

# SIGURNOST VOZNIH SKLOPOVA VOZILA

---

**Bionda, Marina**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:824819>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Marina Bionda

# **SIGURNOST VOZNIH SKLOPOVA VOZILA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Marina Bionda

# **SAFETY OF VEHICLE ROLLING STOCK**

FINAL PAPER

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnosti i zaštite

Marina Bionda

# **SIGURNOST VOZNIH SKLOPOVA VOZILA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor : Marijan Brozović, dipl. ing.

Karlovac, 2021.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Klasa:  
602-11/\_\_\_-01/\_\_\_

Ur.broj:  
2133-61-04-\_\_\_-01

Datum:

## **ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA**

Ime i prezime	MARINA BIONDA		
OIB / JMBG			
Adresa			
Tel. / Mob./e-mail			
Matični broj studenta	0420417030		
JMBAG	0248031209		
Studij (staviti znak <b>X</b> ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski	<input checked="" type="checkbox"/> specijalistički diplomski	
Naziv studija	SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STUDIJ SIGURNOST I ZAŠTITA		
Godina upisa	2017./2018.		
Datum podnošenja molbe	04.02.2021.		
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom: Sigurnost voznih sklopova vozila	
Naslov teme na engleskom: Safety of vehicle rolling stock	
Opis zadatka:  Uvod – povijesni razvoj cestovnih vozila Opći dio – Podjela motornih vozila i konstrukcije Razrada zadatka - Sigurnost voznih sklopova vozila Zaključak  Zadatak izraditi i opremiti sukladno Pravilniku o završnom radu VUK-a.	
Mentor: <b>MARIJAN BROZOVIĆ</b>	Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## PREDGOVOR

Ovaj završni rad može poslužiti kao priručnik za sve one koji se na bilo koji način bave zaštitom na radu, posebice studentima u pisanju stručnih radova iz područja zaštite na radu te svima koji rade u industriji prometa. Materijali za izradu rada prikupljeni su tijekom mjesec dana od strane autorice radakoja ih je prikupljala u Gradskoj knjižnici Ivan Goran Kovačić te knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, na internet stranicama Ministarstva prometa. U svrhu izrade rada korištena je i literatura koju je autorici rada ustupio mentor Marijan Brozović, dipl. ing. U svrhu izrade ovog rada također su korišteni diplomski i magistarski radovi na slične teme pisani u razdoblju od 2018. do 2021. godine.

Ovaj je završni rad pisan individualiziranim pristupom, koji podrazumijeva individualne sposobnosti i konkretno predznanje teorije od strane autorice rada. Rad sadrži povijesni razvoj cestovnih vozila, podjelu motronih vozila i konstrukcije, sigurnost voznih sklopova vozila, zaključak, popis korištene literature te popis ilustracija. Izabranom koncepcijom ne izlazi se iz zadanih okvira, a ujedno se osigurava više prostora za stvarnu, praktičnu namjenu, a to je sačuvati materijal koji može poslužiti u obrazovanju i usavršavanju osobama u struci zaštite na radu, industrije prometa i građevinarstva.

Rad sadrži fotografije te druge korisne sadržaje koji su do sada parcijalno obrađivani u domaćoj stručnoj literaturi. Rad je rezultat stečenog znanja autora tijekom pohađanja odjela Sigurnosti i zaštite na Veleučilištu u Karlovcu te proučavanja niza domaćih i inozemnih stručno-znanstvenih materijala. Onima koji budu željeli proširiti svoja znanja iz područja tematike rada na raspolaganju je brojna literatura na kraju ovog rada.

Ovom se prilikom posebno želim zahvaliti svom mentoru Marijanu Brozoviću, dipl. ing. na prenesenom znanju tijekom razdoblja mog studiranja te izdvojenom vremenu, ukazanom razumijevaju te savjetima pruženima tijekom pisanja ovog rada. Zahvaljujem se svim profesorima Odjela Sigurnosti i zaštite Veleučilišta u Karlovcu na prenesenom znanju te svim pruženim savjetima. Ovom se prilikom želim također zahvaliti svojoj obitelji na podršci te ukazanom razumijevanju za moje studentske obveze kao i kolegama na svim savjetima tijekom razdoblja mog studiranja.

## SAŽETAK

Predmet rada je sigurnost voznih sklopova vozila. Vozni sklop svakog vozila tvori karoserija, ovjes, pneumatika i kotači, upravljački sustav vozila te kočni sustav vozila. Karoserija je namjenjena za smještaj vozača, putnika i tereta. Ovjes je glavni dio svakog vozila jer spaja karoseriju s podlogom, a odgovoran je za udobnost i sigurnost vozila. Proces nanošenja antikorozivne zaštite i bojanje vozila su važni procesi jer štite te sprječavaju propadanje karoserije. Amortizeri su sastavni dio ovjesa, a cilj im je prigušiti oscilacije karoserije. Opruge se dijele na gumene, čelične i plinske. Promet je složeni sustav na čiju sigurnost utječu mnogi čimbenici od kojih su temeljni čovjek, vozilo te cesta. Vozilo služi za odvijanje prometa. Dijelovi vozila utječu na sigurnost u prometu, a razlikuju se aktivni i pasivni elementi vozila. Aktivni elementi sigurnosti cestovnih vozila su najbitniji elementi sigurnost cestovnog prometa jer svojim djelovanjem sprječavaju nastanak prometne nesreće, pa je važno da budu konstruirani u skladu sa zakonom te pregledani na tehničkom pregledu. Od aktivnih elemenata posebna pažnja je na upravljačkom mehanizmu, gumama i kočnicama. Neispravnost elemenata može dovesti do prometnih nesreća, a glavni cilj aktivnih elemenata je sprječavanje istih. Ako dođe do prometne nesreće, ulogu imaju pasivni elementi sigurnosti vozila koji ublažavanju posljedice nesreće. Pogoršanjem tehničkog stanja vozila ono se ubraja u „tehnički neispravna vozila“ gdje dobiva status čimbenika sa štetnim utjecajem na „opću sigurnost prometa“. Nameću se tehničko – eksploatacijski zahtjevi kao što su profesionalno osposobljavanje utjecajnih čimbenika u prometu, kvalitetno upravljanje prometom, socijalni aspekt, smanjenje štetnih utjecaja, kontrola tehničke ispravnosti vozila i slično. Cilj rada je ukazati na ulogu te važnost održavanja sigurnosti voznih sklopova vozila za što je moguće veću sigurnost kretanja prometnicama za sve sudionike u prometu, te za što manje nesreća sa materijalnom štetom te izgubljenim ljudskim životima.

**Ključne riječi :** *sigurnost, vozni sklop vozila, aktivni elementi, pasivni elementi, prometna nesreća, tehnička ispravnost vozila.*

## **ABSTARCT**

The subject of the paper is the safety of vehicle assemblies. The vehicle assembly of each vehicle consists of the body, suspension, tires and wheels, the vehicle's steering system and the vehicle's braking system. The body is designed to accommodate drivers, passengers and cargo. The suspension is a major part of any vehicle because it connects the body to the ground, and is responsible for the comfort and safety of the vehicle. The process of applying corrosion protection and vehicle painting are important processes because they protect and prevent the deterioration of the body. Shock absorbers are an integral part of the suspension, and their goal is to dampen the oscillations of the body. Springs are divided into rubber, steel and gas. Traffic is a complex system whose safety is affected by many factors, of which the basic man, the vehicle and the road. The vehicle is used for traffic. Vehicle parts affect traffic safety, and there are active and passive vehicle elements. Active elements of road vehicle safety are the most important elements of road traffic safety because their action prevents the occurrence of traffic accidents, so it is important that they are constructed in accordance with the law and inspected at the technical inspection. Of the active elements, special attention is paid to the steering mechanism, tires and brakes. Faulty elements can lead to traffic accidents, and the main goal of active elements is to prevent them. In the event of an accident, passive vehicle safety elements play a role in mitigating the consequences of the accident. With the deterioration of the technical condition of the vehicle, it is considered a "technically defective vehicle" where it receives the status of a factor with a detrimental effect on "general traffic safety". Technical - operational requirements are imposed, such as professional training of influential factors in traffic, quality traffic management, social aspect, reduction of harmful effects, control of technical correctness of vehicles and the like. The aim of this paper is to point out the role and importance of maintaining the safety of vehicle rolling stock for the greatest possible road safety for all road users, and for as few accidents with material damage and lost lives.

**Keywords :** *safety, viechle rolling stock, active elements, passive elements, traffic accident, technical correctness of the vehicle.*



## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. MOTORNA VOZILA .....	5
2.1. Podjela motornih vozila.....	8
2.2. Konstrukcija motornih vozila .....	10
2.2.1. Karoserija .....	11
2.2.1.1. Najčešće vrste karoserije.....	12
2.2.1.2. Najčešći materijali pri izradi karoserije.....	13
2.2.1.3. Antikorozivna zaštita i bojanje .....	15
2.2.2. Ostali pasivni elementi.....	16
2.2.3. Motor vozila .....	17
2.2.3.1. Uređaji za napajanje motora gorivom .....	18
2.2.3.2. Uređaj za podmazivanje .....	20
2.2.3.3. Uređaj za hlađenje.....	21
2.2.3.4. Uređaj za paljenje .....	22
2.2.4. Prijenos snage .....	23
2.2.5. Ovjes .....	24
2.2.6. Kotači i pneumatici.....	25
2.2.7. Upravljački sustav vozila.....	27
2.2.8. Kočni sustav .....	27
2.2.9. Svjetlosni i signalni uređaji.....	32
2.2.10. Ostali aktivni elementi.....	33
3. VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU .....	35
3.1. Uzročnici nesreća na prometnicama .....	35
3.2. Utjecaj pasivnih elemenata na sigurnost motornog vozila .....	36
3.3. Utjecaj aktivnih elemenata na sigurnost motornog vozila .....	38
3.3.1. Aktivni elementi kao uzročnici prometnih nesreća .....	42
3.4. Povećanje sigurnosti prometa unapređenjem aktivnih elemenata sigurnosti.....	43
3.4.1. Statistika neispravnosti motornih vozila prema sklopovima .....	44
3.4.2. Suvremeni sustavi aktivnih elemenata sigurnosti motornih vozila .....	46
3.5. Uloga i važnost tehničkog pregleda za sigurnost motornih vozila.....	48
3.5.1. Podjela tehničkog pregleda .....	48

3.5.2. Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama .....	51
3.5.3. Pravilnik o tehničkim pregledima vozila .....	52
4. STANJE MOTORNIH VOZILA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	53
5. ZAKLJUČAK.....	55
6. LITERATURA .....	56
7. PRILOZI.....	58
7.1. Popis slika .....	58
7.2. Popis tablica .....	58

## 1.UVOD

Promet i prijevoz su važne gospodarske i izvan gospodarske djelatnosti koje usko surađuju u sustavu razmjene dobara. Kroz sustav razmjene dobara povezuju sustav proizvodnje i potrošnje, odnosno ponudu i potražnju [1]. Mjesto sustava razmjene, zajedno s prijevozom i prometom, određeno je ciljevima sustava proizvodnje povezujući ga preko sustava raspodjele sa sustavom potrošnje. Sustav robne razmjene (nacionalni i međunarodni), sustav gospodarstava (nacionalnih, regionalnih, integriranih, međunarodnih, svjetskog i globalnog sustava) i sustav društvene reprodukcije, ne bi mogao pravilno te pravovremeno funkcionirati bez prijevoznog i prometnog sustava.

Cestovni prijevoz, odnosno transport, je gospodarska djelatnost premještanja (prijevoza), prijenosa robe i putnika svim vrstama cestovnih vozila i na svim vrstama cestovnih putova, bez obzira na njihovu namjenu (u gospodarske ili negospodarske svrhe) [1]. Cestovni promet je širi pojam od „cestovnog prijevoza“. Cestovni promet obuhvaća prijevoz robe i putnika cestovnim prijevoznim sredstvima po cestovnim putovima kao i sve operacije i komunikacije u cestovnome prijevozu. Cestovni promet obuhvaća i djelatnosti koje su u izravnoj vezi sa cestovnim prijevozom, kao što su primjerice djelatnosti na kopnenim terminalima. Bez operacija utovara, istovara, pretovara, pakiranja, signiranja, sortiranja određenih špediterskih, agencijskih, kontrolnih, upravnih i sličnih poslova, ne bi se cestovni promet mogao optimalno odvijati [1]. Cestovni promet također obuhvaća i djelatnosti pakiranja robe, kontrole utovara ili istovara robe u ili iz cestovnog vozila, osiguranje cestovnih vozila, robe i putnika u cestovnom prijevozu [2].

Osnovne pretpostavke za optimalno funkcioniranje cestovnog prometa i cestovnog prijevoza su [2] :

1. visok stupanj razvijenosti cestovne infrastrukture i suprastrukture,
2. primjerena upravljanja,
3. primjerena uporaba suvremenih prijevoznih tehnologija,
4. tržišno poslovanje svih aktivnih sudionika u cestovnom prometnom sustavu,
5. primjereno reguliranje pravno-ekonomskih odnosa sudionika u cestovnom prometnom sustavu,
6. primjereno funkcioniranje integralnog prometnog informacijskog sustava.

Cesta se definira kao dio prostora, jasno omeđen i na poseban način, građevinskim radom, pripremljen za kretanje cestovnih vozila [2]. Prve ceste javljaju se još u starom vijeku, u Babilonu, prije gotovo 5000 godina [2]. Stari narodi su poznavali sirovu naftu tako da je moguće da su gradili ceste s asfaltom. Ceste starog Rima bile su građene na modernim načelima i planirane prema značenju pravca te dobro konstruirane. Podloga ceste bila je izrađena od nekoliko slojeva kamenog materijala. Jednako dobro su bili izgrađeni i cestovni objekti poput mostova, vijadukata, potpornih zidova, galerija za zaštitu od lavina te cestovnih tunela [2].

Propašću Rimskog Carstva u Europi prestala je gotovo svaka djelatnost gradnje i održavanja cesta, a ceste su se ponovno počele graditi te obnavljati u Europi 18. stoljeću. U 18. i 19. stoljeću su izgrađene prve modernije ceste, naprije u sjeverozapadnim krajevima Hrvatske, zbog potrebe povezivanja unutrašnjosti s primorjem, odnosno lukama [2]. Pretečom modernih cesta u Hrvatskoj smatra se Karolinska cesta, izgrađena 1726. godine između Karlovca i Bakra [2]. Godine 1779. izgrađena je Jozefinska cesta koja je povezivala Karlovac i Senj, a slijedila je Lujzijanska cesta koja je povezivala Rijeku, Delnice i Karlovac, izgrađena 1811. godine [2].

