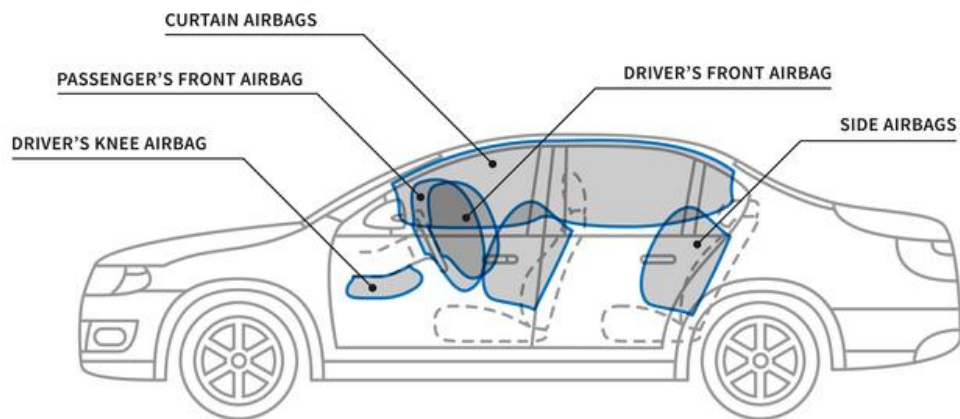
<sup>2</sup> <https://www.opelclub.hr/forum/viewtopic.php?f=18&t=21715> (pristupljeno 23.05.2020)

Slika 5. Rad zračnog jastuka



Izvor: <http://wonderfulengineering.com/wp-content/uploads/2015/09/This-Is-How-Airbags-Work-2.jpg> (23.05.2020)

Slika 6. Zračni jastuci



Izvor: <https://www.oryx-asistencija.hr/wp-content/uploads/2020/01/iStock-870774446-768x419.jpg> (23.05.2020.)

### 3.3. Ostali elementi pasivne sigurnosti putnika u slučaju sudara

#### 3.3.1. Karoserija

Karoseriya (Slika 7.) je jedna od glavnih dijelova motornog vozila, a definira se kao nadgradnja šasije na koju se učvršćuje. Karoserija služi za smještaj putnika, tereta i prtljage, a kod suvremenih putničkih vozila preuzima opterećenja. Karoserija osigurava veću krutost uz manju masu. Mogu se podijeliti u odnosu na broj redova sjedala na: jednoredne, dvoredne i toredne. Te se mogu podijeliti na u odnosu na broj vrata na: dvojna, troja, četvera, petera i šestera vrata.

*Slika 7. Karoserija vozila*



Izvor: <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/458/karoserijski-dijelovi-ispod-lupe> (13.03.2020.)

#### 3.3.2. Odbojnik

Zadaća odbojnika (Slika 8) je da primi sile koje nastaju pri sudaru. Pričvršćuju se na prednju i stražnju stranu vozila i trebaju biti opremljeni gumenim elementima. Uloga odbojnika je da zaštiti onoga s kime se vozilo sudarilo i da zaštiti unutrašnje dijelove vozila, a najvažnija funkcija im je zaštititi pješake ukoliko dođe do naleta.

*Slika 8. Odbojnik*



*Izvor: <https://www.damel-auto.com/shop/branici/> (13.03.2020.)*

### **3.3.3. Naslon za glavu**

Naslon za glavu je naprava kojoj je svrha ograničiti pomak prema natrag, glave odraslog putnika u odnosu na torzo kako bi se, u slučaju nesreće, smanjila opasnost od ozljede vratnih kralježaka. Ugrađuje se u sva vozila i jedan je od važnih čimbenika pasivne sigurnosti putnika u vozilu. Kada se ne bi ugrađivali u vozila smrtnost u prometnim nesrećama bila bi puno veća zbog loma vratnih kralježaka.

