

# VOZNI SKLOP VOZILA

---

**Jonjić, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:143:165591>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**

*Repository / Repozitorij:*

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



**VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU**  
**ODJEL PROMET**  
**PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET**

**Ivan Jonjić**

**VOZNI SKLOP VOZILA**

**Završni rad**

**Šibenik, 2017.**

**VELEUČILIŠTE U ŠIBENIKU**  
**ODJEL PROMET**  
**PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PROMET**

**VOZNI SKLOP VOZILA**

**Završni rad**

**KOLEGIJ:** Sredstva i eksploatacija

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

**STUDENT:** Ivan Jonjić

**BR. INDEKSA:** 1219049124

**Šibenik, srpanj 2017.**

# **SADRŽAJ:**

## 1. UVOD

## 2. KAROSERIJA

- 2.1. Odvojena karoserija
- 2.2. Samonosiva karoserija
- 2.3. Materijali za izradu karoserije
- 2.4. Antikorozivna zaštita vozila
- 2.5. Bojanje vozila

## 3. HODNI DIO VOZILA

- 3.1. Okvir vozila
- 3.2. Ovjes vozila
- 3.3. Opruge vozila
  - 3.3.1. Zadaća opruga
  - 3.3.2. Djelovanje opruga (oscilacije)
  - 3.3.3. Vrste opruga
    - 3.3.3.1. Čelične opruge
    - 3.3.3.2. Gumene opruge
    - 3.3.3.3. Plinske opruge
- 3.4. Amortizeri
- 3.5. Vodicice kotača
  - 3.5.1. Krute osovine
  - 3.5.2. Polukrute osovine
  - 3.5.3. Neovisni ovjes

## 4. ZAKLJUČAK

## LITERATURA

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Veleučilište u Šibeniku

Završni rad

Odjel Promet

Preddiplomski stručni studij Promet

## VOZNI SKLOP VOZILA

IVAN JONJIĆ

Grubine, Vukovarska 11, 21262 Kamenmost, [ijonji358@gmail.com](mailto:ijonji358@gmail.com)

U ovom završnom radu se opisuje vozni sklop vozila. On se sastoji od karoserije, ovjesa, pneumatika i kotača, upravljačkog sustava vozila te kočnog sustava vozila. Karoserija služi za smještaj vozača, putnika i tereta. Ovjes je temeljni dio vozila jer spaja karoseriju s podlogom, odgovoran je za udobnost i sigurnost vozila. Proces nanošenja antikorozivne zaštite i bojanje vozila su vrlo bitni procesi jer zaštićuju i sprječavaju propadanje karoserije. Amortizeri su dio ovjesa, a cilj im je prigušiti oscilacije karoserije. Opruge se dijele na gumene, čelične i plinske.

(stranice / slike / literaturnih navoda / jezik izvornika: hrvatski)

**Rad je pohranjen u:** Knjižnici Veleučilišta u Šibeniku

**Ključne riječi:** karoserija, ovjes, amortizeri, opruge

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

**Rad je prihvaćen za obranu:**

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

The Polytechnic in Šibenik

Final paper

Department of Traffic

Professional Undergraduate Studies of Traffic

### **DRIVETRAIN**

IVAN JONJIĆ

Grubine, Vukovarska 11, 21262 Kamenmost, [ijonji358@gmail.com](mailto:ijonji358@gmail.com)

This final paper describes drivetrain of the vehicle. He is consisted of suspension, body, wheels and tyres, steering wheel and brakes. The body is used for seating driver, passengers and cargo. Suspension is one of the primary parts of car because he connects body with road. Suspension is responsible for safety and comfort of vehicle. Anti-corrosion protection and painting is very important because they protect body. Shock absorbers are part of the suspension, their purpose is to absorb body oscillations. There are 3 types of springs: rubber, steel and gas.

(pages / figures / references / original in croatian language)

**Paper deposited in:** Library of Polytechnic of Šibenik

**Keywords:** body, suspension, shock absorber, spring

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

**Paper accepted:**



## 1. UVOD

Tema ovog rada je vozni sklop vozila. On se sastoji od karoserije, ovjesa, upravljačkog sustava vozila, kočionog sustava te kotača i pneumatika. U ovom radu će se detaljnije obraditi pojmovi karoserija i ovjes.

Kako se karoserija dijeli prema vrsti i konstrukciji, od kojih materijala se izrađuje karoserija, zašto se nanosi antikorozivna zaštita te kakve vrste bojanja postoje, pokušati će se pobliže pojasniti.

Nadalje, detaljnije će se obraditi ovjes, koji je jedan od osnovnih dijelova vozila, te bez njega ne bi uopće bilo moguće upravljati vozilom.

Osnovni dijelovi ovjesa su vodilice kotača, opruge, amortizeri te stabilizatori. Ovjes omogućava sigurnost i udobnost u automobilu.



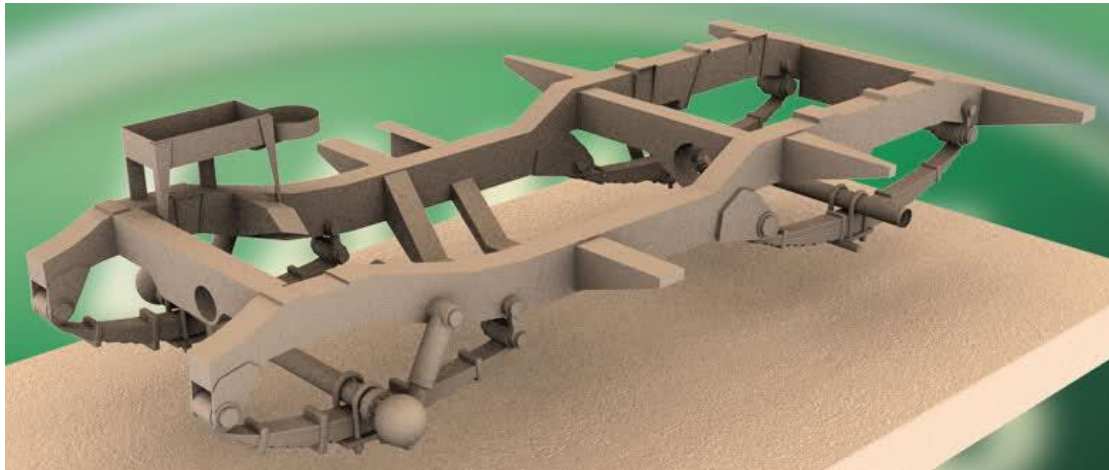
## **2. KAROSERIJA**

Karoserija automobila služi za smještaj vozača, putnika i tereta. Može se podijeliti prema više parametara. Prema vrsti vozila mogu biti za: osobne automobile, autobuse, teretna vozila, putnička teretna vozila, radna i specijalna vozila. Osobni automobili se mogu podijeliti na više vrsta i izvedba, a najpopularnije su: limuzina, kompakt, karavan, kabriolet, kupe (coupe), SUV. U današnje vrijeme je teško razlikovati kojoj izvedbi pripada koji automobil, jer svakodnevno nastaju nove kategorije. Tako npr. SUV kategorija koja je nastala relativno nedavno, danas se još dijeli na coupe SUV i mini SUV. Što se tiče podjele prema konstrukciji, tu je situacija mnogo jasnija. Vršiti se podjela na odvojenu ili nenosivu karoseriju, karoseriju s nosivim okvirima ili polunosivu karoseriju i samonosivu karoseriju. Kod osobnih automobila karoserije se mogu proizvoditi kao otvorene, zatvorene i one koje se mogu otvarati i zatvarati. Prema broju sjedišta postoje: jednoredni (sportski automobili), dvoredni (najčešći tip) i troredni (najčešće se proizvode po narudžbi). U odnosu na broj vrata, postoje karoserije sa dvoja, troja, četvora, petora i šestora vrata. Karoserija je također značajan parametar pasivne sigurnosti vozila. Danas karoserija mora odgovarati zahtjevima dinamike vožnje, sigurnosti, udobnosti, štedljivosti, masi, pouzdanosti i trajnosti.

### **2.1. Odvojena karoserija**

Kod nenosive karoserije, karoserija i okvir su dva odvojiva dijela. Na okvir se, osim karoserije, pričvršćuju: motor, ovjes, transmisija, kotači, upravljački mehanizam, itd. Zbog svoje prilagodljivosti, danas se ovakva konstrukcija koristi isključivo za proizvodnju terenskih i privrednih vozila. Odlika joj je da dobro prigušuje buku i na isti okvir se mogu postaviti različiti oblici karoserija. Konstrukcija okvira je obično oblika ljestvi (sl.1): na dva uzdužna nosača se pričvršćuje više poprečnih nosača (greda). Pričvršćuje se zakovicama, vijcima i zavarivanjem. Dakle, ovdje se karoserija veže za okvir elastičnim vezama, i u tom slučaju, okvir preuzima na sebe sva opterećenja, pa i opterećenja same karoserije.

Slika 1. Odvojena karoserija

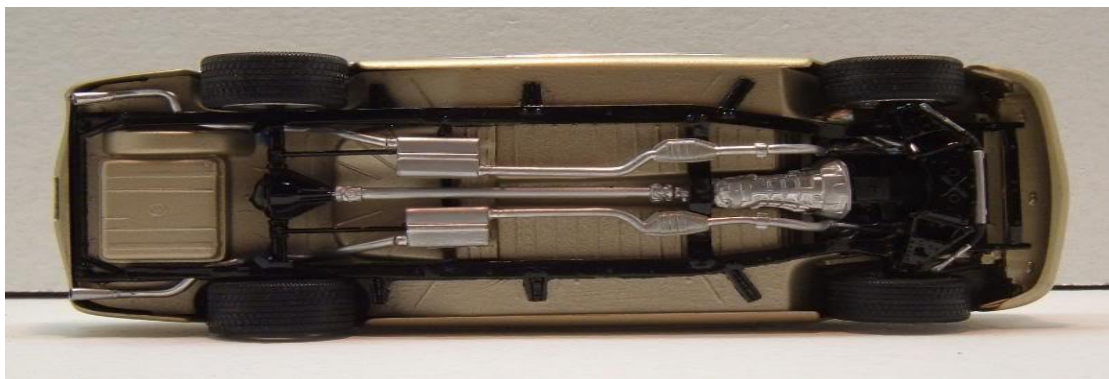


Izvor: [www.oldschool.hr](http://www.oldschool.hr) (preuzeto 21.05.2017.)