Na dinamiku razvoja cestovnog prometa i cestovne infrastrukture, u 19. i 20. stoljeću, bitno je utjecao razvoj automobila. Automobil je cestovno vozilo koje se pokreće vlastitim motorom, a služi za prijevoz ljudi i robe [3]. Prekretnicu u konstrukciji prvih automobila donosi pronalazak motora s unutarnjim izgaranjem za koji je zaslužan Otto 1867. godine [3]. Daljnja tehnička usavršavanja motora s unutarnjim izgaranjem i posebno sustava prijenosa snage motora na kotače vozila doveli su do prvog automobila, preteče suvremenih cestovnih vozila, a zaslužni su Daimler i Benz. Za brzo širenje automobila osobito je zaslužan Henry Ford koji je započeo industrijsku serijsku proizvodnju automobila na traci oko 1900. godine [3]. Ubrzana proizvodnja automobila počinje poslije Drugog svjetskog rata. Nagla izgradnja cestovne infrastrukture i vozila čine cestovni promet suvremenim prometnim sustavom koji u sustavu globalnog prometa igra sve značajniju ulogu [2].

Tehnika i tehnologija prijevoza mijenjale su se s vremenom, sukladno razvoju društva i ukupne razmjene roba [3]. S jedne strane nalazila se ukupnost potražnje za

prijevoznim uslugama, a s druge strane struktura i ukupnost ponude prijevoznih usluga koja je bila odraz tehnike i tehnologije prijevoza [3]. Pojavom parnog stroja, a osobito motora s unutarnjim izgaranjem, stvorene su nove mogućnosti za razvoj tehnike i tehnologije prometa i prijevoza, koja i danas čini polazne tehničko – tehnološke osnove za funkcioniranje i razvoj suvremenih prometnih sustava [3]. Nove zahtjeve u pogledu prijevoznih usluga uvjetovali su suvremeni razvoj gospodarstva, razvijena društvena i teritorijalna podjela rada te velike promjene u razmješčaju industrije i stanovništva.

U suvremeno doba dolazi do razvoja tehnologije i organizacije prijevoza koja se temelji na povezanosti i racionalizaciji svih grana prometa. Suvremene tehnologije prometa i prijevoza predstavljaju složeno područje. Revolucija suvremenih sustava prijevoza podrazumijeva sustave integralnog, kombiniranog i multimodalnog prijevoza. Osnovno obilježje suvremenih prometnih i prijevoznih sustava predstavlja unifikacija koja se temelji na međunarodnoj standardizaciji sredstava prijevoza, opreme i prijevoznih jedinica tereta [3].

Sve veći broj cestovnih motornih vozila dovodi do zagušenja suvremene prometne mreže te povećava mogućnost nastanka prometnih nesreća. Veliki broj cestovnih vozila koji prevoze putnike, robu i slično. dovodi do konfliktnih situacija te smanjuje sigurnost svih sudionika u prometu. U svijetu pa tako i u Republici Hrvatskoj svakim danom broj cestovnih vozila se povećava. Samim tim svakim danom sve je više poremećaja u prometu koji utječu na sigurnost prometa. Predmet ovog rada je sigurnost voznih sklopova vozila. Vozni sklop vozila se sastoji od karoserije, ovjesa, upravljačkog sustava vozila, kočionog sustava te kotača i pneumatika. Cilj rada je ukazati na ulogu te važnost sigurnosti voznih sklopova vozila te ukazati na važnost tehničke ispravnosti aktivnih te pasivnih elemenata vozila za sigurnost svih sudionika prometa.

Kako bi se što kvalitetnije istražila problematika rada korišteni su različiti izvori podataka, od internet stranica do stručnih knjiga područja sigurnosti i zaštite te prometa. Rad istražuje, proučava i analizira već postojeće (sekundarne) podatke. Pri prezentaciji podataka korištene su znanstvene metode analize, klasifikacije, indukcije, dedukcije i deskripcije. Podaci su prikupljeni metodom engl. “*desk*” istraživanja i engl. “*field*” istraživanja.

Ovaj rad čini pet poglavlja. Prvo poglavlje je uvod, dok se drugo poglavlje odnosi na pojam i odrednice motornih vozila s posebnim osvrtom na podjelu te konstrukciju motornih vozila. Treće se poglavlje odnosi na vozilo kao čimbenik sigurnosti u prometu, a četvrto na stanje motornih vozila u Republici Hrvatskoj. Rad završava zaključkom, popisom korištene literature te popisom priloga, odnosno slika te tablica.

## 2.MOTORNA VOZILA

Motorno vozilo je svako vozilo koje se kreće snagom vlastitog motora. Motorna se vozila odnose na različite konstrukcije koje imaju različite zadatke od kojih su najvažniji [3] :

1. prijevoz ljudi i roba po izgrađenim prometnicama,
2. obavljanje zadataka izvan puteva (različite radne operacije u poljoprivredi, šumarstvu, građevinarstvu i drugim gospodarskim granama).

Dvije osnovne vrste vozila su [3] :

1. transportna vozila (brzina vozila predstavlja osnovni pokazatelj njihove funkcionalne prikladnosti),
2. radna vozila (sila na poteznici predstavlja osnovni pokazatelj njihove funkcionalne prikladnosti).

Osnovna podjela motornih vozila je na [2] :

1. motorna vozila za prijevoz putnika,
2. motorna vozila za prijevoz tereta,
3. specijalizirana motorna vozila – vozila namijenjena prijevozu specijalnih putnika te specijalnog tereta.

Cestovna motorna vozila pokreću se pomoću motora s unutrašnjim izgaranjem (motor SUI). Zahtjevi koji su uvjetovani klasom i kategorijom vozila, a koji se postavljaju pred vozilima najčešće se svrstavaju u tri grupe [3] :

1. opći zahtjevi :
  - vučno dinamička svojstva,
  - unifikacija sklopova i dijelova,
  - zadovoljavanje standarda i drugih zakonskih propisa,
  - mogućnost modifikacija bez velikih ulaganja,
  - aerodinamičnost, estetičnost i funkcionalnost karoserije,
  - funkcionalnost, ekonomičnost i kompaktnost gradnje i niski troškovi proizvodnje,
  - što povoljniji odnos ukupne i vlastite mase,
  - pouzdanost u radu, otpornost na zamor, koroziju i habanje,
  - komfor s aspekta vibracija, ventilacije, buke, upravljanja, grijanja,

- dobra upravljivost i držanje pravca,
- mali specifični pritisak kotača na podlogu.

## 2. Eksploatacijski zahtjevi :

- što niži troškovi korištenja,
- što bolje iskorištavanje nosivosti,
- što veće srednje brzine kretanja,
- što manji troškovi održavanja,
- minimalna potrošnja goriva i maziva,
- minimalni broj mjesta i vremena za podmazivanje i podešavanje,
- konstrukcija mehanizma i elemenata vozila koji eliminiraju mogućnost pojave neispravnosti pri rukovanju,
- lak pristup svim mjestima za opsluživanje,
- lakoća i brzina utovara i istovara,
- lako sklapanje i rastavljanje sklopova pri popravcima.

## 3. zahtjevi vezani za sigurnost :

- funkcionalnost, efikasnost i pouzdanost sistema za kočenje i upravljanje,
- visoka stabilnost kretanja u svim uvjetima,
- dobra upravljivost,
- efikasan sistem za osvjetljenje puta i čišćenje vjetrobranskog stakla,
- preglednost i vidljivost s vozačkog sjedala,
- funkcionalnost signalnih uređaja,
- udobnost i podesivost vozačkog sjedala,
- osiguranje zaštitne zone za svakog putnika,
- primjena sigurnosnih stakala,
- konstrukcija školjke koja osigurava zaštitu putnika u slučajevima nesreće i lako napuštanje vozila,
- konstruktivna rješenja karoserije koja štiti putnički prostor u slučaju sudara ili prevrtanja,
- što manji utjecaj vozila na okolinu i njegova što veća uočljivost u svim vremenskim uvjetima.



Pobrojani zahtjevi su često u proturječnosti, pa se pri projektiranju čine kompromisi u zadovoljavajućem stupnju pojedinih zahtjeva. Kvalitetu i cijenu vozila određuje uspješnost optimizacije ovih zahtjeva. Kvaliteta vozila najčešće se ocjenjuje posredstvom [4] :

1. performansi,
2. pouzdanosti,
3. ekonomičnosti,
4. sigurnosti.

Uspješnost izvršavanja osnovnih funkcionalnih zadatka vozila iskazuje se preko performansi. Pouzdanost je svojstvo vozila, koja se sastoji o njegovoj sposobnosti da radi bez pojave neispravnosti i da ispuni određene zadatke u danim uvjetima korištenja [4]. Ekonomičnost se odnosi na komponente ekonomske opravdanosti korištenja vozila. Sigurnost obuhvaća komponente sigurnosti pri korištenju vozila sa stajališta vozača i putnika, ali i tereta koji se prevozi.

Korisnik vozila opredjeljuje se za vozilo sa [4] :

1. dobrim transportnim kapacitetom,
2. većom dinamičnošću,
3. ekološkom podobnošću,
4. pogodnošću za rukovanje i održavanje,
5. visokom pouzdanošću,
6. povoljnom cijenom.

Pred svakim dijelom vozila, koji je najčešće po najvišim kriterijima kvalitete, postavljaju se određeni zahtjevi koje on mora zadovoljiti da bi se mogao primjenjivati i koristiti u vozilu. Pogonskom motoru koji u najvećoj mjeri utječe na većinu zahtjeva korištenja vozila, potrebno je posvetiti posebnu pažnju tijekom cijelog radnog ciklusa [4]. Današnja maksimalna ograničenja vozila imaju ukupnu masu od 40 t i ne zahtijevaju motore veće snage od 350 kW [4]. Primjena ovako snažnih motora je u manjem broju vozila.

Primjena motora većih snaga zahtijevaju ugradnju u vozila više pogonskih osovina, sa ciljem maksimalnog iskorištenja adhezionih mogućnosti tla, odnosno cjelokupne težine vozila za ostvarenje maksimalne vučne sile [3]. Kod primjene motora

sa visokom litarskom snagom, koja se dobiva pri relativno maloj radnoj zapremnini dolazi do izražaja nedostatak snage kočenja motorom koji se pokušava otkloniti primjenom tzv. retardera [4]. Primjena klasične motorne kočnice u ispušnoj grani motora nije se pokazala kao efikasno rješenje kod motora manjih zapremnina, visoke snage i za vozila veće ukupne mase [3]. Cilj proizvođača motornih vozila je napraviti vozilo sa što manjom masom, što većom nosivošću, odnosno kapacitetom [3].

## **2.1.Podjela motornih vozila**

Podjela vozila ovisi o parametrima kao što su namjena, način ostvarivanja kretanja, vrsta pogona, vrsta primijenjenog goriva, način ostvarivanja kontakta kotača i puta, odnosno podloge i slično.

Prema načinu ostvarivanja pogona vozila razlikuju se [3] :

1. vozilo na mišićni pogon,
2. vozila na motorni pogon,
3. priključna vozila,
4. skupovi vozila i zaprežna vozila.

Dvije osnovne vrste vozila s obzirom na funkciju vozila su [3] :

3. transportna vozila (brzina vozila predstavlja osnovni pokazatelj njihove funkcionalne prikladnosti),
4. radna vozila (sila na poteznici predstavlja osnovni pokazatelj njihove funkcionalne prikladnosti).

Osnovna podjela motornih vozila prema namjeni je na [2] :

1. putna motorna vozila,
2. terenska motorna vozila.

Osnovna podjela motornih vozila na temelju uže namjene dijele se na [3] :

4. motorna vozila za prijevoz putnika,
5. motorna vozila za prijevoz tereta,
6. vučna motorna vozila,
7. specijalizirana motorna vozila – vozila namijenjena prijevozu specijalnih putnika te specijalnog tereta.

S obzirom na način ostvarivanja kretanja razlikuju se [3] :

1. vozila na kotačima,
2. vozila sa gusjenicama.

Prema eksploatacijsko-tehničkim karakteristikama i namjeni u gospodarskom prometnom sustavu razlikuju se [3] :

1. putna vozila,
2. tračnička vozila,
3. terenska vozila,
4. vozila unutarnjeg transporta,
5. traktori,
6. samohodne radne mašine.

Cestovna motorna vozila u teretnom prijevozu su [3] :

1. kamioni,
2. tegljači i prikolice,
3. poluprikolice,
4. traktori,
5. specijalizirani kamioni,
6. cestovna motorna vozila posebne namjene.

Cestovna motorna vozila u putničkom prijevozu su [3] :

1. Dvokotačna cestovna motorna vozila :
  - moped,
  - skuter,
  - motocikl.
2. Trokotačna cestovna motorna vozila :
  - motocikl sa prikolicom.
3. Četverokotačna cestovna motorna vozila :
  - automobil,
  - autobus (gradski, prigradski, međugradski, kombibus, minibus),
  - trojelbus.

## 2.2. Konstrukcija motornih vozila

Slop ili konstrukciju motornog vozila čine pasivni te aktivni elementi. Pasivni elementi konstrukcije motornog vozila su :

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

U aktivne elemente konstrukcije motornog vozila se ubrajaju :

1. motor,
2. prijenos snage,
3. ovjes,
4. kotači i pneumatici,
5. upravljački sustav vozila,
6. kočni sustav,
7. svjetlosni i signalni uređaji,
8. ostali aktivni elementi (konstrukcija sjedala, usmjerivači zraka, uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje, vibracija vozila, buka).

O navedenim će sklopovima motornih vozila biti riječi u daljnjem tekstu rada.

### 2.2.1.Karoserija

Karoserija je pasivni elemnt vozila, a služi za smještaj vozača, putnika i tereta te se dijeli prema nekoliko parametara.

Prema vrsti vozila razlikuje se karoserija za [4] :

1. osobne automobile,
2. autobuse,
3. teretna vozila,
4. putnička teretna vozila,
5. radna vozila,
6. specijalna vozila.