### 3.3.4. Sjedala

Sjedala u automobilima su se danas promijenila u odnosu na prva sjedala koja su se ugrađivala u automobile. Današnja sjedala imaju bolje bočne potpore koje sprječavaju vozača i ostale putnike da kod skretanja ispadnu iz sjedala, te isto tako imaju i niz senzora koji mogu prepoznati da li neko sjedi u sjedalu ili ne te se pomoću tih senzora sjedalo automatski može prilagoditi vozaču ili putniku. Kod sjedala je najbitnija pravilna pozicija sjedenja ( Slika 9) koju vozač sam namješta. Po „pravilima“ vozač bi trebao namjestiti sjedalo tako da kad pritisne papučicu spojke noga bi trebala biti blago zakrivljena u koljenu, kut naslona bi trebao biti takav da gornji i donji dio tijela zatvaraju kut od 100-110 stupnjeva<sup>3</sup>, a visina sjedala se namješta tako da imamo što bolji pogled vani ali ne previsoko da koljena ne bi dodirivala volan.

*Slika 9. Pravilna pozicija sjedenja*



Izvor: <https://revijahak.hr/wp-content/uploads/2019/03/Screen-Shot-2019-03-20-at-10.44.51-AM.png> (14.04.2020.)

<sup>3</sup> [http://www.instruktor-voznje.com.hr/podesavanje\\_sjedala/](http://www.instruktor-voznje.com.hr/podesavanje_sjedala/) (pristupljeno: 14.04.2020.)

### 3.3.5. Vjetrobranska stakla

Razlikujemo jednoslojna (kaljena) (Slika 11) i višeslojna (kompozitna) stakla (Slika 10). Jednoslojna stakla se koriste za postavljanje na stražnjem prozoru te bočnim prozorima. Kod loma jednoslojnog stakla nastaju tisuće krhotina koje se ravnomjerno lome po cijeloj površini stakla tupih su rubova koji se rasipaju te zato nije pogodno za prednje vjetrobransko staklo. Višeslojna stakla se koriste u izradi prednjeg vjetrobranskog stakla, a ponekad i stražnjeg vjetrobranskog stakla. Izrađuju se tako što se dva ili tri sloja stakla lijepe termoplastičnim ljepilom te tako kod puknuća stakla puknuće je nalik paukovoju mreži i te komadići stakla ostaju zalijepljeni na ljepilo i ne rasipaju se. Kod manjih oštećenja kao na primjer oštećenje od kamenčića je moguće popraviti te nije potrebno zamijeniti cijelo vjetrobransko staklo.

*Slika 10. Puknuće višeslojnog stakla*



Izvor: <https://www.autostaklalaus.hr/wp-content/uploads/2012/07/lam1-480x369.png> (14.04.2020.)



*Slika 11. Puknuće jednoslojnog stakla*



*Izvor: <https://www.polovniautomobili.com/portal/Saveti/0015.jpg> (14.04.2020)*

### **3.3.6. Sigurnosni stup upravljača**

Sigurnosni stup upravljača mora osigurati da stup upravljače ne uleti u putnički prostor tijekom sudara te da umanju pritisak na prsni koš vozača. Sigurnosni stup se pri sudaru deformira ( rešetkasta ili valovita cijev), uvlači (teleskopski) ili savija (zglobno) (Slika 12)



Slika 12. Zglobni stup upravljača



Izvor: <https://www.transitcenter.com.hr/images/hr/4/stup-volana-ford-transit-2002-2009-4196.jpg> (22.04.2020.)

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

Postoji više položaja motora kod automobila, a to su: sprijeda, straga i u sredini. Kod svih ovih položaja je važno da motor prilikom sudara zaranja prema zemlji a ne da ulazi u putnički prostor vozila. Taj efekt se dobiva pomoću pravilno namještenih nosača motora. Kod položaja spremnika je važno da se spremnik smjesti na taj način da benzinske pare ne ulaze u putnički dio vozila te da je odvojen od električnih instalacija i jakih izvora topline. Položaj rezervnog kotača je najčešće u prtljažnom prostoru vozila iz kojeg prilikom sudara ne može uletjeti u putnički dio vozila, dok većina novih vozila uopće ne posjeduje rezervni kotač nego samo opremu za krpanje gume. Kada je u pitanju položaj akumulatora jako je bitno da se postavi tako da prilikom sudara ne može uletjeti u putnički dio vozila i da je postavljen na suprotnoj strani od spremnika goriva. Mora biti dobro učvršćen da se ne bi pomicao i da ne bi došlo do njegova puknuća i izlivanja kiseline koja se nalazi u akumulatoru.