## 2.2. Samonosiva karoserija

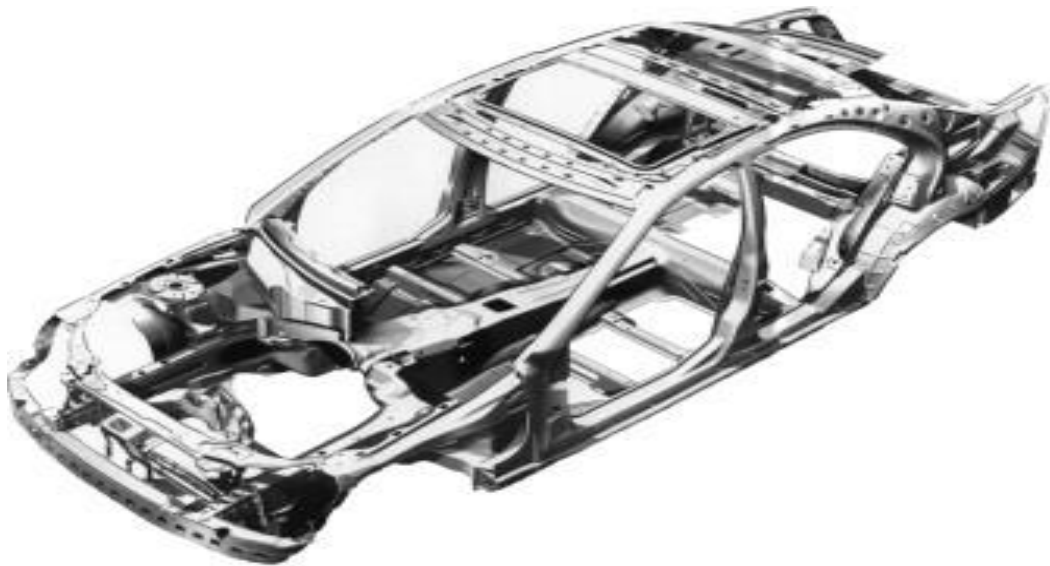
Samonosiva karoserija se koristi za osobne automobile i autobuse. Međutim okvir kao okvir tu ne postoji, već ga nadomješta podvozje (donji postroj, sl.2). Podvozje osim nosivih dijelova (nosač motora, uzdužni i poprečni nosači) ima i dno prtljažnog prostora te unutarnji blatobran. Ovdje karoserija na sebe preuzima sve funkcije nosivog sistema. Na podvozje se zavaruju ostali sklopovi samonosive karoserije: Potporni stupovi (A,B,C,D), krovni okvir, blatobrani te prednje i stražnje staklo. Tako se dobije školjkasta samonosiva karoserija (sl.3). Karoserija se stabilizira profiliranjem limova, rubljenjem, zatvorenim profilima i vanjskim plohamama.

Slika 3. Podvozje automobila



Izvor: <http://www.modelcarsmag.com/forums/topic/69066-car-undercarriage/> (preuzeto 23.05.2017)

Slika 4. Školjkasta karoserija

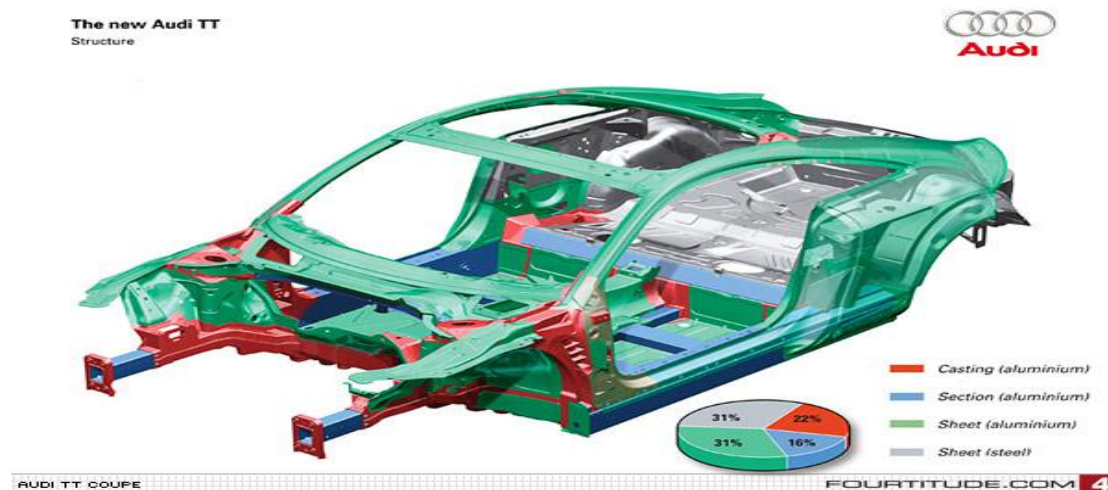


Izvor: <http://www.forum.hr/showthread.php?t=859686> (preuzeto 23.05.2017.)

Osim školjkaste, postoji i karoserija s rešetkastim okvirima.

Karoserija s rešetkastim okvirima (sl.5) je 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. Ova konstrukcija se često primjenjuje kod osobnih vozila s aluminijskom karoserijom. Okvirnu strukturu čine razno oblikovani istiskivani profili i profilirani aluminijski limovi. Osobito napregnuti čvorovi izrađeni su lijevanjem.

Slika 5. Audi space frame



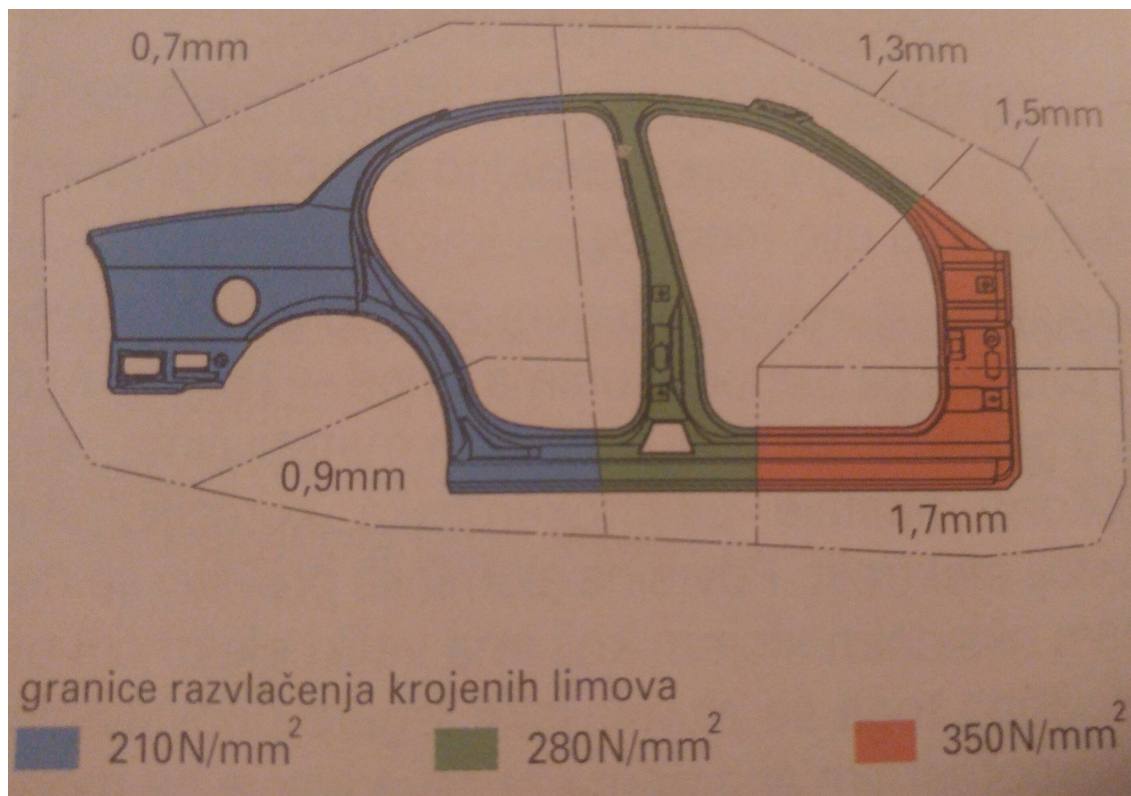
Izvor: <http://forums.vwvortex.com/showthread.php?2950743-Audi-Space-Frame-winner-of-the-EuroCarBody-Award> (preuzeto 23.05.2017.)

### 2.3. Materijali za izradu karoserije

Najčešći materijali koji se koriste za izradu karoserija su: čelični, pocinčani čelični i aluminijski limovi te profili od navedenih materijala kao i plastične mase. Kod novih skupih trkačkih i sportskih automobila koristi se i karbon.

Samonosive karoserije se uglavnom izgrađuju od čeličnih limova povišene čvrstoće i visokočvrstih čelika, koji su mikrolegirani. Takva vrsta čelika ima granicu razvlačenja do ~ 400 MPa, dok normalni čelik ima granicu do ~ 180 MPa. Debljina limova se kreće od 0,5 do 2 mm (slika 6)

Slika 6. debljina čelika na bočnom dijelu karoserije



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.215, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

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. Zaštita je veoma bitna, jer nakon godina eksploatacije, pocinčani lim izgleda kao nov ( pod uvjetom da nije udaren), čak iako nije garažiran. Međutim, isto se ne može reći za obične čelične limove. Razlike u kvaliteti lima možemo vidjeti na slikama 7 i 8. Oba automobila su sličnog godišta, slične cijene i direktni su konkurenti. Na slici 7 se vidi kako izgleda automobil koji nije pocinčan, dok se na slici 8 vidi automobil sa pocinčanom karoserijom

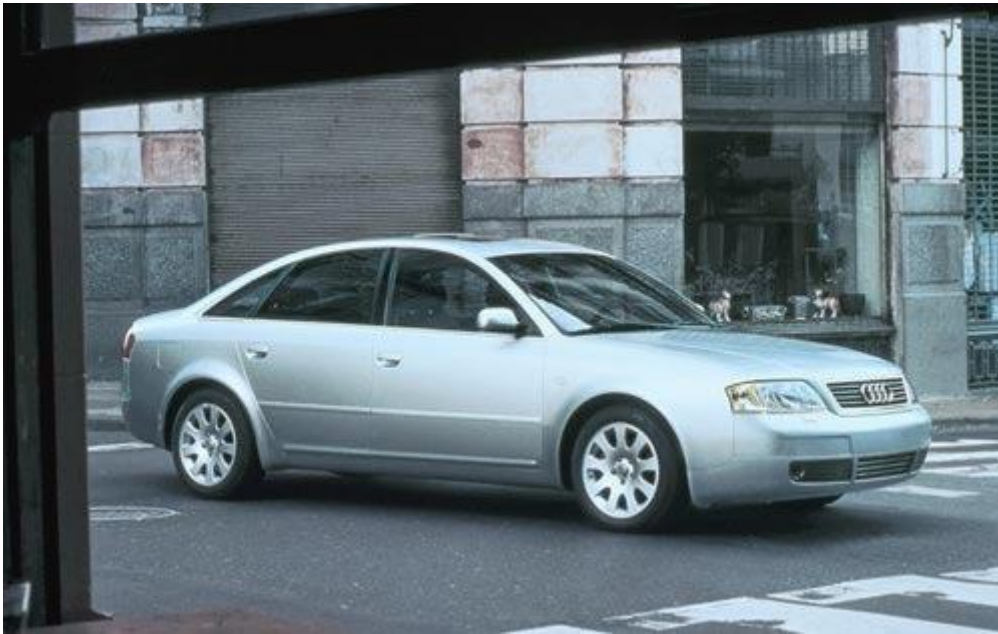
Slika 7, nepocinčana karoserija



Izvor : <http://artisanexcite.blogspot.hr/2015/07/what-to-look-for-when-buying-1996-2002.html>

(preuzeto 05.06.2017.)

