

# Hodni dio vozila

---

**Brtn, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*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:143:766480>

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

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

*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Marko Brtan**  
**HODNI DIO VOZILA**  
**ZAVRŠNI RAD**

**Šibenik, lipanj 2018.**

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

**HODNI DIO VOZILA**  
**ZAVRŠNI RAD**

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

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

**STUDENT:** Marko Brtan

**MATIČNI BROJ STUDENTA:** 1219051299

**Šibenik, lipanj 2018.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	1
<b>2. OKVIR VOZILA</b>	2
<b>3. OVJEŠENJE VOZILA</b>	4
<b>3.1. Opruge ovjesa kotača</b>	5
3.1.1. Zadaća opruga	5
3.1.2. Djelovanje opruga (oscilacije)	6
<b>3.2. Vrste opruga</b>	8
3.2.1. Čelične opruge	8
3.2.2. Gumene opruge	12
3.2.3. Plinske opruge	13
<b>4. AMORTIZERI</b>	16
<b>5. SUSTAV UPRAVLJANJA VOZILOM</b>	20
<b>5.1. Upravljanje zakretnom osovinom</b>	20
<b>5.2. Upravljanje zakretanjem rukavaca kotača</b>	20
<b>5.3. Upravljački polužni mehanizam</b>	21
<b>5.4. Upravljački prijenosnik</b>	22
<b>5.5. Upravljački prijenosnik sa zupčastom letvom i hidrauličkim servouređajem</b>	23
<b>5.2. Mjerenje osovina</b>	24
5.2.1. Optičko mjerenje	24
5.2.2. Kompjutersko mjerenje	26
<b>6. ZAKLJUČAK</b>	29
<b>LITERATURA</b>	30

Veleučilište u Šibeniku

Završni rad

Odjel Promet

Preddiplomski stručni studiji Promet

## **HODNI DIO VOZILA**

MARKO BRTAN

Fra Antuna Pisturića 9, 21217 Kaštel Novi, [marko12031997@gmail.com](mailto:marko12031997@gmail.com)

Hodni dio čini okvir vozila, osovine s kotačima i ovješenje. Na putničkim automobilima ulogu okvira preuzima karoserija koja je zbog toga dodatno ojačana. Na nekim traktorima ulogu okvira preuzima cjelina: kućište motora, spojke, mjenjača i pogonskog mosta. Na hodni dio su vezani ili oslonjeni svi sklopovi, uređaji i agregati što osigurava funkcioniranje vozila kao cjeline. Hodni dio preuzima sve sile koje na vozilo mogu djelovati. Zbog toga izvedba mora osigurati potrebnu sigurnost, čvrstoću i krutost uz što manju težinu. Stoga ćemo u ovome radu detaljno objasniti hodni dio vozila, amortizere, ovješenje vozila i sustav upravljanja vozilom.

(stranice 30 / slike 17 / literaturnih navoda 6 / jezik izvornika : hrvatski)

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

**Ključne riječi :** okvir vozila, ovješenje vozila, amortizeri, sustav upravljanja vozilom

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

**Rad je prihvaćen za obranu :** Da

The Polytechnic in Šibenik

Final paper

Department of Traffic

Professional Undergraduate Studies of Traffic

## **THE HINGED PART OF THE VEHICLE**

MARKO BRTAN

Fra Antuna Pisturića 9, 21217 Kaštel Novi, [marko12031997@gmail.com](mailto:marko12031997@gmail.com)

The hinged part of the vehicle consists of the frame, axle with wheels and the suspension. On passenger vehicles the body of the car takes on the role of the frame. Out of this reason the body is additionally reinforced. In some trucks, the role of the frame is taken on by a complex part which consists of the engine housing, the clutch, the gear shift and the propulsion bridge. All circuits, devices and aggregates are connected to the hinged part of the vehicle, which enables the vehicle to act as a whole. The hinged part of the vehicle is being stressed by all the possible forces that can interact with the vehicle itself. Therefore, in this case study the following terms will be explained in detail: the hinged part of the vehicle, shock absorbers, the suspension and the vehicle management system.

( pages 30 / figures 17 / references 6 / original in croatian language )

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

**Keywords :** hinged part of the vehicle, shock absorbers, the suspension and the vehicle management system

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

**Paper accepted:** Yes

## 1. UVOD

Tema ovog rada je 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.

U ovom radu će se obraditi pojmovi ovješnje vozila i sustav upravljanja vozilom.. 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. Ovjes je uz kočnice najvažnija komponenta automobila. Ovjes je dio kojim se vozilo spaja s kotačima te osigurava vožnju u željenom smjeru.

O amortizerima možemo reći da su su prigušni elementi u ovješnju, a uloga im je prigušiti oscilacije nadogradnje. Energiju prigušenja pretvaraju u toplinu.

Isto tako važno je spomenuti i upravljački sustav a zadaci su mu zakretanje prednjih kotača, omogućiti pravilnu kinematiku zakretanja upravljanih kotača i pojačanje i prijenos okretnog momenta s upravljača na prednje kotače.

## 2. OKVIR 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 cjelina: kućište motora, spojke, mjenjača i pogonskog mosta.