## **4. PROPISI O PASIVNOJ SIGURNOSTI PUTNIKA U SLUČAJU SUDARA**

Cilj pasivne sigurnosti je smanjenje težine i vjerojatnosti povreda sudionika u prometu. Pasivna sigurnost se dijeli na unutarnju i vanjsku. Vanjska se odnosi na sudionike u prometu npr. motocikliste, pješake i bicikliste, a unutarnja sigurnost se odnosi na putnike u vozilu i njihovu zaštitu.

Republika Hrvatska u sklopu međunarodnog dokumenta pod nazivom „*Sporazum o prihvaćanju jednakih uvjeta za homologaciju i uzajamno priznavanje homologacija opreme i dijelova motornih vozila*“ provodi kontrolu i regulaciju dijelova za motorna vozila.<sup>4</sup> ( tzv. ECE pravilnik )

Svi pravilnici u Republici Hrvatskoj donose se iz gore navedenog sporazuma te se iz njega donose propisi o zaštiti putnika u slučaju frontalnog i bočnog sudara (ECE 94 i ECE 95) koji su detaljnije analizirani. Propisi koji su direktno vezani za unutarnju pasivnu sigurnost biti će navedeni u sljedećoj točki.

### **4.1 ECE pravilnici za unutarnju sigurnost**

Navode se pravilnici koji su u vezi s unutarnjom pasivno sigurnošću vozila, a na snazi su u Republici Hrvatskoj.

#### **ECE 12: Zaštita vozača od upravljačkog mehanizma u slučaju sudara**

Ova odredba se odnosi na smještaj, vrstu i zahtjeve koje upravljački mehanizam mora zadovoljiti da bi se ugradio u vozilo. Isto tako pravilnik nam određuje vrste upravljačkih mehanizama koji mogu proći homologaciju.

---

<sup>4</sup> Grupa autora; Pasivna sigurnost vozila, HAK, Zagreb 2004., str. 16.

#### **ECE 14: Priključci za sigurnosne pojaseve**

Ova se odredba odnosi na sidrišta sigurnosnih pojaseva na sjedalima okrenutim naprijed u vozilima kategorije M i N

#### **ECE 16: Sigurnosni pojasevi**

Ova odredba se odnosi na sustave držanja i sigurnosne pojaseve koji su izrađeni i konstruirani za vozila M i N kategorije i namijenjeni su za zasebnu upotrebu.

#### **ECE 17: Sjedala, čvrstoća i pričvršćivanje**

Ove odredbe se primjenjuju na sklopiva sjedala, sjedala okrenuta bočno ili natrag ili na bilo koji naslon za glavu. Odnose se na čvrstoću sidrišta i sjedala, s naslonom ili bez njega. Odnosi se na vozila kategorije M<sub>1</sub>.<sup>5</sup>

#### **ECE 21: Unutarnja opremljenost vozila**

Ove odredbe se odnose na unutrašnjost vozila koji podrazumijeva unutrašnje dijelove za putnike, razmještaj upravljačkih naprava, krov, pomični krov i stražnje dijelove sjedala ne uključujući retrovizore i ogledala. Odnosi se na vozila kategorije M<sub>1</sub>.

#### **ECE 25: Nasloni za glavu**

Ova odredba se primjenjuje na naslone za glavu ugrađene ili zasebne. Također se primjenjuju za sjedala koja su izrađena tako da služe kao naslon za glavu. Ne primjenjuje se na naprave naslona koji mogu biti postavljeni na sjedala okrenuta bočno ili natrag i sklopiva sjedala. Odnosi se na vozila kategorije M<sub>1</sub>.

