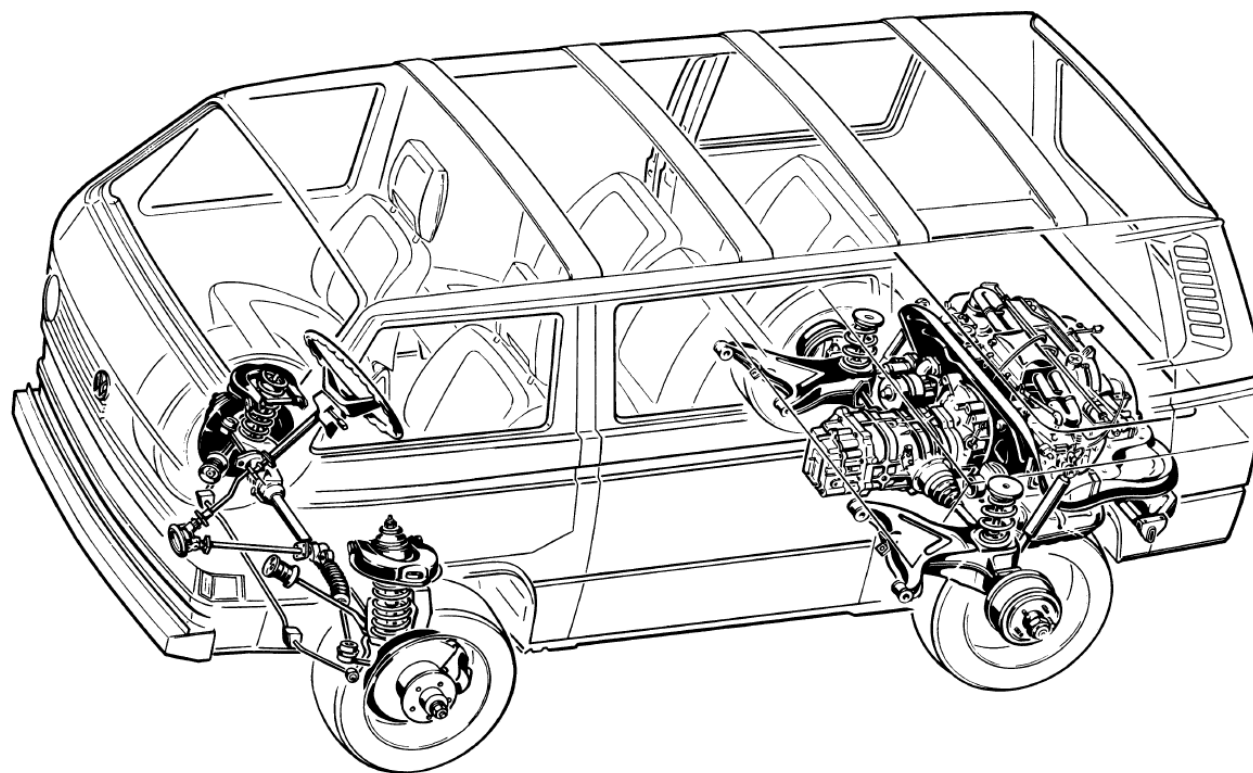


Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet
Katedra za motorna vozila
Sistemi vozila

Sistem oslanjanja, sistem upravljanja i noseći sistem



Prof. dr Ivan Blagojević

Sadržaj

- Zadaci sistema oslanjanja i njegovi elementi
- Tipovi sistema oslanjanja
- Elementi sistema oslanjanja: vođice, opruge, prigušivači.
- Zadaci sistema upravljanja
- Upravljački mehanizam sistema upravljanja
- Prenosni mehanizam sistema upravljanja
- Noseći sistemi: uloga i podela

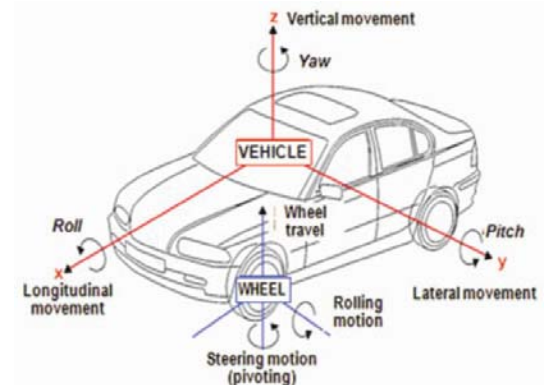
Zadaci i elementi sistema oslanjanja

Sistem za oslanjanje predstavlja vezu između točkova i nosećeg sistema vozila koji ima zadatak da sve reaktivne sile izazvane ubrzanjem, kočenjem, skretanjem i neravninama na putu prenese sa točka na noseći sistem (šasiju ili karoseriju). Pri tome treba da omogući:

- Odgovarajuću dinamiku kretanja koja podrazumeva udobnu vožnju uz dobru upravljivost, kako na dobrim tako i na neravnim putevima pri različitim brzinama kretanja;
- Kretanje točka u prostoru koje je integrisano sa sistemom upravljanja, a koje omogućava stalni kontakt pneumatika i tla;
- Odgovarajuće prigušenje oscilacija točka, odnosno odgovarajuću frekvenciju oscilovanja samog vozila u odnosu na poremećaje puta, a koja pruža potrebnu udobnost i stabilnost;
- Minimalnu masu neoslonjenih elemenata vozila, uz odgovarajući prostor za njihovo smeštanje.

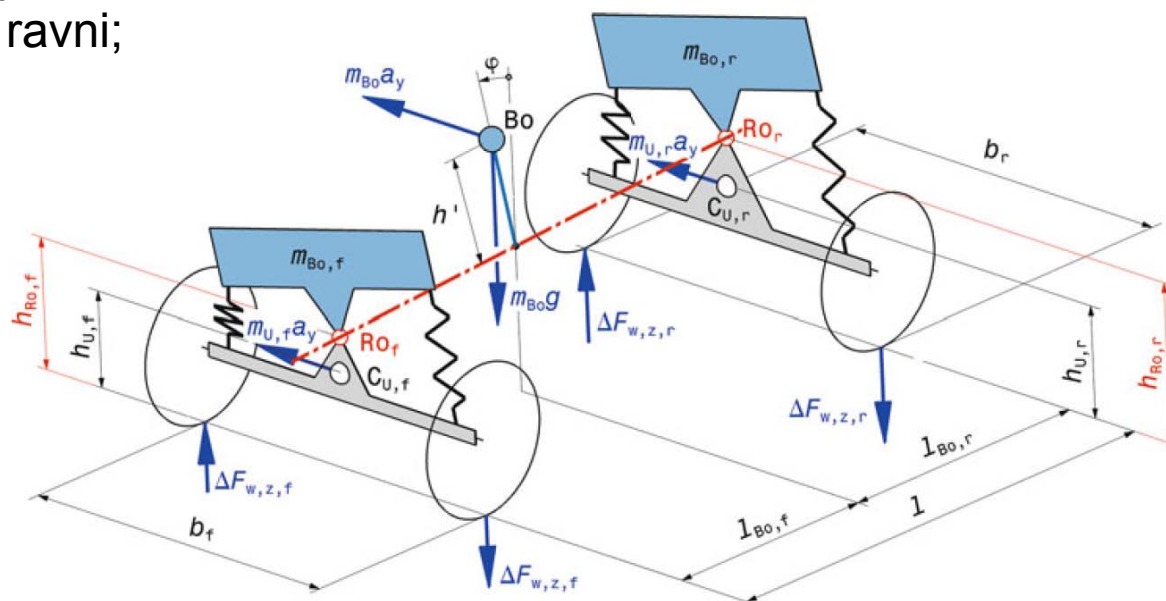
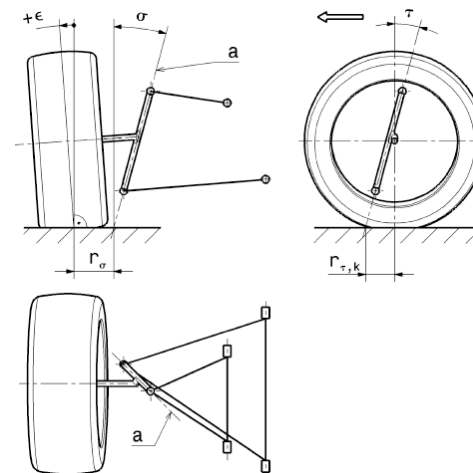
Elementi sistema oslanjanja:

- elementi za vođenje točka (vođice);
- elastični elementi (opruge);
- prigušni elementi (prigušivači tj. amortizeri).

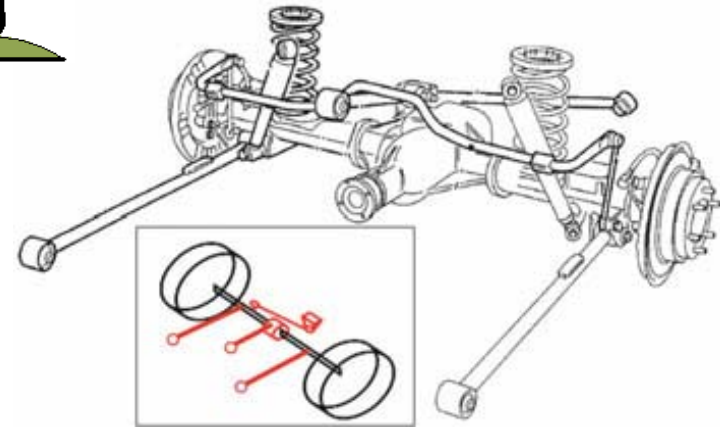


Parametri sistema oslanjanja i njihova promena pri kretanju

- međuosovinsko rastojanje;
- trag točkova;
- težište vozila;
- vertikalni hod točka pri nailasku na neravninu;
- bočni nagib točka;
- usmerenost točkova;
- poprečni i uzdužni nagib osovinnice rukavca (ose zakretanja) točka;
- centar naginjanja u poprečnoj ravni;
- centar naginjanja u uzdužnoj ravni;



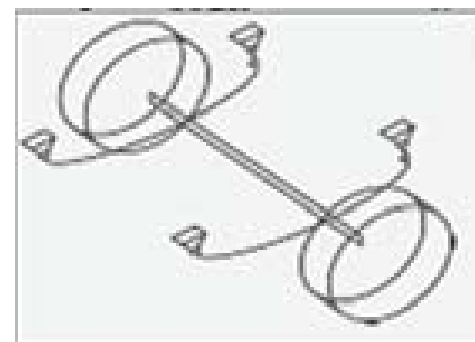
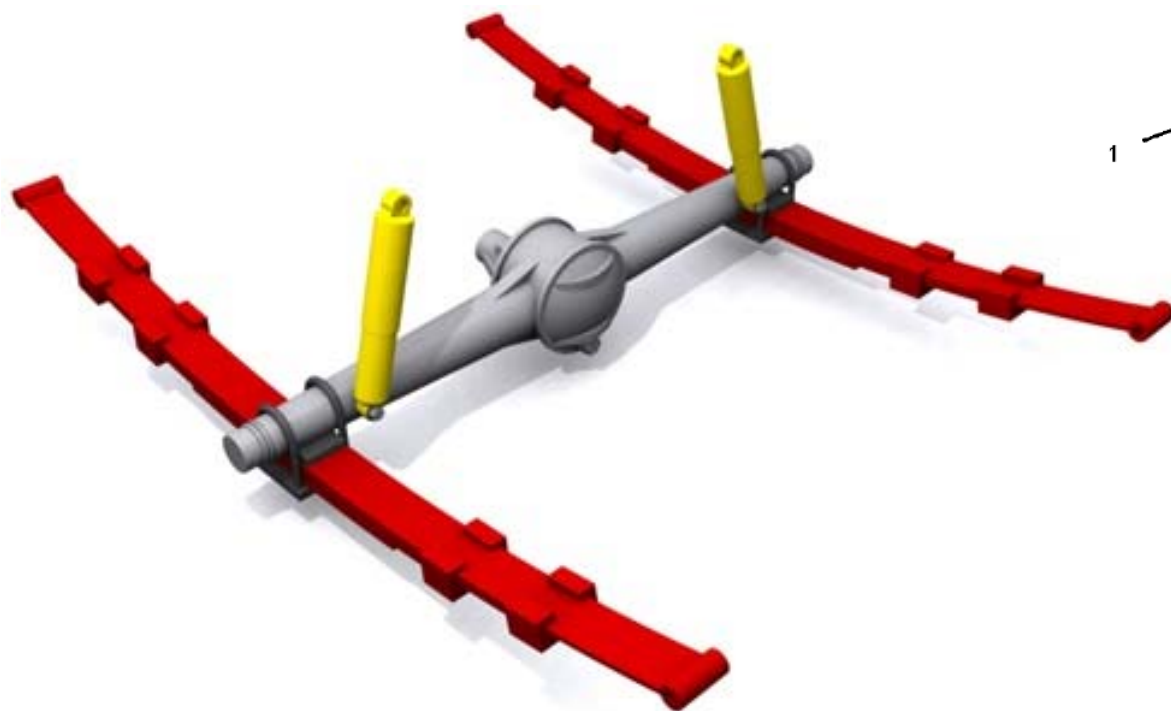
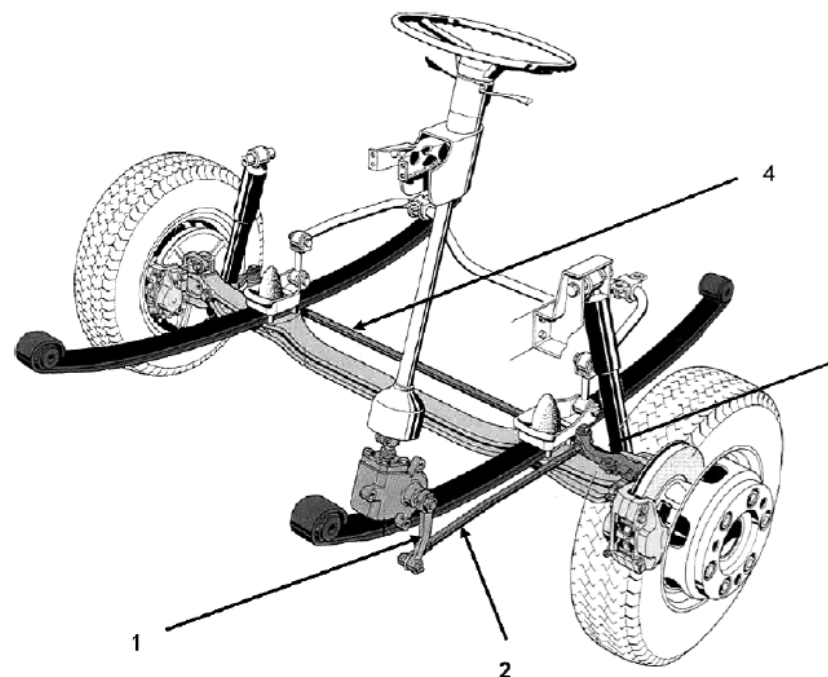
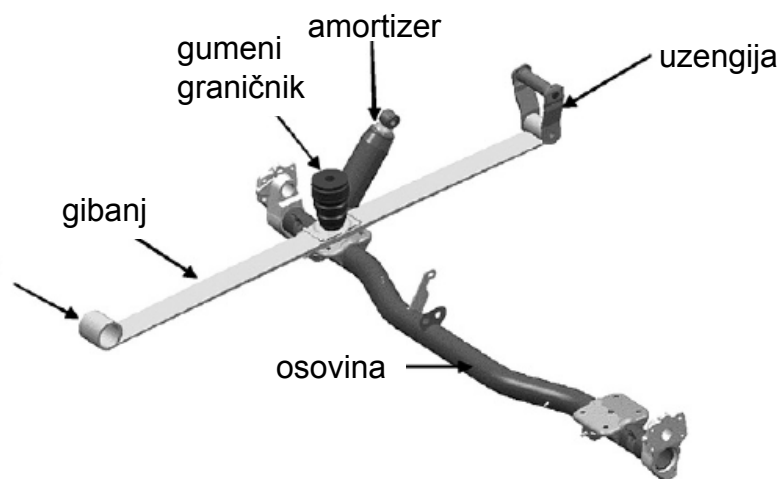
Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje



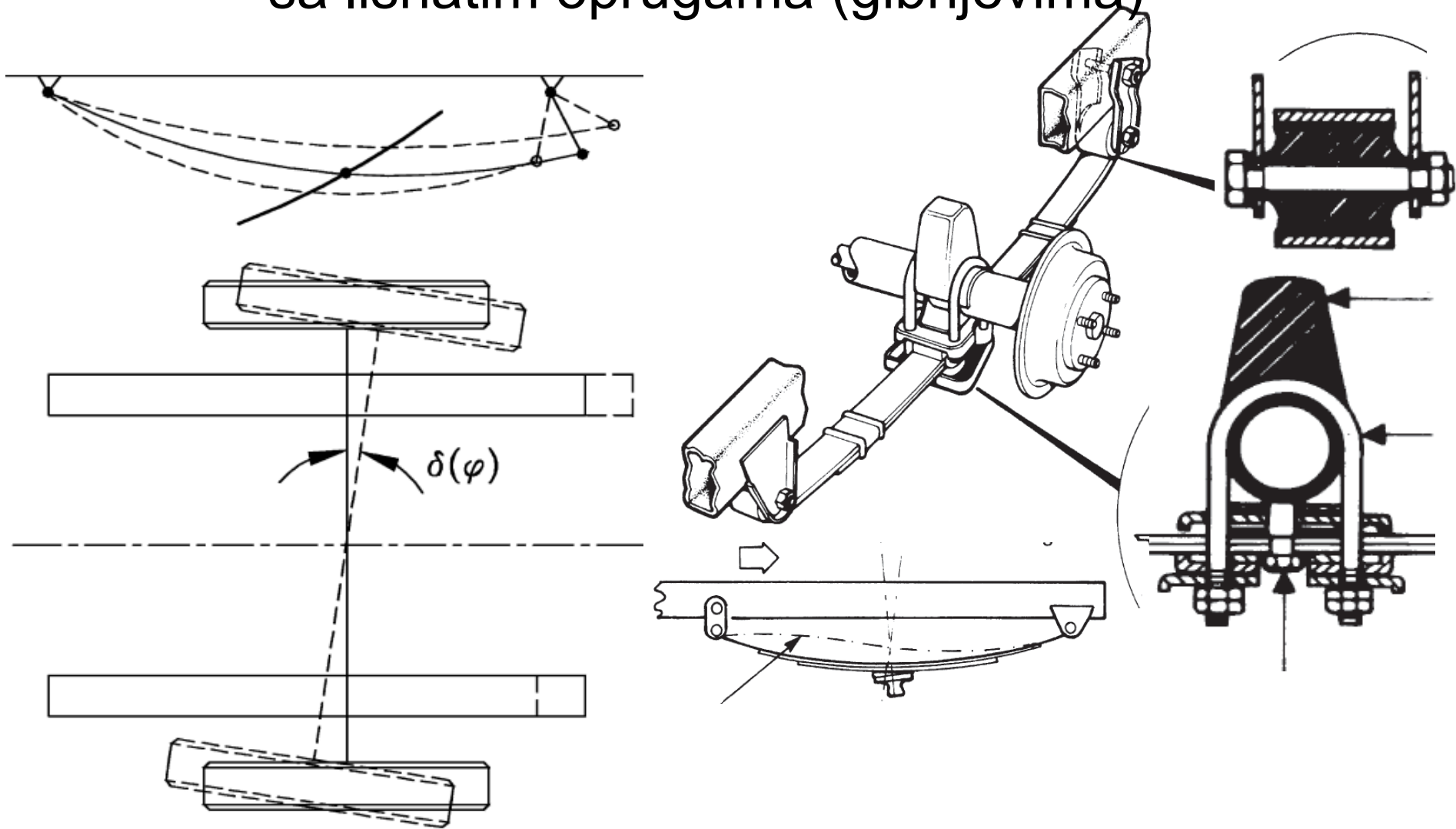
osobine:

- ✓ jednostavno i ekonomično rešenje;
 - ✓ robustno i izdržljivo za velika opterećenja;
 - ✓ visok centar naginjanja;
 - ✓ identična orijentacija točkova;
 - ✓ moguća velika (vertikalna) pomeranja (terenska vožnja);
 - ✓ nema promene traga točka.
-
- pomeranje jednog točka izaziva pomeranje drugog;
 - velike neoslonjene mase;
 - nije moguće postići najoptimalniji položaj točka (ugao bočnog nagiba i usmerenosti točka), a samim tim ni kontaktnu površinu;
 - zauzima veliki prostor.

Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje sa lisnatim oprugama (gibnjevima)



Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje sa lisnatim oprugama (gibnjevima)

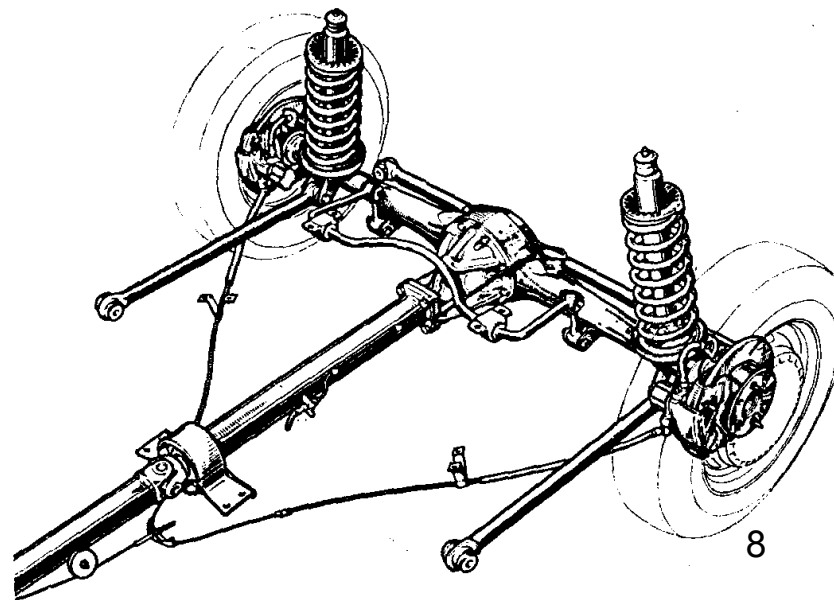
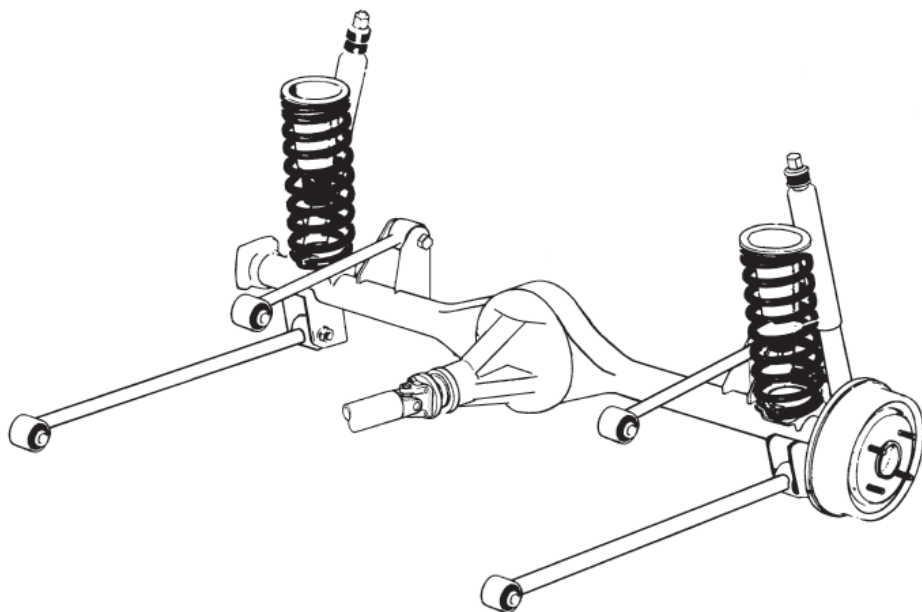


Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje sa vođicama

Dva para uzdužnih vođica i Panarova poluga (popr. vođica za prijem bočnih sila)

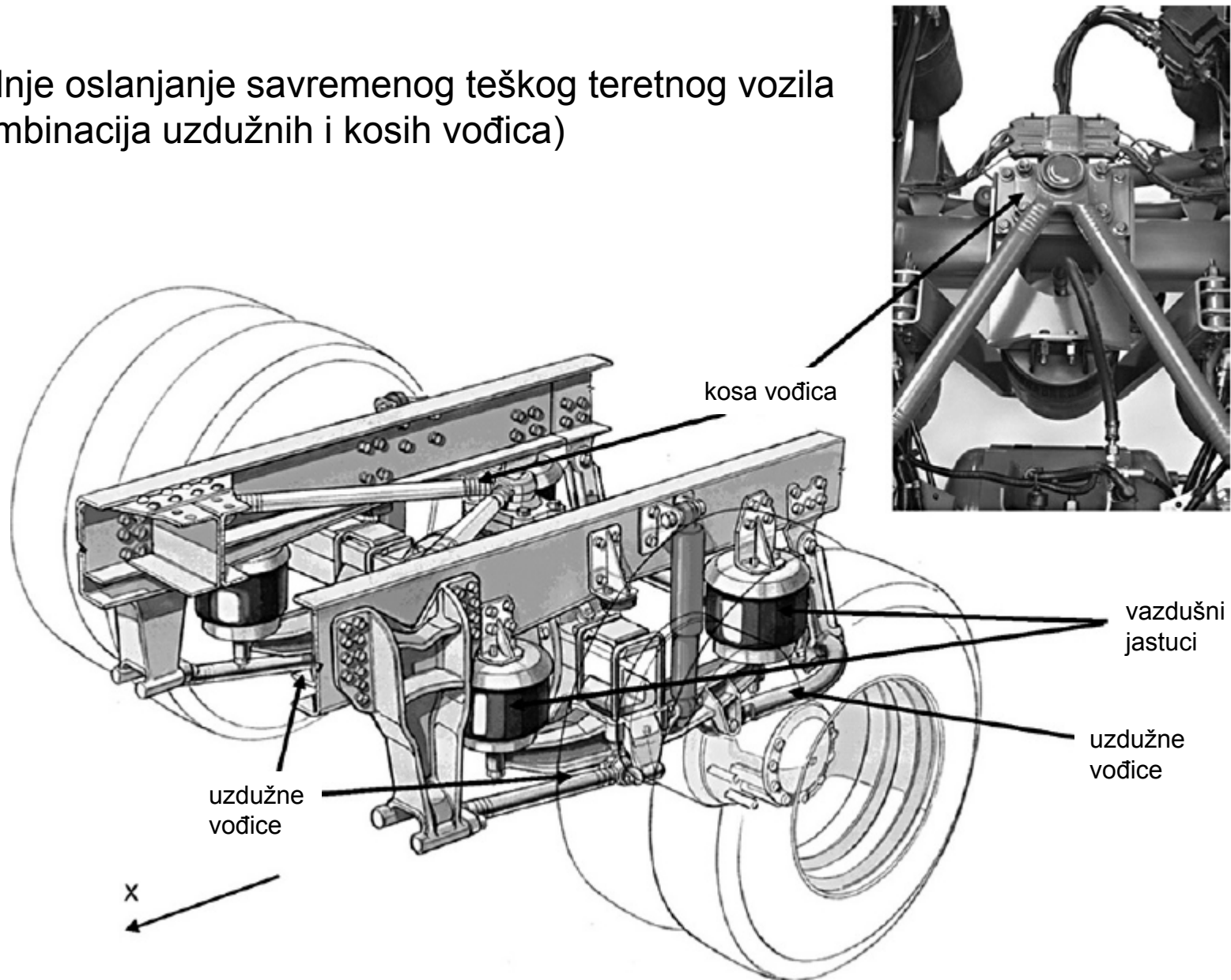


Kombinacija uzdužne i kose vođice koja treba da primi bočne sile



Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje

Zadnje oslanjanje savremenog teškog teretnog vozila
(kombinacija uzdužnih i kosih vođica)



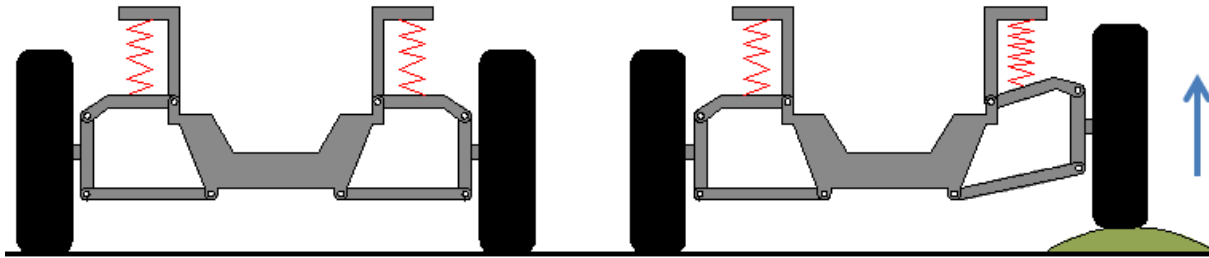
Tipovi sistema oslanjanja – zavisno oslanjanje



De Dion oslanjanje
Zbog smanjenja inercionih masa koje osciluju kućište glavnog prenosioca sa diferencijalom vezani su za karoseriju



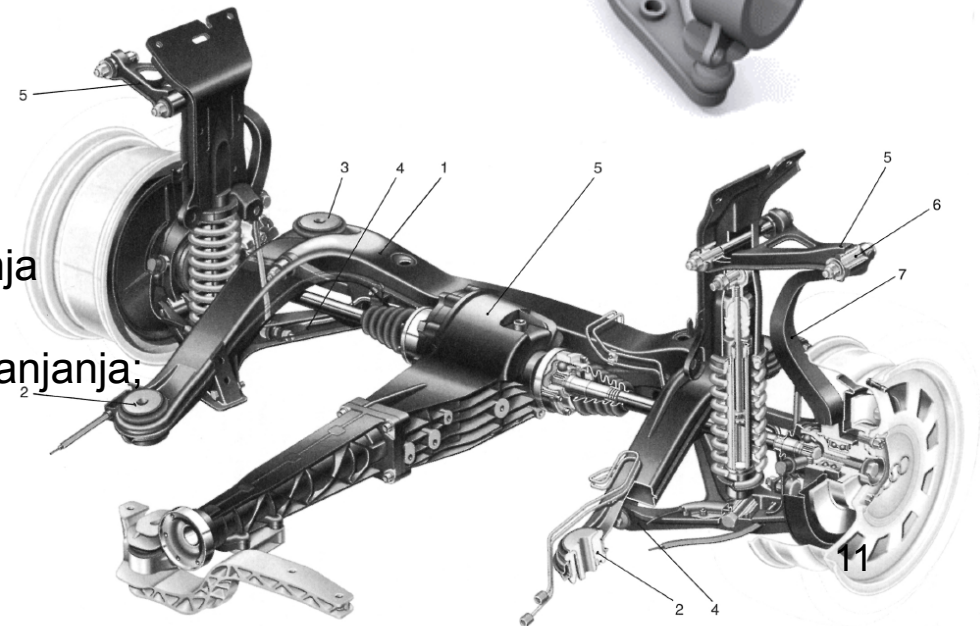
Tipovi sistema oslanjanja – nezavisno oslanjanje



osobine:

- ✓ neoslonjene mase su znatno manje;
- ✓ pomeranje jednog točka ne utiče na drugi;
- ✓ moguća znatno bolja kinematika kretanja točka u prostoru;
- ✓ jednostavna izolacija od buke i vibracija.