Na hodni dio su vezani ili oslonjeni svi sklopovi, uređaji i agregati što osigurava funkcioniranje vozila kao cjeline. Hodni dio preuzima sve sile koje na vozilo mogu djelovati. Zbog toga izvedba mora osigurati potrebnu sigurnost, čvrstoću i krutost uz što manju težinu.

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

Noseći elementi vozila mogu biti izvedeni kao:

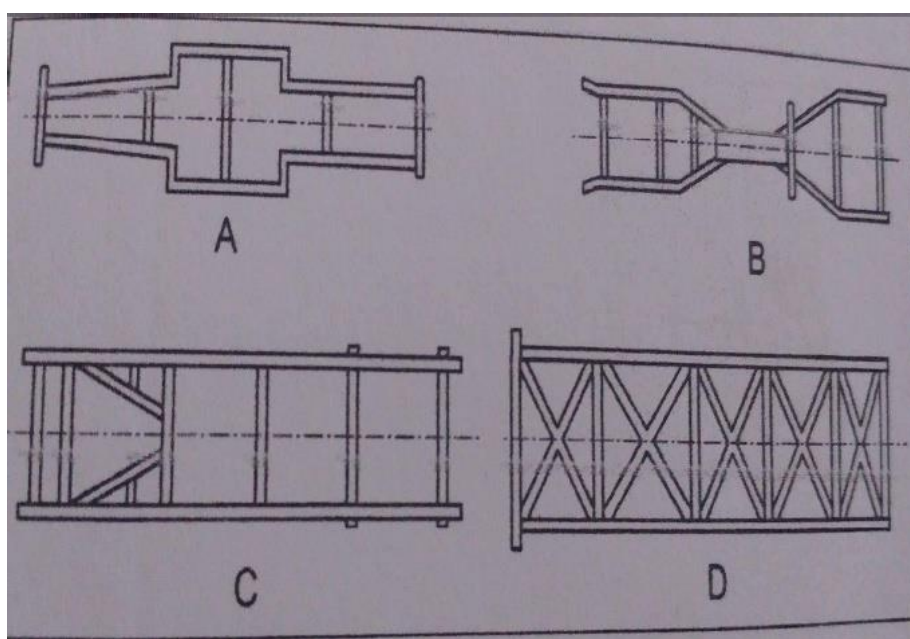
- Okvir na koji se pričvršćuje karoserija pomoću elastičnih elemenata. Tada okvir preuzima osnovna vanjska opterećenja.
- Okvir i karoserija su kruto vezani. Vanjska opterećenja preuzimaju oboje.
- Samo noseća karoserija koja preuzima sva vanjska opterećenja te je zbog toga dodatno ojačana. Ojačanja karoserije čine prostornu rešetku koja ima veliku krutost. Vozila sa samo nosećom karoserijom su lakša od vozila s okvirom uz približno istu krutost. Zbog toga se putnički automobili izvode sa samo nosećom 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.(sl1A)
- Okvir u obliku slova X ima u sredini nosač cjevastog oblika, a krajevi su s nosačima u obliku vilice.(sl 1B)
- Okvir u obliku ljestava ima dva paralelna nosača povezana poprečnim nosačima.(sl 1C)

Slika 1. Izvedbe okvira vozila



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

- Okvir složenog oblika koji pored uzdužnih i poprečnih nosača ima i dijagonalne nosače koji povećavaju krutost okvira.(sl 1D) 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.

### 3. OVJEŠENJE VOZILA

Ovjes je uz kočnice najvažnija komponenta automobila. On je dio kojim se vozilo spaja s kotačima te osigurava vožnju u željenom smjeru. Ovjes preuzima uzdužne i poprečne sile koje djeluju na kotače, pretvarajući kompletnu potencijalnu energiju (težina i opterećenje) i dio kinetičke energije vozila u energiju vlastite elastične deformacije. Ovjes prigušuje preuzeta dinamička opterećenja, smanjuje vibracije karoserije te osigurava točno vođenje kotača, uz minimalne izmjene energije. Da bi automobil imao dobra vozna svojstva, svi kotači moraju biti postavljeni u točno određeni položaj odnosno moraju imati točnu geometriju (trag, nagib i zatur).

Na taj se način osigurava precizno i sigurno vođenje automobila. Za svaki je automobil propisana točna geometrija kotača, no ona se tijekom vremena mijenja. Geometrija bitno utječe na stabilnost, kočenje i vozna svojstva automobila. Ipak, o geometriji ovjesa najčešće se povede računa kada automobil počne vući u stranu ili kada se gume počnu nepravilno trošiti. Na zdravlje ovjesa i njegovu geometriju loše utječe penjanje preko rubnika te vožnja po rupama i grbama što je na žalost nužnost. Zbog toga treba redovito (najmanje jednom godišnje) podesiti geometriju ovjesa. Ako automobil ne drži pravac ili ako se gume ne troše ravnomjerno treba reagirati odmah.