Slika 8, pocinčana karoserija



Izvor: <https://www.edmunds.com/audi/a6/2000/>

Aluminij se u izradi karoserija uglavnom koristi kao legura (uglavnom legure aluminija i silicija). Ovisno o obliku i zahtjevima, u izradi aluminijskih dijelova karoserije primjenjuju se sljedeći postupci:

- Prešanje (npr. krovni lim i hauba)
- Istiskivanje (npr. rešetkasti okvir)
- Tlačno lijevanje (lijevani čvorovi)

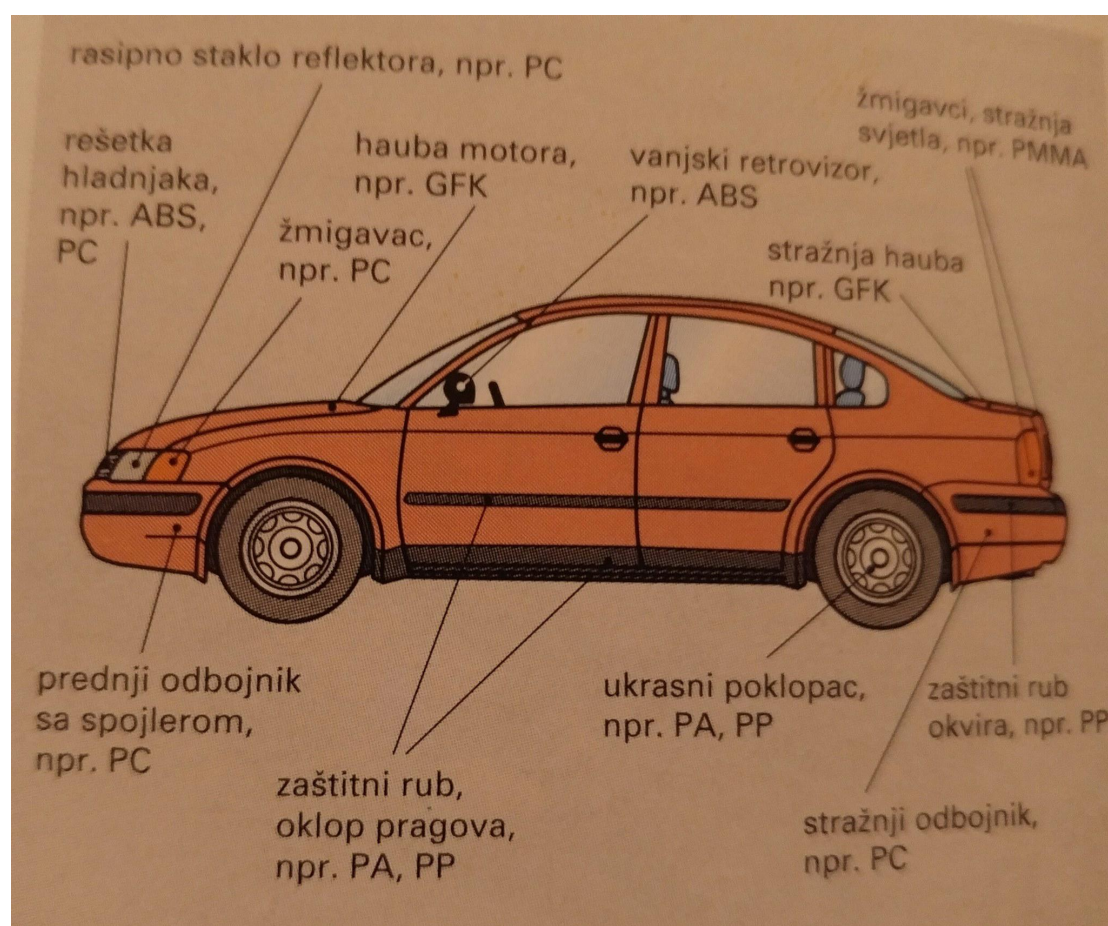
Dok se prešani i istiskivani dijelovi mogu djelomično ravnati pri popravcima, to s tlačno lijevanim elementima nije moguće.

Aluminijske legure znatno gube na svojoj čvrstoći na temperaturama iznad 180 °C. Ako je aluminijska legura u galvanskom spoju s drugim materijalima, npr. čelikom, nastaje elektrokemijska korozija, ukoliko postoji elektrolit. Površina aluminija presvlači se debelim oksidnim slojem koji ima veliki električni otpor. Zbog toga se aluminijske legure ne mogu zavariti običnim aparatima. Aluminijske legure dobro se zavaruju TIG i MIG postupcima.

Plastične mase su umjetni materijali koji se koriste za izradu karoserije. Razlozi za to su:

- Manja specifična težina i zbog toga znatna ušteda na težini
- Otpornost na koroziju
- Velika sloboda oblikovanja
- Neosjetljivost na udarce
- Izrada dijelova bez naknadne obrade
- Nastale štete se mogu popraviti uz manje troškove

Slika 9, primjena plastičnih masa u izradi karoserije



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.216, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

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

Zavarivanje se izvodi samo sa termoplastima, dok se laminiranjem krpaju rupe pomoću smole i staklenih vlakana. Prije laminiranja potrebno je dobro pripremiti podlogu i postaviti podložni sloj. Mjesto oštećenja se priprema da svaki sloj staklenih vlakana bude u vezi s osnovnim dijelom karoserije.

Lijepljenjem dvokomponentnim materijalima, ovisno o vrsti materijala za popravak, mogu se popraviti različite rupe, pukotine i ogrebotine. Ljepilo se nanosi na očišćene i odmašćene površine, već pripremljene za popravak.



## 2.4. Antikorozivna zaštita vozila

Razlikujemo aktivnu i pasivnu zaštitu od korozije.

Mjere kod aktivne zaštite su:

- Na osnovnom materijalu (npr. legiranjem) nastaju promjene unutarnjih čimbenika korozije
- Na nagrizaćem sredstvu (npr. sušenjem zraka) nastaju promjene vanjskih čimbenika korozije
- Promjenom uvjeta reakcije

Pasivna zaštita provodi se konzervacijom, metalnim i nemetalnim prevlakama.

Čelični dijelovi, čije vanjske plohe nisu posebno opterećene, dovoljno je premazati beskiselinskim uljima i mastima.

Podvozje vozila se zaštićuje zbog:

- Spriječavanja prodora vlage
- Da se osigura otpornost na udarce kamenja
- Elastičnosti
- Smanjenja vibracija limova

Primjenjuju se konzervacijska sredstva na bazi voska, plastičnih masa i bitumena.

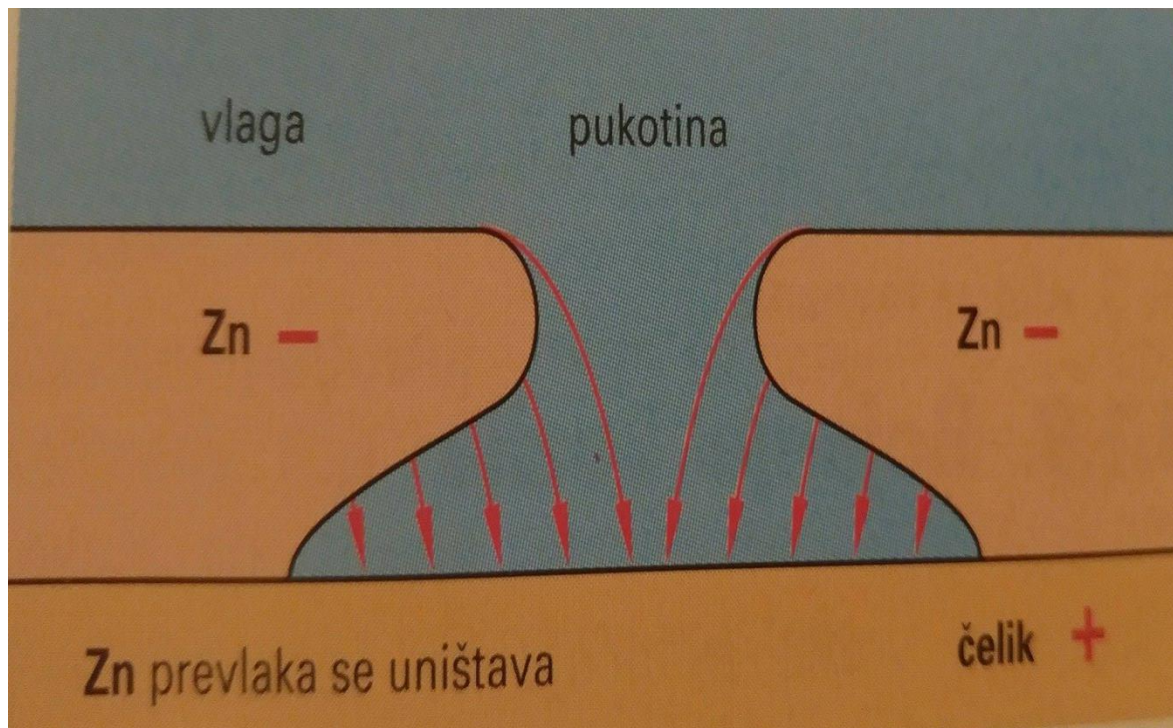
Šupljine se konzerviraju konzervacijskim sredstvima od ulja koja stvaraju prevlake, vosak, otapala i inhibitore korozije. Proizvođač vozila propisuje točke na kojima se ubrizgava sredstvo za konzerviranje šupljina pod tlakom od 70 bara, ili se šuplji prostori potope i na kraju zatvore gumenim čepovima. Inhibitori korozije sprječavaju nastanak korozije.

Metalne prevlake su trajna zaštita od korozije samo onda ako nisu porozne, plinopropusne i topljive u vodi. Ako je zaštitni sloj neplemenitiji od osnovnog materijala, npr. cink na čeliku (sl.10), pri oštećenju sloja nastaje galvanski članak. Zaštitni sloj postupno se uništava, dok osnovni materijal ostaje neoštećen.

Ako je zaštitna prevlaka od plemenitijeg materijala, npr. nikal na čeliku (sl.11), pri oštećenju prevlake razara se osnovni materijal i nastaje hrđa. Zaštitni sloj ne korodira.

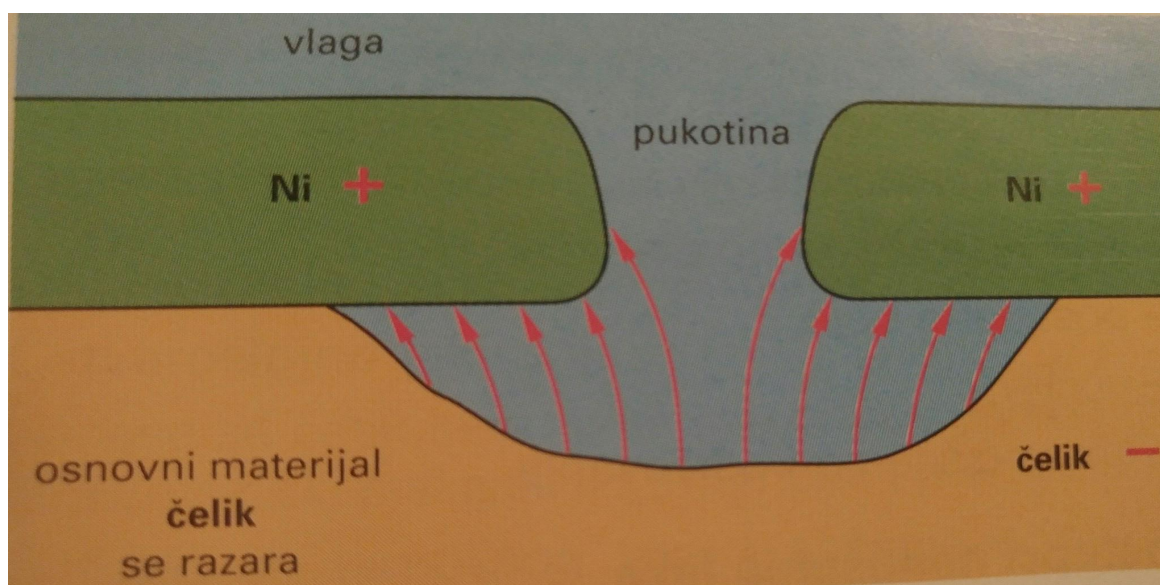
Dakle, kod prave zaštite, prevlaka je neplemenitija od osnovnog materijala, a kod neprave zaštite, prevlaka je plemenitija od osnovnog materijala.

Slika 10, prava zaštita



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.229, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

Slika 11, nepravna zaštita



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.229, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

Prevlačenje rastaljenim metalom (vruće metaliziranje) - nakon odgovarajuće obrade, gotovi dio karoserije se potopi u kupku s rastaljenim cinkom.

Galvanizacija - galvanski pocinčani limovi se koriste u proizvodnji karoserija kao duboko vučeni. Pocinčani sloj ima vrlo ravnomjerno debljinu i glatku površinu. Time je omogućeno ravnomjerno pokrívno lakiranje bez skupe i opsežne obrade površina.