Osobni automobili se mogu podijeliti na više vrsta i izvedba od kojih valja istaknuti limuzinu, kompakt, karavan, kabriolet, kupe (coupe), SUV. U današnje vrijeme je teško razlikovati kojoj izvedbi pripada koji automobil, jer svakodnevno nastaju nove kategorije.

Prema konstrukciji podjela karoserije motornih vozila dijeli se na [4] :

1. odvojenu ili nenosivu karoseriju,
2. karoseriju s nosivim okvirima ili polunosivu karoseriju,
3. samonosivu karoseriju.

Kod osobnih automobila karoserije se mogu proizvoditi kao [4] :

1. otvorene,
2. zatvorene,
3. otvoreno – zatvorene.

Prema broju sjedišta postoje [4] :

1. jednoredni (sportski automobili),
2. dvoredni (najčešći tip),
3. troredni (najčešće se proizvode po narudžbi).

U odnosu na broj vrata, postoje karoserije sa [4] :

1. dvoja vrata,
2. troja vrata,
3. četvora vrata,
4. petora vrata,
5. šestora vrata.

Važno je naglasiti kako je karoserija vrlo važan parametar pasivne sigurnosti vozila. Suvremena karoserija motornih vozila mora odgovarati zahtjevima dinamike vožnje, sigurnosti, udobnosti, štedljivosti, masi, pouzdanosti i trajnosti [5].

#### 2.2.1.1. Najčešće vrste karoserije

Podjela karoserije prema konstrukciji motornih vozila jedna je od najvažnijih podjela karoserije, a dijeli se na [4] :

1. odvojenu ili nenosivu karoseriju,
2. karoseriju s nosivim okvirima ili polunosivu karoseriju,
3. samonosivu karoseriju.

Zbog najveće upotrebljivosti te uloge i značaja u izradi, odnosno konstrukciji motornih vozila biti će detaljnije pojašnjena odvojena ili nenosiva karoserija te samonosiva karoserija. Kod odvojene ili nenosive karoserije, karoserija i okvir su dva odvojiva dijela. Na okvir se osim karoserije pričvršćuju motor, ovjes, transmisija, kotači, upravljački mehanizam i slično. Zbog prilagodljivosti ova se konstrukcija koristi isključivo za proizvodnju terenskih i gospodarskih vozila [5]. Odlika joj je da dobro prigušuje buku i na isti okvir se mogu postaviti različiti oblici karoserija. Konstrukcija okvira je obično oblika ljestvi na dva uzdužna nosača se pričvršćuje više poprečnih nosača (greda). Pričvršćuje se zakovicama, vijcima i zavarivanjem [4]. Karoserija veže za okvir elastičnim vezama, a okvir preuzima na sebe sva opterećenja, pa i opterećenja karoserije.

Samonosiva karoserija se koristi za osobne automobile i autobuse. Okvira nema kao takvog, već ga nadomješta podvozje koje osim nosivih dijelova (nosač motora, uzdužni i poprečni nosači) ima i dno prtljažnog prostora te unutarnji blatobran. Ovdje karoserija na sebe preuzima sve funkcije nosivog sistema. Na podvozje se zavaruju ostali sklopovi samonosive karoserije, a to su potporni stupovi (A,B,C,D), krovni okvir, blatobrani te prednje i stražnje staklo [5]. Tako se dobije školjkasta samonosiva karoserija. Karoserija se stabilizira profiliranjem limova, rubljenjem, zatvorenim profilima.

Osim školjkaste samonosive karoserije postoji i karoserija s rešetkastim okvirima. Ta karoserija predstavlja kruti sistem, gdje je glavni nosivi dio rešetkasti okvir (sustav štapova) na kojeg se montiraju vanjske plohe (limovi). Opterećenja se prenose samo putem rešetkastih okvira [5]. Ova konstrukcija se često primjenjuje kod osobnih vozila s aluminijskom karoserijom. Okvirnu strukturu čine razno oblikovani istiskivani profili i profilirani aluminijski limovi [5]. Napregnuti čvorovi izrađeni su lijevanjem.

#### **2.2.1.2. Najčešći materijali pri izradi karoserije**

Najčešći materijali koji se koriste za izradu karoserija su: čelični, pocinčani čelični i aluminijski limovi (legura aluminijska i silicija) te profili od navedenih materijala kao i plastične mase [4]. Kod suvremenih trkaćih i sportskih automobila u izradi karoserije se koriste i karbonska vlakna.

Samonosive karoserije se uglavnom izgrađuju od čeličnih limova povišene čvrstoće i visokočvrstih čelika, koji su mikrolegirani pri čemu granica razvlačenja iznosi do ~ 400 MPa, dok normalni čelik ima granicu do ~ 180 MPa [5]. Debljina limova se kreće od 0,5 do 2 mm [5].

Čelični limovi se mogu pocinčati radi zaštite od korozije. Podni limovi se pocinčavaju dok su vrući, dok se ostali limovi galvanski pocinčavaju radi veće kvalitete površine [4]. Zaštita je bitna, jer nakon godina eksploatacije, pocinčani lim izgleda kao

nov, čak iako nije garažiran. Vozilo koje ima obične čelične limove s vremenom zahrđa, ponajprije uslijed vlage te ostalih vremenskih uvjeta kojima je vozilo izloženo.

Aluminij se u izradi karoserija uglavnom koristi kao legura (uglavnom legure aluminijska i silicij), a pri izradi aluminijskih dijelova karoserije postupci su sljedeći [4] :

1. prešanje (krovni lim i hauba),
2. istiskivanje (rešetkasti okvir),
3. tlačno lijevanje (lijevani čvorovi).

Dok se prešani i istiskivani dijelovi mogu djelomično ravnati pri popravcima, to s tlačno lijevanim elementima nije moguće.

Aluminijske legure znatno gube na svojoj čvrstoći na temperaturama iznad 180 °C [4]. Ako je aluminijska legura u galvanskom spoju s drugim materijalima kao što je primjerice čelik, nastaje elektrokemijska korozija, ako postoji elektrolit. Površina aluminijske legure presvlači se debelim oksidnim slojem koji ima veliki električni otpor, pa se aluminijske legure ne mogu zavariti običnim aparatima, već najčešće TIG i MIG postupcima.

Plastične mase su umjetni materijali koji se koriste za izradu karoserije, a koriste se zbog [4] :

1. manje specifične težine (ušteta na težini),
2. otpornosti na koroziju,
3. slobode oblikovanja,
4. neosjetljivost na udarce,
5. izrade dijelova bez naknadne obrade,
6. manje troškove uslijed popravaka.

Plastične mase mogu se obnoviti zavarivanjem, laminiranjem ili lijepljenjem dvokomponentnim ljepilima [5].



### 2.2.1.3. Antikorozivna zaštita i bojanje

Postoji aktivna te pasivna zaštita od korozije. Mjere aktivne od korozije zaštite su [5] :

1. na osnovnom materijalu (legiranjem) nastaju promjene unutarnjih čimbenika korozije,
2. na nagrizaćućem sredstvu (sušenjem zraka) nastaju promjene vanjskih čimbenika korozije,
3. promjenom uvjeta reakcije.

Pasivna zaštita korozije provodi se [5] :

1. konzervacijom,
2. metalnim prevlakama,
3. nemetalnim prevlakama.

Čelični dijelovi, čije vanjske plohe nisu posebno opterećene, dovoljno je premazati beskiselinjskim uljima i mastima. Podvozje vozila se štite konzervacijskim sredstvima na bazi voska, plastičnih masa i bitumena zbog [5] :

1. sprječavanja prodora vlage,
2. otpornosti na udarce kamenja,
3. elastičnosti,
4. smanjenje vibracija limova.

Vozila se bojaju zbog zaštite od vanjskih utjecaja, udaraca kamenja te zbog estetskog izgleda. Bojani zaštitni sloj mora biti nepropustan i povezan, istovremeno tvrd i elastičan, postojan, uočljiv i lagan za čišćenje i održavanje [5]. Lak se može nanositi prskanjem (zračno i bezračno), elektrostatičkim prskanjem ili uranjanjem [5].

Lakiranje vozila sastoji se od sljedećih slojeva [5] :

1. fosfatni sloj,
2. grundiranje kataforezom,
3. zaštitni međusloj protiv udarca kamenja,
4. punilo,
5. pokrivno lakiranje (univerzalno ili metalik).

Karoseriya se prije lakiranja mora pripremiti (očistiti, odmastiti i fosfatirati). Lakiranje se izvodi mokro na mokro, što znači da se na temeljni sloj bez međusušenja prska prozirni sloj i na kraju se oba suše na 130 °C [5].

### **2.2.2.Ostali pasivni elementi**

Pasivni elementi konstrukcije motornog vozila, osim karoserije su :

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

Vrata imaju zadaću zadržavanja udarnog opterećenja i spriječavanje savijanja konstrukcije motornog vozila. Na njima mora biti ugrađen sustav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara. Sigurnosni pojasevi imaju zadaću spriječiti udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili u ploču s instrumentima u slučaju prometne nesreće. Sigurnosni pojas sastoji se od remena širine najmanje 43 mm koji dopušta pomicanje naprijed, ali ne smije biti elastičan da odbaci putnika natrag te izazove ozljede kralježnice i vrata, spojnice za pričvršćenje remena i kopče za vezivanje [8]. Nasloni za glavu imaju zadaću podupirati vrat i glavu, rasteretiti vratne kralješke [8].

Vjetrobranska stakla su uglavnom lakše konstrukcije kako bi se u slučaju naleta vozača ili putnika lako deformirali te smanjili mogućnost nastanka ozljeda. Kao vjetrobranska stakla ugrađuju se kaljena te višeslojna stakla. Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača, akumulatora mora biti takav da ne ugrožava središnji putnički prostor ni u kojoj situaciji. Najbolje je da je motor smješten u prednjem dijelu vozila jer preuzima najveći dio kinetičke energije [8].

Rezervni kotač također je najbolje smjestiti u prednji dio vozila. Akumulator se smješta suprotno od položaja spremnika goriva. Odbojnik također apsorbira dio kinetičke energije kod sudara, a izrađuje se od posebne vrste plastike koja ima prednost na d čelikom kao materijalom za izradu. Sigurnosni zračni jastuk djeluje automatski u trenutku sudara kako bi mekano dočekao tijelo putnika.

### **2.2.3.Motor vozila**

Motor je stroj koji funkcionira na način da određenu vrstu energije pretvara u mehaničku energiju. Stroj koji toplinsku energiju pretvaraju u mehaničku naziva se toplinski motor (motor s unutrašnjim izgaranjem). Kod toplinskih motora, toplina se stvara tako što gorivo izgara u radnom prostoru [5]. Iz ekonomskih razloga i povoljnijeg načina rada u motorna vozila se ugrađuju klipni motori s unutaršnjim izgaranjem.

Motori prema osnovnim kriterijima mogu biti [5] :

1. prema načinu stvaranja i paljenja smjese goriva i zraka :
  - Otto,
  - Diesel.
2. prema taktnosti :
  - četverotaktni,
  - dvotaktni.
3. prema broju cilindara :
  - jednocilindrični,
  - višecilindrični.
4. prema položaju cilindara :
  - vertikalni,
  - kosi,
  - horizontalni,
  - viseći.

5. prema rasporedu cilindara :

- redni,
- V-motori,
- bokser-motori,
- zvjezdasti i drugi.

6. prema načinu hlađenja :

- hlađeni tekućinom,
- hlađeni zrakom.

7. prema načinu usisavanja :

- sa samostalnim usisavanjem,
- s prednabijanjem.

Osnovne razlike između Ottova i Dieselova motora su [4] :

1. način i mjesto pripreme smjese goriva i zraka,
2. način paljenja smjese goriva i zraka,
3. vrsta goriva,
4. regulacija snage motora,
5. bogatstvo smjese goriva i zraka,
6. stupanj kompresije i najveći tlakovi u cilindru,
7. efektivna korisnost,
8. veličina dijelova,
9. brzina vrtnje.

### **2.2.3.1. Uređaji za napajanje motora gorivom**

Uređaj za napajanje gorivom motora služi kako bi što bolje pripremio smjesu goriva i zraka. Ta smjesa mora biti homogena te odgovarajuće bogata kako bi bila spremna za svaki režim rada motora u određenom trenutku [5]. Smjesa je homogena kada je pravilno raspoređen omjer goriva i zraka. Miješanje kreće u uređaju, zatim se nastavlja strujanjem kroz usisne kanale i u cilindru motora za vrijeme usisa i kompresije

[5]. Smjesa goriva i zraka može biti različita u pojedinim režimima rada motora, pa uređaj mora biti konstruiran da odgovori na postavljene zahtjeve [5].

Načini rada motora ugrađenog na vozilo i odgovarajuća bogatstva smjese su [5] :

1. prazni hod - bogata smjesa,
2. djelomično opterećenje - siromašna smjesa,
3. naglo ubrzavanje - bogata smjesa,
4. maksimalna snaga – bogata smjesa,
5. pokretanje hladnog motora – bogata smjesa.

Pritom su bogatstva smjese različita, a postavljaju se i neki dodatni zahtjevi pri radu motora na pojedinim režimima. Uređaj za napajanje Ottova motora gorivom može biti izveden [4] :

1. s rasplinjačem,
2. s ubrizganjem goriva,
3. za rad s tekućim plinom.

Uređaj za napajanje gorivom Dieselovih motora ima ulogu ubrizgati točno određenu količinu goriva u cilindre motora s točnim početkom ubrizgavanja [5]. Ubrizgano gorivo kratko nakon ubrizgavanja počinje izgarati zbog samozapaljenja u vrućem zraku. Da bi ubrizgano gorivo potpuno izgorjelo bez stvaranja taloga i s minimalnom količinom čađi, ono mora brzo ispariti i izmiješati sa zrakom. Gorivo će brže ispariti ako je vrtloženje zraka u cilindru veće te ako se gorivo fino rasprši pri ubrizgavanju, pa su tlakovi ubrizgavanja goriva u cilindre motora visoki (od 35 do 160 Mpa) [5]. Važna je promjena tlaka goriva tijekom ubrizgavanja. Završetak ubrizgavanja mora biti brz i bez naknadnog kapanja da bi se pridonijelo kvaliteti izgaranja [4]. Uređaj za napajanje gorivom može biti izveden na različite načine, a u osnovi se razlikuje prema vrsti pumpe za ubrizgavanje goriva.