#### **ECE 34: Zaštita od požara**

Odredba se primjenjuje na vozila (kategorije M<sub>1</sub>) koja upotrebljavaju tekuće gorivo za pogonsko gorivo.

---

<sup>5</sup> Kategorija M<sub>1</sub>: motorna vozila za prijevoz putnika koja osim sjedišta vozača imaju još najviše 8 sjedišta

## ECE 80: Sjedala dugačkih putničkih vozila

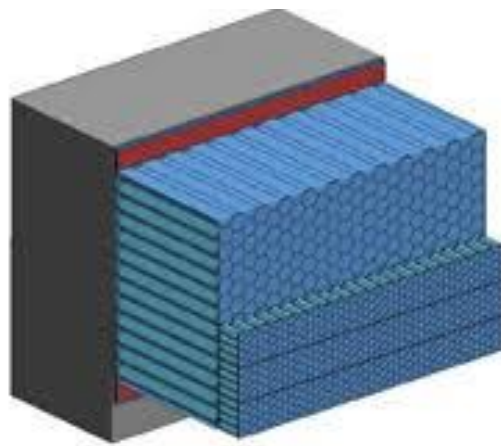
Odredba koja se primjenjuje na putnička vozila s više od 9 putničkih sjedala te određuje sve potrebne parametre za izradu, postavljanje i količinu putničkih sjedala u odnosu na duljinu vozila.

### 4.2. Ispitivanje zaštite putnika kod čelnog i bočnog sudara

#### 4.2.1. Čelni sudar

Kod ove vrste ispitivanja vozilo se kreće brzinom od 56 km/h i zabija se u nepomičnu prepreku. Prepreka (Slika 13) je točno određenih dimenzija i svojstava koji su definirani pravilnikom ECE 94. Prepreka koja se deformira izrađena je od sačastih aluminijskih elemenata i postavljena je na nepomični betonski blok. Prepreka se sastoji od dvije vrste elemenata :odbojnika i glavnog deformabilnog elementa koji imaju različitu čvrstoću. Čvrstoća glavnog elementa je 0,342 MPa, a odbojnika 1,711 MPa.<sup>6</sup>

*Slika 13. Animirani prikaz deformabilne prepreke*



Izvor: <http://www.forum.hr/showthread.php?t=798045&page=15> (23.04.2020.)

<sup>6</sup> Grupa autora; Pasivna sigurnost vozila, HAK, Zagreb 2004., str. 18.-19.

#### 4.2.2. Bočni sudar

Kod ove vrste ispitivanja u bok vozila se zalijeću kolica, dok vozilo nije u pokretu (Slika 14). Kolica se kreću brzinom od 50 km/h i nose deformabilni element koji udara u vozilo. Element je točno određenih dimenzija i detaljno opisan u pravilniku ECE 95. element je izrađen od aluminija i ima sačastu teksturu.

Vozilo koje se ispituje mora biti u neutralnom stupu prijenosa, a parkirna kočnica isključena. Vrata na vozilu moraju biti zatvorena i ne zaključana. U spremniku za gorivo se nalazi voda 90 % mase od mase goriva za napunjeni spremnik.

Na sjedište vozača se postavlja lutka za testiranje. Sigurnosni pojasevi trebaju biti homologirani prema ECE 16 i postavljeni u skladu s ECE 14.<sup>7</sup>

*Slika 14. Izvedba ispitivanja bočnog sudara*



Izvor: <https://www.thedrive.com/news/31148/iihs-side-impact-crash-tests-are-about-to-get-much-harder-and-a-lot-heavier> (23.04.2020.)

<sup>7</sup> Grupa autora; Pasivna sigurnost vozila, HAK, Zagreb 2004., str. 20.