Nemetalne prevlake se sastoje od fosfatiranja, eloksiranja i plastičnih prevlaka.

Fosfatiranje je tehnika zaštite čeličnih površina od korozije. Proizvod se potapa u vodenu fosfatnu otopinu. Na površini se oblikuje porozan zaštitni sloj željeznog fosfata koji služi kao vezivna podloga za lakove.

Eloksiranje (anodiziranje) - površina aluminijskog proizvoda može se elektrolitički oksidirati, pri čemu nastaje debljina sloja od 5 mikrometara. Oblik i volumen dijelova ostaju isti. Zaštitna eloksirana prevlaka otporna je na koroziju i može se obojiti.

Plastične prevlake - pregibi i rubovi mogu se zabrtviti trajnoelastičnim masama. Pritom se mogu spajati različiti metali bez straha od pojave korozije.

## 2.5. Bojanje vozila

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.

Lak se može nanositi prskanjem (zračno i bezračno), elektrostatičkim prskanjem ili uranjanjem.

Zračno prskanje laka - koristi se pištolj za prskanje (sl.12) na principu stlačenog zraka. Zračna struja usisava lak i nosi ga prema sapnici, te ga na njenom izlazu raspršuje u najfinije čestice koje se talože na bojane površine. Postoje hladno i vruće prskanje.

Hladno prskanje - dodavanjem otapala viskoznost laka se smanjuje toliko da ga je moguće prskati. Međutim, ako otapalo prebrzo hlapi, lakirana površina može se naborati.

Vruće prskanje - lak se zagrijava na 50-120 °C, pa se mala viskoznost, pogodna za prskanje, može postići i bez otapala

Slika 12, pištolj za prskanje



Izvor: <http://www.airbrush.hr/hr/mlazni-pistolji/40-mlazni-pistolj-fimotool-hvlp-08.html> (preuzeto

18.06.2017.)

Elektrostatičko prskanje se primjenjuje u serijskoj proizvodnji. Karoserija se priključi na + pol, a sapnice za prskanje laka na - pol. Napon (istosmjerni) može iznositi i do 200 000 V. pozitivno nabijena karoserija privlači negativno nabijene čestice laka. Zbog toga u elektrostatičkom polju između elektroda i karoserije lak putuje gotovo bez gubitaka.

Umjesto pištoljem za prskanje, lak se može raspršiti i visokorotacijskim zvonima (do 35000 o/min). Magla laka usmjerava se na karoseriju pomoću stlačenog zraka i elektrostatičnog polja. Površine karoserije koje se ne mogu lakirati ovim načinom, lakiraju se robotima za lakiranje.

Bezračno prskanje (visokotlačno) - lak se raspršuje pod visokim tlakom (100-200 bara). Airless postupkom mogu se raspršiti i viskozne pokrivne tvari u finu maglu. Kako bi se moglo raditi s nižim radnim tlakovima (40-60 bara), raspršivanje se olakšava dovođenjem stlačenog zraka. Ovaj se postupak uglavnom koristi za nanošenje zaštite podvozja i antikorozivnih zaštita.

Uranjanje - u serijskoj proizvodnji grundiranje<sup>1</sup> se može provesti uranjanjem karoserije u kadu s grundirajućim lakom. Višak laka uklanja se cijeđenjem kroz otvore u karoseriji koji se kasnije zatvaraju gumenim čepovima.

Lakiranje vozila sastoji se od sljedećih slojeva:

- Fosfatni sloj
- Grundiranje kataforezom
- Zaštitni međusloj protiv udarca kamenja
- Punilo
- Pokrivno lakiranje (uni ili metalik)

Karoserija se prije lakiranja mora pripremiti. To znači da se mora očistiti, odmastiti i fosfatirati.

Fosfatni sloj - fosfatiranjem se dobiva porozan željezno-fosfatni sloj na površini limova. Fosfatiranje je preduvjet za dobro držanje gornjih slojeva i za zaštitu od korozije.

---

<sup>1</sup> Nanošenje temeljnog sloja boje

Grundiranje daje podlogu za zaštitni međusloj, punilo i pokrivni lak. Grundiranje se najčešće izvodi uranjanjem ili elektroforezom.

Zaštitni međusloj se može nanijeti na dio karoserije koji se često izlaže udarcima kamenja.

Punilo izjednačuje manje neravnosti površine, brazde od bušenja i pore na površini karoserije. Nanosi se strojno i služi kao podloga temeljnom i pokrivnom laku.

Uni lakiranje (univerzalni lakovi) može biti troslojno ili četveroslojno.

Troslojno se sastoji od grunda, punila i pokrivnog sloja laka. Na sloj punila odmah se nanosi pokrivni sloj laka.

Četveroslojno lakiranje se sastoji od četiri sloja: grunda, punila i dva elektrostatički prskana sloja (temeljni i pokrivni sloj)

Prskanje i sušenje temeljog sloja odvija se na oko 140 °C, dok se prskanje i sušenje pokrivnog laka odvija na oko 130 °C.

Prednost četveroslojnog postupka lakiranja prema troslojnom je vrlo ravnomjerna debljina lakiranog sloja po čitavoj površini karoserije, jer su temeljni i pokrivni sloj iste debljine.

Kod metalik lakiranja se nanosi metalik temeljni lak za boju i efekte, te prozirni lak za sjaj i zaštitu. Metalik temeljni lak nanosi se zračnim prskanjem, dok se prozirni lak nanosi elektrostatičkim postupkom. Lakiranje se izvodi mokro na mokro: na temeljni sloj bez međusušenja prska se prozirni sloj i na kraju se oba suše na 130 °C.

### 3. HODNI DIO VOZILA

Hodni dio čini okvir vozila, osovine s kotačima i ovješnje. Na putničkim automobilima ulogu okvira preuzima karoserija koja je zbog toga dodatno ojačana. Na nekim traktorima ulogu okvira preuzima cijelina: kućište motora, spojke, mjenjača i pogomskog mosta. Na hodni dio su vezani ili oslonjeni svi sklopovi, uređaji i agregati što osigurava funkcioniranje vozila kao cijeline.

Hodni dio preuzima sve sile koje na vozilo mogu djelovati. Zbog toga izvedba mora osigurati potrebnu sigurnost, čvrstoću i krutost uz što manju težinu.

#### 3.1. Okvir vozila

Okvir vozila se ugrađuje na teretnim vozilima i motociklima, a vrlo rijetko na putničkim automobilima. Okvir vozila, ili okvir vozila ujedinjen s karoserijom predstavlja noseće elemente vozila.

Noseći elementi vozila mogu biti izvedeni kao:

- Okvir na koji se pričvršćuje karoserija pomoću elastičnih elemenata. Tada okvir preuzima osnovna vanjska opterećenja.
- Okvir i karoserija su kruto vezani. Vanjska opterećenja preuzimaju oboje.
- Samonoseća karoserija koja preuzima sva vanjska opterećenja te je zbog toga dodatno ojačana. Ojačanja karoserije čine prostornu rešetku koja ima veliku krutost.

Vozila sa samonosećom karoserijom su lakša od vozila s okvirom uz približno istu krutost. Zbog toga se putnički automobili izvode sa samonosećom karoserijom.

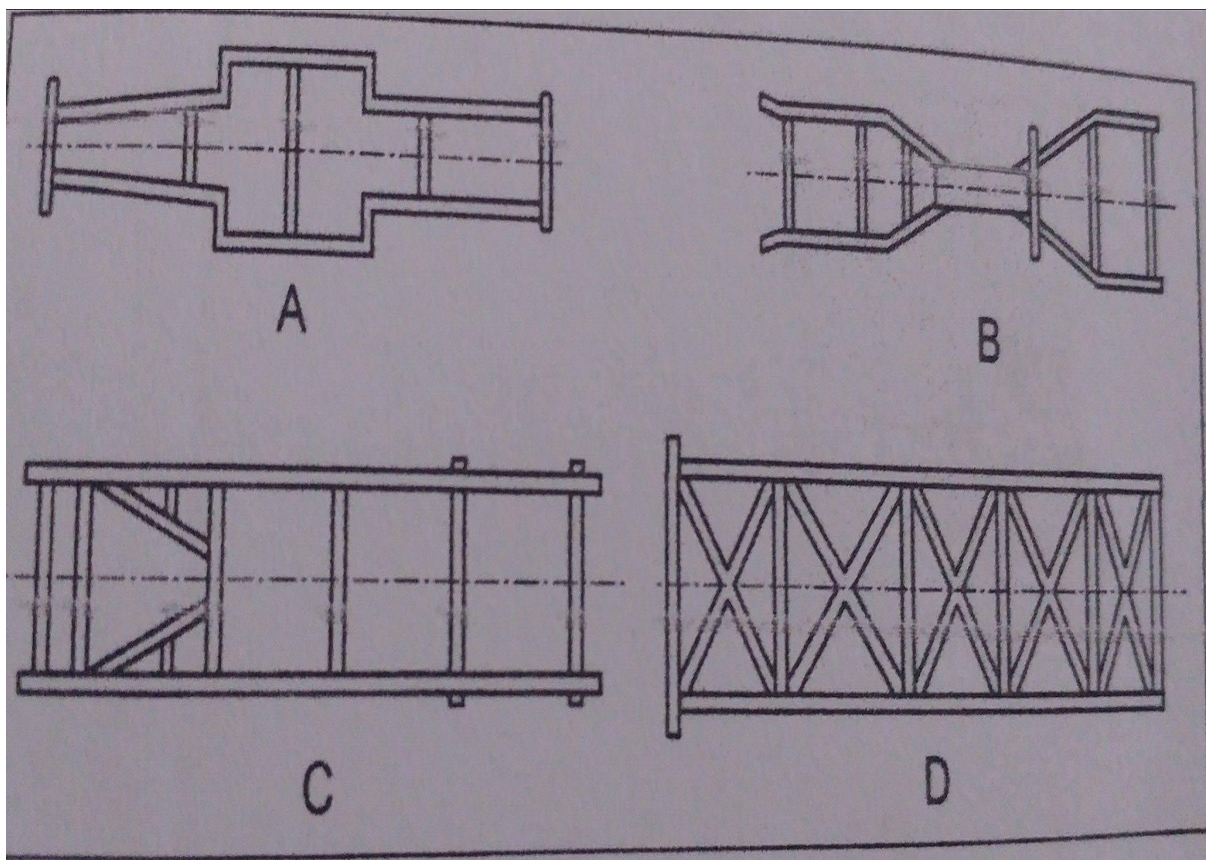
Okviri vozila se najčešće grade od čeličnih profila koji se spajaju zakivanjem ili zavarivanjem. Razlikuju se sljedeći oblici:

- Rubni okvir koji čine dva uzdužna nosača povezana poprečnim nosačima.(sl 13A)
- Okvir u obliku slova X ima u sredini nosač cjevastog oblika, a krajevi su s nosačima u obliku vilice.(sl 13B)

- Okvir u obliku ljestava ima dva paralelna nosača povezana poprečnim nosačima.(sl 13C)
- Okvir složenog oblika koji pored uzdužnih i poprečnih nosača ima i dijagonalne nosače koji povećavaju krutost okvira.(sl 14D)

Rubni i X-okviri primjenjuju se na putničkim automobilima, okvir u obliku ljestava na putničkim i lakšim teretnim vozilima te prikolicama i poluprikolicama, a okvir složenog oblika na teretnim vozilima.

Slika 13, izvedbe okvira vozila



Izvor: Zavada, J. : Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2000.



## **3.2. Ovjes 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.

Ovješene smanjuju dinamička opterećenja nosećih elemenata i nadogradnje koja proizlaze od međusobnog djelovanja ceste i vozila, osigurava optimalne oscilacije nadogradnje, omogućuje potrebne progibe, prigušuje oscilacije nadogradnje, umanjuje naginjanje vozila prilikom ubrzavanja, kočenja te prolaska kroz zavoj.