Najvažnije je shvatiti značaj i važnost redovite kontrole te potrebnog podešavanja.. Da bi se na automobilu mogla podesiti geometrija kotača svi kotači i gume trebaju biti istih dimenzija, tlak u gumama i dubina brazdi ravnomjerna, a amortizeri ispravni. Spone ovjesa i upravljačkog mehanizma te ležajevi kotača trebaju biti bez zračnosti. Podešavanje geometrije kotača kod vozila koje ne ispunjava navedene uvjete je beskorisno. Tek nakon što se ustanovi ispravnost vozila (ili se obave odgovarajući popravci) može se krenuti s podešavanjem.

Prvi korak je postavljanje vozila na specijalna okretna postolja. Da bi se automobil osigurao protiv pomicanja, priteže se ručna kočnica, te se istovremeno aktivira nožna kočnica uz pomoć specijalnog držača. Tada se na kotače postavljaju stezni uređaji “quick” koji kompenziraju iskrivljenost naplataka. Na stezne se uređaje postavljaju senzorske glave. Svaka senzorska glava postavlja se u vodoravan položaj, te se na tipkovnici upisuje broj kotača. Tako se sve senzorske glave kružno povezuju, dok se prednja lijeva senzorska glava povezuje s centralnom

senzorskom glavom smještenom na samom uređaju. Na ovaj se način dobiva potpun uvid u geometriju kotača.

Kompjutorski uređaj za podešavanje geometrije kotača ima banku podataka u kojoj se nalaze podaci za sve marke i tipove automobila. Cijeli je postupak programiran, a operater pomicanjem digitalnog pera po ekranu slijedi uputstva, te klasičnim alatom ispravlja odstupanja. Neujednačeno trošenje guma je najbolji indikator ispravnosti ovjesa, stoga nikad ne kupujte rabljeni automobil s novim gumama tako nećete moći utvrditi u kakvom je stanju ovjes.

### **3.1.Opruge ovjesa kotača**

#### ***3.1.1.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. Što je vožnja brža, to se ta gibanja odvijaju u kraćem vremenu, pa nastaju ubrzanja znatno veća od  $g^1$ . 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.

---

<sup>1</sup> g – GRAVITACIJSKA KONSTANTA, 9,806 m/s<sup>2</sup>

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.

Bočna elastičnost vozila- pored okomitih udarnih sila, na vozilo djeluju i znatno manje bočne sile. Zbog toga se na vozilu moraju predvidjeti elementi koje će preuzeti i te sile. To su već spomenuti pneumatici, te gumeni ležaji ( Silent blokovi) koji se ugrađuju radi pričvršćenja i vođenja dijelova ovjesa ( vodilica).

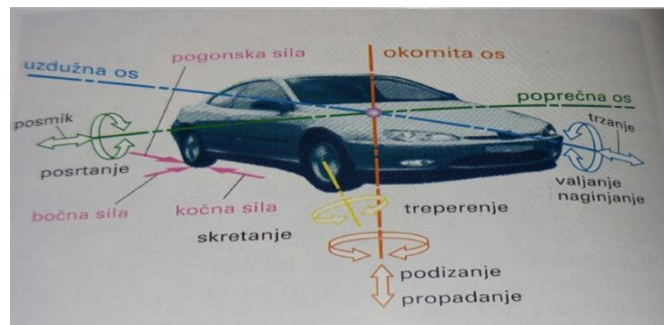
### **3.1.2 Djelovanje opruga (oscilacije)**

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 vibracijama 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.3).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.

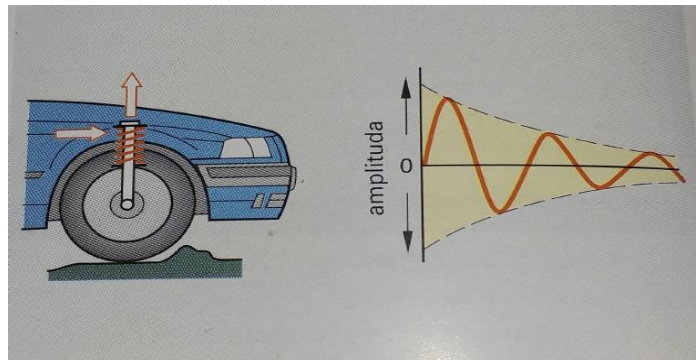
Slika 2. Stupnjevi slobode vozila



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

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.2)

Slika 3. Slobodne, vibracije s prigušenjem



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

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

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 neizmjerljivo 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 ne ovješene mase (kotači, kočnice, dijelovi ovjesa). ovješene i ne ovješene mase povezane su oprugama i amortizerima. Za udobnost vožnje poželjno je da omjer između ovješanih i ne ovješanih masa bude što veći: ne ovješene 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.

### **3.2. Vrste opruga**

Opruge mogu biti čelične, gumene i plinske.