### 4.3. Eksperimentalne lutke

U eksperimentalnim lukama (Slika 15 )se nalazi niz senzora koji mjere potrebne veličine tijekom sudara na temelju kojih se određuju parametri unutarnje pasivne zaštite putnika. U glavi lutke se nalaze senzori ubrzanja koji mjere ubrzanje u sve tri osi kretanja, dok se u vratu nalaze senzori koji mjere moment zakretanja i sile, te se isti ti senzori nalaze i u donjem djelu kralježnice kao i u bedrenim kostima i koljenicama. Na prsnoj koži se nalaze rebra koja imaju ugrađene senzore koji mjere deformaciju rebra. U stidnoj kosti i prsnoj koži se nalaze senzori za ubrzanje. U koljenima su senzori za pomak zglobova i za silu. Mjerenje svih tih parametara se obavi u svega nekoliko desetaka milisekundi.

Slika 15. Eksperimentalna lutka



Izvor: <https://thumbs.dreamstime.com/z/crash-test-dummy-isolated-crash-test-dummy-isolated-white-background-d-render-158822552.jpg> (23.04.2020.)

#### 4.4. Parametri za kvantifikaciju povreda

##### Mjerilo napreznja glave – HPC (Head Performance Criterion)

Računa se na temelju resultantnog ubrzanja glave  $a$ , a ono se računa na temelju izmjerenih ubrzanja glave u osima  $x$ ,  $y$  i  $z$ :

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Ubrzanje se računa u odnosu na ubrzanje gravitacije  $g$  ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ). izračunava se:

$$HPC = (t_2 - t_1) \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a * dt \right]^{2.5}$$

$t_1$  i  $t_2$  – vremenski eksponenti u sekundama

##### Mjerilo pritiska na prsni koš – ThCC (Thoracic Compresic Criterion)

Predstavlja iznos deformacije rebra i izražava se u milimetrima.

##### Mjerilo viskoznosti na prsni koš - VC (Viscous Criterion)

Mjeri brzinu deformacije rebra i opisuje povrede prsnog koša. Izračunava se pomoću formule:

$$VC = SF * \frac{Y}{DC} * \left( \frac{\Delta Y}{\Delta t} \right)$$

SF, DC – konstante koje ovise o vrsti lutke

Y – deformacija rebra u mm

$\frac{\Delta Y}{\Delta t}$  – brzina deformacije rebra u m/s

### **Mjerilo povrede vrata - NIC (Neck Injuri Criterion)**

Predstavlja iznos sile zatezanja vrata (os z), posmičnu silu (os y) i zakretni moment savijanja vrata oko osi između vrata i glave (os x) u ovisnosti o vremenu trajanja.

### **Mjerilo za silu u bedrenoj kosti - FFC (Femur Force Criterion)**

Predstavlja mjerilo za silu koja djeluje aksijalno na bedrenu kost u ovisnosti o trajanju. Vrijeme trajanja se određuje prema postupku za parametra NIC.

### **Mjerilo sile pritiska u goljenici - TCFC (Tibia Compression Force Criterion)**

Mjerilo za silu koja djeluje aksijalno u goljenici.

### **Indeks goljenice – TI (Tibia Index)**

Mjerilo za povredu donjih ekstremiteta i uzima u obzir zakretni moment i aksijalnu silu goljenice.

Izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$TI = \left| \frac{M_R}{(M_C)_R} \right| + \left| \frac{F_z}{(F_C)_z} \right|$$

$M_R$ - rezultatni zakretni moment u goljenici

$(M_C)_R$ - kritični zakretni moment

$F_z$ - aksijalna sila u goljenici

$(F_C)_z$ - kritična aksijalna sila u goljenici u smjeru osi z

### **Mjerilo savijanja rebra – RDC (Rib Deflection Criterion)**

Iznos deformacije rebra u bočnom sudaru i izražava se u mm



### **Vršna sila na stidnoj kosti – PSPF (Pubic Symphysis Peak Force)**

Maksimalni iznos sile na stidnoj kosti

### **Vršna sila na abdomenu – APF (Abdominal Peak Force)**

Maksimalna vrijednost zbroja tri sile izmjerena na sensorima koji su postavljeni 39 mm ispod površine lutke na strani sudara