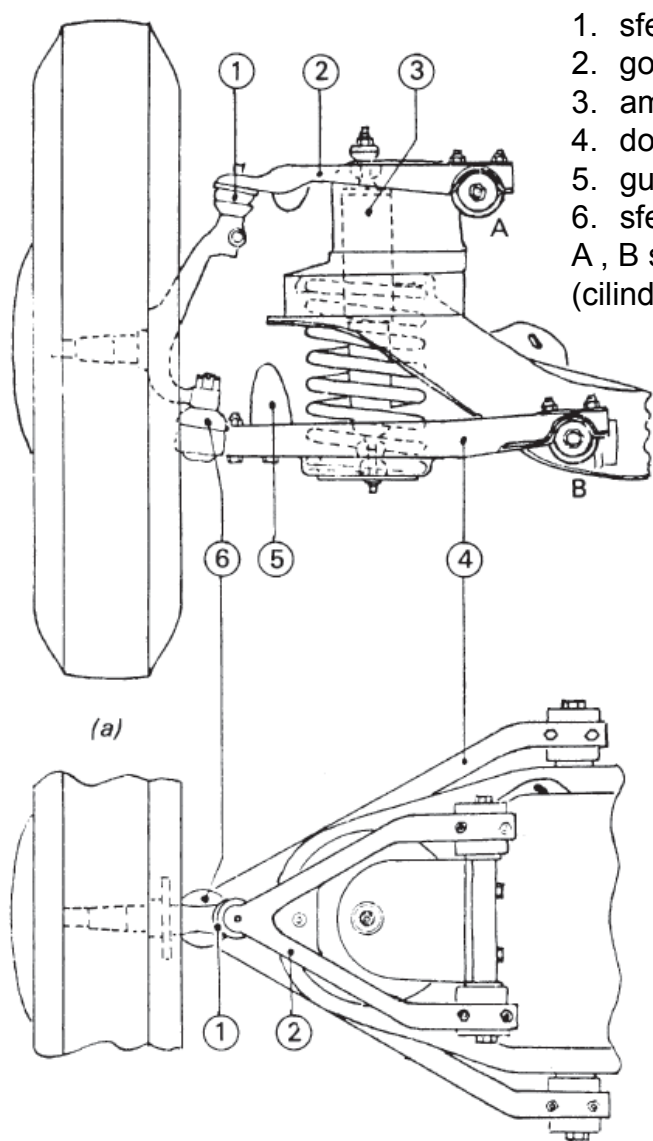
- komplikovaniji i skuplji sistem;
- klirens vozila je manji (ograničen);
- neophodan je stabilizator radi ujednačavanja opterećenja levog i desnog točka;
- nije tako robustan kao sistem zavisnog oslanjanja;
- moguća promena traga točka.



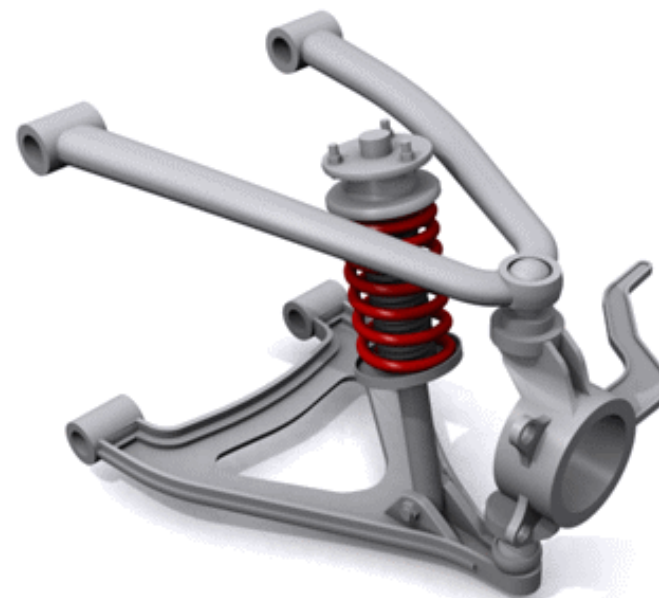
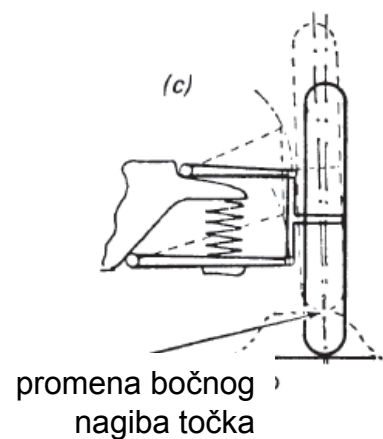
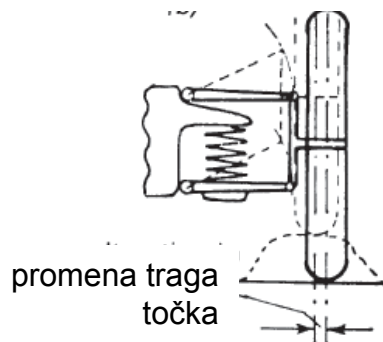
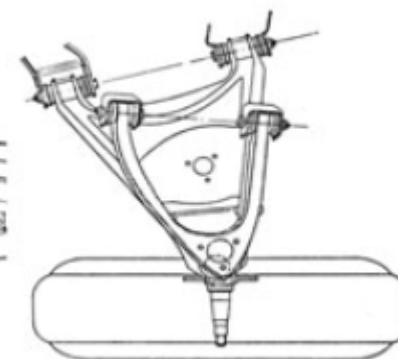
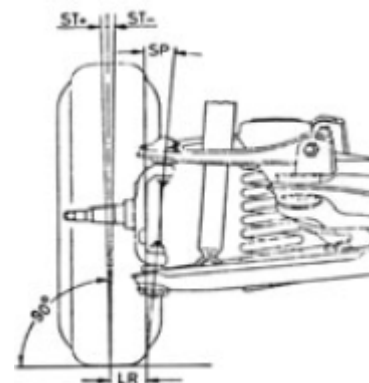
Nezavisno oslanjanje napred

Sistem oslanjanja sa dve poprečne vođice

(Double Wishbone Suspension System)



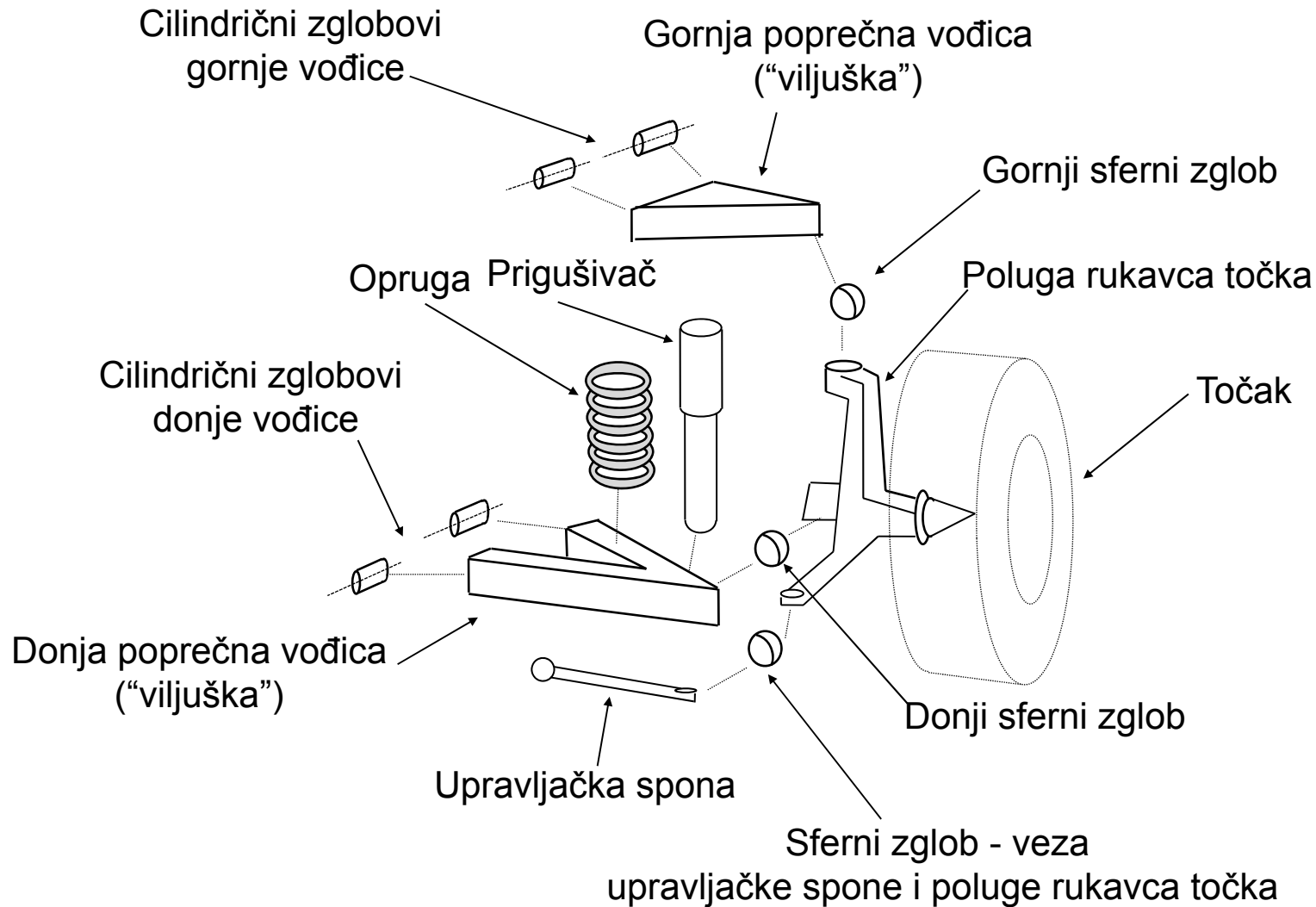
1. sferni zglob gornje vođice;
 2. gornja poprečna vođica;
 3. amortizer;
 4. donja poprečna vođica;
 5. gumeni graničnik;
 6. sferni zglob donje vođice;
- A, B su tačke veze sa karoserijom
(cilindrični zglobovi)



Nezavisno oslanjanje napred

Sistem oslanjanja sa dve poprečne vođice

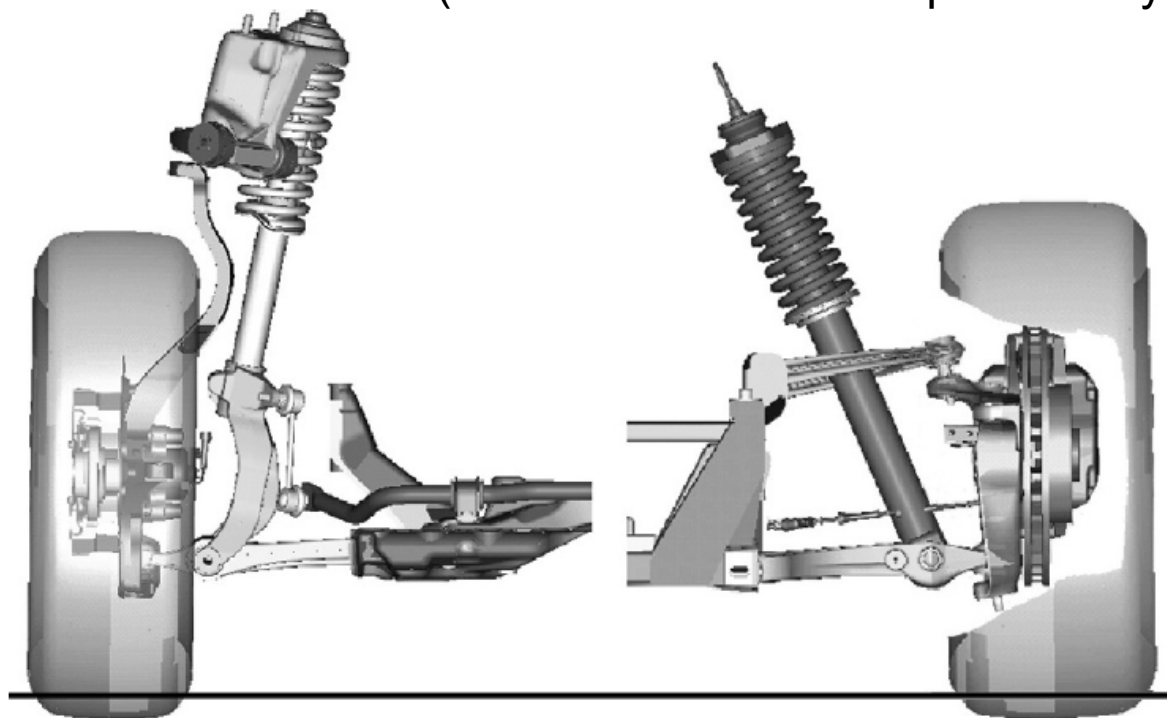
(Double Wishbone Suspension System)



Nezavisno oslanjanje napred

Sistem oslanjanja sa dve poprečne vođice

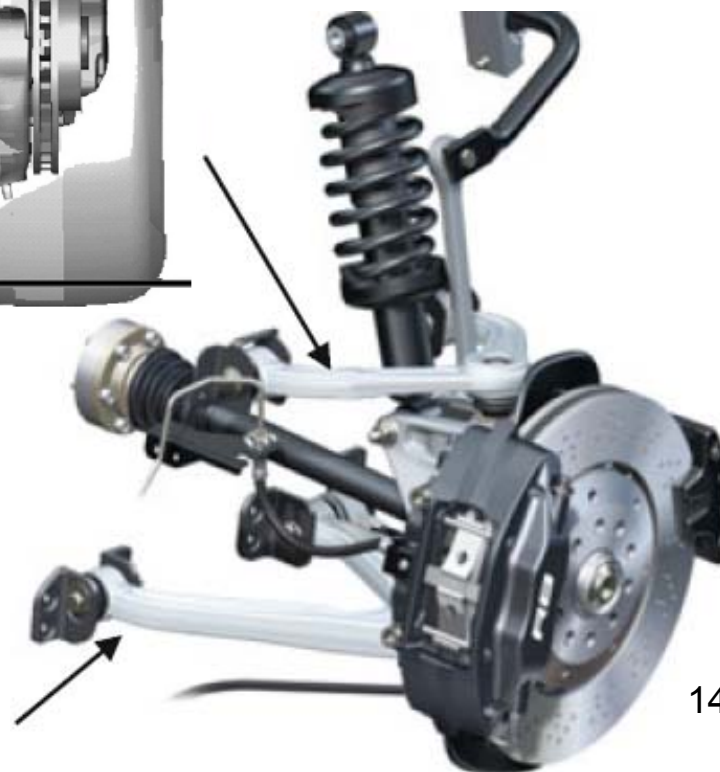
(Double Wishbone Suspension System)



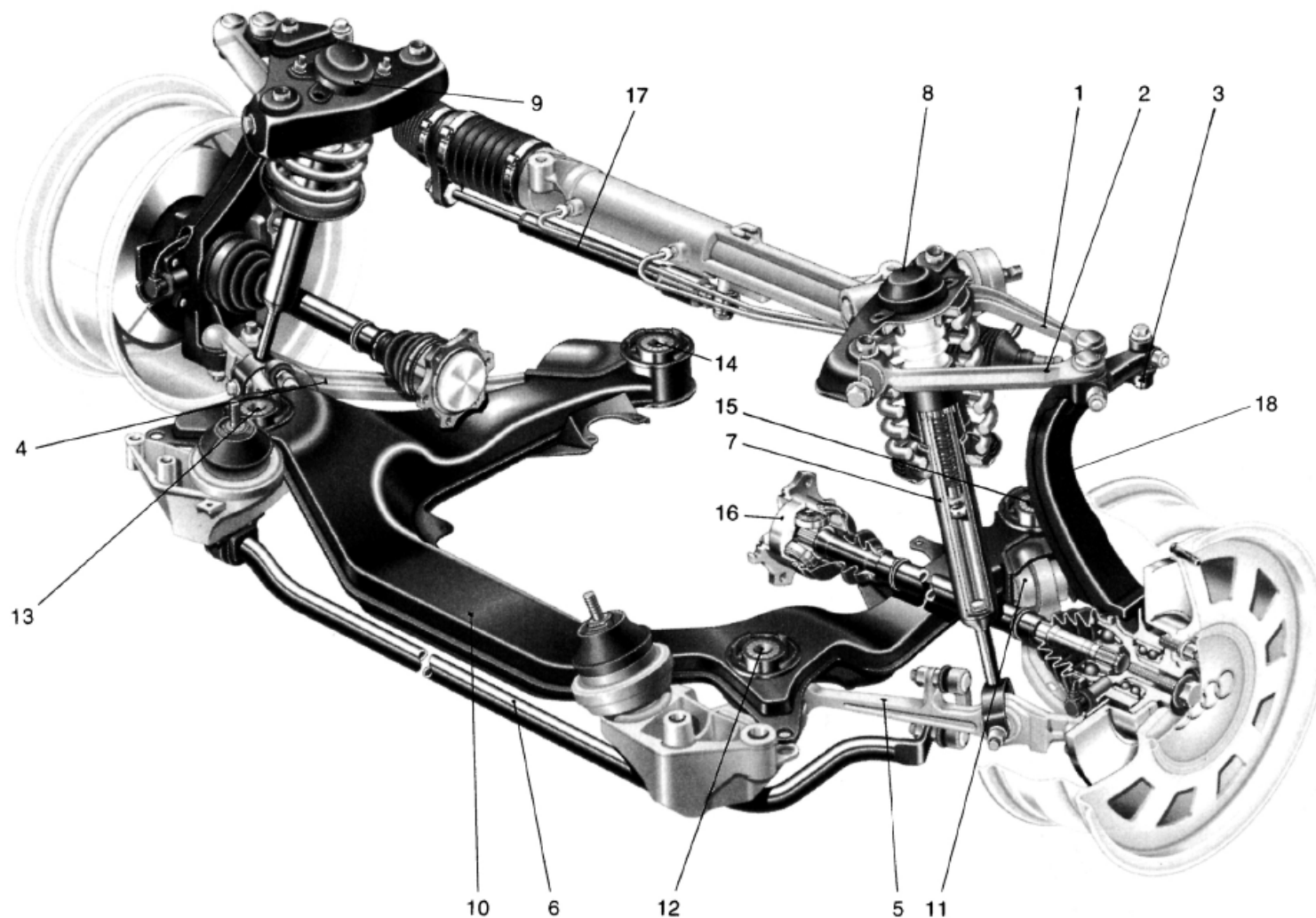
a)

b)