#### ***3.2.1. 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 ovješene vozila.

Slika 4. Lisnate opruge



---

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

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:

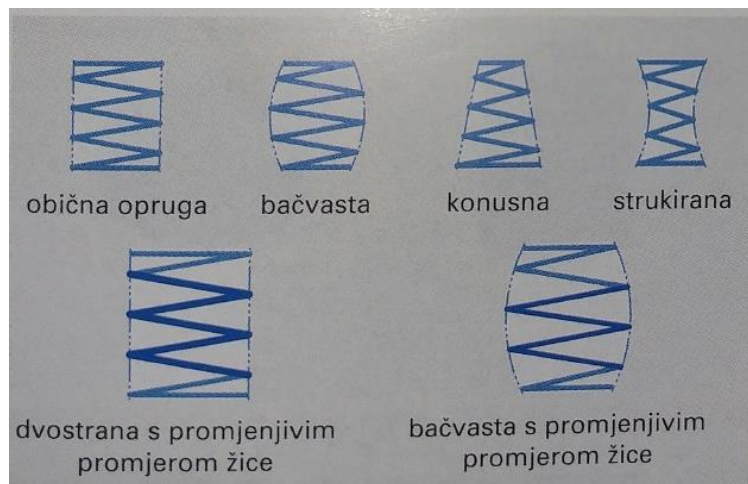
- Manjem promjeru žice
- Većem unutarnjem promjeru opruge
- Većem broju namotaja

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 5. Vrste zavojnih opruga



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

Prednost bačvaste mini blok 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. Mini blok 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, Mc Phersonova 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.6) 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.

Slika 6. Kapa amortizera, gumena opruga



<https://www.silux.hr/proizvodi/ovjes-i-pogon/ovjes-i-ublazavanje/lezajevi-amortizera>

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 naginjanje vozila u zavoju. Kod jednakomjernog opruženja oba kotača, stabilizator ne djeluje.

### 3.2.2. Gumene opruge

Gumene opruge (sl.6) 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.

Slika 7. Hidraulični ležaj



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

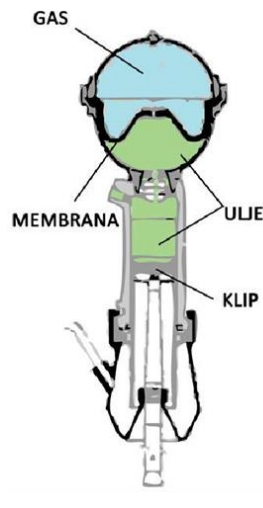
Danas se umjesto jednostavnih gumenih elemenata koriste hidro ležajevi koji još bolje prigušuju vibracije različitih vibracija. Hidro ležaj se sastoji od nosive gumene opruge i hidrauličkog dijela. Nosiva gumena opruga mehanička je veza motora i karoserije. Komore su ispunjene hidrauličkom tekućinom. Blenda prigušuje protok tekućine iz jedne u drugu komoru pojačavajući prigušno djelovanje opruge.

### 3.2.3.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 hidro pneumatske .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 opušivanja 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

Slika 8. Hidropneumatska opruga



<https://html1-f.scribdassets.com/2c0px6g5mo6bycv3/images/33-4fde81cf41.png>

Kako bi se smanjili gubici stlačenog zraka, brtvljenje je izvedeno gumenim mjhom: 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.8). 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.

Visina karoserije se može regulirati ventilom (razvodnik). To je osobito korisno kad 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 uzavojima 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 osovinu
- Korektor nagiba i magnetski ventil
- AFS kugla s integriranim regulatorom tvrdoće opruge
- Elektronički upravljački sustav.

Sustav je u mogućnosti spriječiti naginjanje vozila u vožnji zavojima i može kontinuirano mijenjati tvrdoću ovjesa od tvrdog do mekog. Da bi se moglo upravljati naginjanje 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 naginjanje u zavojima (meki ovjes) ili sportska vožnja

---

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

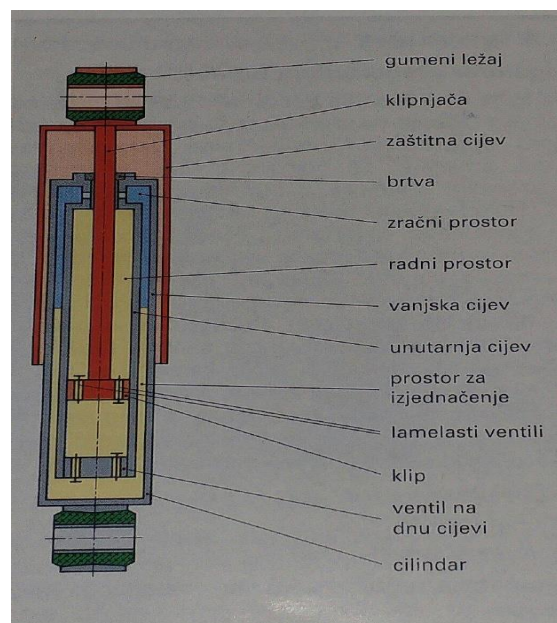
uz malu udobnost(tvrđi ovjes). Kod AFS sustava ugrađen je relativno kruti stabilizator, učvršćen je preko radnog cilindra na desnu stražnju uzdužnu vodilicu. Prednji stabilizator učvršćen je preko radnog cilindra na vodilicu lijevog kotača. Oba dijagonalno postavljena radna cilindra hidraulički su međusobno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

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.

## 4. AMORTIZERI

Amortizeri<sup>3</sup> 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 izvede 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 jedno cilindrični dvo cilindrični.