Uređaji za napajanje gorivom mogu biti s [4] :

1. klipnom pumpom,
2. distribucijskom pumpom,
3. jedinstvenim sklopom pumbe i brizgaljke,
4. stalnim tlakom.

Pumpa za ubrizgavanje mora osigurati vrlo visok tlak goriva pri ubrizgavanju te se naziva pumpa visokog tlaka.

### **2.2.3.2.Uređaj za podmazivanje**

Tijekom rada motora mnogi dijelovi se dodiruju te na taj način mogu nastati oštećenja. Uređaj za podmazivanje svojim djelovanjem omogućuje smanjeno trošenje dijelova prilikom njihovog rada [6]. Važno je da se u svakom trenutku između dijelova nalazi sloj ulja kako bi dijelovi što kvalitetnije i bez oštećenja radili čime se produžuje vijek trajanja motora. Uređaj za podmazivanje i hladi motor, štiti motor od korozije i onečišćenja, doprinosi brtvljenju između klipa i cilindra [5]. Podmazivanje se obavlja motornim uljem koje se sastoji od ulja mineralnog ili sintetičkog podrijetla i aditiva.

Aditivi s udjelom od 25% poboljšavaju svojstva motornim uljima, da bi se podmazivanjem ispunili svi zahtjevi koji se pred njega postavljaju [5]. Najvažnija značajka motornog ulja je njegova viskoznost, a ovisi o temperaturi. Pri nižim temperaturama viskoznost je veća, a pri višim temperaturama manja [5]. Stoga ovisno o uvjetima treba primjenjivati odgovarajuća ulja.

Podmazivanje motora može biti izvedeno prisilnom cirkulacijom pod povećanim tlakom i zapljuskivanjem. Podmazivanje zapljuskivanjem je nedovoljno učinkovito i rijetko se koristi. Specifično podmazivanje ostvaruje se u dvotaktnim motorima. Kod benziskih dvotaktnih motora, kod kojih se smjesa goriva i zraka usisava u kućište motora, podmazivanje se ostvaruje uljem koje se dodaje gorivu s udjelom 1-4% [5]. Podmazivanje motora prisilnom cirkulacijom se vrši na način da se ulje pod povećanim tlakom dovodi do dijelove koji su izloženi trenju i trošenju [5].

### 2.2.3.3. Uređaj za hlađenje

Uređaj za hlađenje služi kako bi održavao što idealniju temperaturu motora i na taj način štiti motor od oštećenja i omogućio što bolji rad. Neki dijelovi motora su toplinski jako osjetljivi te se kvalitetnim hlađenjem može očuvati njihova kvalitetna uloga u radu motora i zaštita od oštećenja. Također neke dijelove motora potrebno je držati na određenoj zagrijanosti kako se ne bi dogodili gubici na radu motora i oštećenje takvih dijelova [5]. Prema vrsti medija na koji se prenosi toplina s toplinski opterećenih dijelova motora hlađenje može biti tekućinom i zrakom.

U odnosu na hlađenje zrakom prednosti hlađenje tekućinom su [6] :

1. hlađenje je intenzivnije i ravnomjernije zbog veće specifične topline tekućine u odnosu na zrak,
2. regulacijski uređaji omogućuju brže zagrijavanje motora na radnu temperaturu i održavanje radne temperature u uskim granicama,
3. manja buka,
4. veće mogućnosti pri konstrukciji bloka motora i glave cilindra.

Nedostaci ovog oblika hlađenja su [6] :

1. opasnost od smrzavanja pri niskim temperaturama ako se kao sredstvo za hlađenje upotrebljava voda, što bi dovelo do pucanja bloka i glave motora,
2. mogućnost propuštanja tekućine u slučaju kvara,
3. veća težina motora.

Voda može služiti kao sredstvo za hlađenje tekućinom, no može stvarati kamenac i koroziju i samim time oštećenja, pa se u zimskim mjesecima koristi antifriz koji je na bazi etilenglikola, pa sprječava smrzavanje.

Hlađenje zrakom uklanja spomenute nedostatke tekućinom hlađenih motora. Prednosti zračnog hlađenja u odnosu na hlađenje tekućinom su [6] :

1. jednostavnije održavanje,
2. lakša konstrukcija,
3. lakše pokretanje motora pri niskim temperaturama,
4. brže zagrijavanje na radnu temperaturu uz primjerenu regulaciju hlađenja.

Nedostaci zračnog hlađenja motora su [6] :

1. povećana buka,
2. potrebni veći kanali za strujanje zraka zbog male specifične topline zraka,
3. neravnomjerno hlađenje pojedinih dijelova motora zbog male specifične topline zraka,
4. potrebna izvedba rebara na vanjskoj površini cilindara i glava cilindara zbog povećanja površine (koeficijent prijelaza topline relativno mali).

Uređaji za hlađenje motora zrakom se razlikuju po izvedbi i načinu hlađenja [5].

#### **2.2.3.4. Uređaj za paljenje**

Uređaj za paljenje na učinkovit način u pravom trenutku zapali smjesu zraka i goriva u cilindru Otto motora [6]. Paljenje se ostvaruje iskrom između elektroda. Paljenje omogućuje kvalitetan rad motora što znači dobro izgaranje smjese, povećanje snage motora, manje onečišćenje i emisija štetnih plinova [6]. Razlikuje se [6] :

1. baterijsko paljenje :
  - konvencionalno s mehaničkim prekidačem,
  - tranzistorsko s mehaničkim prekidačem,
  - beskontaktno tranzistorsko,
  - elektronsko,
  - kondenzatorsko.
2. magnetsko paljenje :
  - s mehaničkim prekidačem,
  - beskontaktno tranzistorsko.



## 2.2.4.Prijenos snage

Osnovni dijelovi sustava prijenosa snage (transimije) su [6] :

3. spojka - omogućuje prekid toka snage između motora i mjenjača, a zadaća je :
  - prijenos okretnog momenta motora na mjenjač,
  - lagano i meko pokretanje vozila,
  - prekid toka snage s motora na mjenjač,
  - prigušivanje udarnih naprezanja i torzijskih vibracija,
  - zaštita motora i transmisije od preopterećenja.
4. mjenjač - dio prijenosa snage (transimije) i nalazi se između spojke i diferencijala, a prenosi okretni moment i brzinu vrtnje motora, a zadaća je :
  - mjenja i prenosi okretni moment motora,
  - mjenja brzinu vrtnje motora,
  - prekida tok snage te omogućuje rad motora uza zaustavljeno vozilo,
  - mjenja smjer,
  - omogućuje vožnju unatrag.
5. zglobno vratilo - preko diferencijala na pogonske kotače prenosi okretni moment s mjenjača, a zadaća je :
  - prenositi okretne momente,
  - omogućiti uzdužne, poprečne i kutne pomake vratila,
  - prigušivati torzijske vibracije.
6. diferencijal - čine zagonski prijenosnik i mehanizam za izjednačenje u zajedničkom kućištu, a zadaća je :
  - izjednačiti brzine vrtnje pogonskih kotača,
  - ravnomjerno razdijeliti okretne momente.
7. zglobovi,
8. pogonska vratila kotača.

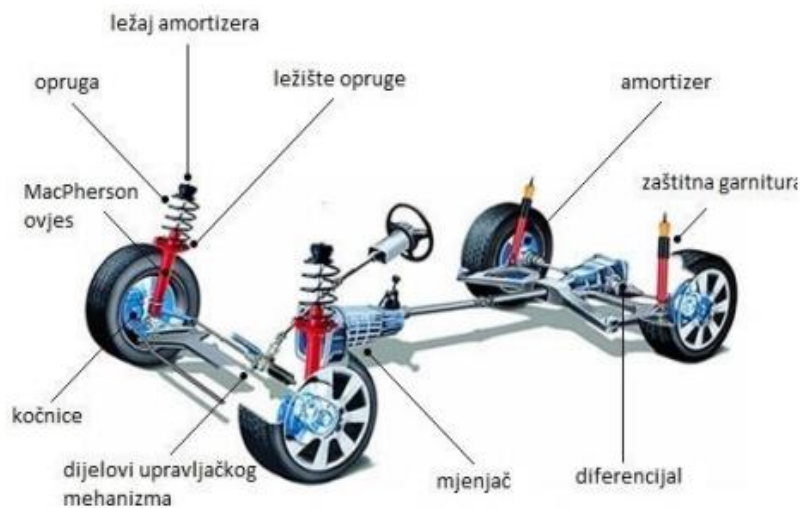
Zadaće sustava prijenosa snage su [6] :

1. prijenos okretnog momenta i brzine vrtnje motora na pogonske kotače,
2. promjena okretnog momenta i brzine vrtnje.

Ovisno o tome kako se snaga motora raspodjeljuje do kotača, kod cestovnih motornih vozila razlikuje se stražnji i prednji pogon te pogon na sve kotače. Kod stražnjeg pogona, okretni moment prenosi se na podlogu preko kotača stražnje osovine, dok se kod prednjeg pogona, okretni moment prenosi na podlogu preko kotača prednje osovine [6]. Pogon na sve kotače, okretni moment prenosi se na podlogu preko kotača prednje i stražnje osovine [6].

### 2.2.5.Ovjes

Ovjes kotača spaja karoseriju s kotačima, pa mora preuzeti velike statičke (težinu vozila) i dinamičke sile (pogonske, kočne i bočne sile vođenja) (slika 1).



Sl. 1. Ovjes osobnog motornog vozila [4]

Osnovni dijelovi ovjesa su [4] :

1. vodilice – spajaju kotače s karoserijom, odnosno prenose sile i gibanja s nosača kotača na karoseriju, a zadaća je dati optimalni zakon gibanja. Mogu biti :

- s dva oslonca,
- s tri oslonca,
- s četiri oslonca,
- uzdužne,

- kose (dijagonalne),
  - poprečne,
  - prostorne.
2. opruge – zadaća je ublažiti udarce koji se prenose s kotača na karoseriju te prigušiti vibracije opruga. Opruge u sustavu ovjesa ugrađuju se između vodilica i karoserije. Najveći broj motornih vozila ima čelične opruge (lisnate, torzijske zavojne, torzijske ravne, stabilizatori).
  3. prigušivači (amortizeri) - prigušuje vibracije opruge te ne dopušta odvajanje kotača od podloge. Amortizeri omogućuju sigurniju i udobniju vožnju po neravnim terenima i zavojima.
  4. stabilizatori.

### **2.2.6.Kotači i pneumatici**

Preko kotača i pneumatika stvara se dodir ili spoj između vozila i podloge [6]. Kotači i pneumatici preuzimaju težinu vozila ne sebe te svojom funkcijom trebaju ublažiti silu trenja između vozila i podloge. Preko kotača i pneumatika se prenose sile s vozila na podlogu i sile s podloge na vozilo, pa je zadatak kotača i pneumatika ublažiti te sile i omogućiti što sigurniju i udobniju vožnju [6].

Zahtjevi koje mora ispuniti kotač su [4] :

1. visoka čvrstoća oblika i elastičnosti,
2. mala masa,
3. velik unutarnji promjer za velike kočne diskove,
4. dobro odvođenje topline nastale kočenjem,
5. jednostavna izmjena pneumatika,
6. velika točnost mjera,
7. odgovarajući dizajn.

Osnovni dijelovi kotača vozila su [4] :

1. glavčina s ležajem,

2. obruč ili oglavlje :

- tanjur ili žbice,
- naplatak (felga),

3. pneumatik (guma punjena stlačenim zrakom).

Zahtjevi koje moraju ispuniti pneumatici su [4] :

4. preuzeti težinu vozila,
5. ublažiti i prigušiti udarce i vibracije kotača,
6. prenijeti pogonske i kočne sile te bočne sile vođenja,
7. mali otpor kotrljanja radi manjih gubitaka,
8. precizan prijenos upravljačkih sila na podlogu,
9. otpornost trošenju (dovoljna trajnost),
10. mala buka i vibracija pri kotrljanju,
11. dobra svojstva u nužnom pogonu (bez tlaka).

Razlikuju se pneumatici (gume) sa zračnicom i bez zračnice. Pneumatici sa zračnicom primjenjuju se samo za dvokotače i gospodarska vozila, dok se pneumatici bez zračnica primjenjuju kod osobnih vozila [6].

Osnovni dijelovi pneumatika su [6] :

1. karkasa,
2. pojas i najlonski ovoj,
3. međusloj,
4. gazna površina,
5. bočne stijenke,
6. noga i jezgra noge,
7. jezgreni umetak,
8. nepropusni gumeni sloj.

Prednosti pneumatika bez zračnica su [6] :

1. manje zagrijavanje - nema trenja između pneumatika i zračnice,
2. manja težina,
3. jednostavnija montaža pneumatika na naplatak.

### **2.2.7.Upravljači sustav vozila**

Osnovni dijelovi sustava upravljanja vozilom su [6] :

1. upravljačko kolo s mehanički ugodivim stupom,
2. vreteno upravljača,
3. upravljački prijenosnik,
4. spone,
5. kuglasti zglob (jabučica) spone.

S upravljačkog kola se prenosi zakretni moment na prednje kotače, pa se prednji kotači mogu zakretati pod različitim kutovima i gibati različitim smjerovima. Unutarnji kotač se okreće za veći kut [4].

Zadaci upravljačkog prijenosnika su [6] :

1. pretvorba kružnog gibanja upravljača u zakret upravljanih kotača,
2. prijenos i pojačanje okretnog momenta s upravljača na kotače,
3. precizno upravljanje vozila u svim voznim stanjima.

Servoupravljanje pojačava upravljačku silu vozača. Postoje sljedeći sustavi [6] :

1. hidraulička podrška (upravljanje sa zupčastom letvom ili kugličnom maticom),
2. elektrohidraulička podrška (Servotronic - električna podrška).

### **2.2.8.Kočni sustav**

Kočni sustav je uz sustav za upravljanje najbitniji dio aktivnih elemenata cestovne sigurnosti. Svojim radom kočnice se na odgovarajući i siguran način moraju usporiti i zaustaviti vozilo. Bez obzira na uvjete na cesti i u okolini, kočnice svojim djelovanjem na što brži i djelotvorniji način moraju obaviti svoju funkciju kako bi se očuvala sigurnost u prometu. Bitna uloga kočnica je kod velikih brzina te na terenima s velikim nagibom [6]. Cestovna vozila imaju isključivo tarne kočnice koje energiju gibanja vozila pretvaraju u toplinu [6].