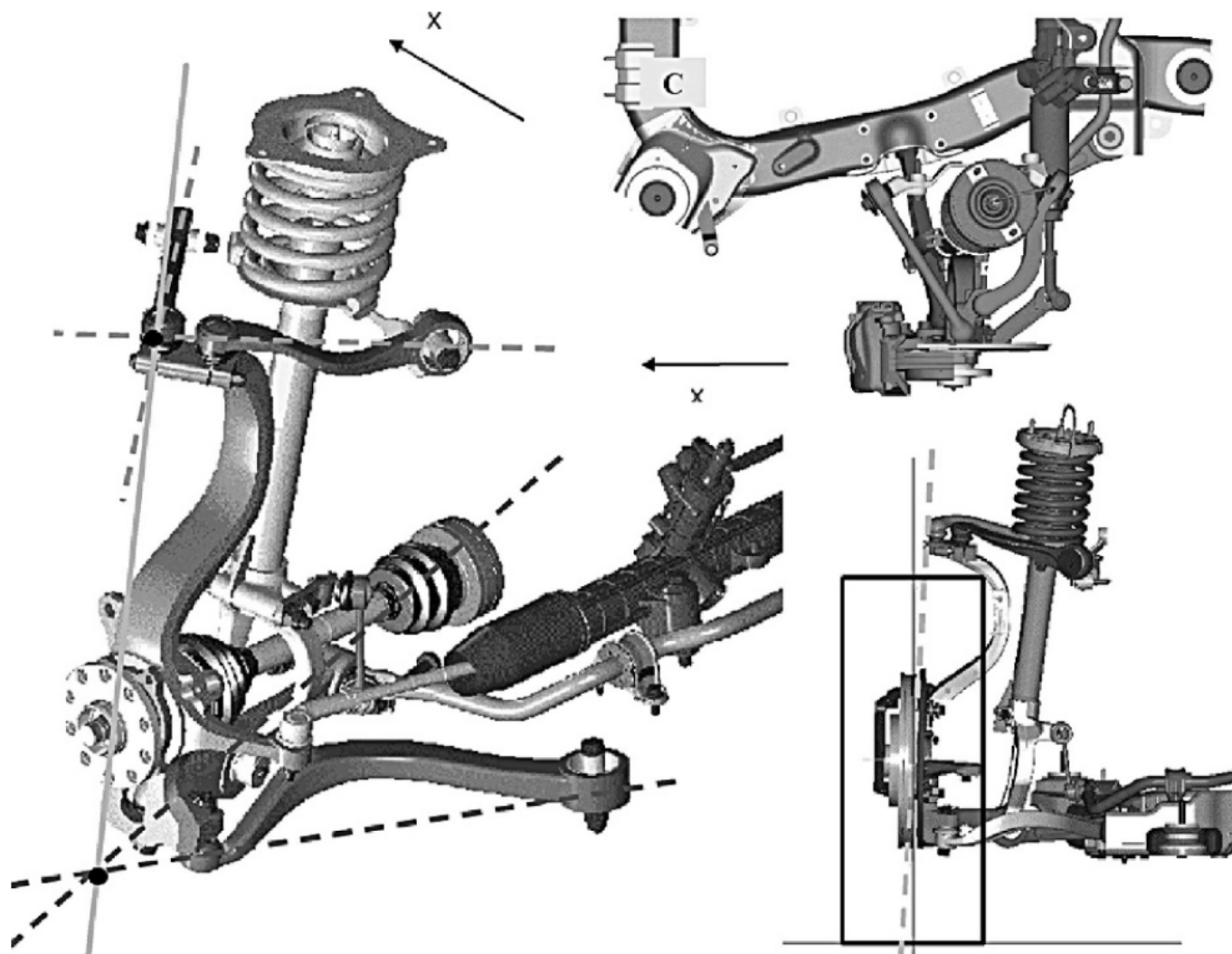
Sistem oslanjanja sa dve poprečne vođice;
a) sa visokopozicioniranom gornjom vođicom
b) sa niskopozicioniranom gornjom vođicom



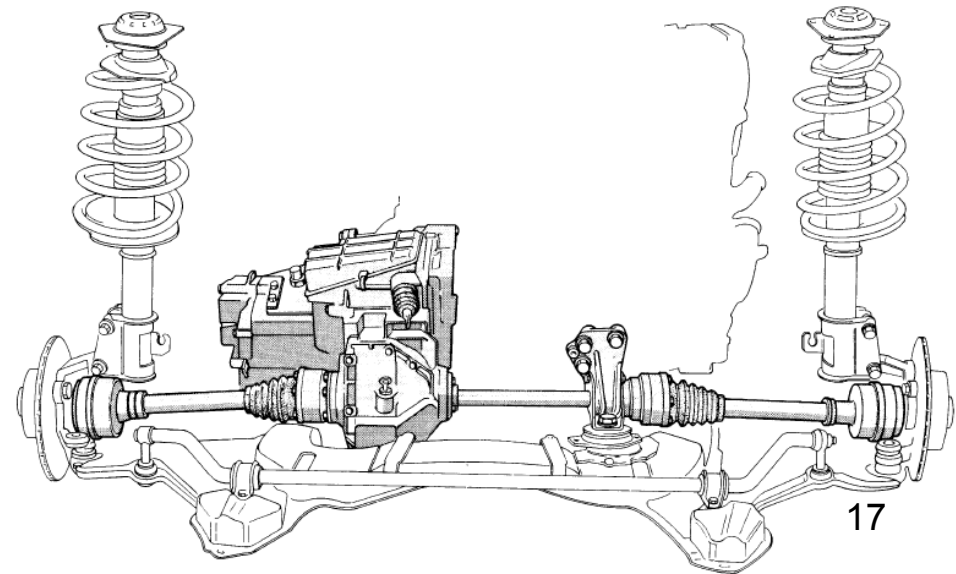
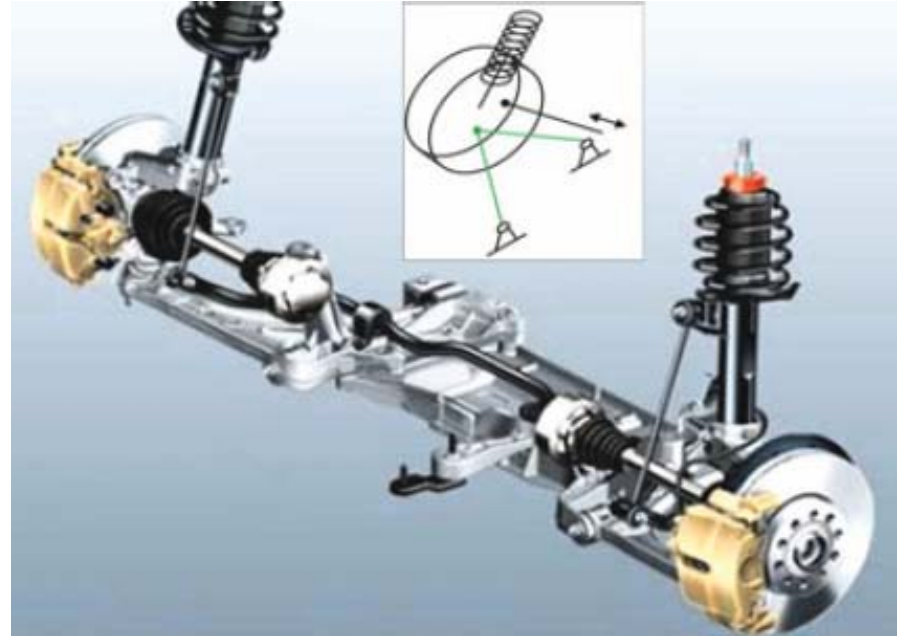
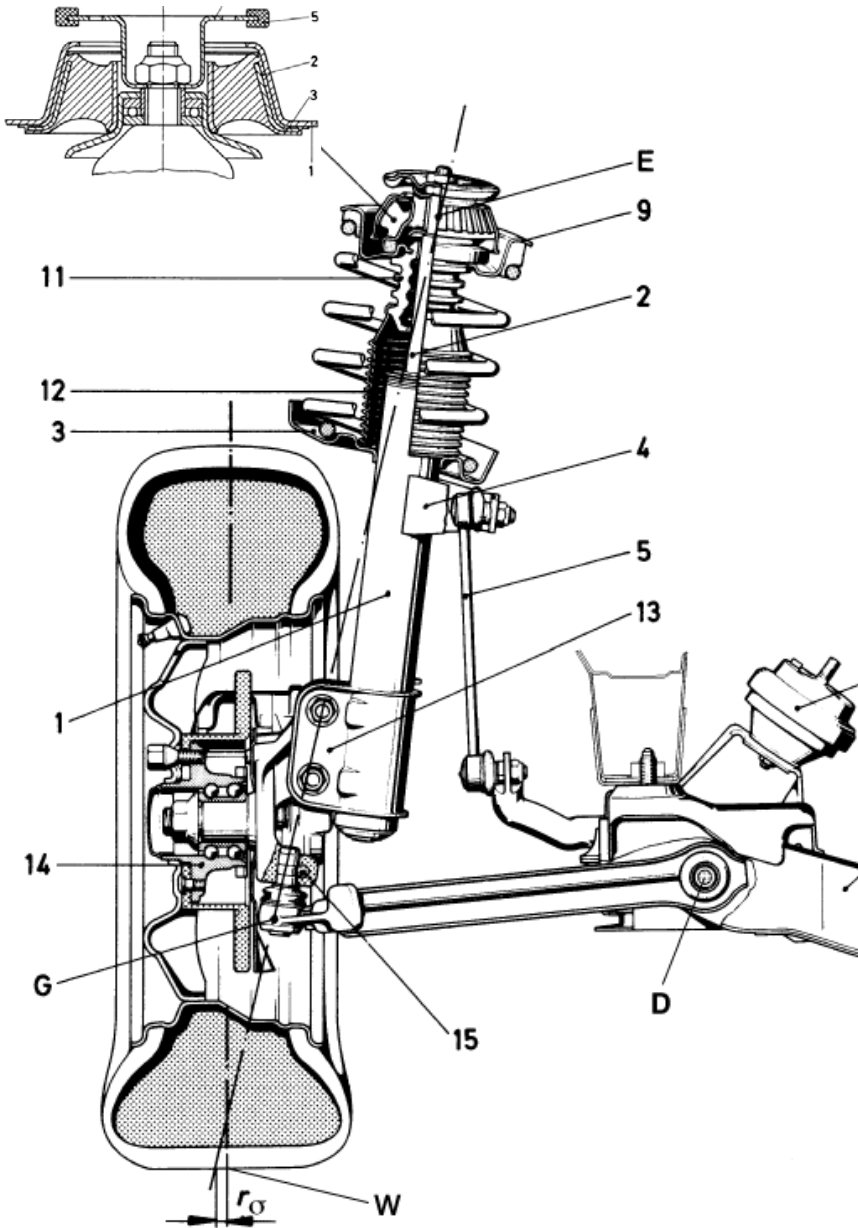
Nezavisno oslanjanje napred sa više vođica (4) (multi-link)



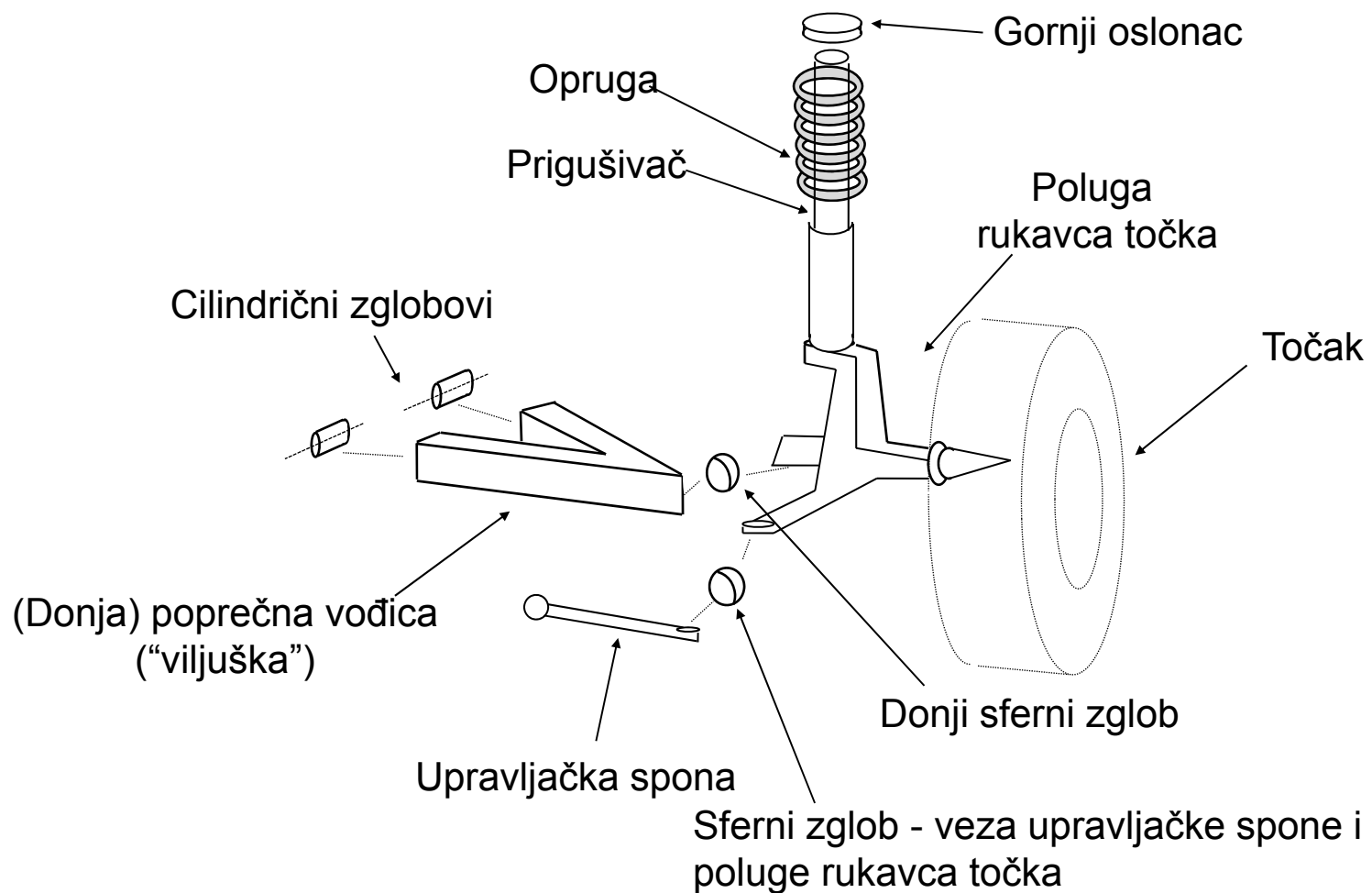
Nezavisno oslanjanje napred sa više vođica (4) (multi-link)