Slika 9. Dvocijevni uljni amortizer



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

Dvocijevni uljni amortizer se sastoji od jednog cilindra u kojem se nalazi klip sa klipnjačom. Kod dvocijevnog amortizera (slika br. 9) klipnjača sa zaštitnom kapom učvršćena je na karoseriju, a cilindar na vodilicu kotača.

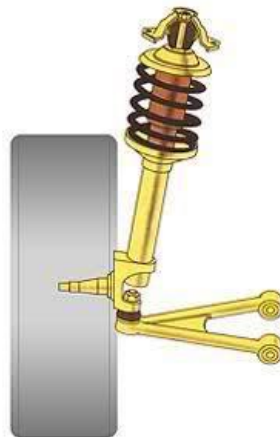
---

<sup>3</sup> Prigušnik vibracija

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 te 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.

Dvocijevni plinski amortizer svojom konstrukcijom je sličan dvocijevnom uljnom, s razlikom što je u prostoru za izjednačavanje interni plin pod tlakom od 3 do 8 bara. Stlačeni plin sprječava 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.

Slika 10. Opružna noga



Izvor: <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=fTd6SP5N&id>

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 veću dobnost.

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. Osim 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 (odgovara opscilacijskom broju karoserije OBK = 60) neovisna o veličini tereta, postiže se samo ugradnjom plinskih amortizera s regulacijom razine. 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 sensorom.

Amortizeri su plinski jednocijevni s ugrađenim plinskim oprugama, i 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.

## 5. SUSTAV UPRAVLJANJA VOZILOM

Osnovni dijelovi upravljačkog sustava vozila su:

- Upravljač
- Stup upravljača
- Upravljački prijenosnik
- Potisna spona
- Kutne poluge
- Upravljačka poluga
- Poprečna spona

Zadaci upravljačkog sustava su:

- Zakretanje prednjih kotača
- Omogućiti pravilnu kinematiku zakretanja upravljanih kotača
- Pojačanje i prijenos okretnog momenta s upravljača na prednje kotače

### 5.1. Upravljanje zakretnom osovinom

Kotači upravljačke osovine pri zakretanju rotiraju oko zajedničke osi. Kako se smanjuje stajna površina vozila, povećava se sklonost preokretanja vozila. Ovaj sustav koristi se kod dvoosovinskih prikolica. Dobra je strana velika manevarska sposobnost.

### 5.2. Upravljanje zakretanjem rukavaca kotača

Svaki se kotač zakreće oko svoje vlastite osi. Ovo je izvedeno vezom obje točke vođenja ovjesa kotača ili uzdužnom osi rukavaca kotača. Koristi se kod svih vozila s dva traga. Zakretanjem kotača stajna se površina vozila gotovo i ne mijenja.

- Kotrljanje kotača u zavoju

Kad bi se oba upravljana kotača zakrenula za jednaki kut, nijedan od njih nebi se kotrljao po željenoj putanji. Da bi se kotači kotrljali bez klizanja, unutarnji kotač mora se zaokrenuti za

veći kut od vanjskog. Prema Ackermannovu načelu pri skretanju vozila s pravca upravljanim se kotačima mora dati takav smjer da se osi svih kotača sijeku u jednoj zajedničkoj točki.

➤ Upravljački trapez

Upravljački trapez tvore pri pravo usmjerenim prednjim kotačima obje kutne poluge, poprečna spona i spojnica točki okretišta. On omogućuje različite kutove zakreta prednjih kotača, pri čemu se unutarnji kotač zakreće za veći kut u odnosu na kut zakretanja vanjskog kotača.

### 5.3. Upravljački polužni mehanizam

Zadaci:

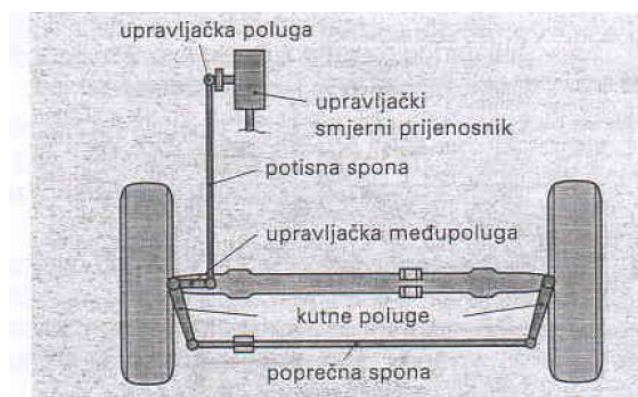
- Prijenos momenta zakreta s upravljača na prednje kotače,
- Dati kotačima pravilnu usmjerenost i kinematiku zakretanja.

Osnovni dijelovi:

- Poprečna spona (jedna ili više njih)
- Zglobovi poluga, kutne poluge,
- Eventualno međupoluga i potisna spona.

Kruta osovinu- kod teretnih vozila najčešće se koristi prijenosnik s kružecim kuglicama.