U kočni sustav se ubraja [6] :

1. radna kočnica - služi za zaustavljanje ili usporavanje vozila, bez obzira na uvjete vožnje. Vozilo prilikom kočenja radnom kočnicom mora zadržati smjer vožnje i stabilnost. Radna kočnica se aktivira nogom pritiskom na papučicu, kontinuirana je te djeluje na sve kotače.
2. pomoćna kočnica - zaustavlja ili usporava vozilo u slučaju otkazivanja radne kočnice i može biti manje učinkovita.
3. Parkirna (ručna) kočnica - kočnica osigurava vozilo u zakočenom položaju na terenu s nagibom ili bez nagiba. Djeluje na kotače samo jedne osovine, obično stražnje, a izvodi se uglavnom na ručicu.
4. usporivač - omogućuje dugotrajno kočenje vozila niz kosinu.
5. sustav protiv blokiranja kočenih kotača,
6. automatska kočnica - koči pri prekidu veze između vučnog i priključnog vozila

Kočni sustav čine [4] :

1. jedinica za opskrbu energijom,
2. pokretački slog,
3. prijenosni slog,
4. dodatni sklop za priključna vozila (automatska kočnica),
5. parkirna kočnica,
6. radna kočnica,
7. sustav regulacije kočne sile (ABS - kočnice kotača prednjih i stražnjih osovine - bubanj ili disk).

Djelotvornost kočnog sustava opisuje se omjerom usporenja vozila  $a$  i gravitacije  $g$ , tzv. koeficijentom kočenja pomoću formule [5] :

$$k = \frac{a}{g} \times 100 = \frac{F_k}{G} \times 100\% \quad [5]$$

pri čemu je :

- $a$  – usporenje vozila [ $m/s^2$  ],
- $g$  – gravitacija = 9,81 [ $m/s^2$  ],
- $F_k$  – ukupna sila kočenja [N],
- $G$  – težina vozila [N].

Nakon što vozač uoči opasnost kreće proces kočenja. Vrijeme kočenja je vrijeme koje je potrebno da se vozilo zaustavi od uočavanja opasnosti do potpunog zaustavljanja vozila, a sastoji se od vremena reakcije vozača i vremena kočenja do potpunog zaustavljanja [6]. Put kočenja se sastoji od puta koji vozilo prijeđe od prvog pritiska na pedalu kočnice do potpunog zaustavljanja vozila. Put kočenja uvelike ovisi o brzini vozila, te što je brzina veća i put kočenja će biti veći. Pri jednakim uvjetima, dvostruko veća brzina prouzrokuje četverostruko veći put kočenja [6].

Hidraulički kočni sustav čine [7] :

1. pedala kočnice,
2. tandem glavni cilindar (glavni kočni cilindar ili pumpa) s pojačanjem sile kočenja,
3. crijevni sustav s regulatorom sile kočenja,
4. radni cilindri s kočnicama kotača,
5. hidraulička radna tekućina (kočna tekućina).

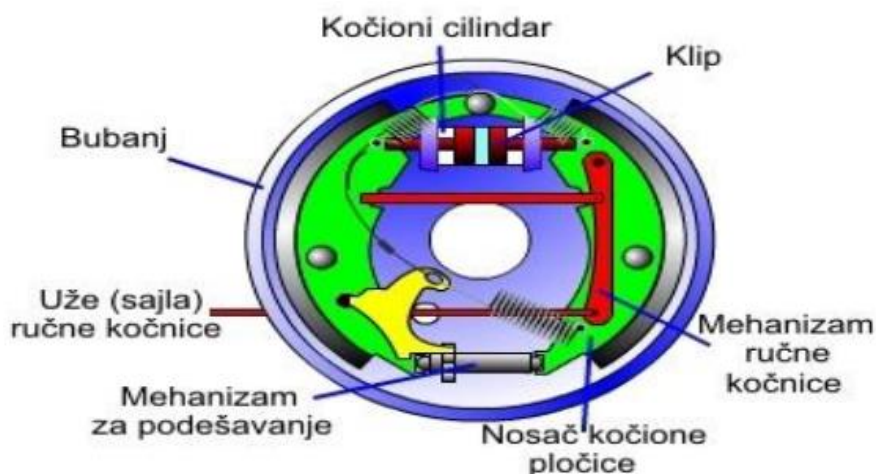
Načelo rada hidrauličkih kočnica temelji se na Pascalovom zakonu. U tekućini koja se nalazi u zatvorenoj posudi tlak se širi jednako na sve strane, tj. čestice tekućine prenose tlak u svim pravcima ravnomjerno [6]. Glavni kočni cilindar dvokružnih kočnica ima dva klip, a to su klip potisak i međuklip (plivajući klip) [6]. U primjeni je isključivo tandem cilindar zbog obavezne ugradnje dvokružnih kočnica. Pedala kočnice gura potisni klip tandem cilindra preko pojačala sile kočenja.

Zadaci cilindra su [7] :

1. stvoriti nagli porast tlaka u svakom kočnom krugu,
2. omogućiti nagli pad tlaka za brzo opuštanje kočnica,
3. izjednačiti volumen kočne tekućine zbog temperaturnih promjena i trošenja obloga.

Bubanj-kočnice (tzv. čeljusne kočnice) se primjenjuju u osobnim vozilima na stražnjoj osovini te u gospodarskim vozilima [7]. Bubanj je čvrsto spojen s glavčinom kotača te se okreće zajedno s njom i kotačem. Čeljusti s kočnim oblogama i dijelovi za stvaranje natezne sile nalaze se na nosaču kočnice, pričvršćenom na ovjes kotača [7].

Prilikom kočenja čeljusti se svojim oblogama potiskuju na bubanj i razvijaju potrebnu silu trenja (slika 2).



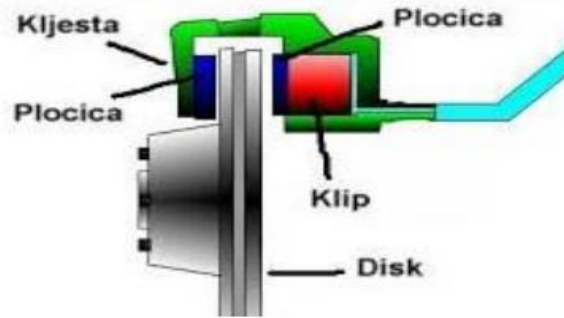
Sl. 2. Bubanj kočnica [7]

Bubanj kočnice mora biti centričan, bez radijalnog bacanja [7]. Tarna kočna površina fino je brušena. Zahtjevi koje mora ispuniti bubanj su [7] :

1. velika otpornost na trošenje,
2. velika krutost oblika,
3. dobra toplinska vodljivost.

Disk-kočnice mogu biti izvedene s nepomičnim i pomičnim kliještima (sedlom, kućištem). U kočnim kliještima nalazi se kočni klipovi koji tijekom kočenja tlače obloge na kočni disk (slika 3). Disk-kočnica s nepomičnim kliještima najviše se primjenjuju dvo i četverocilindarske s nepokretnim kliještima. Nepomični nosač kočnog cilindra privijen je za ovjes kotača. Poput kliješta obuhvaća disk, a čini ga dvodijelno kućište [7]. Kod disk-kočnica s pomičnim kliještima klip neposredno pritišće samo jednu pločicu, dok kliješta zahvaljujući sili reakcije potiskuju drugu. Disk-kočnica s kliznim (plivajućim) kliještima ima samo dva osnovna dijela, a to su nosač (držač) i klizna kliješta (kućište) [7].





Sl. 3. Disk – kočnica [7]

Prednosti disk-kočnica su [7] :

1. dobro hlađenje,
2. poboljšani odvod toplote unutarnjim prozračivanjem,
3. manja mogućnost pojave fadinga na rupičastim i prorezanim diskovima,
4. kočna se sila lako odmjerava jer nema samopojačanja, a promjene faktora trenja su male,
5. jednostavno održavanje i izmjena obloga,
6. automatsko namještanje zračnosti,
7. dobro samočišćenje centrifugalnom silom.

Nedostaci disk-kočnica su [7] :

1. nema samopojačanja (zbog ravnih površina), pa su potrebne veće sile tlačenja, a kočni cilindri disk-kočnica imaju veći promjer (40-50 mm) te je nužno pojačalo sile kočenja,
2. jače trošenje obloga zbog većih sila,
3. jače zagrijavanje kočne tekućine zbog izravnog dodira klipova s kočnim pločicama (moguća pojava parnih mjehurića),
4. složena i skupa ugradnja parkirne kočnice.

Materijal kočnih obloga stvara veliko trenje s diskom, odnosno bubnjem kočnice, pri čemu se energija vozila pretvara u toplinu [6]. Kod bubanj kočnice obloge se lijepe ili zakivaju na čeljusti, kod disk-kočnica lijepe se na čelični nosač obloga [6]. Smjesa za izradu kočnih obloga može biti [7] :

1. organska,
2. organsko-metalna,
3. polumetalna,
4. keramička.

Pojačanje kočne sile (servokočnica) izvodi se dodavanjem potlačenog ili hidrauličkog pojačala na glavni kočni cilindar. Elektronički regulacijski sustavi vozila moraju stabilizirati vozilo ubrzavanju, upravljanju i kočenju [6]. ABS sustavi reguliraju tijekom kočenja kočni tlak pojedinih kotača u ovisnosti o njihovom prijanjanju na podlogu i time sprječavaju blokiranje kotača [7].

### **2.2.9.Svjetlosni i signalni uređaji**

Svjetlosni i signalni uređaji u motornim vozilima imaju ulogu osvijetljivati cestu ispred vozila, označuju položaj vozila na kolniku i daju odgovarajući signal [8]. Na prednjoj strani vozila su duga svjetla, oborena svjetla, svjetla za maglu, prednja svjetla označivanje vozila i pokazivači smjera [8]. Na stražnjoj strani vozila su stop svjetla, stražnja svjetla označivanja vozila, pokazivači smjera, svjetlo za osvijetljivanje registracijskih pločica [8]. Pravilnom uporabom svjetlosnih uređaja svaki vozač pridonosi većoj sigurnosti u prometu. Zbog nepravilne uporabe svjetlosnih uređaja često se događaju prometne nesreće.

Svjetlosni i signalni uređaji moraju zadovoljavati, sa stajališta sigurnosti, ove uvjete [7] :

1. za vrijeme vožnje noću moraju rasvijetljivati cestu i njezinu bližu okolinu,
2. moraju omogućavati promet vozila i u uvjetima slabe vidljivosti (magla, snijeg i sl.),
3. moraju upozoravati ostale sudionike u prometu u svakoj promjeni pravca i brzine kretanja vozila,
4. stalni svjetlosni izvori ili reflektirajuća svjetla moraju obilježavati vozila s prednje i sa stražnje strane.

Uređaji koji povećavaju vidno polje vozača su [7] :

1. prozorska stakla na vozilu,
2. brisači i perači vjetrobrana,
3. vozačka zrcala (retrovizori).

U posljednje vrijeme, radi povećanja vidnog polja, proizvode se dvodijelna zrcala s razlomljenom površinom [8]. Ta su zrcala zakrenuta tako da se dopunjuju te povećavaju vidno polje vozača.

#### **2.2.10.Ostali aktivni elementi**

Ostali aktivni elementi konstrukcije motornog vozila, osim prethodno pojašnjenih su [8] :

1. konstrukcija sjedala,
2. usmjerivači zraka,
3. uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje,
4. vibracija vozila,
5. buka.

Konstrukcija sjedala u motornom vozilu mora biti konstruirana tako da omogućuje udobno sjedanje, da pridrži vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju, da omogućuje dobru vidljivost i da je optimalno udaljeno od uređaja za upravljanje vozilom [8].

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 [7]. Način postavljanja usmjerivača zraka zahtijeva posebna ispitivanja i testiranja u zračnom tunelu [7].

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°C i višoj od 30°C radna sposobnost vozača bilježi pad [8]. Nužan je kvalitetan uređaj za grijanje, hlađenje i provjetravanje unutrašnjosti.

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 [7].

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 [8].

### **3.VOZILO KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI U PROMETU**

Vozilo se najčešće definira kao prijevozno sredstvo namijenjeno prijevozu ljudi i tereta a može se kretati pravocrtno ili krivocrtno jednolikom brzinom, ubrzanjem ili usporanjem [8]. Svojom konstrukcijom i eksploatacijskim karakteristikama motorno vozilo utječe u velikoj mjeri na sigurnost prometa. Prema statističkim podacima, uzrok 3-5% prometnih nesreća je tehnički nedostatak na motornom vozilu [8]. Taj je postotak 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 slično.

Neispravnosti poput nedovoljne efikasnosti sustava za kočenje, nestabilnosti motornog vozila prilikom kočenja i slično u velikoj mjeri utječu na sigurnost prometa [8]. Elementi motornog vozila koji utječu na sigurnost prometa mogu se podijeliti na aktivne i pasivne kako je već ranije u tekstu rada navedeno te detaljno pobrojano i pojašnjeno. U aktivne elemente sigurnosti ubrajaju se ona tehnička rješenja vozila čija je zadaća smanjiti mogućnost nastanka prometne nesreće, dok se u pasivne elemente sigurnosti ubrajaju rješenja koja imaju zadaću, u slučaju nastanka prometne nesreće, ublažiti posljedice te nesreće [8].

#### **3.1.Uzročnici nesreća na prometnicama**

Uzročnici koji mogu uzrokovati prometne nesreće su čovjek, vozilo i promet na cesti. Isti podliježu određenim pravilnostima koje se mogu predvidjeti, no navedenim uzročnicima nisu obuhvaćene atmosferske prilike ili neki drugi elementi koji imaju utjecaj na nastanak prometnih nesreća kao što su primjerice trag ulja na kolniku, nečistoća, divljač na kolniku i slično, a koji su zapreka sigurnom odvijanju prometa. Zbog toga je bitno uvođenje još jednog uzročnika, a to je tzv. incidentnog čimbenika, čije se djelovanje pojavljuje na neočekivan i neustavan način [9]. U atmosferske utjecaje koji djeluju na sigurnost prometa mogu se ubrojiti kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar i druge vremenske neprilike.