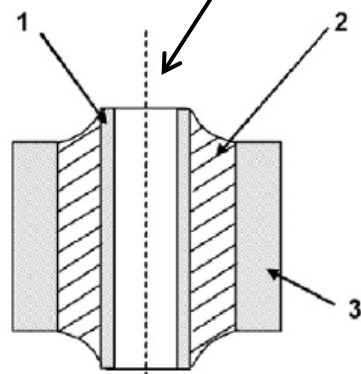
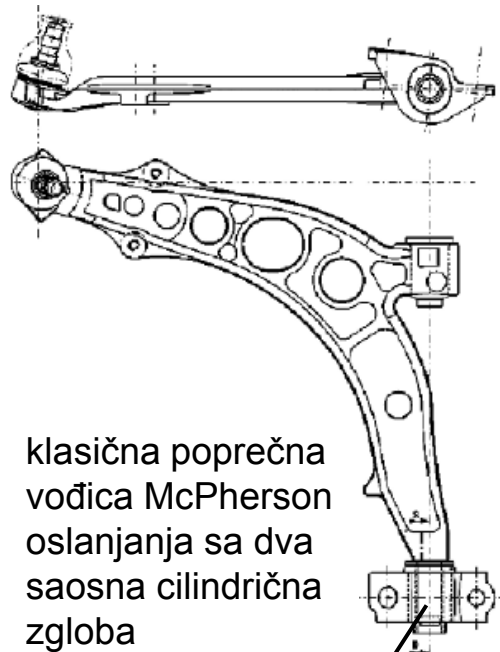
Nezavisno oslanjanje napred - McPherson



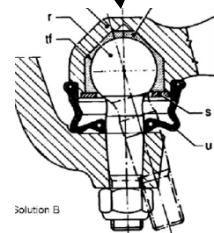
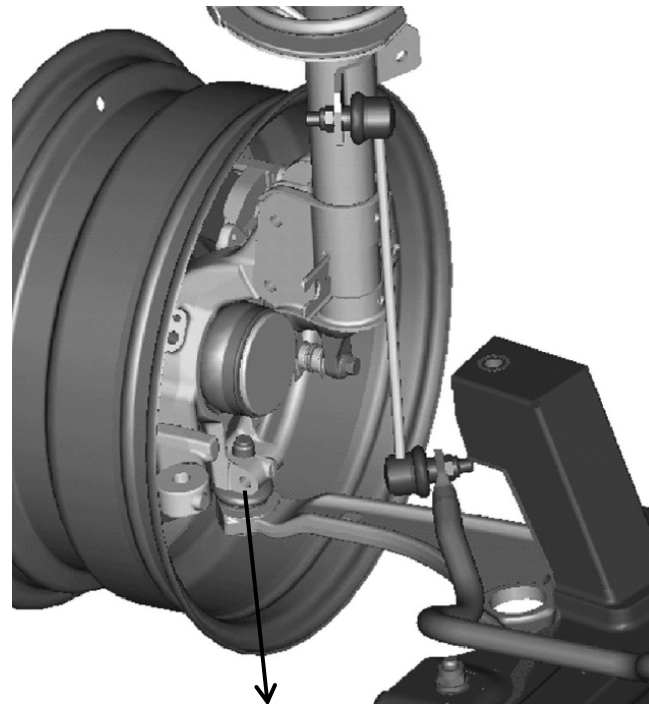
Nezavisno oslanjanje napred - McPherson



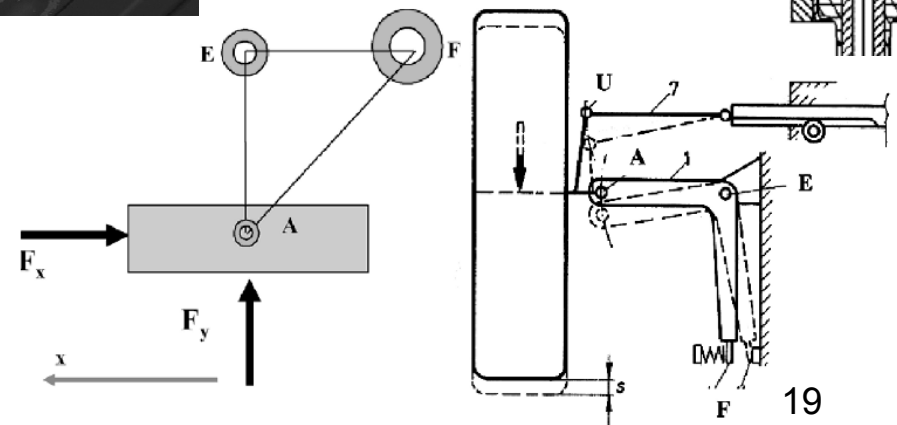
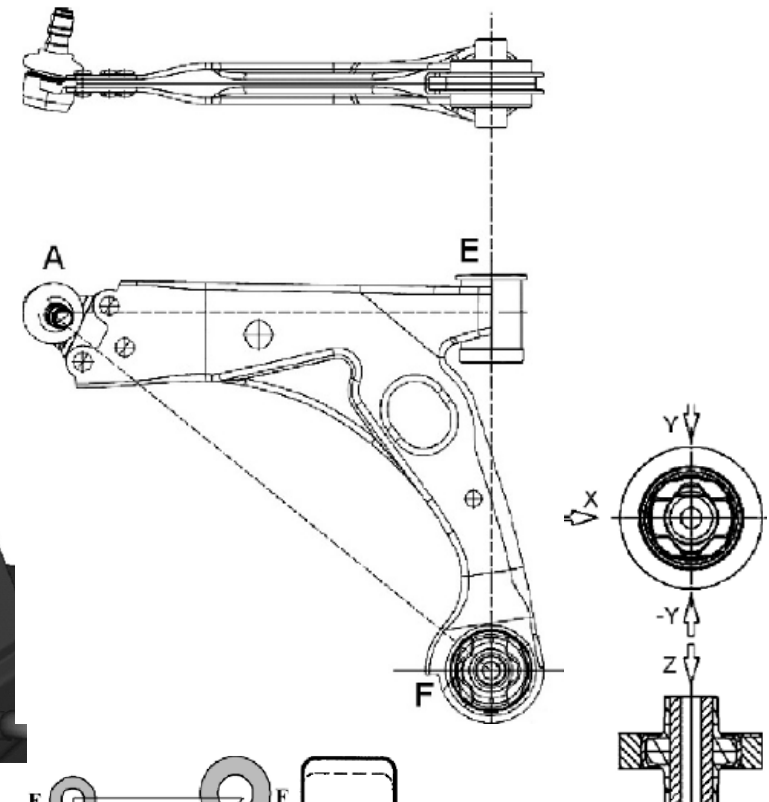
Nezavisno oslanjanje napred - McPherson



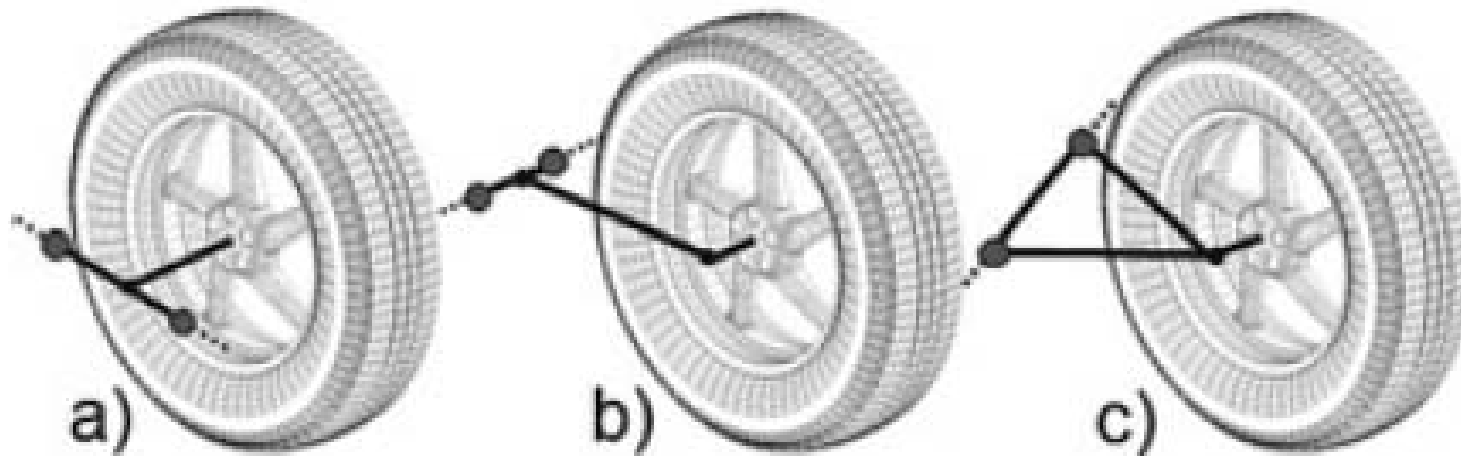
cilindrični zglob



sferni zglob



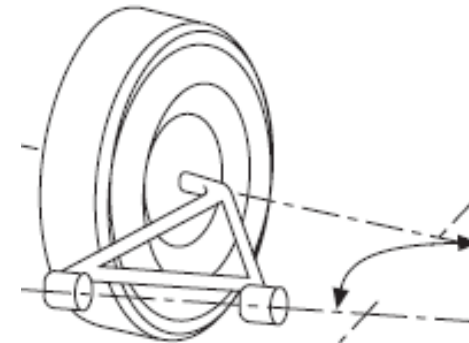
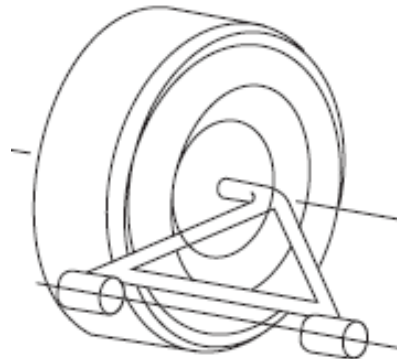
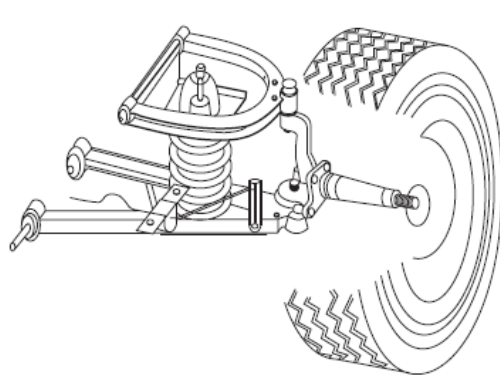
Nezavisno oslanjanje nazad



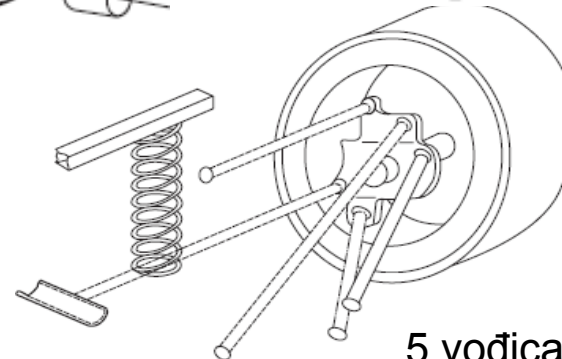
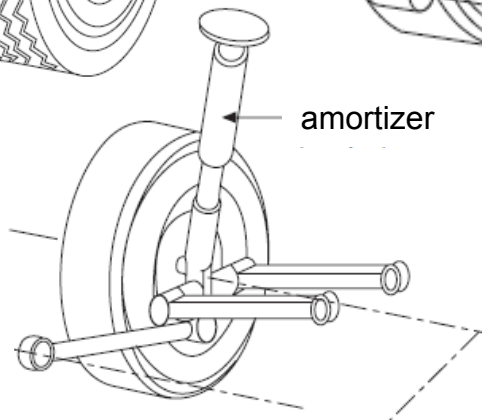
a) poprečna vođica

b) uzdužna vođica (trailing arm)

c) kosa vođica (semi-trailin arm)

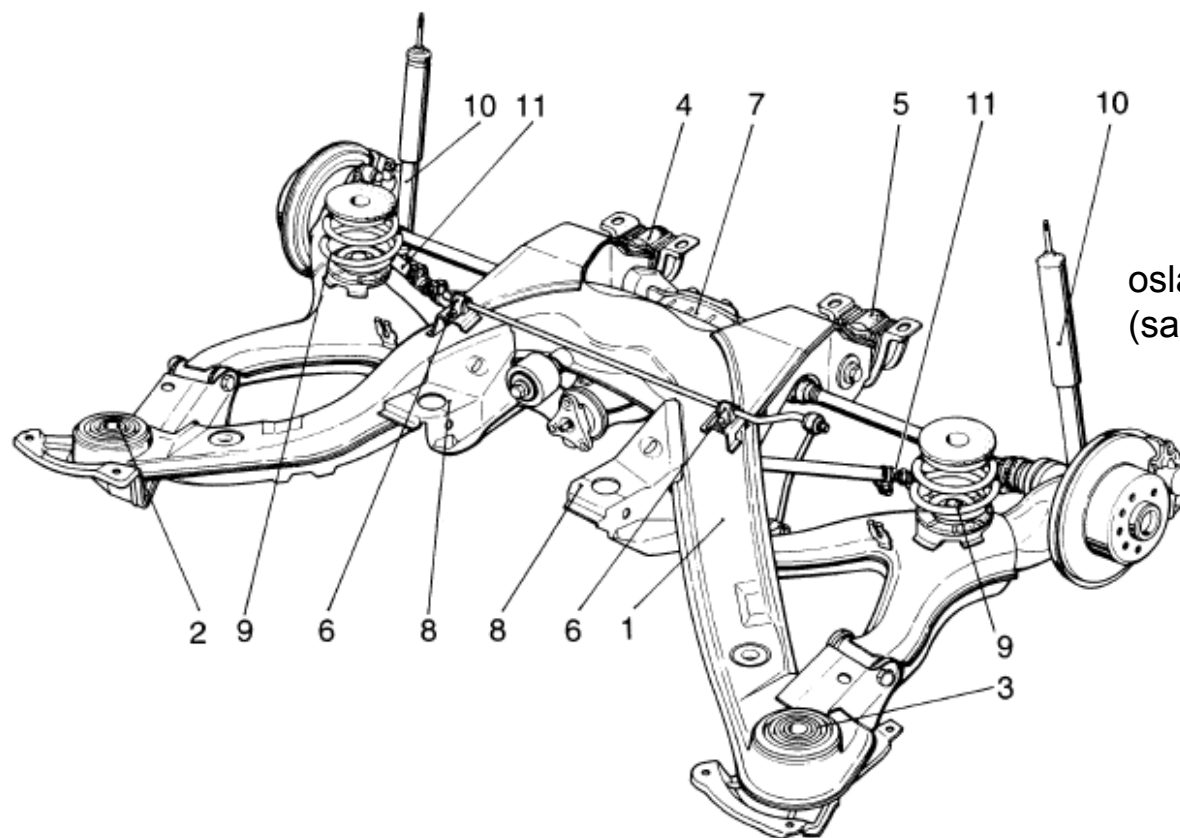
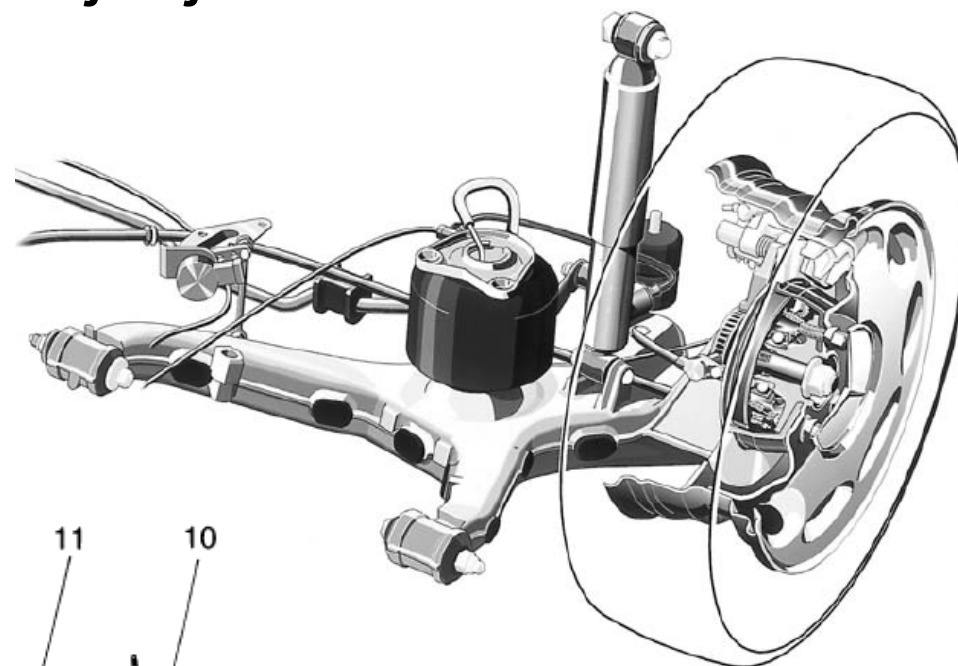


dve poprečne i
jedna uzdužna
vođica

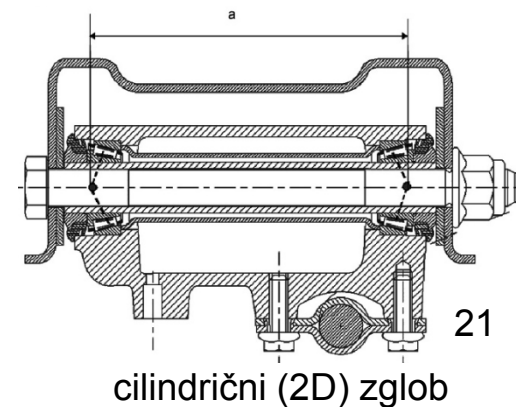


5 vođica (multi-link)