## **3.3. Opruge vozila**

### **3.3.1. Zadaća opruga**

Zadaća opruga u ovjesu vozila je ublažavanje udaraca koji se prenose s kotača na nadogradnju. Energija udaraca pretvara se u energiju njihanja i toplinu.

Opružno djelovanje i prigušivanje vibracija mjerodavno je za:

- Udobnost vožnje - oscilacije karoserije ublažavaju udarce koji mogu biti neugodni za putnike, štite osjetljiv teret i dijelove samog vozila. Na udobnost utječu masa vozila te karakteristike opruga.
- Sigurnost u vožnji - pri velikim neravninama, kotač može izgubiti kontakt s podlogom. Kada su kotači u zraku, oni ne mogu prenijeti sile na podlogu (poprečne i pogonske sile, sile kočenja). Da kotači ne izgube kontakt s podlogom zaslužni su amortizeri i stabilizatori
- Ponašanje u zavoju - s povećanjem brzine vozila u zavoju, zbog slabijeg prijanjanja unutarnjeg kotača na podlogu, smanjuju se poprečne sile vođenja. Zajedničkim djelovanjem opruga, amortizera i stabilizatora, osigurava se neprestani kontakt kotača s podlogom.

Opruge u sustavu ovjesa ugrađuju se između vodilica i karoserije. Pneumatici također spadaju u sustav opruga i djeluju povoljno na stabilnost vozila. Sjedala vozila daju dodatnu udobnost, ali samo putnicima vozila.

### 3.3.2. Djelovanje opruga (oscilacije)

Do oscilacija može doći u tijelima i sustavima koji imaju elastična i inercijska svojstva. Svaki elastični sustav će vibrirati ako se pomakne iz ravnotežnog položaja. Kada na sustav ne djeluju vanjske sile, takve vibracije se nazivaju vlastite vibracije sustava.

Masa vozila i opruge sustavu daju određenu vlastitu frekvenciju oscilacija (izražava se kao oscilacijski broj karoserije, OBK). minimalan utjecaj na frekvenciju vibracija ima i prigušenje. Otkloni vlastitih vibracija zbog prigušenja su sve manji, pa se takve vibracije nazivaju prigušene vibracije.

Kod prisilnih vibracija periodička poremećajna sila stalno djeluje na elastični sustav. Frekvencija takvih vibracija jednaka je frekvenciji poremećajne sile. Poremećajne sile kod vozila su udarne sile koje se prenose s kotača na karoseriju te ostale sile:

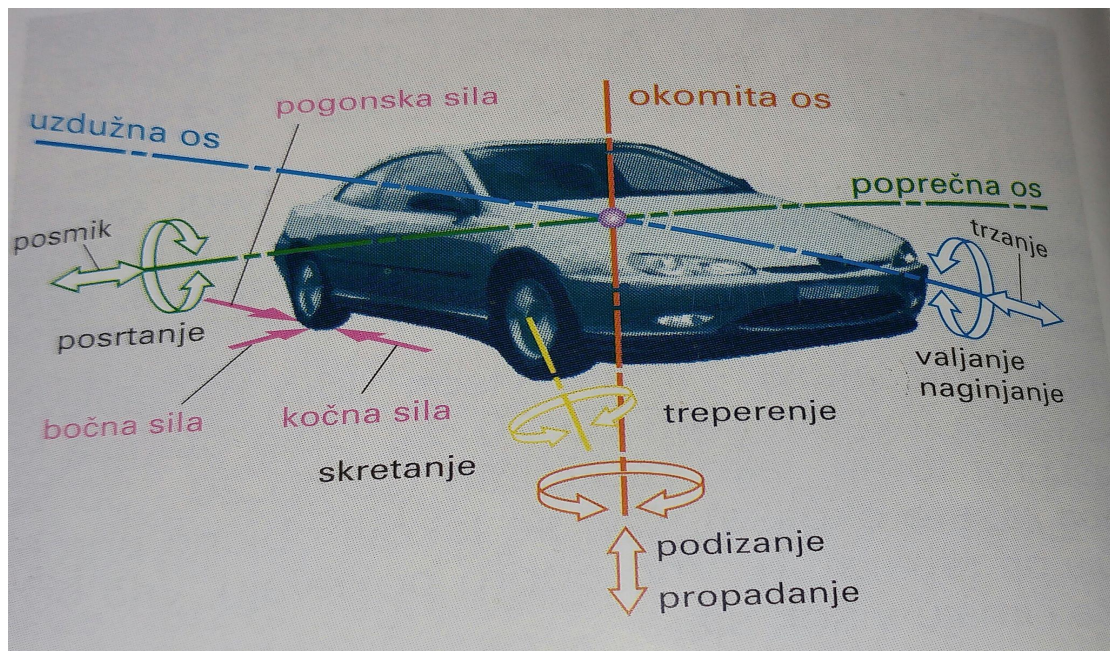
- Pogonske
- Kočne
- Centrifugalne
- Bočne
- Aerodinamičke

Gibanja i vibracije vozila pojavljuju se u smjeru tri osi koordinatnog sustava: uzdužna, poprečna i okomita os (sl.14).

Kad kotač prijeđe preko neravnine počne oscilirati. Gibanjem prema gore tlači oprugu. Stvorena sila u opruzi ubrzava karoseriju u istom smjeru, istodobno usporavajući kotač. U trenutku izjednačenja sila opruge inercije, kotač zastane (dostigao mrtvu točku) i potom se počne vraćati. Sila u opruzi (akumulirani energija gibanja kotača) gura kotač i ubrzava ga prema podlozi. Opruga se rasteže i usporava kotač kao i karoseriju koja se giba prema gore. Taj se proces ponavlja sve dok se sva energija gibanja ne pretvori u toplinu trenjem u oprugama, amortizeru i otporu zraka (sl.15)

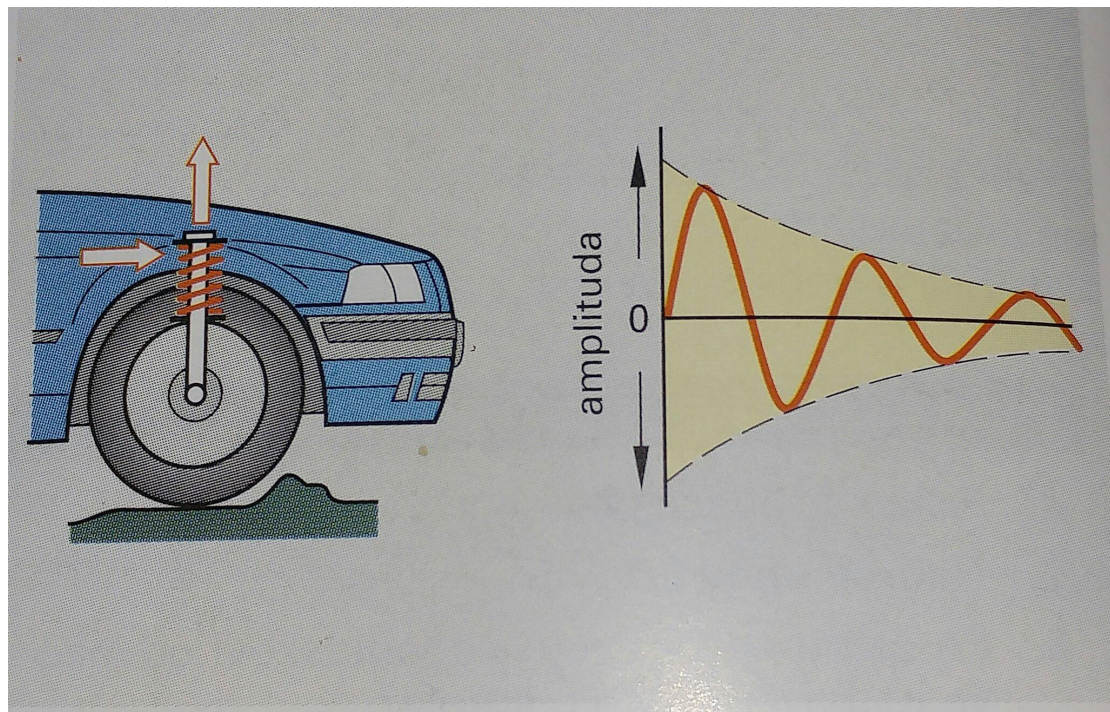
Amplituda je pomak kojeg oscilirajuća masa prijeđe od jedne do druge mrtve točke.

Slika 14, stupnjevi slobode gibanja vozila



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.234, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

Slika 15, vibracije s prigušenjem



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.234, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

Prisilne vibracije često su vrlo opasne, jer i male poremećajne sile mogu se poklopiti s vlastitim vibracijama sustava. Tada su dovoljni i slabi udarci da otkloni postanu sve veći i veći. Velike amplitude oscilacija mogu izazvati lomove dijelova.

Rezonancija pri vibriranju je podudaranje frekvencije impulsa poremećajnih sila s frekvencijom vlastitih vibracija sustava koji prisilno vibrira. Pri pojavi rezonancije, amplitude vibracija postale bi neizmjereno velike da nema prigušenja. Unatoč prigušenju, zbog pojave jakih dinamičkih naprezanja, ako i ne dođe do loma, dijelovi se stalno naprežu tako da dolazi do zamora materijala.

Frekvencija je broj oscilacija u sekundi, mjerna jedinica je Hertz. Kako karoserija oscilira niskim frekvencijama, zbog toga se ona izražava u minuti a ne sekundi.

Velike mase i mekane opruge daju niske frekvencije i velike amplitude oscilacija.

Opruge dijelimo na meke i tvrde. Progresivne opruge porastom opterećenja postaju sve tvrđe,

Vozilo možemo promatrati kao sustav kojeg čine ovješene (karoserija i teret) i neovješene mase (kotači, kočnice, dijelovi ovjesa). ovješene i neovješene mase povezane su oprugama i amortizerima. Za udobnost vožnje poželjno je da omjer između ovješanih i neovješanih masa bude što veći: neovješene mase moraju biti što manje (povoljno imati naplatke iz lakih legura i kočnice dalje od kotača). Kako su ove mase povezane oprugama, međusobno djeluju jedna na drugu i osciliraju različitim frekvencijama.

### 3.3.3. Vrste opruga

Opruge mogu biti čelične, gumene i plinske.

#### 3.3.3.1. Čelične opruge

Čelične opruge se dijele na:

- Lisnate
- Torzijske zavojne
- Torzijske ravne
- Stabilizatore

Lisnate opruge su najduže primjenjivan tip opruga. Danas se ugrađuju na vozila sa zavisnim ovjesom. Vrlo rijetko se koriste na osobnim automobilima. Nasuprot tome, u teretnim vozilima to je najčešće ugrađivan tip opruga. Osnovna prednost lisnatih opruga je ta što ujedinjuju ulogu opruga, vodilica i amortizera. Nijedno drugo konstrukcijsko rješenje ne može istodobno ostvariti te zadaće. Nedostatak im je potreba za redovitim održavanjem, velika težina i dimenzije.

Opruga omogućuje prijenos sila u svim smjerovima, pa tako može preuzeti i ulogu elemenata veze. Zbog trenja između listova, opruga ima prigušna svojstva što je povoljno za ovješeno vozila.

Slika 16, Lisnate opruge



Izvor: <http://www.dimetal-dianic.hr/gibnjevi.asp?sk=1002> (preuzeto 25.6.17)

Torzijske zavojne opruge se u osobnim automobilima koriste isključivo kao glavne tlačne opruge. Postavljaju se okomito ili koso. Spadaju u mekane opruge što je povoljno za osobne automobile. U odnosu na lisnate opruge, imaju manje dimenzije, duži vijek trajanja, jednostavniju konstrukciju i ne moraju se održavati. Nedostatak im je slabo vlastito prigušenje oscilacija, ne prenose sile kotača, a zbog male krutosti ne mogu se ugrađivati u teretna vozila.