### **Pomicanje kliznih zglobova koljena**

Definira maksimalnu vrijednost pomaka kliznih zglobova

## **4.5. Pravilnici ECE 94 i ECE 95**

### **ECE 94: Uvjeti za vozilo s obzirom na zaštitu putnika u slučaju čelnog sudara**

Ovaj pravilnik je na snazi u Republici Hrvatskoj od 2003 godine. Sam pravilnik sadrži slijedeća poglavlja:

- Područje primjene
- Označavanje
- Definicije
- Zahtjev za homologaciju
- Homologaciju
- Zahtjevi
- Sukladnost proizvodnje
- Preinaka i proširenje homologacije tipa
- Potpuna odsustva proizvodnje
- te niz dodataka koji opisuju postupke ispitivanja

Područje primjene ovog pravilnika je na sva motorna vozila čija masa ne prelazi 2600 kilograma, a spadaju u kategoriju M1.

Uvjet za dobivanje ovog certifikata je zadovoljavanje zahtjeva glede stanja ispitivanog vozila i povreda na laboratorijskoj lutki.

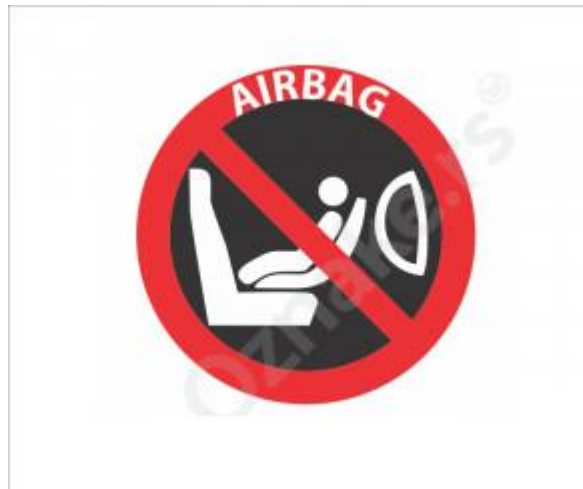
Zahtjevi glede „povreda“ lutke:

- Mjerilo naprezanja glave - HPC (Head Performance Criterion)
- Mjerilo pritiska na prsni koš - ThCC (Thoracic Compresic Criterion)
- Mjerilo viskoznosti na prsni koš - VC (Viscous Criterion)
- Mjerilo povrede vrata - NIC (Neck Injuri Criterion)
- Mjerilo za silu u bedrenoj kosti - FFC (Femur Force Criterion)
- Indeks goljenice - TI (Tibia Indeks)
- Mjerilo sile pritiska u goljenici - TCFC (Tibia Compression Force Criterion)
- Pomicanje kliznih zglobova koljena
- Moment savijanja vrata

Zahtjevi glede vozila su:

- Pomak kola upravljača ne smije prelaziti 80 mm prema gore u uspravnome smjeru i 100 mm prema unatrag u vodoravnome smjeru izmjereno u središtu glavčine kola upravljača
- Nakon sudara bez uporabe alata mora biti moguće otvoriti najmanje jedna vrata za svaki red sjedišta, ako ne postoje vrata moraju se moći pomaknuti nasloni ili cijela sjedišta, te osloboditi lutke iz sjedišta ako je sigurnosni pojas zaglavljnjen ne većom silom od 60 N
- Za vozila koja kao pogonsko gorivo koriste tekuća goriva dozvoljeno je lagano curenje tekućine iz instalacija koje nakon sudara ne smije preći 30g/min
- Vozila opremljena zračnim jastucima moraju nositi oznaku (Slika 16) da je vozilo opremljeno zračnim jastucima koja je označena natpisom „AIRBAG“ i postavljena unutar opsega kola upravljača i mora biti lako uočljiv i trajno pričvršćen.

Slika 16. Izgled oznake



Izvor: <https://www.oznake.rs/storage/products/4-08072019121256-1%20040%20Decije%20sediste.jpg>  
(23.04.2020.)