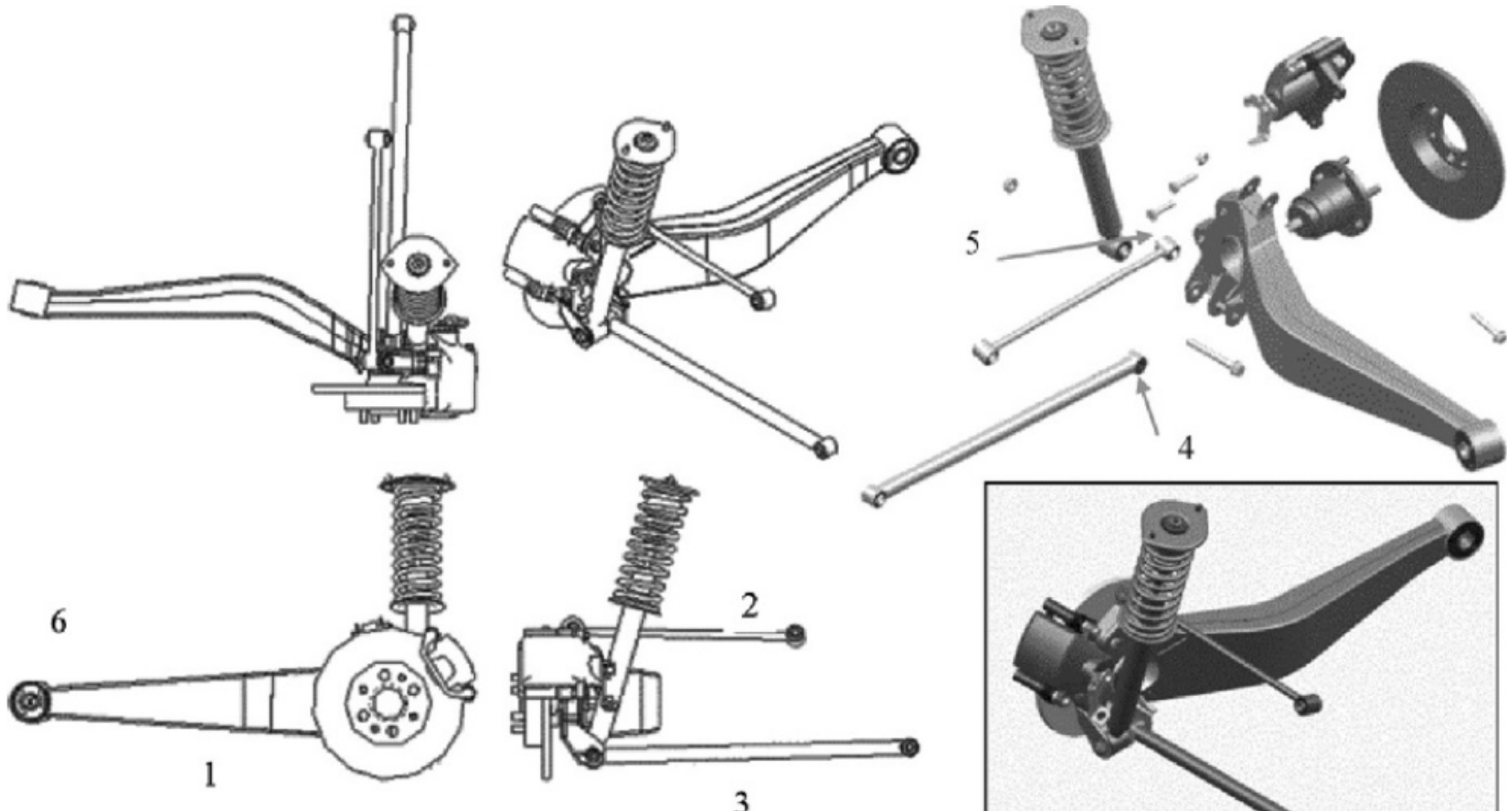
Nezavisno oslanjanje nazad



oslanjanje sa kosim vođicama (sami-trailing arm)



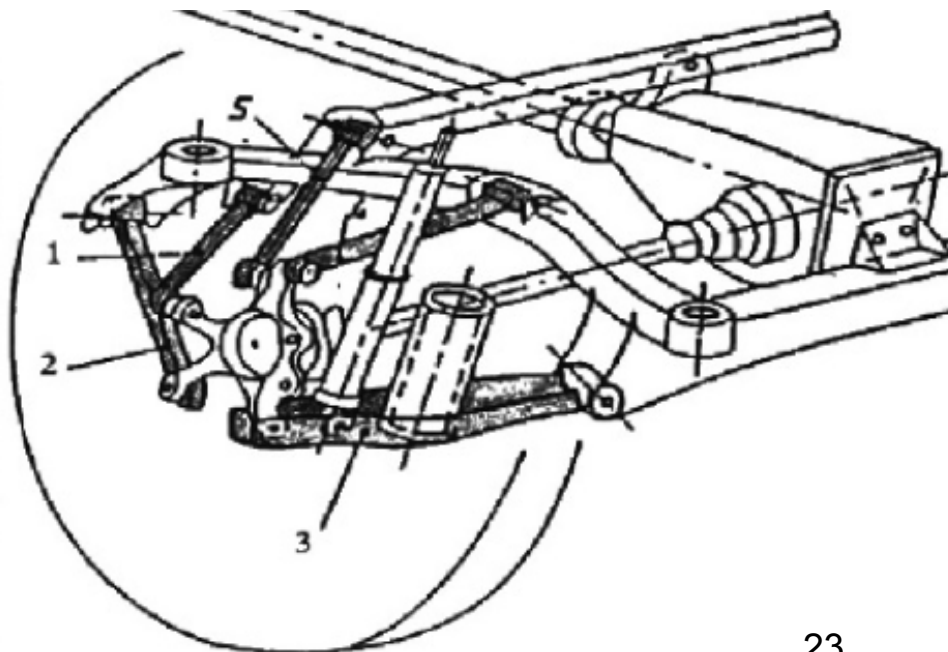
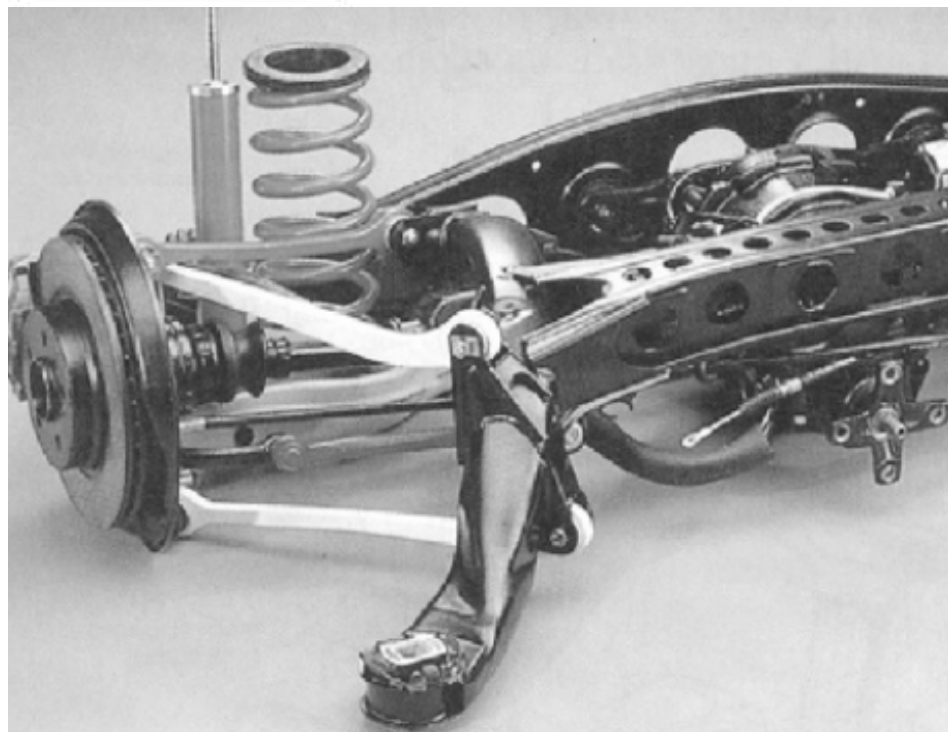
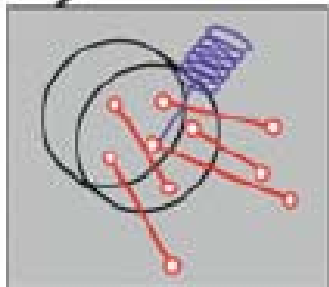
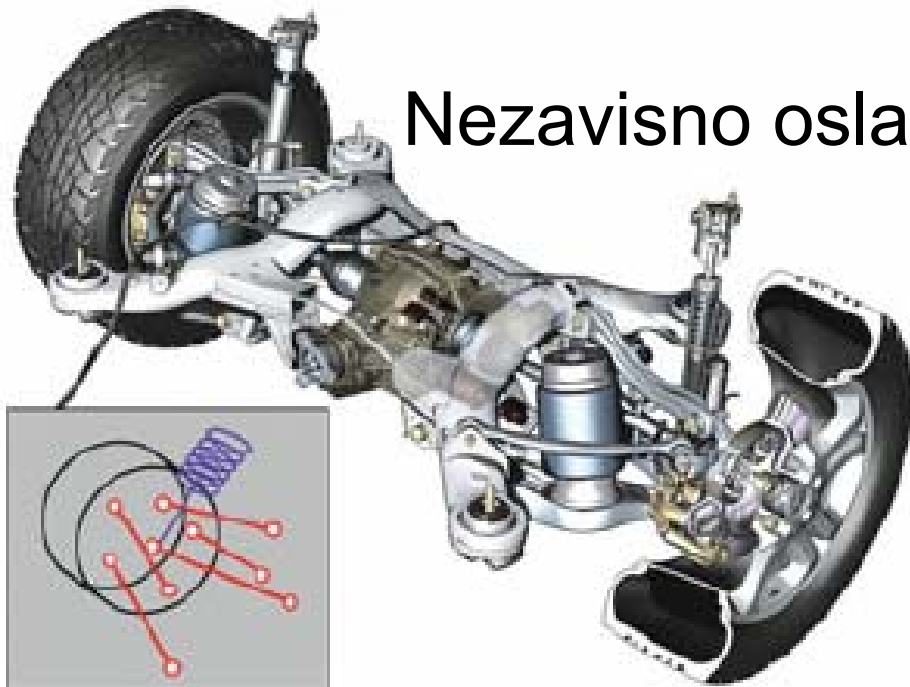
Nezavisno oslanjanje nazad



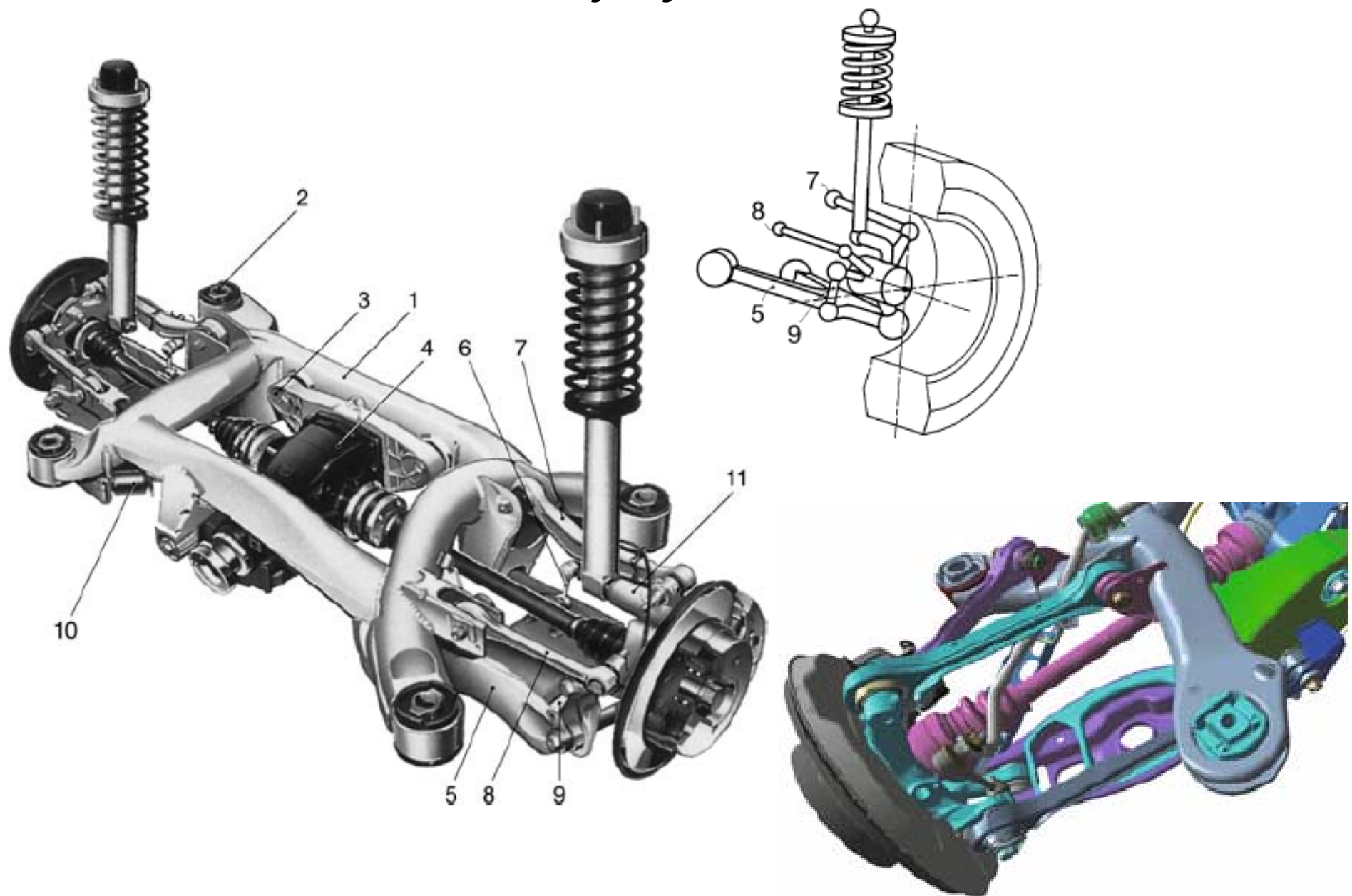
oslanjanje sa dve poprečne i jednom uzdužnom vođicom:
1) uzdužna vođ.; 2) gornja poprečna vođica; 3) donja popr.
vođica; 4) i 5) cilindrični zglobovi popr. vođica; 6) cilindrični
zglob uzdužne vođice.