Slika 11. Kruta osovinu s jednodijelnom poprečnom sponom

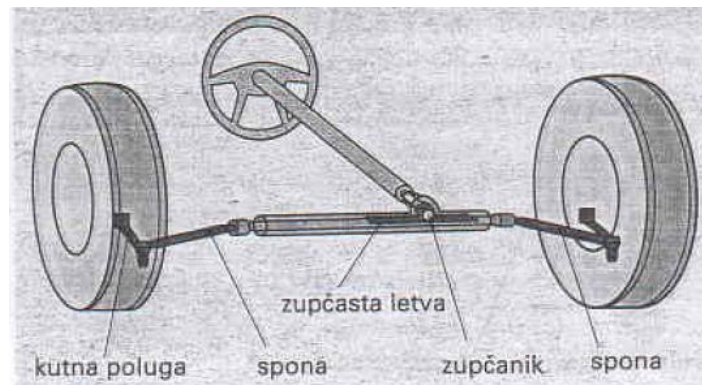


Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb 200, str.254

Od upravljačkog štapa prijenosnika gibanje se prenosi putem potisne spone na međupolugu i kutnu polugu. Kutna poluga zglobom je vezana za jednodijelnu sponu i kutnu polugu drugog kotača.

Pojedinačni ovjes- Upravljeni kotači mogu se neovisno opružati. Pritom se mijenja razmak između kutnih poluga, što bi promjenom jednodjelnih spona rezultiralo promjenom traga kotača.

Slika 12. Zupčasta letva s dvodijelnom sponom



Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb str.254

#### 5.4. Upravljački prijenosnik

Upravljački prijenosnik je reduktor koji:

- Pretvara kružno gibanje upravljača u zakret poluge prijenosnika, odnosno translaciju zupčaste letve,
- Prenosi i pojačava okretni moment s upravljača na kotače.

Prijenos mora biti tako odabran da maksimalna sila na upravljaču ne prijeđe zakonom propisnih 250N

Konstrukcija – mali zagonski zupčanik uležišten je u kućištu prijenosnika i na stupu upravljača uzubljen kosim ozubljenim sa zupčastom letvom.

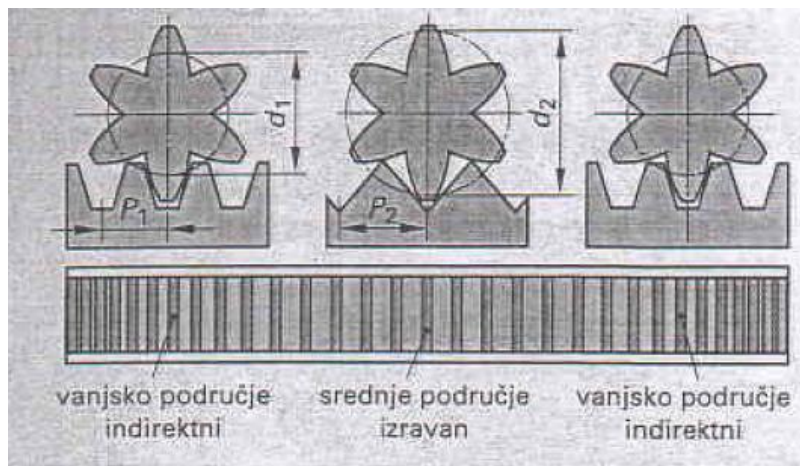
Princip rada – okretanjem upravljača, a time i malog zupčanika, aksijalno se pomiče zupčasta letva i zakreće kotače preko spona i kutnih poluga kotača.

Osobitosti prijenosnika sa zupčastom letvom su:

- Izravan prijenos,
- lako vraćanje,

- jednostavna konstrukcija i male dimenzije,
- mali broj zglobova,
- visok stupanj korisnosti,
- male zračnosti između zupčaste letve i zupčanika

Slika 13. Osnovni dijelovi upravljačkog sustava



Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb 2000, str.255

### 5.5. Upravljački prijenosnik sa zupčastom letvom i hidrauličkim servouređajem<sup>4</sup>

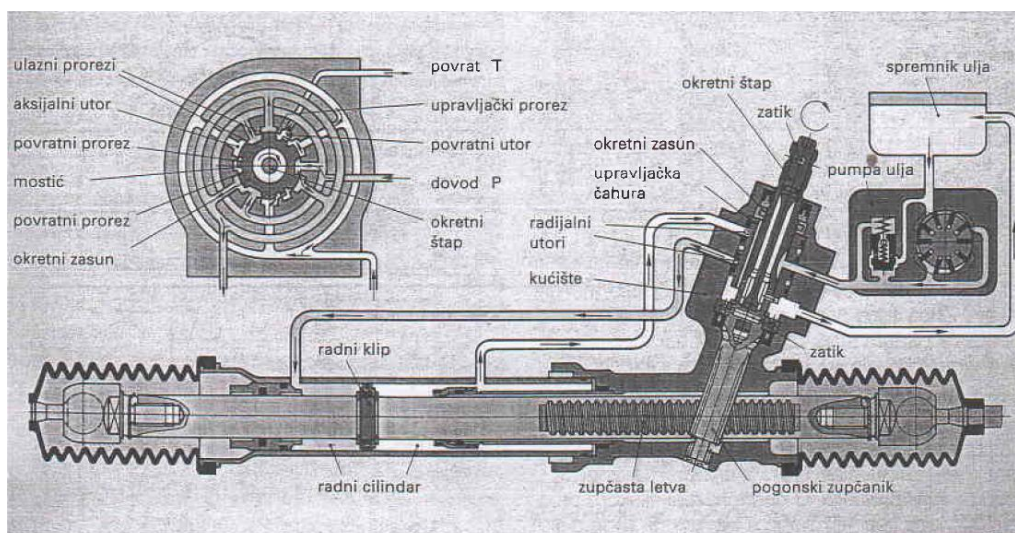
Osnovni dijelovi:

- Mehanički prijenosnik sa zupčastom letvom,
- Integrirani hidraulički radni cilindar
- Upravljački ventil i lamelasta pumpa.

<sup>4</sup> Regulacijski krug s pojačalom snage.

Zupčasta letva koju pogoni zupčanik pokreće sponu. Kućište u kojem je smještena zupčasta letva ujedno je i radni cilindar, podijeljen klipom u dva radna prostora.

Slika 14. Upravljački prijenosnik sa zupčastom letvom i hidrauličkim servo uređajem



Izvor: Zvada, Prijevozna sredstva, Zagreb 2000, str.255

Okretni štap zaticima je na jednom kraju spojen s upravljačkom čahurom i zupčanikom, a na drugom sa stupom upravljača.

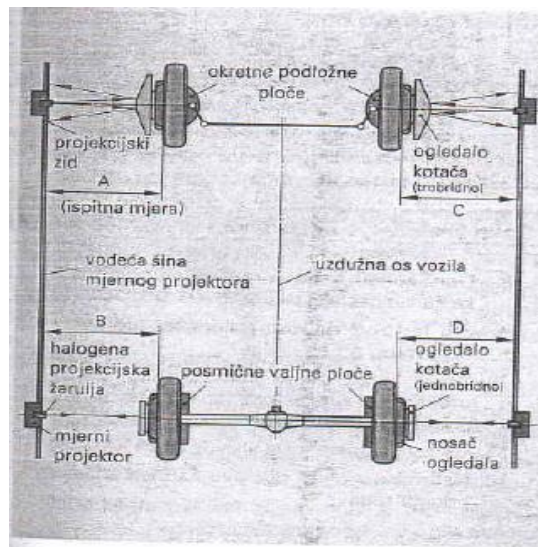
## 5.2. Mjerenje osovina

### 5.2.1. Optičko mjerenje

Osnovni dijelovi mjernog sustava prikazani su na sl.15. Prije no što se vozilo postavi na mjerno mjesto, potrebno je provjeriti nazivne veličine naplataka i pneumatika, stanje upravljačkog polužja, zračnosti ležajeva kotača, stanje naplataka, tlak u pneumaticima i ekscentričnost naplatka.

- Nakon provjere vozilo se namjesti okomito na uzdužnu os mjernog uređaja.
- Na prednje se kotače postavi trobridno, a na stražnje jednodijelno ogledalo.
- Namjestite se ogledala.
- Uključi se mjerni projektor, a ogledala se namjestite prema osi kotača.
- Pod prednje kotače postavite se podložne ploče, prednja osovina se rastereti i opruži.
- Pod stražnje kotače postavite se valjne ploče stražnja osovina se opruži.

Slika 15. Osnovni dijelovi upravljačkog sustava



Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb 2000, str.257

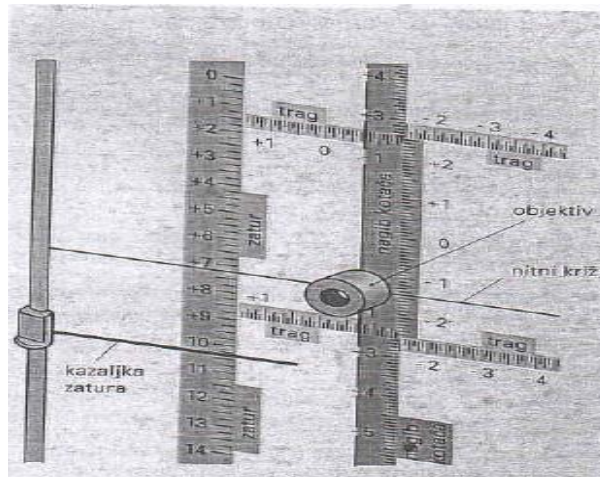
Mjerenje opasnosti pomoću četiri projektor:

Mjerenje nagiba kotača- vrijednosti nagiba očitavaju se na okomitoj skali nagiba kotača (Sl.16.). Za mjerenje nagiba prednjih kotača namjesti im se trag na nulu.

## Mjerenje zatura

Prednji lijevi kotač – zakrene se za  $20^\circ$  ulijevo i pokazivač zatura lijevog zaslona postavi na  $0^\circ$ . Nakon toga se lijevi kotač zakrene udesno na  $20^\circ$ . Veličina zatura lijevog kotača očita se na skali zatura lijevog zaslona pomoću nitnog križa.