### 3.2. Utjecaj pasivnih elemenata na sigurnost motornog vozila

Pasivni elementi sigurnosti motornih vozila služe tome, da ukoliko dođe do prometne nesreće, posljedice budu što manje. U pasivne elemente sigurnosti vozila ubrajaju se :

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

Karoserija (školjka) je namijenjena za smještaj vozača i putnika, a pričvršćena je za okvir. U novijim tipovima vozila izvedena je kao samonosiva konstrukcija [8]. Za sigurnosni aspekt vozila važno je da je karoserija elastična, čvrsta, otporna na udar, savijanje i lom te aerodinamičnog oblika [8]. Karoserija se sastoji od [8] :

1. prednjeg dijela - služi za smještaj motora,
2. srednjeg dijela - služi za smještaj putnika,
3. stražnjeg dijela - služi za smještaj prtljage.

Na temelju dosada provedenih istraživanja prometnih nesreća, zaključeno je da srednji dio mora biti izveden kao kruta kutija neovisna o prednjem i stražnjem dijelu [8]. Prednji i stražnji dio vozila trebali bi svojom deformacijom prihvatiti što više kinetičke energije i maksimalni udar te na taj način što više zaštititi središnji dio te pružiti sigurnost osobama unutar vozila. Pri projektiranju konstrukcije u cilju ostvarivanja što većeg stupnja sigurnosti vozila važno je [8] :

1. smanjiti trenutačno maksimalno inercijalno opterećenje,
2. svesti na najmanju mjeru početni udarac koji osjete vozač i putnici u trenutku sudara,
3. osigurati dovoljno slobodnog prostora za eventualno pomicanje putnika.

Vrata moraju izdržati sve vrste udarnog opterećenja i spriječiti savijanje karoserije te moraju imati ugrađen sustav blokiranja protiv otvaranja u trenutku udara koji će istovremeno omogućiti lako otvaranje vrata radi spašavanja ozlijeđenih [8]. Ispitivanja su pokazala da su za sigurnost najbolja klizna pomična vrata.

Sigurnosni pojasevi su najvažniji element pasivne sigurnosti konstrukcije motornih vozila. Ugradbom i korištenjem sigurnosnih pojaseva sprečava se pri sudaru udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili ploču s instrumentima [9]. Primjenom sigurnosnih pojaseva smanjuje se broj teže ozlijeđenih osoba čak 3 puta, a broj smrtno stradalih za 60-65% [9]. Sigurnosni pojasevi koji se danas upotrebljavaju mogu zaštititi putnika pri čeonom sudaru pri brzini od 80 km/h [9]

Sigurnosni pojas sastoji se od [9] :

1. remena (širine 43 mm),
2. spojnice za pričvršćenje remena,
3. kopče za vezivanje.

Naslone za glavu imaju zadaću podupirati vrat i glavu te rasteretiti vratne kralješke tijekom vožnje, ali i tijekom sudara spriječiti nagli odmak glave unatrag nakon udara u upravljačko kolo ili sigurnosni zračni jastuk vozila. Sigurnosni naslon za glavu treba prema europskim normama izdržati silu od najmanje 1000 N [9].

Vjetrobranska stakla i zrcala su uzrok 90% svih ozljeda glave, pa pri konstrukciji vozila treba nastojati povećati razmak između putnika i vjetrobranskog stakla [8]. Nosači vjetrobranskog stakla trebaju biti lakše konstrukcije kako bi se u slučaju naleta vozača ili putnika lako deformirali te smanjili mogućnost nastanka ozljeda [8]. U slučaju loma prednost imaju kaljena i višeslojna stakla. Kaljeno staklo se rasprši u komadiće tupih vrhova [8].

Položaj motora, spremnika, rezervnog kotača, akumulatora mora biti takav da ne ugrožava središnji putnički prostor. Položaj motora u prednjem dijelu najbolje je rješenje jer u sudaru motor preuzima najveći dio kinetičke energija. Ako je motor u stražnjem dijelu, spremnik za gorivo obično je u prednjem. Rezervni kotač najbolje je smjestiti u prednji dio jer smanjuje oštećenje motora i štiti srednji dio vozila [9]. Akumulator ne smije biti u istom prostoru sa spremnikom za gorivo jer je samozapaljiv [9].

Odbojnik je pasivni element konstrukcije motornog vozila čija je zadaća da pri sudaru apsorbira dio kinetičke energije, a pričvršćuje se na prednju i stražnju stranu vozila. Odbojnici s ugrađenim amortizerima mogu ostati nedeformirani pri čeonom sudaru do brzine od 20 km/h [9]. Odbojnici se izrađuju od posebne vrste plastike koji su zbog svojih značajki bolji nego čelični odbojnici [9].

Sigurnosni zračni jastuk je vrlo važan pasivni element konstrukcije motornog vozila koji na području Europe imaju uglavnom vozila proizvedena unatrag petnaestak godina, a djeluje automatski u trenutku sudara. U vremenu od 26 tisućinki sekunde zračni jastuk biva izbačen iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila i naglo se napuni plinom da bi mekano dočekao tijelo putnika [8]. Pri automatskom napuhavanju čuje se zvučna eksplozija koja dosta neugodno djeluje na vozača i putnika [9].

### **3.3.Utjecaj aktivnih elemanata na sigurnost motornog vozila**

Aktivni elementi sigurnosti motornih vozila služe tome da do prometnih nesreća ne dođe. U aktivne elemente konstrukcije motornog vozila se ubrajaju :

1. motor,
2. prijenos snage,
3. ovjes,
4. kotači i pneumatici,
5. upravljački sustav vozila,
6. kočni sustav,
7. svjetlosni i signalni uređaji,
8. ostali elementi.



Od prethodno u radu navedenih te pojašnjenih aktivnih elemenata sigurnosti motornih vozila, za sigurnost su najvažniji sljedeći aktivni elementi čiji će aspekt sigurnosti biti preciznije pojašnjen u nastavku :

1. kočnice,
2. upravljački mehanizam,
3. gume,
4. svjetlosni i signalni uređaji,
5. ostali elementi.

Kočnice su najvažniji uređaj, bitan za sigurnost u prometu. Zadaća je končnica da uspore vozilo ili ga potpuno zaustave. Kočenje vozila je proces pri kojem se energija gibanja vozila (kinetička energija) pretvara u toplinu [9]. Sustav za dugotrajno kočenje ima mogućnost smanjenje brzine vozila, no ne do potpunog zaustavljanja. Pridonosi sigurnosti vožnje na dužim strmim cestama. Efikasnost kočenja se ogleda u tome da li je se vozilo zaustavilo na određenom mjestu, a za sigurnost cestovnih motornih vozila potrebno je osigurati trajno kočenje u mjestu [9]. Efikasnost sustava za kočenje se mjeri u dužini zaustavnog puta. Da bi sustav za kočenje utjecao na sigurnost cestovnih motornih vozila treba postojati odvojeno djelovanje prednjih i zadnjih kotača, te ravnomjerna sila kočenja na svim kotaima [8]. Stabilnost vozila tijekom kočenja je izuzetno bitna u svim situacijama, pogotovo pri kočenju u krivinama. Automatski regulator sile kočenja (ARSK ventil) ima funkciju da regulira tlak u kočnim cilindrima te intenzitet kočenja s obzirom na opterećenje stražnje osovine, pa je izuzateno važan za sigurnost, a može biti mehanički ili pneumatski. Nalazi se na stražnjoj strani osovine vozila.

Uz kočnice, upravljački mehanizam je sigurno najvažniji dio motornog vozila i njemu treba predavati veliku pažnju glede održavanja. Zadatak upravljačkog mehanizma je osigurati vozaču sigurno upravljanje vozilom i održavanje pravca [9]. Kako bi upravljački mehanizam osigurao sigurnost motornih vozila, mora postojati usklađenost upravljačkih kotača te njihova usmjerenost [9]. Pored osnovne funkcije zakretanja vozila, za sigurnost vozila je izuzetno bitno da upravljački kotači imaju sposobnost da se zakrenuti

kotači vraćaju u neutralni položaj tijekom kretanja vozila (stabilnost upravljajućih kotača).

Iako se na tehničkom pregledu svake godine provjeravaju svi sastavni dijelovi upravljačkog mehanizma, ozbiljni kvarovi mogu se dogoditi i između dva pregleda, naročito ako se godišnje prelazi velika kilometraža, na lošim prometnicama. Najčešći i najbanalniji kvar upravljačkog mehanizma je istrošenost jabučica ili krajnika spona [9]. Ako se pri zamjeni, jabučica nepravilno montira, kotač neće biti u zadanom položaju, nego će biti otvoren ili zatvoren. U prvom slučaju bi značilo da će njegova simetrala u odnosu na sredinu vozila i pravcu vožnje, gledati prema van, a u drugom slučaju prema unutrašnjoj strani vozila. Okretanje volana može biti mehaničko (vlastita snaga ruku) i tzv. servo (okretanje potpomaže hidraulika ili elektromotor).

Gume posebno utječu na sigurnost u prometu. Uloga guma je što bolje prianjanje između kotača i podloge [8]. Preko guma se pogonske sile i sile kočenja prenose na podlogu [8]. Gume utječu na stabilnost vozila, a bitno je da svojim prianjanjem uz površini omoguće vozaču udobnu vožnju i osjećaj sigurnosti. Unutar guma mora postojati dovoljan tlak, kako bi sigurno utjecalo se na odvijanje prometa. Tijekom vožnje može doći do naleta na predmete koji se nalaze na cesti ili uz rub ceste, što može uzrokovati oštećenja guma te ugroziti sigurnost vozila i putnika. Vozač mora obratiti pozornost na istrošenost guma, jer istrošene gume ne prianjaju uz podlogu na najbolji način, pa može doći do prometne nesreće.

Od studenog 2012. godine u Europskoj uniji postoji obveza označavanje guma za osobna vozila [9]. Cilj označavanja EU oznakom gume su veća sigurnost u prometu i smanjenje emisija štetnih plinova i buke. Na EU se pomoću grafičkog prikaza navodi klasa uštede goriva, klasa prianjanja na mokrim cestama te klasa vanjske buke i odgovarajuća mjerna vrijednost [9]. Gume se dijele na ljetne, cjelogodišnje i zimske. Minimalna zakonski propisana dubina profila u Republici Hrvatskoj iznosi 4 mm, da bi gume zadovoljile propis o zimskoj opremi [9]. Sigurnost je uključena u svim programima označavanja guma. Kao indikator sigurnosti koristi se prianjanje na mokroj podlozi iako taj indikator ne pokazuje kako će se guma ponašati u stvarnim uvjetima kao što je primjerice kretanje motornog vozila u zavojima.

Svjetlosni i signalni uređaji su jako bitni aktivni elementi jer svojim radom omogućuju sigurnu vožnju u trenucima loše vidljivosti, noću, te kada nešto nije uredu s vozilom. Oko 95% informacija, vozač primi putem osjetila vida [10]. Žaruljica na instrumentnoj ploči je važna za sigurnost vozila jer uočava temperatura rashladne tekućine, tlak motornog ulja, punjenje akumulatora [10]. Ako se ova žaruljica upali, vozač je dužan odmah, na prikladnom mjestu, isključiti vozilo iz prometa. Vozač mora uključiti sve pokazivače smjera te na prikladnoj udaljenosti postaviti sigurnosni trokut, provjeriti razinu tekućine u sustavu za hlađenje motora. Žaruljica može pokazivati rezervu goriva, grešku u radu motora te pregrijavanje dizelskog motora [10]. Vozač putem žaruljice može dobiti signal da nešto nije u redu s antiblokirajućim sustavom (ABS), te parkirnom kočnicom.

Uređaji za osvjetljenje puta su glavna svjetla i svjetla za vožnju unatrag. Stop svjetla i pokazivači pravca su uređaji koji daju svjetlosne znakove. Svrha uključivanja stop-svjetala na motornom vozilu je obavijest vozaču koji vozi iza na smanjenje brzine. Pokazivači smjera na motornom vozilu imaju zadaću obavijestiti druge sudionike u prometu o promjeni smjera kretanja. Na instrumentnoj ploči se vidi koja su svjetla uključena, duga, kratka ili svjetla za maglu. Svjetlosni snop kratkog svjetla ispred vozila noću mora osvijetliti najmanje 40 metara, a najviše 80 metara ceste, dok svjetlosni snop dugog svjetla ispred vozila noću mora osvijetliti najmanje 100 metara ceste [10]. Svjetla su vrlo važan aspekt sigurne vožnje jer je važno biti pravovremeno viđen te vidjeti na vrijeme druge sudionike u prometu. Svjetla za maglu koriste se samo tijekom vožnje po magli, a moraju osvijetliti najviše 25 m ceste [10]. Stražnje svjetlo za maglu daje crvenu boju.

Ostali aktivni elementi važni za sigurnost motornog vozila u prometu su uređaji koji povećavaju vidno polje, konstrukcija sjedala, usmjerivači zraka, uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje, vibracije vozila, buka, no nisu važni u tolikoj mjeri kao prethodno pojašnjeni aktivni elementi. Metlice brisača uvelike doprinose sigurnosti u prometu, a kad su oštećene, ostavljaju tragove ili prljavi film na vjetrobranskom staklu, pa ih treba zamijeniti novima.

Uređaji koji na vozilu omogućuju normalnu vidljivost iz vozila su vjetrobranska i prozorska stakla kabine, koja se u slučaju nastanka sudara neće sasipti na vozača ili putnike, već ostaju popucana u komadu. Vozačka zrcala omogućuju promatranje ceste i praćenje prometa iza vozila, te isto tako promatranje i praćenje ceste pokraj vozila, pa su iz tog razloga vrlo važna za sigurnost vozila u prometu. Automobilska sjedala moraju zadovoljiti sve strože zdravstvene i sigurnosne zahtjeve, pa moraju biti podesiva po visini, dužini, nagibu i udaljenosti od upravljača [10]. Konstrukcija vozila treba biti prilagođena najvećem broju putnika i omogućiti podešavanje sjedala u cilju bolje vidljivosti i preglednosti iz vozila, udobnog sjedenja, lakšeg upravljanja, veće zvučne i toplinske izolacije, smanjenog utjecaja vibracije, manjeg zamora vozača [10]. Zadaća je naslona za glavu smanjiti rizik od ozljede glave te vratnih kralježaka prilikom sudara.