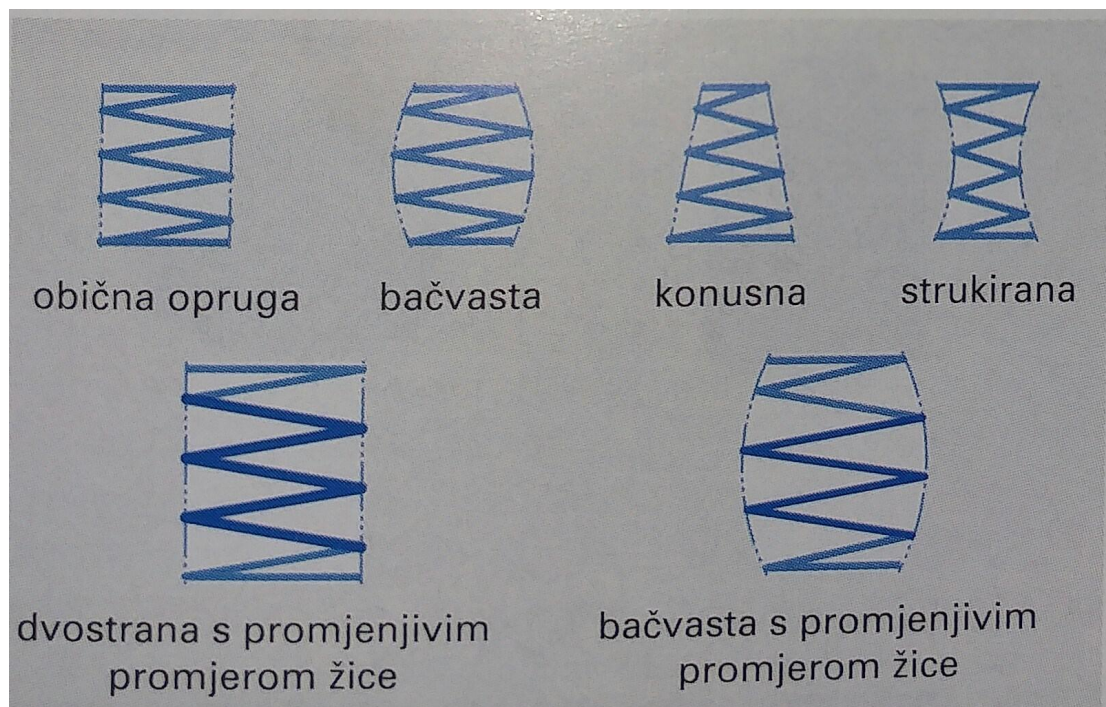
Mekane zavojne opruge razlikuju se od tvrdih prema:

- Manjem promjeru žice
- Većem unutarnjem promjeru opruge
- Većem broju namotaja

Da bi se jednim te istim oprugama moglo nositi veće terete uz zadovoljavajuću udobnost praznog vozila, zavojnim oprugama se daje progresivna karakteristika. To se postiže:

- Različitim usponom namotaja
- Različitim unutarnjim promjerom opruge
- Različitim promjerom žice

Slika 17, Vrste zavojnih opruga



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.237, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006.

Prednost bačvaste miniblok opruge naspram obične cilindrične je ta što se susjedni zavoji opruge ne mogu dotaknuti. Zbog toga opruga može biti kratka, s velikim progibima pri velikim opterećenjima. Miniblok opruge mogu biti izvedene kako s različitim usponom zavojnice, tako i sa različitim promjerom žice.

Zavojne opruge ne mogu preuzeti sile vođenja kotača, pa se ovaj tip opruge može samo naći kod konstrukcija ovjesa gdje ostali elementi preuzimaju sile vođenja (poprečne i uzdužne vodilice, McPhersonova opružna noga). Danas se amortizeri sve manje ugrađuju unutar opruga, jer je potrebno manje vremena za njihovu izmjenu.

Torzijske ravne opruge su čelične šipke koje se uvijaju polugom na kojoj je pričvršćen kotač. Mogu biti različitih presjeka: okrugli, kvadratni i paketi plosnatih. Postavljaju se u vodoravnoj ravnini, uzdužno ili poprečno na os vozila. Uzdužno postavljeni štapovi većih su dužina i omogućuju veće kutne deformacije: opruga je mekša i dopušta veće pomake. Ovakve opruge ne podnose savijanje, pa se često ugrađuju u cijev koja ih podupire i ujedno štiti. Krajevi opruga su užljebljeni, što omogućuje reguliranje visine vozila, te ravnomjernu napregnutost opruga svih kotača.

Stabilizator (sl.18) je posebna izvedba torzijske ravne opruge i zadatak mu je povećati stabilnost vozila na cesti. Najčešće se ugrađuje kao okrugla šipka, isključivo U-oblika. Središnji dio stabilizatora okretan je u ležajima na karoseriji, obje poluge pričvršćene su preko gumenih elemenata na vodilice kotača. Podizanje jednog kotača prenosi se uvijanjem stabilizatora tako da se i drugi kotač nastoji podići. To znači da stabilizator prenosi opterećenje jednog kotača na drugi i sprječava preveliko nagnjanje vozila u zavoju. Kod jednakomjernog opruženja oba kotača, stabilizator ne djeluje.

### 3.3.3.2 Gumene opruge

Gumene opruge (sl.18) se zbog vrlo velike elastičnosti i jakoga vlastitog prigušenja koriste za prigušivanje vibracija visokih frekvencija i buke. Svi su elementi ovjesa pričvršćeni gumenim oprugama na karoseriju. Gumene opruge preuzimaju na sebe ublažavanje bočnih udarnih sila. Gumene opruge, različitih izvedbi, nikada se ne koriste kao glavne opruge, osim za manje prikolice osobnih automobila.

Danas se umjesto jednostavnih gumenih elemenata koriste hidroležajevi koji još bolje prigušuju vibracije različitih vibracija. Hidroležaj se sastoji od nosive gumene opruge i hidrauličkog dijela.

Nosiva gumena opruga mehanička je veza motora i karoserije. Komore su ispunjene hidrauličkom tekućinom. Blenda prigušuje protok tekućine iz jedne u drugu komoru pojačavajući prigušno djelovanje opruge.

Slika 18, Kapa amortizera, gumena opruga



Izvor: <https://www.silux.hr/proizvodi/ovjes-i-pogon/ovjes-i-ublazavanje/lezajevi-amortizera> (preuzeto 25.6.17)

Slika 19, hidraulični ležaj



Izvor: <http://alati.intercars.eu/#/products/3119202119221-510012010-hidraulicni-lezaj.html>



### 3.3.3.3. Plinske opruge

Kod plinskih opruga iskorištava se elastičnost stlačenog plina (zraka ili dušika). ideja potječe iz 1847.g, a prva ispitivanja su provedena 1910.g. Plinske opruge se dijele na pneumatske i hidropneumatske.

Zračne opruge (pneumatske) se najviše koriste, ali tada je potrebno imati kompresor za tlačenje zraka. Zato se pneumatske opruge koriste u vozilima koja već imaju kompresor zbog kočnica, otvaranja vrata i sl. (autobusi i teretna vozila)

Pneumatska opruga ima progresivnu značajku i vrlo veliku prednost da se promjenom tlaka zraka može prilagoditi hod opruživanja trenutnom opterećenju. Ostale prednosti su:

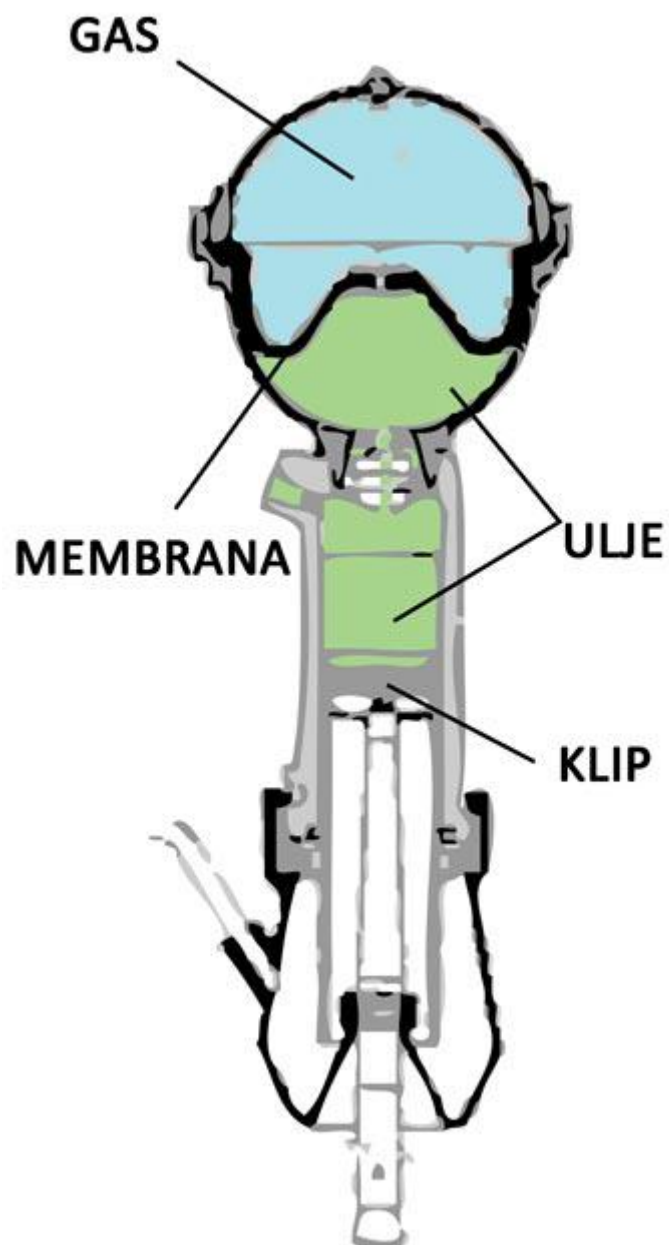
- Podešavanje krutosti ovjesa tijekom vožnje
- Podešavanje visine karoserije
- Stabilizacija vozila u zavoju
- Duži vijek trajanja opruga i karoserije
- Mala težina

Kako bi se smanjili gubici stlačenog zraka, brtvljenje je izvedeno gumenim mjestom: cilindričnim ili naboranim.

Zrak ima vrlo malo vlastito prigušenje, pa se s pneumatskim oprugama moraju ugraditi amortizeri ili opružna noga - kombinacija gumenog mijeha i dvocijevnog plinskog amortizera. Kako pneumatske opruge prenose samo opterećenje duž svoje osi, ugrađuju se između vodilica i karoserije.

Hidropneumatska opruga je kombinacija plinske opruge i radnog hidrauličnog cilindra, pa istodobno djeluje kao opruga i amortizer. Visokotlačna uljna pumpa (oko 180 bara) tlačenjem ili isisavanjem ulja manje ili više tlači plin u kugli. Ulje i plin, koji se nalaze pod istim tlakom, odvojeni su membranom (sl.20). Kugla može biti pored cilindra ili potpuno odvojena od njega, ovisno o prostoru. Ventili između radnog cilindra i kugle prigušuju protok ulja i djeluju kao prigušivači oscilacija. Sve hidropneumatske opruge vozila povezane su u jedan sustav, a klipnjače cilindra učvršćene su na uzdužne ili poprečne vodilice.

Slika 20, hidropneumatska opruga



Izvor: <http://www.vrelegume.rs/test/sistemi-oslanjanja/> (preuzeto 26.6.17.)