Slika 16. Osnovni dijelovi upravljačkog sustava



Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb 2000, str.257

Prednji desni kotač – zakrene se na  $20^\circ$  ulijevo i pokazivač zatura desnog zaslona postavi na  $0^\circ$ . Potom se kotač zakrene na  $20^\circ$  udesno, te očita zatur na skali zatura za desni kotač.

### 5.2.2. Kompjutersko mjerenje

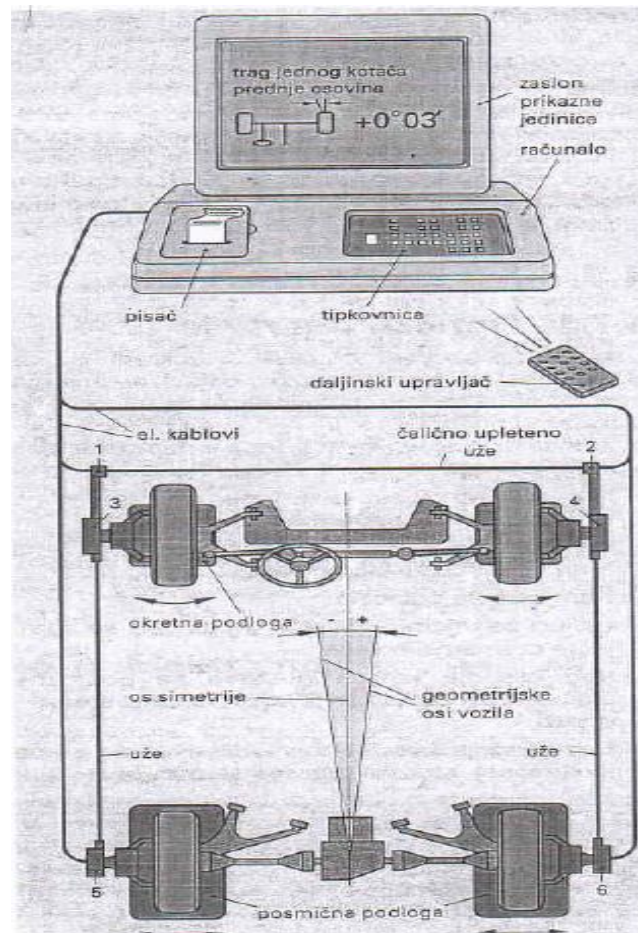
Ovo je elektroničko mjerenje kod kojeg se pomoću mjernih osjetnika uzimaju veličine bitne za regulaciju kotača, pretvaraju u električne veličine i obrađuju u računalu. U njemu se vrijednosti pretvaraju u digitalni oblik i prikazuju na zaslonu monitora i/ili ispisuju kao trajni zapis.



## Geometrijska os vozila

Kod kompjuterskog mjerenja prednjih kotača automatski se odabire geometrijska os vozila kao referentna linija.

Slika 17. Kompjutersko mjerenje



Izvor: Zavada, Prijevozna sredstva, Zagreb 2000, str.258

Geometrijska os vozila određena je položajem stražnjih kotača. U slučaju odstupanja od osi simetrije, vozilo se giba postranično. To se mora premjeriti.

Tijekom procesa mjerenja na zaslonu monitora prikazuju se stvarne vrijednosti. U slučaju odstupanja stvarnih vrijednosti, u odnosu na zadane, na vozilu se mora ispraviti geometrija kotača.

Tijek mjerenja:

- Vozilo postaviti na vodoravnu plohu,
- prednje kotače postaviti na okretne ploče, a stražnje na pomsmične,
- snimače kuta postaviti na kotače pomoću pričvrstnog mehanizma,
- međusobno povezati snimače kuta elastičnim užetima,
- spojiti priključak snimača na računalo,
- pozvati željenu veličinu na zaslon monitora putem tipkovnice ili daljinskog upravljača.

## 6. ZAKLJUČAK

Jedan od temeljnih sustava na vozilima su upravljački sustavi. Vozilo se sastoji od karoserije, ovjesa, upravljačkog sustava vozila, kočionog sustava te kotača i pneumatika. Hodni dio čini okvir vozila, osovine s kotačima i ovješnje. Okvir se ugrađuje kod 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. Ovjes se sastoji od vodilica kotača, opruga, amortizera, ograničavača hoda i stabilizacijskih elemenata, kod nekih vozila.

Opruge se dijele na čelične, a amortizeri na uljne i plinske s regulacijom visine. Vodilice kotača se dijele na krute osovine, polu krute osovine te na neovisni ovjes. Svaka vodilica 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.

Zaključno u ovom završnom radu, mogao bih reći da je hodni dio vozila jedan od ključni faktora u automobilu. Omogućava stabilnost na cesti te smanjuje vibraciju, te nesmetano kretanje preko kolnički rupa i održava automobil sigurnim u zavoju. U sadašnjem razvoju automobila, nastoji se napraviti što bolji hodni dio vozila kako bi vibracije, stabilnost i sigurnost putnika i automobila bila maksimalna radi unapređenja sustava razvoja.

## 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. Heißing, B., Ersoy, M. : Chassis Handbook, ATZ, Njemačka, 2011.

Internet stranice

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