Nezavisno oslanjanje nazad - Multilink

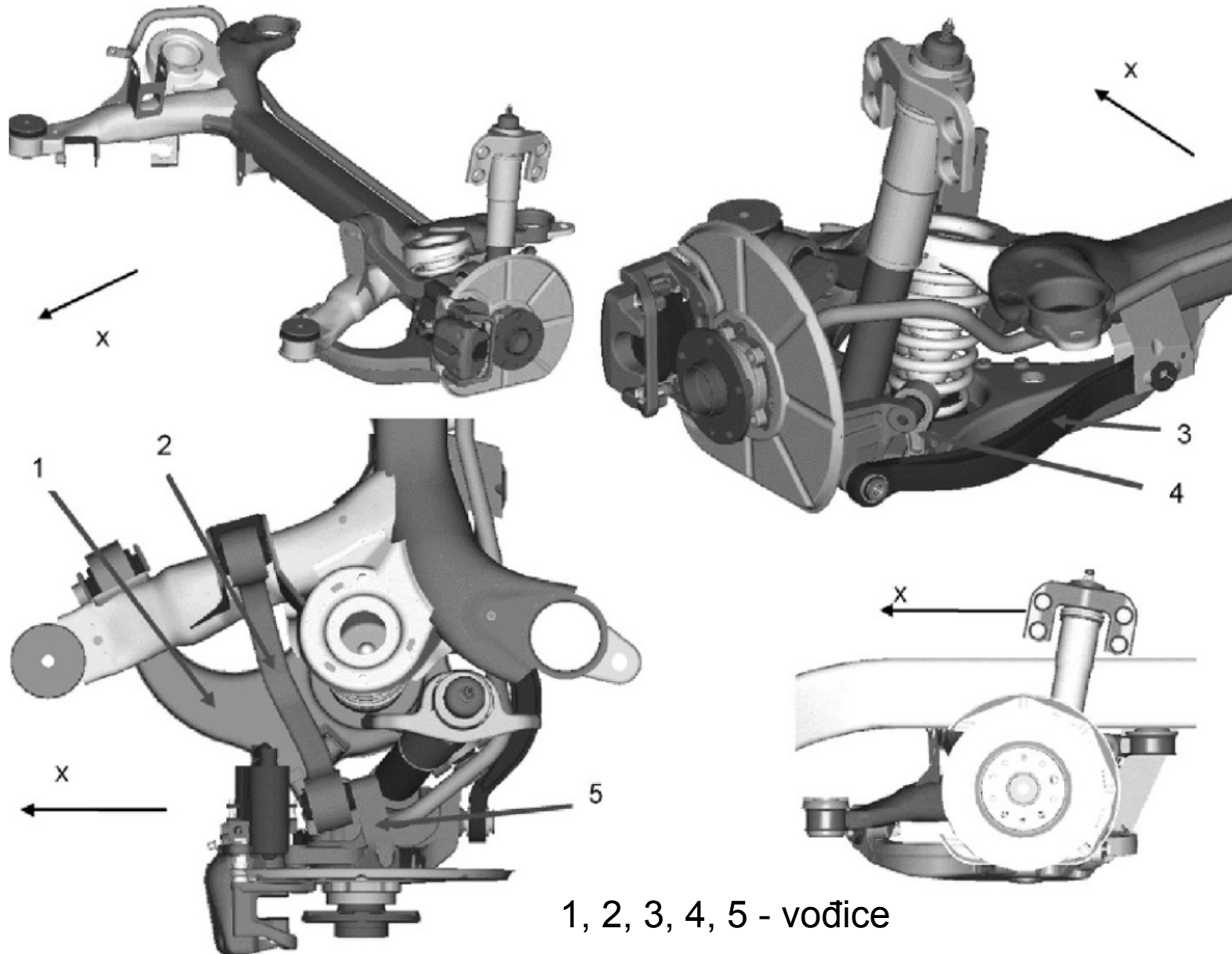
4 ili 5 prostorno
postavljenih vođica koje
obezbeđuju najbolju
kinematiku kretanja točka



Nezavisno oslanjanje nazad - Multilink



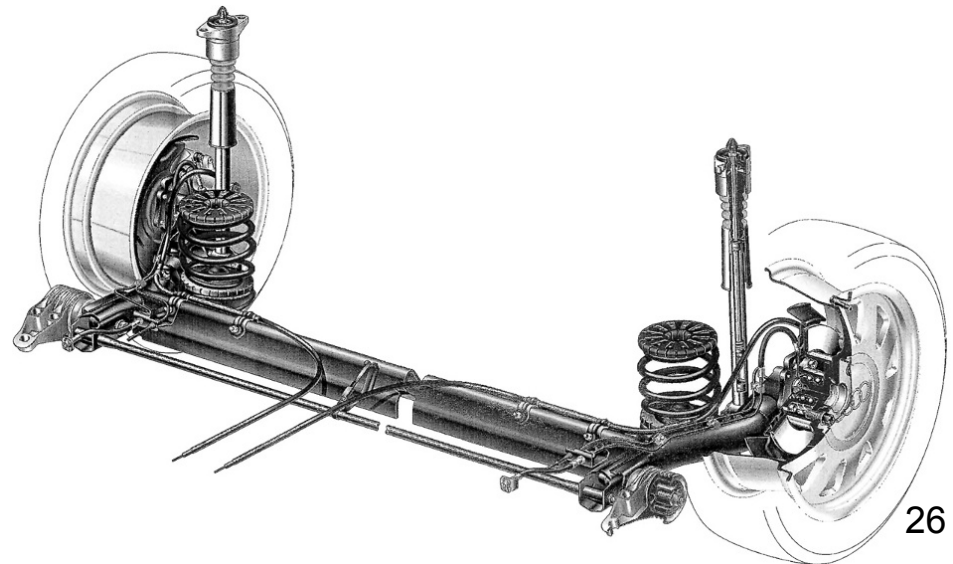
Nezavisno oslanjanje nazad - Multilink



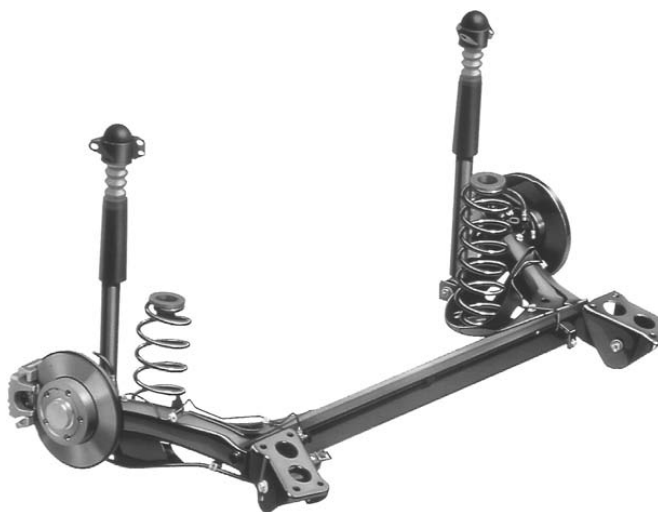
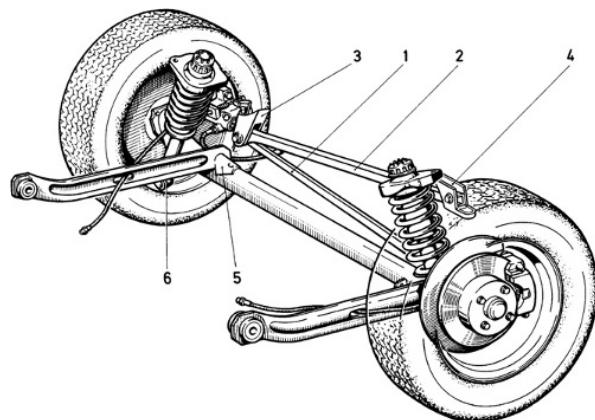
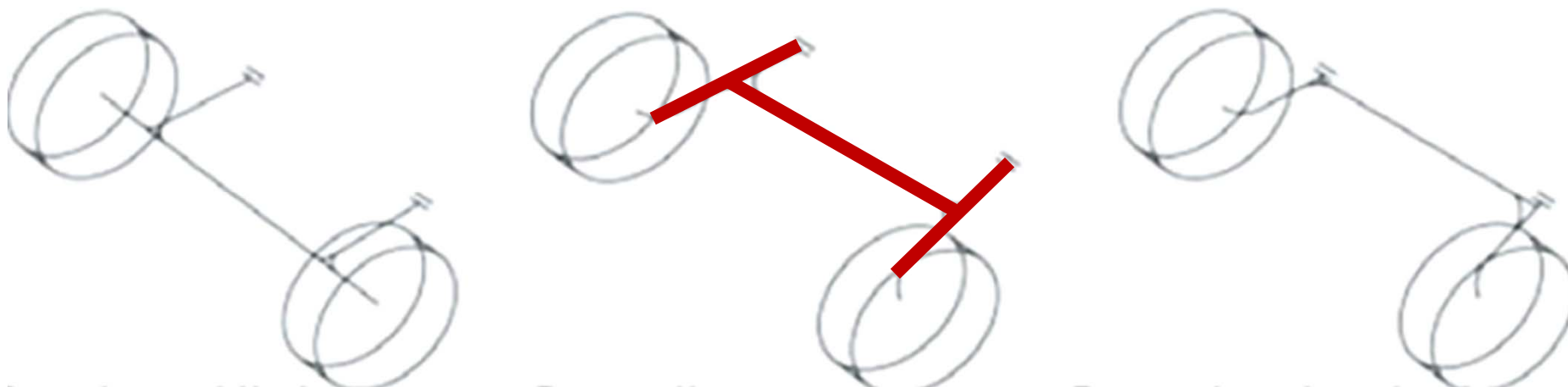
Tipovi sistema oslanjanja – poluzavisno (H) oslanjanje

Osobine:

- ✓ veoma jednostavna konstrukcija sa U-profilom koji vezuje levi i desni točak;
 - ✓ zahteva relativno mali prostor za ugradnju;
 - ✓ jednostavna montaža i demontaža;
 - ✓ U-profil ima ujedno i ulogu stabilizatora;
 - ✓ minimalna neoslonjena masa;
 - ✓ povoljan odnos hod točka/ugib opruge;
 - ✓ minimalna promena traga točka;
 - ✓ dobro ponašanje pri ubrzanju/kočenju.
-
- U-profil i spojevi veoma opterećeni;
 - loše prihvatanje bočnih sila;
 - ne može na upravljačkoj osovini;
 - nije pogodno za velika opterećenja;
 - ograničena optimizacija komfora i dinamike vožnje.



Tipovi sistema oslanjanja – poluzavisno oslanjanje sa torzionom osovino (twist beam, torsion beam/bar)

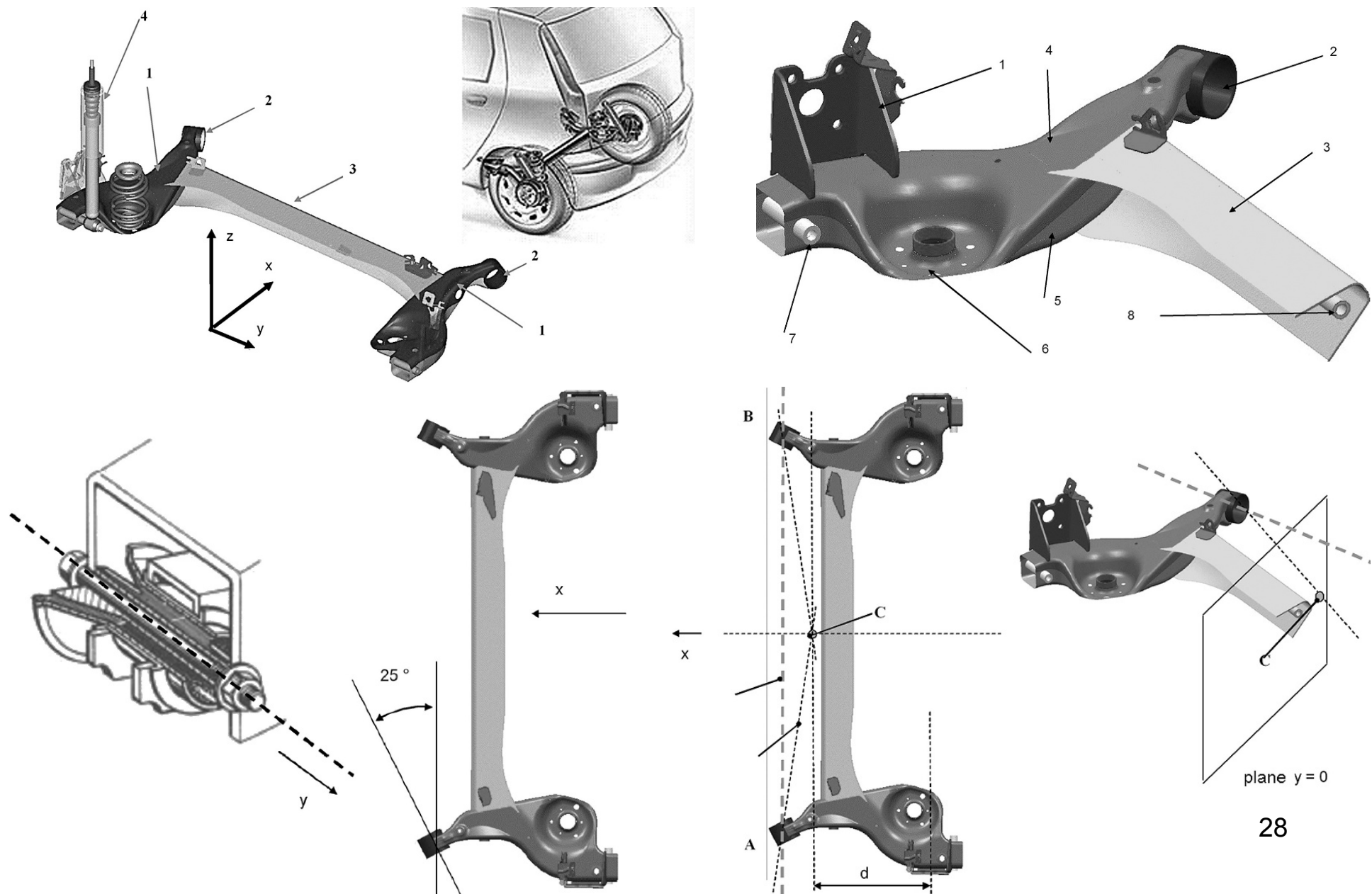


H-oslanjanje (danas najzastupljenije poluzavisno oslanjanje kod putničkih vozila B i C segmenta)

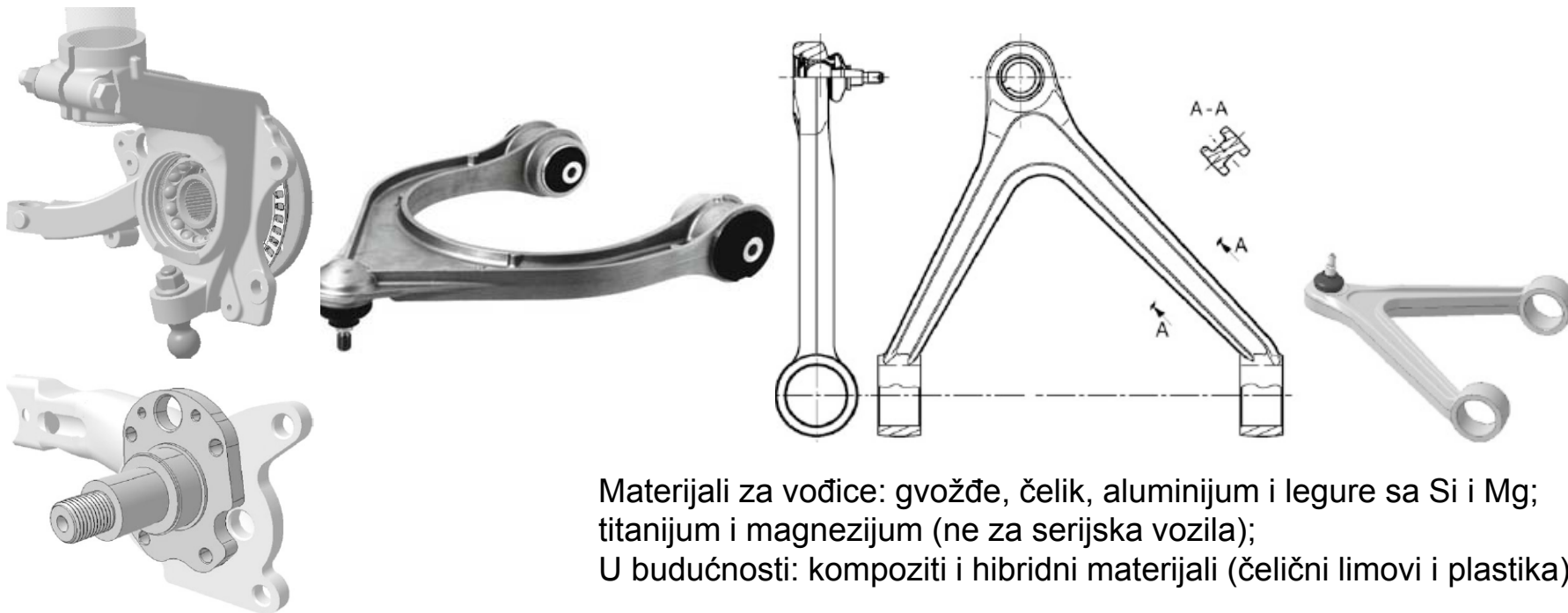


klasična torziona osovina koja se koristi kod manjih prikolica

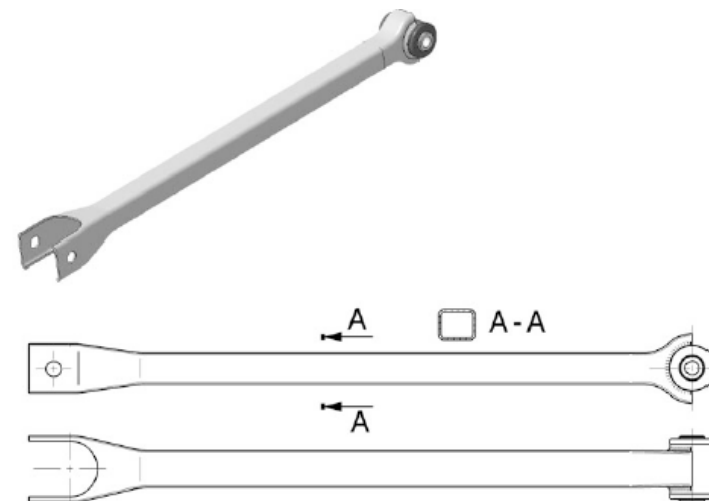
Tipovi sistema oslanjanja – poluzavisno (H) oslanjanje