Automatski klima uređaj je važan za sigurnost vozila jer održava zadanu temperaturu u unutrašnjosti vozila, što omogućava udobnost u vožnji i doprinosi održavanju koncentracije vozača. Aerodinamični paket usmjerivača zraka (krovni, bočni i spojler šasije) mogu postići uštedu 8-9% goriva [10]. Buka djeluje negativno na živčani sustav i unutarnje organe čovjeka, pa su na snazi brojne mjere koje djeluju na smanjenju buke u prometu kako bi se u konačnici povećala sigurnost svih sudionika prometa. Ukoliko samo vozilo proizvodi netipičnu i glasnu buku, nužno je provjeriti o čemu se radi, koji je uzrok buke te isti otkloniti kako bi vozač mogao u miru te koncentrirano upravljati motornim vozilom.

### **3.3.1. Aktivni elementi kao uzročnici prometnih nesreća**

Prometna nesreća podrazumijeva događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta [12]. U Republici Hrvatskoj na vozila koja su sudjelovala u prometnim nesrećama nitko ne obavlja tehnički pregled kako bi se ustanovilo je li vozilo ispravno ili neispravno, što je veliki problem za opću sigurnost vozila te sudionika u prometu.

Za primjer se može uzeti Njemačka u kojoj se od 2001. godine na tehničkom pregledu pregledavaju vozila koja su sudjelovala u teškim prometnim nesrećama. Od pregledanih vozila koja su sudjelovala u teškim prometnim nesrećama njih je čak 27% bilo neispravno [12]. Od vozila koja su sudjelovala u teškim prometnim nesrećama 73% je bilo ispravno [12]. U 76% slučajeva neispravnost nije uzrok prometne nesreće, dok je u 24% slučajeva neispravnosti uzrok prometne nesreće [12].

Čak je za 6% prometnih nesreća odgovorna je neispravnost pojedinog sklopa na vozilu [12]. Sklopovi koji su najčešći uzrok prometne nesreće su :

1. kočnice (45%),
2. donji postroj (23.5%),
3. pneumatici (23%),
4. motor/mjenjač (4%),
5. upravljački sklop (2.5%),
6. elektronika (2%).

Vidljivo je kako su najčešći nedostaci na kočnicama, ovjesu i pneumaticima. To su sklopovi motornog vozila koji direktno utječu na sigurnost te se najčešće troše. Vozila što su starija to imaju veći broj prijeđenih kilometara, različito su održavana, tehničke karakteristike su se pogoršale te nisu više sigurna kao nova. Pojedini elementi su istrošeni, imaju određenu zračnost, dolazi do zamora materijala te je veća mogućnost neispravnosti. Prosječna starost motornog vozila u Republici Hrvatskoj iznosi 13,2 godine, a veća prosječna starost motornih vozila nego u većini drugih država članica Eurpske unije, pa je samim time i broj neispravnih vozila u Republici Hrvatskoj veći.

### **3.4.Povećanje sigurnosti prometa unapređenjem aktivnih elemenata sigurnosti**

Danas promet predstavlja veoma složenu pojavu od društvenog, ekonomskog i ekološkog značaja [9]. Motorno vozilo predstavlja složen uređaj sastavljen od niza različitih dijelova i sklopova međusobno povezanih prema funkciji. Praksa je pokazala da svako motorno vozilo neće imati isti vijek trajanja u svojoj eksploataciji [10]. Pored

stalnog unapređenja sigurnosti vozila, koje se ogleda u stalnom uvođenju novih tehničkih rješenja za aktivnu i pasivnu sigurnost, sigurnost prometa najviše ovisi o tehničkoj ispravnosti vozila koje se provjerava na tehničkom pregledu vozila.

Tehnička ispravnost motornih vozila predstavlja skup tehničkih poslova, radnji i kontrolnih pregleda koje treba izvršavati na svim motornim vozilima, da bi se zadržali u tehnički ispravnom stanju [11]. Utvrđivanje tehničke ispravnosti motornih vozila predstavlja jedan od osnovnih problema koje treba rješavati u okviru teorije i prakse i tehničke ispravnosti sustava, posebice motornih vozila [11]. Unapređenjem različitih sustava i modernizacijom istih povećava se sigurnost cestovnog prometa. Najviše se unapređuju sustavi koji su glavni uzročnici prometnih nesreća [11].

#### **3.4.1. Statistika neispravnosti motornih vozila prema sklopovima**

Svi sklopovi koji se pregledavaju moraju biti ispravni, no neki sklopovi izravno utječu na sigurnost u prometu, pa su značajniji u odnosu na druge sklopove. Tako je ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila značajnija za ekologiju nego za sigurnost. Za aktivnu sigurnost najznačajniji sklopovi koji se pregledavaju su [12] :

1. uređaj za osvjtljivanje i svjetlosnu signalizaciju,
2. elementi ovjesa osovine i kotača,
3. uređaj za kočenje,
4. uređaj za upravljanje.

Najčešća neispravnost kod uređaja za osvjtljivanje i svjetlosnu signalizaciju su :

1. krivo podešena svjetla,
2. pojedino svjetlo koje ne radi,
3. preslaba svjetla,
4. spoj pojedinih svjetlosnih grupa,
5. naknadno ugrađena žarulja koja nije homologirana,
6. ne originalne žarulje.

Sklop elementi ovjesa, osovine i kotača je vrlo bitan jer je vozilo preko tih elemenata povezano sa podlogom po kojoj se kreće i ako ti elementi nisu ispravni to se odražava na ostale sklopove. Ako su ovjes i pneumatik neispravni, ne može se prenijeti sila kočenja na podlogu bez obzira koliko je kvalitetan i sofisticiran kočni sustav vozila. Najčešća neispravnost su gume. Neispravnost na pneumaticima su istrošenost, ispucale ili različite gume na jednoj osovini. Kod zglobova ovjesa neispravnost je u tome što imaju preveliku zračnost ili su mehanički oštećeni.

Sklop uređaj za kočenje je vrlo bitan za sigurnost jer omogućava zaustavljanje vozila. Najveći broj neispravnosti ovog sklopa je na pomoćnoj kočnici, na radnoj kočnici. Najčešća neispravnost dva prethodno nabrojana elementa je nedovoljna kočna sila i razlika između kočne sile na lijevom i desnom kotaču iste osovine. Najveći broj neispravnosti na sklopu uređaja za upravljanje uočene je na polugama i zglobovima upravljača. Najčešće greške na tom dijelu su velika zračnost, ispućane zaštitne gume zglobova. Neispravnost uređaja za upravljanje znatno otežava upravljanje vozilom, a što je veća brzina, problem je ozbiljniji.

U 2020. godini pregledano je ukupno 1.945.693 vozila, od čega je 392.321 (22%) bilo neispravno [13]. Najveći postotak neispravnosti imaju uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju 353.162 vozila (33%), slijede uređaji za kočenje što je zabilježeno kod 231.135 vozila (22,5%) [13]. Sklop za ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila (EKO test) bio je neispravan kod 83.899 (8,2%) vozila, dok su elementi ovjesa, osovine, kotači kao neispravni sklopovi zabilježeni kod 92.128 (8,8%) vozila [13]. Buka kao element neispravnosti vozila zabilježena je kod svega 9.226 (0,9%) vozila [13].

Prethodno pobrojani elementi aktivne sigurnosti su važni kako bi se spriječila prometna nesreća i ako su ti sklopovi neispravni, oni mogu biti uzročnici nastanka prometne nesreće. Važno je napomenuti kako i pasivni elementi sigurnosti mogu biti uzročnici prometne nesreće, no taj je broj još uvijek minimalan.

### 3.4.2. Suvremeni sustavi aktivnih elemenata sigurnosti motornih vozila

Aktivni elementi cestovnih vozila vrlo su važan čimbenik sigurnosti u prometu jer mogu spriječiti nastanak prometne nesreće. Napredak znanosti te tehnologije rezultirao je proizvodnjom sve kvalitetnijih te pouzdanijih sustava, a najveći je napredak ostvaren na području razvoja [15] :

1. sustava kočenja,
2. gume,
3. uređaji za osvjetljivanje i svjetlosnu signalizaciju.

U današnje doba snažne te pouzdane kočnice motornih vozila temelj su aktivne sigurnosti kod vozila. Učinkovitost podrazumijeva otpornost kočnica na pregrijavanje te duljinu zaustavnog puta vozila. Supersportski automobili poput Porsche Carrere GT i Bugatti Veyrona opremljeni su primjerice keramičkim kočnicama te im je zaustavni put na oko 30 m. Kompaktni automobili srednje klase imaju zaustavni put od 38 do 40 m, dok su prije 20-ak godina automobili kompaktne klase imali zaustavni put od čak 50-55 m [12].

Osim kratkog zaustavnog puta važno je i koliko puta se to može izvesti, jer se kočnice svakim novim kočenjem pregrijavaju i gube početna svojstva, pa se produljuje zaustavni put vozila. Upravo zato suvremeni automobili koriste samoventilirajuće disk kočnice koje znatno doprinose otpornosti na pregrijavanje, pa ni nakon desetak uzastopnih naglih kočenja ne dolazi do manje učinkovitosti te do znatnijeg produljenja zaustavnog puta.

Činjenica je kako su suvremeni kočioni sustavi mnogo napredniji te sofisticiraniji, pa samim time i sigurniji, no znatnu ulogu ima čimbenik reakcije vozača, vrijeme koje protekne od pritiska papučice kočnice do početka procesa kočenja te mogućnost preciznog doziranja sile kočenja. Kako se ne može utjecati na vrijeme reakcije vozača, došlo je do evolucije kočionog sustava koji se zove elektronički-digitalni sustav kočenja, tzv. „brake bywire“ [13].



ABS (engl. *Anti-lockbraking system*) je elektronički sustav ugrađen u sva novija motorna vozila, a funkcija mu je da spriječi blokiranje kotača, što povećava stabilnost vozila te mu omogućava kraći zaustavni put na vlažnim i skliskim kolnicima [13]. ABS na "mekanim" površinama kao što su pijesak ili kolnik prekriven snijegom, uvelike produljuje zaustavni put čime poboljšava mogućnost upravljanja vozilom. Danas je ABS jedan od najsigurnijih sustava vozila koji izravno utječe na spašavanje ljudskih života.

Proizvođači motornih vozila čine sve kako bi unaprijedili postojeće sigurnosne standard, što se posebice odnosi na izbor guma koje imaju izravan učinak na potrošnju goriva. U cilju napređenja potrošnje goriva te olakšavanja situacije prilikom oštećenja gume, proizvođači motornih vozila se odlučuju na ugradnju [12] :

1. run-flat gume - sigurnosne gume s kojima je moguće nastaviti voziti do određene brzine i nakon puknuća čime se uklanja potreba za rezervnom gumom, specifične su za luksuzne sportske automobile, moraju se češće mijenjati u usporedbi sa standardnim gumama, ne mogu se popravljati, često se mijenjaju u paru.
2. low-rolling resistance gume - guma malog otpora kotrljanja.

Usporedno s razvojem motornih vozila, napredak tehnologije rezultirao je i napretkom u području automobila razvijala su se i svjetla. Standardna halogena svjetla koja se nalaze na većini automobila su samo prijelazna faza u razvoju automobilske tehnike, pa se tako LED diode sve češće koriste u automobilskoj industriji. Prednosti LED diode umjesto klasičnih halogenih svjetala su ta što LED diode imaju dugi vijek trajanja, otpornost na vibracije, malih su dimenzija i male mase, ne proizvode ni toplinu kao nusprodukt i koriste vrlo malo energije za rad [13]. Od napajanja do punog intenziteta sjaja LED diode treba samo je 250 milisekundi [13]. Danas su LED svjetla dostupna u sve više motornih vozila kao dnevna, duga i kratka svjetla.

### **3.5.Uloga i važnost tehničkog pregleda za sigurnost motornih vozila**

Tehnički pregled je postupak kojim se ispituje ispravnost motornih vozila i kojim se utvrđuje ima li vozilo ima propisanu opremu i uređaje, ispravnost istih i njihovo udovoljavanje uvjetima iz propisa za sigurno sudjelovanje u prometu [14]. Svrha tehničkog pregleda je otkrivanje potencijalnih problema te nedostataka na vozilu koji utječu na sigurnost sudionika u prometu, vozila, putnika te minimaliziranje negativnog utjecaja vozila na okoliš [14]. Tehnički se pregled vozila obavlja na temelju Zakona o sigurnosti prometa na cestama i Pravilnika o tehničkim pregledima vozila te je obvezan za sva motorna i priključna vozila, izuzev radnih strojeva.

Kao dokaz tehničke ispravnosti vozila koristi se naljepnica u obliku pravokutnika (52x60 mm) koja se stavlja na vjetrobransko staklo s unutarnje strane u gornji desni kut, a ako to zbog veličine vozila nije moguće onda u donji desni kut. Motorna vozila koja nemaju vjetrobransko staklo imaju naljepnicu na prednjem desnom kraju vozila, a priključna vozila na stražnjem kraju (pokraj registracije).

#### **3.5.1.Podjela tehničkog pregleda**

Razlikuju se sljedeće vrste tehničkog pregleda [14] :

1. redovni tehnički pregled s ispitivanjem ispušnih plinova motornih vozila,
2. preventivni tehnički pregled,
3. izvanredni tehnički pregled.

Da bi se vozilo registriralo ili da bi se produljio rok valjanosti prometne dozvole nužna je potvrda o tehničkoj ispravnosti vozila koja se utvrđuje kod obavljanja redovnog tehničkog pregleda. Redovnom tehničkom pregledu podliježu razne skupine vozila u različitim vremenskim periodima, a to su [14] :

1. Nova vozila - 2 godine (24 mjeseca) nakon obavljenog prvog tehničkog pregleda vozila, a zatim svakih 12 mjeseci. U ovu skupinu vozila se ubrajaju vozila koja nisu registrirana, nisu bila u prometu i nisu starija od 1 godine (12 mjeseci),

2. Motorna i prikjučna vozila najveće dopuštene mase veće od 3500 kg, nova motorna vozila za prijevoz osoba koja, osim sjedala za vozača, imaju više od osam sjedala, nova vozila hitne medicinske pomoći i nova vozila za taksi prijevoz, bez obzira jesu li nova ili rabljena (svakih 12 mjeseci),
3. Rabljena vozila - svakih 12 mjeseci,
4. Lake prikolice - nakon prvog tehničkog pregleda, svakih 36 mjeseci,
5. Radni strojevi - ne podliježu tehničkim pregledima.