Visina karoserije se može regulirati ventilom (razvodnik). To je osobito korisno kada se vozi preko većih neravnih podloga. Automatsku regulaciju visine vozila moguće je izvesti spajanjem razvodnika s vodicom kotača preko polužnog sustava. Ako je vozilo pod teretom i spusti se, tada klip gura ulje u radni cilindar pod visokim tlakom. Tada opruga postaje tvrđa i vozilo postaje neudobnije. Ako se ugradi treća kugla po osovini, povećati će se volumen plina, pa će vozilo na pravcu postati udobnije, a u zavojima se treća kugla odvaja ventilom.

Aktivno stabiliziranje vozila (AFS)<sup>2</sup> je u principu hidropneumatski sustav kojem su pridodani:

- Poprečni stabilizatori sa radnim cilindrima za prednju i stražnju osovину
- Korektor nagiba i magnetski ventil
- AFS kugla s integriranim regulatorom tvrdoće opruge
- Elektronički upravljački sustav.

Sustav je u mogućnosti spriječiti nagnjanje vozila u vožnji zavojima i može kontinuirano mijenjati tvrdoću ovjesa od tvrdog do mekog.

Da bi se moglo upravljati nagnjanje karoserije u zavoju potrebno je imati varijabilni stabilizator. Takav stabilizator omogućuje brzu promjenu tvrdoće. Ugradnjom klasičnog stabilizatora s konstantnom tvrdoćom može se postići udobna vožnja uz preveliko nagnjanje u zavojima (meki ovjes) ili sportska vožnja uz malu udobnost (tvrđi ovjes).

Kod AFS sustava ugrađen je relativno kruti stabilizator, učvršćen je preko radnog cilindra na desnu stražnju uzdužnu vodicu. Prednji stabilizator učvršćen je preko radnog cilindra na vodicu lijevog kotača. Oba dijagonalno postavljena radna cilindra hidraulički su međusobno spojeni preko magnetskog ventila. Viši tlak izvlači klipnjače radnih cilindara, ali uz različito djelovanje na osovinama: podizanje prednje lijeve strane istodobno se spušta zadnja desna i obratno i ovisno o tome je li riječ o lijevom ili desnom zavoju.

---

<sup>2</sup> AFS (njem. Aktive Fahrverk Stabilisierung)

Utjecaj AFS-a na opružni sustav - izborom voznog programa comfort ili sport, vozač odlučuje o tvrdoći ovjesa, tj. o udobnosti. To ne znači da npr. u programu comfort tvrdoća ovjesa.

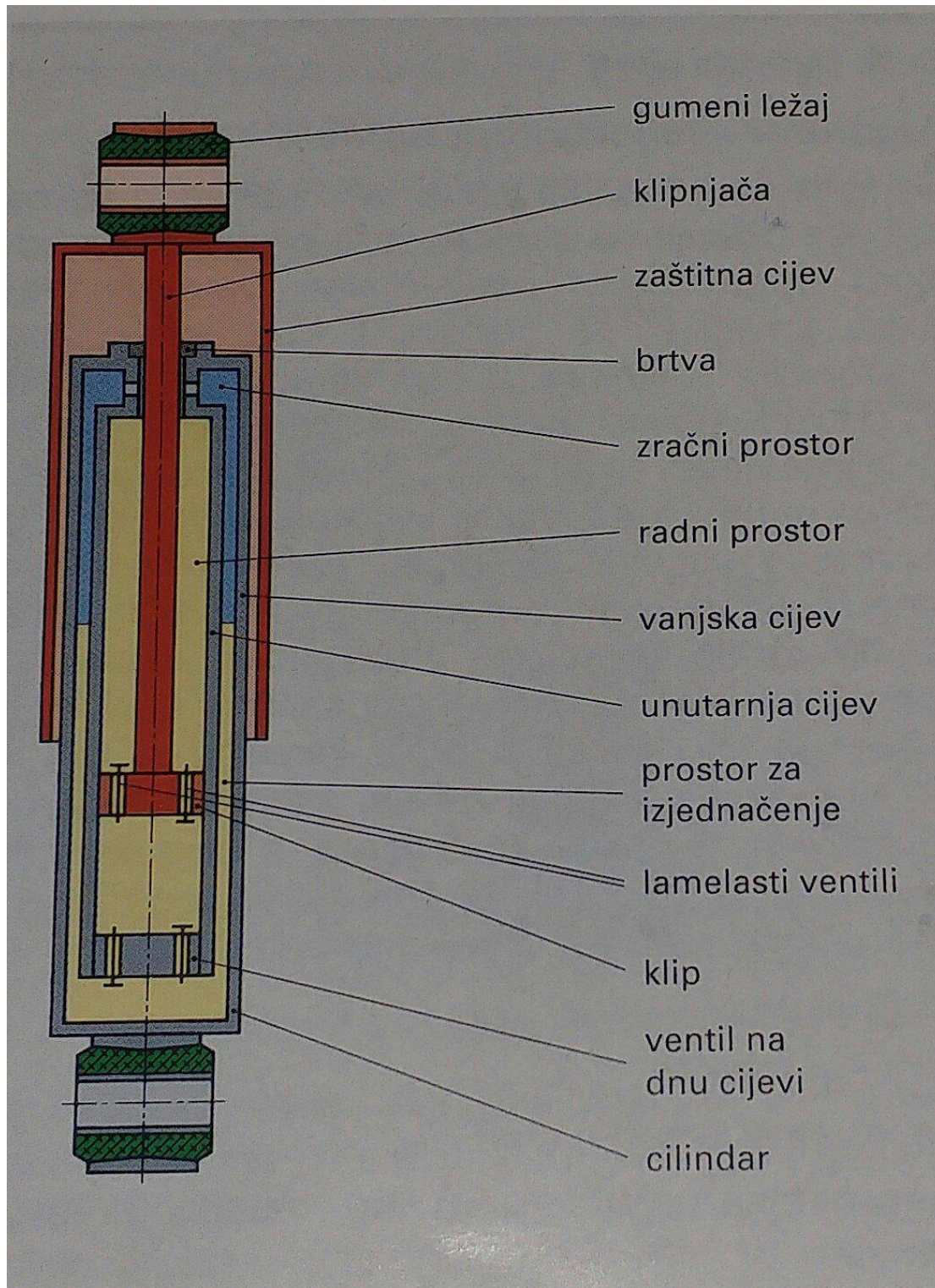
### 3.4. Amortizeri

Amortizeri su prigušni elementi u ovješenu, a uloga im je prigušiti oscilacije nadogradnje. Energiju prigušenja pretvaraju u toplinu. Oscilacije nastaju pri vožnji neravninama, a ovise o značajkama elastičnih elemenata i interaciji nadogradnje. Najčešće se izvode kao teleskopski i polužni. Polužni se rjeđe primjenjuju i to samo ondje gdje se ne mogu ugraditi teleskopski. Rade s visokim tlakovima. Na motornim vozilima najviše se primjenjuju teleskopski amortizeri koji mogu biti jednocilindrični i dvocilindrični.

Dvocijevni uljni amortizer se sastoji od jednog cilindra u kojem se nalazi klip sa klipnjačom. Kod dvocijevnog amortizera (slika br. 21) klipnjača sa zaštitnom kapom učvršćena je na karoseriju, a cilindar na vodilicu kotača. Cilindar čine unutarnja i vanjska cijev. U unutarnjoj cijevi nalazi se klip koji se giba u radnom prostoru potpunom ispunjenom uljem. Prostor između vanjske i unutarnje cijevi je prostor za izjednačavanje i samo djelomično ispunjen uljem. Zadatak mu je prihvatiti ulje koje istiskuje klipnjača ulaskom u radni prostor. Osim toga, zagrijavanjem se ulju povećava zapremina pa prostor za izjednačenje preuzima i taj višak. Razvlačenjem amortizera ulje iz prostora za izjednačenje usisava se u radni prostor. Ventili ugrađeni u klip u na dnu radnog prostora tako su odabrani da pri gibanju klipa prema gore stvaraju veće otpore, tj. jače prigušuju. Ovako različitim prigušenjem brže se smiruju oscilacije i kotači se drže na podlozi.

Dvocijevni amortizeri ugrađuju se samo s klipnjačom prema gore u protivnom bi se usisavao zrak iz prostora za izjednačenje i onda bi se ulje zapjenilo i smanjilo bi se prigušenje.

Slika 21, dvocijevni uljni amortizer



Izvor: Tehnika motornih vozila, str.241, prijevod Goran Popović, Zagreb 2006

Dvocijevni plinski amortizer svojom konstrukcijom je sličan dvocijevnom uljnom, s razlikom što je u prostoru za izjednačavanj interni plin pod tlakom od 3 do 8 bara. Stlačeni plin spriječava pjenjenje ulja i stvaranje parnih mjehurića, čime se poboljšava prigušenje oscilacija na gotovo cijelom frekvencijskom području.

Dosad nije bilo moguće prilagoditi značajke amortizera promjenjivom opterećenju (težini) vozila. Amortizeri na vozilima s mogućnošću prevoženja velikih tereta moraju imati jako prigušenje, čime znatno smanjuju udobnost kod praznog vozila. Dodavanjem jednog ili više žljebova, u stijenke cilindra postiže se željena promjena prigušenja dvocijevnih plinskih amortizera.

Malo opterećenje - radni se klip giba u području žljebova, pa ulje ne prolazi samo kroz prigušene provrte klipa nego i kroz žljebove. Prigušenje je manje, a time i veća udobnost.

Veliko opterećenje - klip se giba ispod žljebova i prigušenja je najveće.

Promjenom broja i dužine žljebova kao i njihove visine postavljanja, amortizeri se mogu prilagoditi teretu kao i cijelom sustavu ovjesa.

Spoj pojačanog amortizera i opruge (obično zavojne) nazivamo opružnom oprugom. Opružne noge mogu se koristiti kao okomite vodilice, ako imaju rukavac na koji dolazi ležaj kotača (klipnjača amortizera mora imati veći promjer zbog preuzimanja sila vođenja kotača). pojedine konstrukcije opružnih nogu imaju prigušne uloške. Kad se prigušnik pokvari, odbacuje se samo uložak: skidanjem matice držača patrona se izvadi iz kućišta i zamjeni.

Ovjes je kod osobnih vozila tako usklađen da se najbolje držanje na cesti postiže pri nekom srednjem opterećenju: maksimalno natovarenom vozilu smanjuje se stabilnost, jako se spušta stražnji dio, smanjuje se hod opruga i udaljenost od podloge. Psim toga, povećava se osjetljivost na bočni vjetar, mijenja se ponašanje vozila u zavojima, a pri noćnoj vožnji zasljepljuju se vozila iz suprotnog smjera. Udobnost vozila mijenja se zbog toga što većim opterećenjem čeličnih opruga dolazi do promjene frekvencije oscilacija. Konstantna vlastita frekvencija oscilacija od 1 Hz (odgovarapscolacijskom broju karoserije  $OBK = 60$ ) neovisna o veličini tereta, postiže se samo ugradnjom plinskih amortizera s regulacijomrazine. Visina karoserije ne mijenja se promjenom opterećenja, čak ni u vožnji s prikolicom.

Razlikujemo:

- Pneumatske
- Hidropneumatske sustave.

Pneumatska regulacija razine - sustav je sastavljen iz:

- Kompresora
- Upravljačkog sklopa
- Dva amortizera - plinske opruge s induktivnim senzorom.

Amortizeri su plinski jednocijevni s ugrađenim plinskim oprugama, i nose cijelokupno osovinsko opterećenje. Plinsku oprugu čini zvono i mijeh. Porastom opterećenja amortizer prodire dublje u zvono: u integriranom namotaju senzora inducira se napon na temelju kojeg upravljački sklop aktivira kompresor. Stlačeni zrak prodire u oprugu sve do postizanja optimalne visine nadgrađa.