### **ECE 95: Uvjeti za vozilo s obzirom na zaštitu putnika u slučaju bočnog sudara**

Ovaj pravilnik je na snazi u Republici Hrvatskoj od 2003 godine. Sam pravilnik sadrži slijedeća poglavlja:

- Područje primjene
- Definicije
- Zahtjev za homologaciju
- Homologacija
- Zahtjevi
- Sukladnost proizvodnje
- Preinaka i proširenje homologacije tipa
- Potpuna obustava proizvodnje
- Nazivi i adrese laboratorija za ispitivanje
- te dodatke koji se odnose na izgled oznake, izjavu za proizvodnju, postupke određivanja, postupke ispitivanja, tehničke značajke, postavljanje lutke i parcijalni test

Područje primjene ovog pravilnika je na sva vozila kategorija M<sub>1</sub> i N<sub>1</sub><sup>8</sup> kod kojeg je visina najnižeg sjedala iznad razine tla manja ili jednaka 700 mm i odnosi se na ponašanje kod bočnog sudara.

Zahtjevi su slični kao u prethodnom pravilniku, a uvjet za dobivanje certifikata je isti kao u prethodnom pravilniku.

Zahtjevi glede „povreda“ lutke:

- Mjerilo naprezanja glave – HPC (Head Performance Criterion)
- Mjerilo savijanja rebra – RDC (Rib Deflection Criterion)
- Vršna sila na stidnoj kosti – PSPF (Pubic Symphysis Peak Force)
- Mjerilo viskoznosti na prsni koš – VC (Viscous Criterion)
- Vršna sila na abdomenu – APF (Abdominal Peak Force)

Zahtjevi glede vozila:

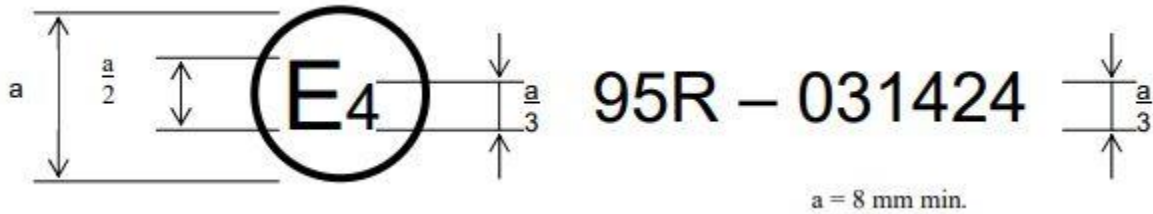
- Niti jedna vrata se ne smiju otvoriti tijekom sudara
- Nakon sudara bez uporabe alata treba biti moguće otvoriti dovoljan broj vrata, izvaditi lutku te osloboditi sigurnosne pojaseve
- Unutrašnji elementi i uređaji ne smiju se odvojiti tako da oštri rubovi mogu povećati opasnost od ozljede
- Za vozila koja kao pogonsko gorivo koriste tekuća goriva dozvoljeno je lagano curenje tekućine iz instalacija koje nakon sudara ne smije preći 30g/min
- Pukotine koje se pojave tijekom deformacije su dopuštene pod uvjetom da ne povećavaju opasnost od ozljede

Homologacijska oznaka (Slika 17 i Slika 18) se mora postaviti na pločici proizvođača vozila ili blizu te pločice. Zahtjevi za postavljanje i način obilježavanja su jednaki za pravilnik ECE 94 i ECE 95, ovdje se daje primjer za pravilnik ECE 95.