Preventivnom tehničkom pregledu podliježu jače eksploatirane grupe vozila, a pristupanje tehničkom pregledu ovisi o starosti vozila [14]. Skupine vozila na kojima se obavlja preventivni pregled su [14] :

1. Vozila koja se daju u najam (*rent a car* vozila),
2. Vozila kojima se obavlja osposobljavanje kandidata za vozače (auto škole),
3. Vozila kojima se obavlja taksi prijevoz,
4. Vozila hitne medicinske pomoći,
5. Autobusi,
6. Teretna i priključna vozila za prijevoz opasnih tvari,
7. Teretna i priključna vozila čija najveća dopuštena masa prelazi 7.500 kg.

Vozila koja su oslobođena obveze preventivnog tehničkog pregleda su [14] :

1. Vozila za stanovanje ili kampiranje,
2. Teretna i priključna vatrogasna vozila,
3. Priključna vozila za traktore,
4. Vozila za prijevoz pčela,
5. Teretna i priključna vozila za zabavne radnje.

Preventivni tehnički pregledi obavljaju se dnevno (dnevni preventivni tehnički pregled) i u propisanim rokovima (periodični tehnički pregled i periodični tehnički pregled kočnica) [14]. Dnevni preventivni tehnički pregled se mora obaviti na svim vozilima i to na način da vozač provjeri određene elemente prije svakog uključivanja vozila u promet .

Uređaji koji se provjeravaju važni za sigurnost motornog vozila i prometovanje su [15] :

1. kolo upravljača,
2. radna i parkirna kočnica,
3. svjetlosni uređaji (kratka, duga, pozicijska, pokazivači smjera),
4. staklene površine (vjetrobrani, retrovizori),
5. brisači i perači vjetrobrana,
6. pneumatici,
7. ispušni sustav,
8. oprema vozila,
9. ostali uređaji bitni za sigurnost prometa.

Pregled uređaja obavlja se vizualnim ili slušnim putem. Periodični tehnički pregledi vozila obavljaju se isto kao i redoviti pregledi. Ovisno o starosti vozila, ista se podvrgavaju periodičnom tehničkom pregledu u određenim rokovima koji su propisani u Pravilniku o tehničkim pregledima vozila [14]. Periodični tehnički pregled kočnica se obavlja ispitivanjem ispravnog rada i performansi funkcija kočne instalacije te uspoređivanjem izmjerenih vrijednosti s uobičajenom tehničkom praksom za pojedine uređaje kočne instalacije [15]. Nova vozila nemaju obvezu izvršavanja periodičnog tehničkog pregleda kočnica. Ovaj se pregled vozila obavlja najviše 30 dana prije obavljanja redovitog tehničkog pregleda i ovjerava se u kartonu preventivnih tehničkih pregleda [14].

Vozila podliježu izvanrednom tehničkom pregledu prema želji vlasnika vozila u bilo kojem trenutku tijekom eksploatacije vozila [15]. Prema propisima izvanredni tehnički pregled je nužan u situacijama kad policijski službenik sumnja u moguće kvarove vozila, kada su izvršene preinake na unutarnjim ili vanjskim dijelovima vozila, te nakon popravka sklopova i uređaja koji su važni za sigurnost u cestovnom prometu [14].

### 3.5.2. Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama

Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama propisuje dimenzije, ukupne mase, osovinska opterećenja vozila, kategorije vozila, uređaje i opremu koje vozila moraju imati, uvjete kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema vozila u prometu na cestama [16]. Poglavlja tog Pravilnika su [16] :

1. Uvodne odredbe,
2. Dimenzije i mase vozila u prometu,
3. Uređaji na vozilima kategorije M, N i O,
4. Uređaji na vozilima kategorije L,
5. Uređaji na vozilima kategorije T i R,
6. Uređaji na ostalim vozilima koji sudjeluju u prometu na cestama,
7. Prijelazne i završne odredbe.

Podjele vozila svrstana je u određene kategorije (tablica 1).

Tab. 1. Razvrstavanje motornih vozila prema kategorijama [15]

OZNAKA KATEGORIJE	OPIS KATEGORIJE
M	Osobni automobile, autobusi
N	Teretni automobile
O	Priključna vozila
L	Mopedi, motocikli, laki četverocikli, četverocikli
T	Traktori
R	Traktorska prikolica

Vozila svih kategorija moraju biti opremljena sa sustavom radnog, pomoćnog i parkirnog kočnja, jedino kategorija T i R ne moraju imati sustav pomoćnog kočnja [15]. Funkcionalnost kočnog sustava vozila se ispituje u statičkim uvjetima na valjcima.

### 3.5.3.Pravilnik o tehničkim pregledima vozila

Pravilnik o tehničkim pregledima vozila propisuje uvjete koje moraju ispunjavati prostor i stanice za obavljanje tehničkog pregleda vozila, oprema i uređaji koje stanica za tehnički pregled vozila mora imati, način obavljanja tehničkog pregleda vozila, konkretan izgled prilaza stanici, raspored tehnoloških linija unutar stanice i slično [17]. Dio Pravilnika sadrži sklopove motornih vozila koji se trebaju ispitati, a u svrhu jednostavnije provedbe kategorizacije sklopovi su podjeljeni na [17] :

1. uređaji za upravljanje (npr. stup upravljača),
2. uređaji za kočenje (npr. pomoćna kočnica),
3. uređaji za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju (npr. Kratko svjetlo),
4. uređaji koji omogućuju normalnu vidljivost (npr. retrovizori),
5. samonosiva karoserija te šasija s kabinom i nadogradnjom (npr. šasija),
6. elementi ovjesa, osovine, kotači (npr. amortizeri),
7. motor (npr. oslonci),
8. buka vozila (npr. razina buke u mirovanju s upaljenim motorom),
9. elektrouređaji i elektro instalacije (npr. akumulator),
10. prijenosni mehanizam (npr. mjenjač brzina),
11. kontrolni i signalni uređaji (npr. brzinomjer),
12. ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila (npr. ispušni sustav),
13. uređaj za spajanje vučnog i priključnog vozila (npr. mehanička spojka),
14. ostali uređaji i dijelovi vozila (npr. branici),
15. oprema vozila (npr. sigurnosni trokut),
16. registracijske pločice i oznake (npr. registracijske pločice),
17. plinska instalacija (npr. spremnik plina).

#### 4.STANJE MOTORNIH VOZILA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Iako sva vozila koja sudjeluju u prometu moraju biti tehnički ispravna, gotovo svako četvrto vozilo prema podacima iz 2020. godine ne prođe tehnički pregled u Republici Hrvatskoj [13]. Ljudi su najčešće ljuti kada im vozilo ne prođe tehnički pregled, no temeljna je svrha otkriti sve nedostatke na vozilu koji mogu utjecati na sigurnost vozila i putnika te sigurnost ostalih sudionika u prometu kao i na razinu gađaćenja okoliša. Tehničkim pregledom motornog vozila se također utvrđuje da li je vozilo opremljeno propisanom opremom i uređajima, dali su isti ispravni, te udovoljavaju li uvjetima iz propisa za sigurno sudjelovanje u prometu [13].

Broj neispravnih motornih vozila u Republici Hrvatskoj s obzirom na godine starosti (2020.) iznosio je [18] :

- 0-3 godine (10%),
- 4-5 godina (20,5%),
- 6-7 godina (23.5%),
- 8-9 godina (29%),
- preko 11 godina (43%).

Najviše neispravnih motornih vozila je bilo među osobnim automobilima, njih 13.978, a od ukupnog broja vozila koja su 2020. godine pristupila tehničkom pregledu kod njih 5.494 (39%) utvrđena je određena tehnička neispravnost [18]. To je rezultat vrlo sličan rezultatu prethodnih godina, a ukazuje na činjenicu kako stanje tehničke ispravnosti motornih vozila u Republici Hrvatskoj i dalje nije na visokoj razini.

U sklopu M1 kategorije vozila, odnosno kod osobnih vozila, najviše je tehničkih neispravnosti zabilježeno na [18] :

1. uređajima za kočenje (kod 2.256 vozila),
2. uređajima za osvjetljavanje (kod 1.998 vozila),
3. ovjesa i kotača (kod 1.352 vozila),
4. motora (kod 864 vozila),
5. uređaja za upravljanje (kod 728 vozila),
6. ispušnog sustava, tzv. Eko test (kod 624 vozila).

Navedene kategorije najčešćih tehničkih neispravnosti motornih vozila u Republici Hrvatskoj uvelike zabrinjavaju jer je riječ o sklopovima koji su ključni za sigurnost vozila, odnosno vozača, putnika, ali i ostalih sudionika u prometu koji bi mogli biti kolateralne žrtva manjkavog održavanja automobila. Može se zaključiti kako na hrvatskom cestama ima mnogo motornih vozila koja imaju problema s tehničkom ispravnošću.

Dobar je odaziv na besplatne tehničke preglede za sva motorna vozila na području Republike Hrvatske što se održava jednom godišnje posljednjih godina. To je hvalevrijedan projekt s kojim valja nastaviti i u budućnosti. U sklopu akcije vlasnici vozila poduzimaju aktivnosti za otklanjanje utvrđene tehničke neispravnosti, što je izravan doprinos povećanju sigurnosti prometa na hrvatskim cestama. Nažalost, izostaje odaziv vozača teretnih i priklučnih vozila „većih“ kategorija (N2, N3, O3, O4) [18].

Prosječna starost u Republici Hrvatskoj za osobne automobile se povećava i iznosi više od 12 godina, a prosječna starost svih motornih vozila je veća od 13 godina [14]. Temeljni je problem šta u Republici Hrvatskoj raste uvoz upravo automobila tih godišta, pa akcije koje se provode jasno ukazuju vlasnicima da nije dovoljno samo posjedovati motorno vozilo, već ga je vrlo važno redovito održavati u servisima.



## 5.ZAKLJUČAK

Motorno vozilo je vrlo složen, zahtjevan, nesiguran te nepouzdan tehnički sustav, a broj motornih vozila koja u današnje doba imaju sve veći značaj na svjetskim te hrvatskim cestama iz dana u dan raste. Jedan od temeljnih sustava svakog pojedinog motornog vozila je vozni sklop vozila koji se sastoji od aktivnih i pasivnih elemenata. Vozni sklop svakog motornog vozila čini karoserija, ovjes, upravljački sustav vozila, kočioni sustav vozila te kotači i pneumatika. Karoserija služi za smještaj putnika, tereta i vozača, može se podijeliti prema više parametara. Ista se štiti bojanjem te antikorozivnom zaštitom. Hodni dio čini okvir motornog vozila, osovine s kotačima i ovješnje. Okvir se ugrađuje na teretna motorina vozila i motocikle, a vrlo rijetko na osobna vozila. Ovjes vozila čine dijelovi i sklopovi koji prenose sile i momente te povezuju kotače ili mostove s okvirom ili karoserijom vozila. Sastoji se od vodilica kotača, opruga, amortizera, ograničavača hoda i stabilizacijskih elemenata kod nekih vozila. Opruge se dijele na čelične, gumene i plinske, a amortizeri na uljne i plinske te sa regulacijom visine. Vodilice kotača se dijele na krute osovine, polukrute osovine te na neovisni ovjes. Najsuvremeniji su skupi za održavanje te ugradnju. Svaki sklop ima svojih prednosti i mana, no oni najsuvremeniji su daleko kvalitetniji, ali često i skupi. Razinu kvalitete, izdržljivost te funkcionalnost današnjih suvremenih sklopova vozila omogućio napredak je napredak znanosti i tehnologije čiji se razvoj očekuje i u budućnosti. Za sigurnost sklopa motornih vozila tijekom prometovanja izuzetno je bitna kvaliteta sklopa vozila te redovite kontrole, tehnički pregledi kojima podliježe određeno vozilo te redovito održavanje i servisi vozila. U Republici Hrvatskoj je prosječna starost motornih vozila iznad 13 godina, što je izuzetno lose u usporedbi sa većinom zemalja članica Europske unije, stoga je bitno da se posebna pozornost posveti redovito te pravilnom održavanju motornih vozila na hrvatskim cestama kako bi se prevenirale prometne nesreće sa materijalnim štetama te ljudskim žrtvama te pospiješila sigurnost svih sudionika u prometu.

## 6.LITERATURA

- [1] Prikrić, B., Peršić, S., : *Prijevozna sredstva*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1991.
- [2] Zavadica, J. : *Prijevozna sredstva*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2000.
- [3] Cerovac, V. : *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
- [4] Grupa autora : *Tehnika motornih vozila*, Pučko otvoreno učilište, Zagreb, 2006.
- [5] Jonjić, I. : *Vozni sklop vozila*, Završni rad, Odjel za promet Veleučilišta u Šibeniku, Šibenik, 2017.
- [6] Matan, I. : *Analiza aktivnih elemenata sigurnosti cestovnih vozila*, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2015.
- [7] Božičević, D., Kovačević, D. : *Suvremene transportne tehnologije*, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2002.
- [8] Zelenika, R. : *Prometni sustavi, tehnologija-organizacija-ekonomika-logistika-menadžment*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.
- [9] Kontić, A. : *Analiza prometa kao gospodarske djelatnosti*, Završni rad, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2017.
- [10] Mikulić, D. : *Motorna vozila*, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2016.
- [11] Bumbar, D. : *Republika Hrvatska u Europskom prometnom sustavu*, Završni rad, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 2015.

[12] Rakušić, M. : Elementi konkurentnog i održivog prometnog sustava RH, Završni rad,

Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2017.

[13] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2020., Zagreb, 2021.

[14] Kučinić, T.: *Značenje tehničkog pregleda vozila nakon prometne nesreće*, Zagreb, 2014.

[15] Šilić, Đ. : *Ispitivanje motornih vozila*, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2010.

[16] Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (Narodne novine br. 24/17)

[17] Pravilnik o tehničkim pregledima vozila (Narodne novine br. 16/18)

[18] Centar za vozila Hrvatske, dostupno na : <https://www.cvh.hr/> (pristupljeno 17.05.2021.)

## **7.PRILOZI**

### **Popis slika**

Slika 1. Ovjes osobnog motoring vozila.....	25
Slika 2. Bubanž kočnica .....	31
Slika 3. Disk – kočnica .....	32

### **Popis tablica**

Tablica 1. Razvrstavanje motornih vozila prema kategorijama .....	52
---	----