Tlak zraka u opruzi ovisi o opterećenju i kreće se između 5 i 11 bara.

Hidropneumatska regulacija razine - sustav čine:

- Opružna noga i spremnik (kugla)
- Uljna pumpa (radijalna klipna) sa spremnikom ulja
- Upravljački sklop s regulatorom razine
- Potisna poluga.

Opružni spremnik radi kao dodatna hidropneumatska opruga. Pri spuštanju vozila pumpa tlači ulje u oprugu sve dok se ne uspostavi normalna visina. Nakon toga se iz pumpe ulje vodi do spremnika gotovo bez ikakva tlaka.

### 3.5. Vodicice kotača

Zadatak vodilice je da ostvari spoj kotača s karoserijom te da prenese velike statičke i dinamičke sile. Gibanje kotača je određeno samo konstrukcijom vodilica i potpuno je neovisno o konstrukciji ostalih elemenata. Iako vodilice prenose sile, momente i udarce s kotača na karoseriju, prvenstveni zadatak joj je dati optimalan zakon gibanja. Kako bi se osigurala sigurnost i udobnost vozila, a da se pri tome pneumatici što manje troše, geometrija kotača mora se što manje mijenjati.

Razlikujemo:

- Krute osovine
- Polukrute osovine
- Neovisni ovjes

#### 3.5.1 Krute osovine

Kruta osovina spaja lijevi i desni kotač, a sa karoserijom je spojena preko opruga. Specifičnost krutih osovina je ta da pri jednakim oscilacijama oba kotača nema promjene traga i nagiba kotača, čime se smanjuje trošenje pneumatika. Progibanjem samo jednog kotača cijela se osovina nagnje, pa se mjenja i nagib oba kotača.

Kruta osovina s integriranim pogonom (pogonski most) - kod pogonskog mosta u jednom kućištu smješteni su diferencijal i poluosovine. Ovakvo rješenje ima razmjerno male neovještene mase, pa zbog toga se smanjuje stabilnost i udobnost vozila. Kod teretnih vozila pogonski most se najjednostavnije pričvršćuje na pomoćne okvire ili karoseriju lisnatim oprugama, koje tada preuzimaju ulogu vodilica.

Kruta osovina s odvojenim pogonom (De Dion ovjes) - De Dion je napredna izvedba stražnjeg krutog ovjesa, koja povezuje vrline krutog mosta i neovisnog ovjesa. Stražnji kotači su povezani krutom vezom (mostom), ali su odvojeni od diferencijala, koji je učvršćen za karoseriju. Pogon se ostvaruje slično kao i kod suvremenih neovisnih ovjesa: posebnim vratilom i po sva homokinetička zgloba sa svake strane. Glavna mu je prednost što smanjuje neogibljene mase i rizik poskakvanja kotača na neravnoj podlozi. Usto se na normalnoj cesti ne mjenja kut bočnog nagiba kotača,



neovisno o opterećenju, što je dobro za bočno vođenje. Najviše ga je koristio Alfa Romeo ( na slici 23 je prikazan De Dion stražnji ovjes Alfe rz). Danas se koristi u Smart vozilima te na Renault Twingu.<sup>3</sup>

Slika 23, De Dion stražnji ovjes, Alfa rz



Izvor: [http://www.autoportal.hr/clanak/dobro\\_je\\_znati\\_to\\_je\\_de\\_dion](http://www.autoportal.hr/clanak/dobro_je_znati_to_je_de_dion) (preuzeto 27.6.17)

Kruta upravljačka osovina (upravljački most) je najčešće izvedena u obliku T-profila iz kovanog poboljšanog čelika. Za preuzimanje rukavca osovine iskovana je viličasta ili Faust osovina.

<sup>3</sup> [http://www.autoportal.hr/clanak/dobro\\_je\\_znati\\_to\\_je\\_de\\_dion](http://www.autoportal.hr/clanak/dobro_je_znati_to_je_de_dion)

### 3.5.2. Polukrute osovine

Kod polukrutih osovina kotači su čvrsto međusobno povezani poprečnim nosačima. Zahvaljujući elastičnosti poprečnog nosača. Kotači mogu oscilirati neovisno jedan od drugog. Polukrute osovine se najčešće ugrađuju kao stražnji ovjes na vozilima s prednjim pogonom. Neovještene mase su male. Pri jednakom progibanju kotača, polukrute osovine se ponašaju poput krutih. Progiba li samo jedan od kotača, polukruta osovina će se ponašati kao neovisni ovjes.

Složenu osovinu čini poprečni nosač iz čelika za opruge, na kojem je sa svake strane zavarena po jedna uzdužna vodilica (sl.24). Poprečni nosač pričvršćen je na karoseriju s gumeno metalnim ležajima. Osciliraju li oba kotača jednako, poprečni se nosač ravnomjerno zakreće u svom ležištu, a opterećenje primaju elastični oslonci. Za različit progib kotača poprečni se nosač uvija i djeluje poput stabilizatora. Pritom nema promjene traga i nagiba kotača.

Slika 24, složena polukruta osovina



Izvor:

<http://blogs.km77.com/arturoandres/prueba-de-consumo-215-mazda-cx-3-1-5-d-105-cv-complementari>  
a/ (preuzeto 27.6.17)

Spregnuta osovina - obje uzdužne vodilice zavarene su na osovinski nosač iz čeličnog U-profila koji tvori mekanu torzijsku oprugu. U odnosu na složenu osovinu kod koje su mjesta zavara na krajevima, ovdje su mjesta zavara na polovici uzdužne vodilice. Zbog toga se pri različitom progibljanju kotača osovinski nosač postavlja koso i djeluje s obzirom na ponašanje nagiba kotača poput dijagonalnih vodilica.

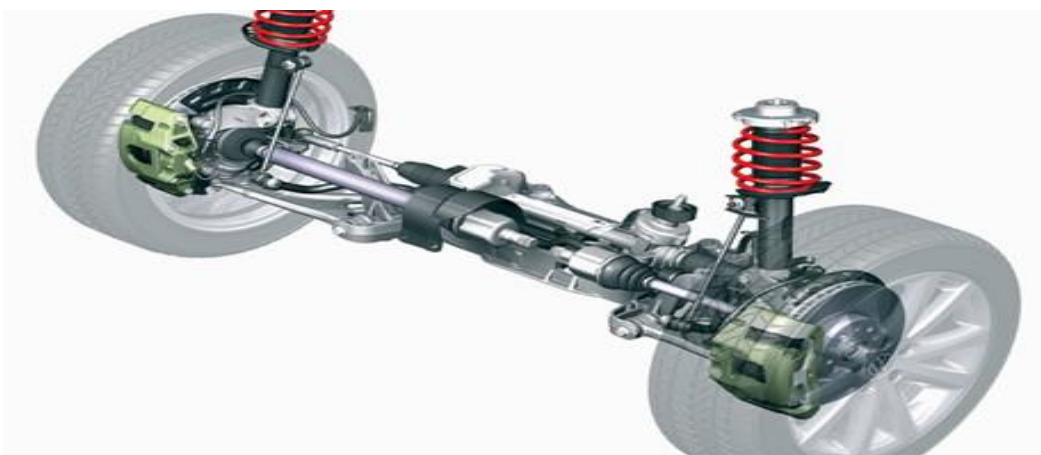
### 3.5.3. Neovisni ovjes

Kod neovisnog ovjesa znatno se smanjuju neovješene mase. Progibanje jednog kotača ne utječe na progibanje drugog - kotači su u potpunosti neovisni.

Prednji kotači se vješaju na dvostruko poprečne vodilice, uzdužne vodilice te na McPhersonov ovjes, dok se stražnji kotači na uzdužnim i dijagonalnim vodilicama. Složeni sustavi ovjesa prednjih i stražnjih kotača imaju kombinaciju više vodilica.

McPhersonov ovjes (sl.25) je nastao iz ovjesa s dvostrukim poprečnim vodilicama, gdje je gornju vilicu zamijenila tzv. Mcphersonova opružna noga, amortizer s oprugom. Ta noga ujedno služi i kao bočna vodilica kotača, što dodatno poboljšava svojstva ovjesa. Osnovne prednosti su jednostavna i jeftina konstrukcija te dobra kombinacija svih važnih svojstava. Zbog toga se suvremeni automobil ne može zamisliti bez ovog sklopa. Mana mu je relativno velik ugradbeni prostor.<sup>4</sup>

Slika 25, McPherson ovjes



Izvor: [http://www.autoportal.hr/clanak/sto\\_je\\_to\\_mcpherson](http://www.autoportal.hr/clanak/sto_je_to_mcpherson) (preuzeto 27.6.17)

<sup>4</sup> [http://www.autoportal.hr/clanak/sto\\_je\\_to\\_mcpherson](http://www.autoportal.hr/clanak/sto_je_to_mcpherson)

Ovjes s uzdužnim vodilicama je osobitno pogodan za vozila s prednjim pogonom jer se dno prtljažnog prostora može spustiti niže. S vodoravno postavljenom uzdužnom vodilicom pri progibanju kotača ne mijenja se širina traga, trag i nagib kotača. Radi smanjenja buke i vibracije, vodilice se ne pričvršćuju izravno na karoseriju, već na nosač osovine, koji je na karoseriju spojen preko četiri gumena ležaja. Kako bi se promjene traga u vožnji zavojem što više smanjile, uzdužna vodilica je opremljena vlačnim sidrom. Vodilica i sidro tvore pregibni četverokut.

Ovjes s dijagonalnim vodilicama čine dvije trokutaste vodilice kod kojih se zakretne osi oba ležaja nalaze pod određenim kutom u odnosu na poprečnu os vozila te u odnosu na horizontalu. Promjena traga i nagiba pri oscilacijama kotača ovisi o zakošenosti i nagibu dijagonalnih vodilica. S većim kutom pri odizanju kotača povećava se negativni nagib kotača, pa se povećava poprečna sila vođenja u vožnji zavojem. Potrebno je na svakoj poluosovini imati po dva zgloba s jednim uzdužnim izjednačenjem.

## 4. ZAKLJUČAK

Jedan od temeljnih sustava vozila je vozni sklop vozila. On se sastoji od karoserije, ovjesa, upravljačkog sustava vozila, kočionog sustava te kotača i pneumatika. Karoserija služi za smještaj putnika, tereta i vozača, može se podijeliti prema više parametara. Karoserija se boja radi zaštite te zbog estetskog izgleda. Kasnije se nanosi antikorozivna zaštita kako bi metalni dijelovi karoserije što duže trajali.

Hodni dio čini okvir vozila, osovine s kotačima i ovješnje. Okvir se ugrađuje na teretna vozila i motocikle, a vrlo rijetko na osobna vozila. Postoje različiti oblici okvira, ovisno o prijevoznom sredstvu.

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. Svaki ima svoje prednosti i mane, međutim neovisni su najsuvremeniji, te prema većini i najbolji. Mana im je što su skupi za ugradnju i održavanje. Svaki suvremeni automobil danas ima McPhersonov ovjes na prednjim kotačima.

# LITERATURA

## Knjige

1. Zavada, J. : Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2000.
2. Grupa autora: Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište, Zagreb 2006.
3. Heiβing, B., Ersoy, M. : Chassis Handbook, ATZ, Njemačka, 2011.

## Internet stranice

4. [http://www.autoportal.hr/clanak/dobro\\_je\\_znati\\_to\\_je\\_de\\_dion\\_](http://www.autoportal.hr/clanak/dobro_je_znati_to_je_de_dion_)
5. [http://www.autoportal.hr/clanak/sto\\_je\\_to\\_mcpherson\\_](http://www.autoportal.hr/clanak/sto_je_to_mcpherson_)