---

<sup>8</sup> Kategorija N<sub>1</sub>: motorna vozila za prijevoz tereta čija najveća dopuštena masa nije veća od 3,5 t

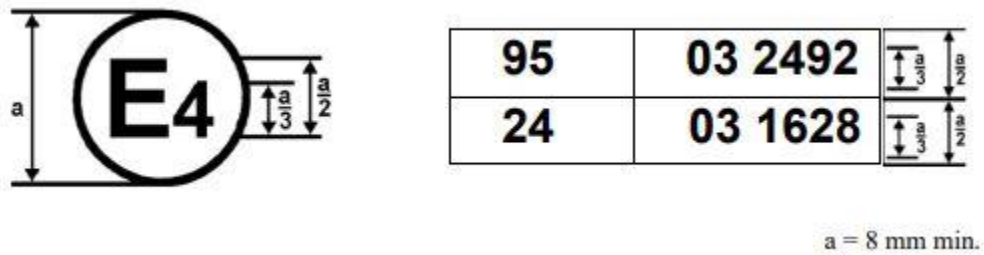
Slika 17. Izgled homologacijske oznake



Izvor: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r095r1e.pdf> (23.04.2020.)

Oznaka kao na slici (Slika 17) pokazuje kako je vozilo s obzirom na zaštitu putnika u slučaju bočnog sudara homologirano u Nizozemskoj (E 4) prema pravilniku ECE 95 (95R). Prve dvije brojke pokazuju da je homologacija izdana izmjenom i dopunom serije 03, dok su slijedeće tri brojke „424“ oznake za evidenciju.

Slika 18. Izgled homologacijske oznake koja sadrži više pravilnika



a = 8 mm min.

Izvor: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r095r1e.pdf> (23.04.2020.)

Oznaka kao na slici (Slika 18) pokazuje oznaku koja je postavljena na odgovarajući tip vozila u Nizozemskoj (E 4) prema pravilnicima ECE 95 i ECE 24. Prve dvije oznake pokazuju da i jedan i drugi pravilnik uključuju niz izmjena i dopuna iz serije 03.

## 5. ZAKLJUČAK

Pasivna sigurnost vozila je jedan od važnijih čimbenika za zaštitu života putnika u vozilu pa čak i onih ljudi koji nisu u samom vozilu jer se radi na samom ublažavanju udara izradom kvalitetnijih komponenti na vozilima. Kada komponente na vozilima ne bi udovoljavale standarde izvedbe dolazilo bi do kobnih posljedica na vozača i putnike u vozilu, a isto tako i na ostale sudionike u prometu. Zato je važno imati sve ispravne komponente na vozilu i poštivati pravila smještaja određenih komponenata i ne im mijenjati mjesto ili ugrađivati komponente koji nisu homologirani po određenom ECE pravilniku. Sve komponente na vozilima moraju biti homologirane u skalu s ECE pravilnicima što dovodi do jednog velikog svjetskog standarda gdje ti pravilnici vrijede isto u svako državi koja ih koristi i samim time imamo vozila koja su iste sigurnosti u svakoj državi koja provodi ECE pravilnike. Provjera komponenata vozila radi se tzv. „crash“ testovima kod kojih se mjere sile i momenti na samoj lutki i s tim rezultatima se donosi odluka da li vozilo zadovoljava uvjete i može li biti pušteno u sam promet. Te iz ovog se može vidjeti da se danas pasivnoj sigurnosti u automobilu mnogo pridonosi i da je ključna za spašavanje života u sudarima.

## 6. LITERATURA

### *Knjige*

1. Grupa autora; TMV, Pučko učilište, Zagreb, 2003
2. Grupa autora; Pasivna sigurnost vozila, HAK, Zagreb, 2004

### *Internet izvori*

1. <https://files.fpz.hr/Djelatnici/gluburic/Luburic-predavanja-v3.pdf> (12.03.2020.)
2. <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A172/datastream/PDF/view> (12.03.2020.)
3. <https://marshalinstrument.ru/hr/terminy/ne-vtyagivaetsya-remen-ne-rabotayut-remni-bezopasnosti-neskolko-reshenii/> (12.03.2020.)
4. <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/458/karoserijski-dijelovi-ispod-lupe> (13.03.2020.)
5. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:42019X1723&from=EN> (23.04.2020.)
6. <https://www.hak.hr/vozila/homologacija/kategorije/> (23.04.2020.)
7. <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r095r1e.pdf> (23.04.2020.)
8. <https://www.opelclub.hr/forum/viewtopic.php?f=18&t=21715> (23.05.2020.)