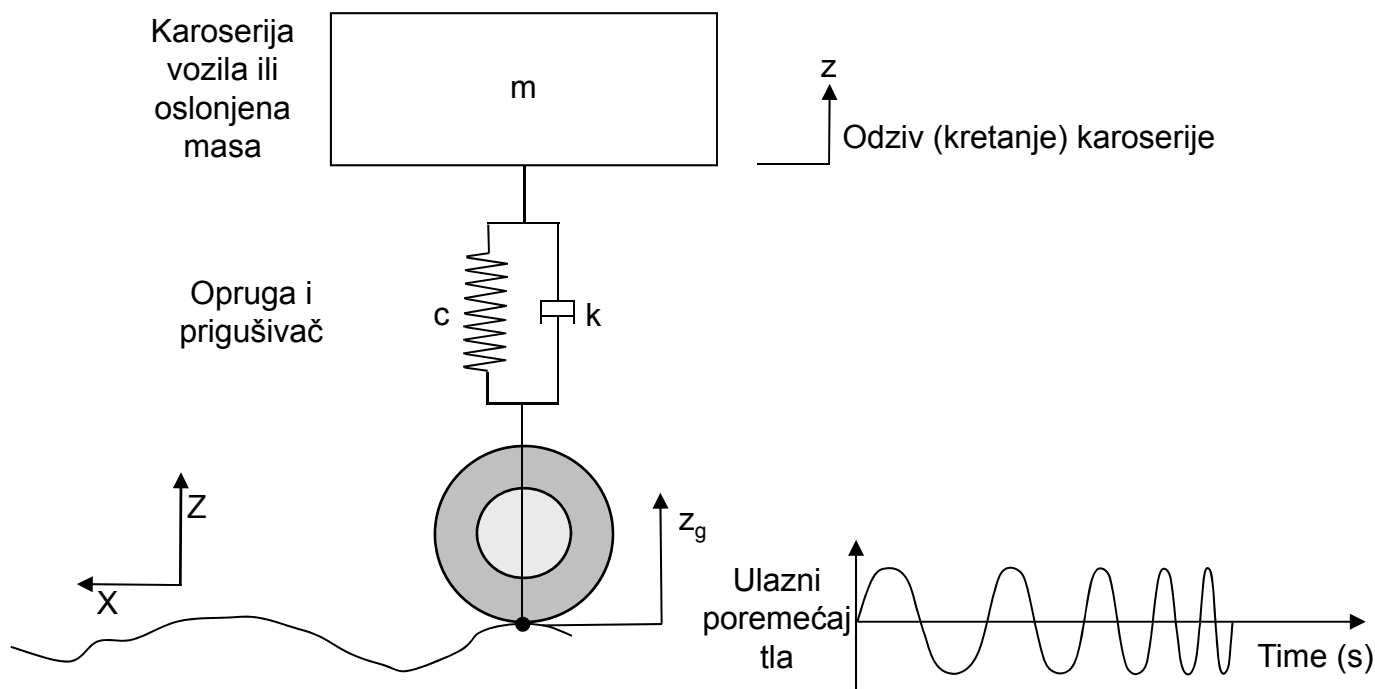
Elementi sistema oslanjanja za vođenje točka – vođice



Materijali za vođice: gvožđe, čelik, aluminijum i legure sa Si i Mg;
titanijum i magnezijum (ne za serijska vozila);
U budućnosti: kompoziti i hibridni materijali (čelični limovi i plastika)



Oscilatorna udobnost karoserije



Opruga (spring) se može definisati kao element sistema oslanjanja koji proizvodi reaktivnu silu F_{opruga} kada se elastično deformiše ugibom Δz . $F_{opruga} = c_{opruga} \cdot \Delta f_{opruga}$

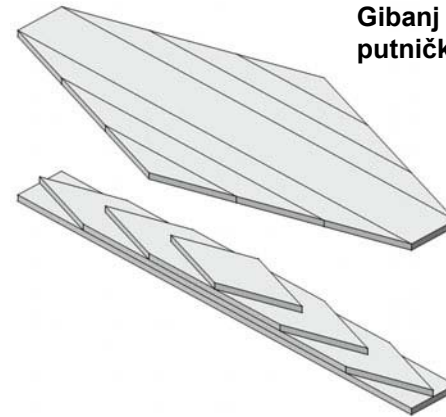
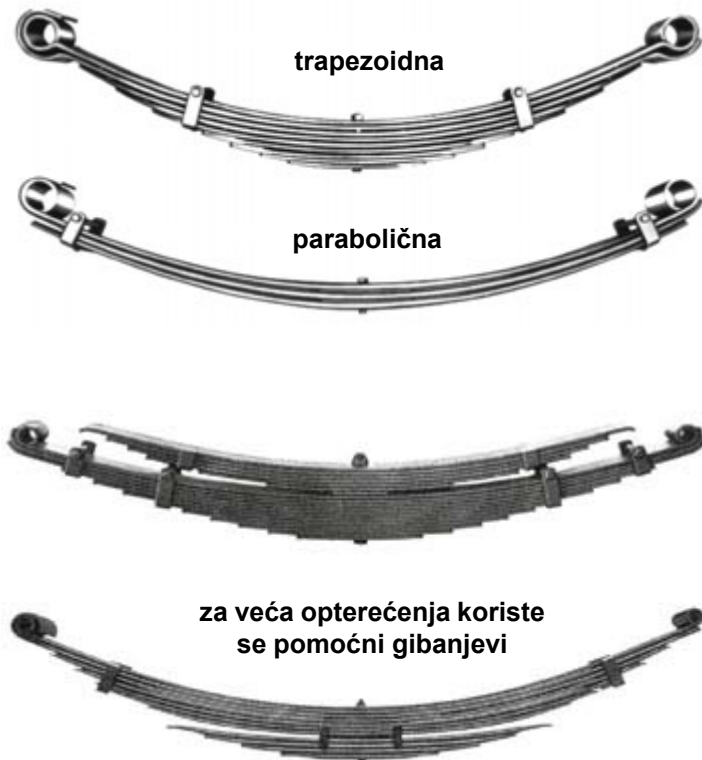
Prigušivači su elementi sistema oslanjanja koji prigušuju oscilacije neoslonjenih masa i imaju značajnu ulogu i za bezbednost i za udobnost vožnje. Prigušivač treba da obezbedi stalni kontakt pneumatika i tla zbog priranja pri kretanju i kočenju. $F_{prig.} = k_{prig.} \cdot \Delta f_{prig.}$

Neravnine na putu, krutost opruge c i faktor prigušenja k određuju frekvenciju oscilovanja oslonjenih masa (karoserije) koja treba da bude u određenim granicama koje određuju udobnost.

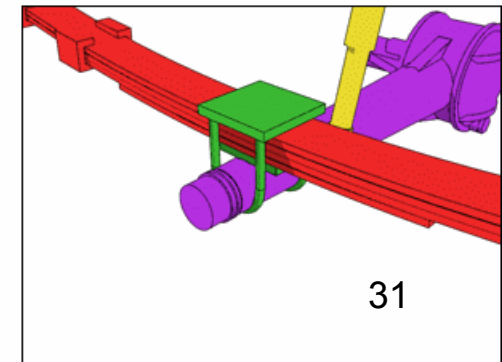
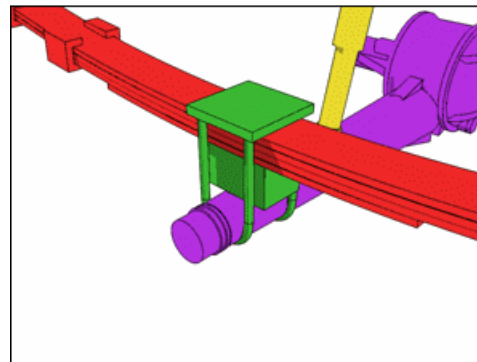
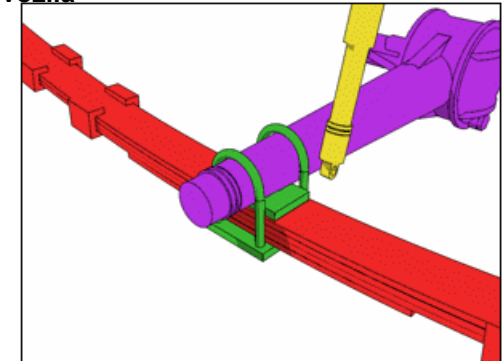
Elastični elementi sistema oslanjanja – opruge

Lisnate opruge – gibanjevi

Ova vrsta opruge najduže je u upotrebi, upotreba sa pojavom kočija. Relativno niske cene, veoma robustne (izdržljive) i pouzdane. Danas je ova vrsta opruga uglavnom zastupljena kod terenskih i teretnih vozila. Osim što ima ulogu elastičnog elementa, ova vrsta opruga može imati i ulogu vođenja točka i prigušivača (zbog trenja koje se javlja između listova opruge).



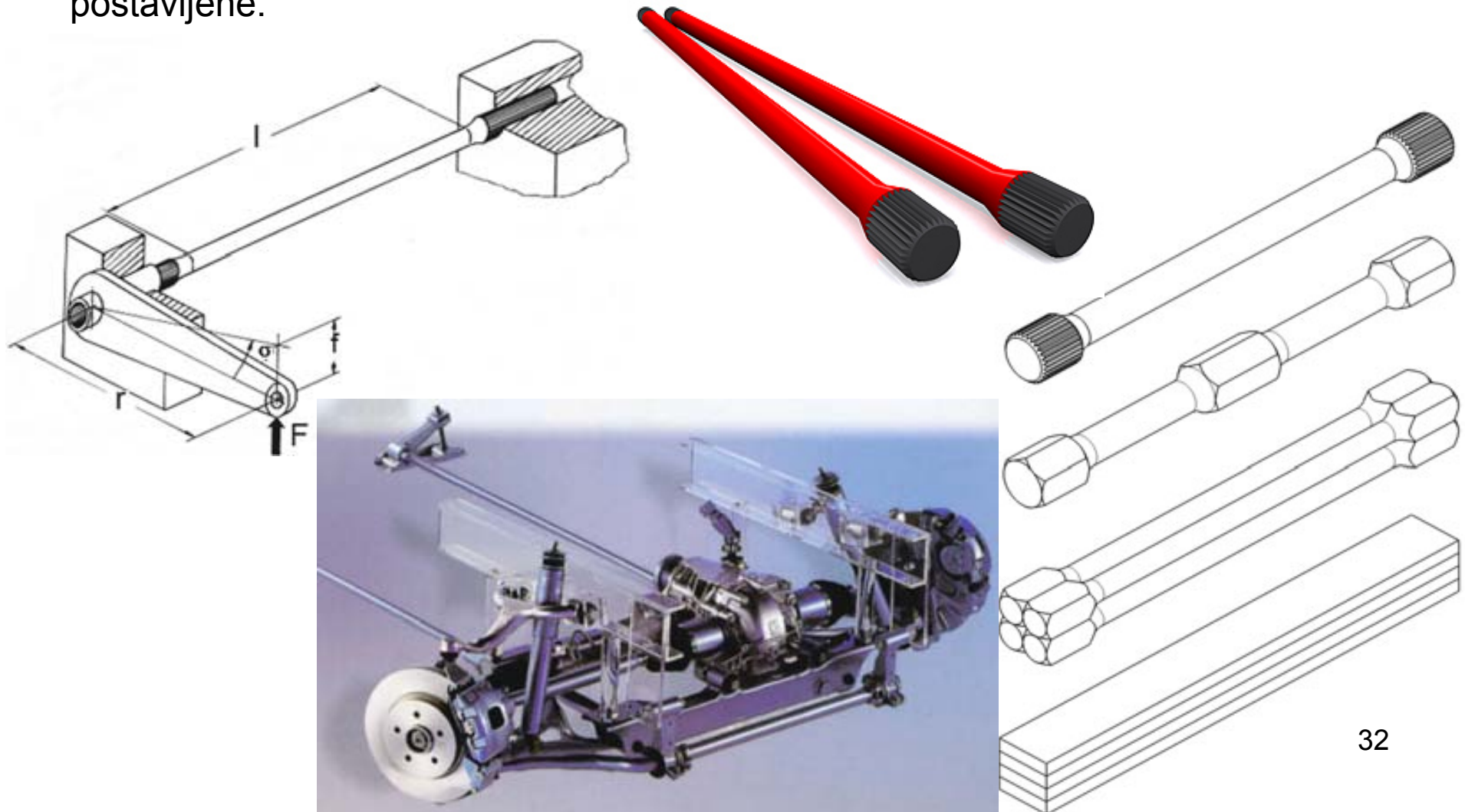
Gibanj iznad kućišta pog. mosta – teretna vozila
Gibanj ispod kućišta pog. mosta – laka teretna i putnička vozila



Elastični elementi sistema oslanjanja – opruge

Torzione opruge

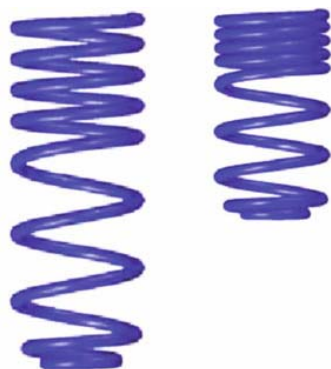
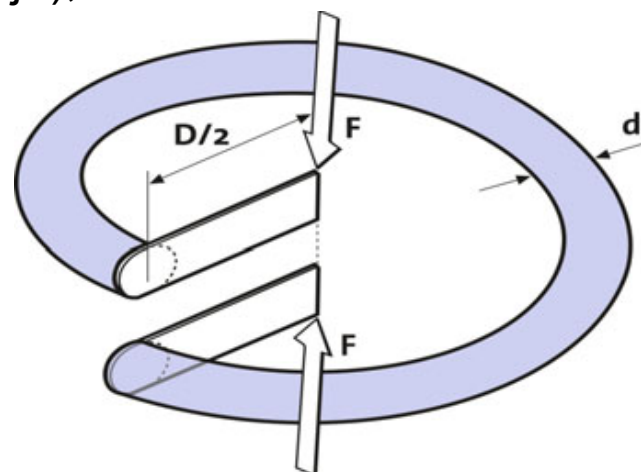
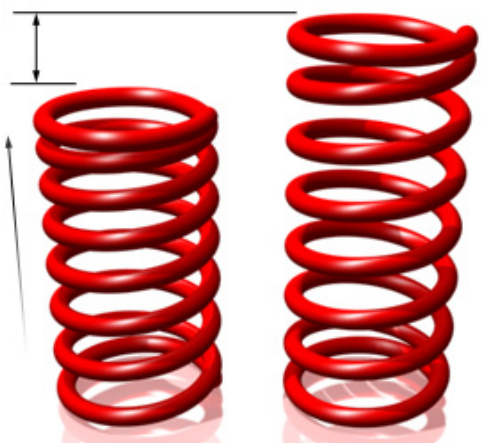
opterećene su momentom na uvijanje i ugrađuju se uglavnom kod putničkih ili lakih dostavnih vozila. Mogu biti različitih poprečnih preseka, poprečno ili uzdužno postavljene.



Elastični elementi sistema oslanjanja – opruge

Zavojne opruge

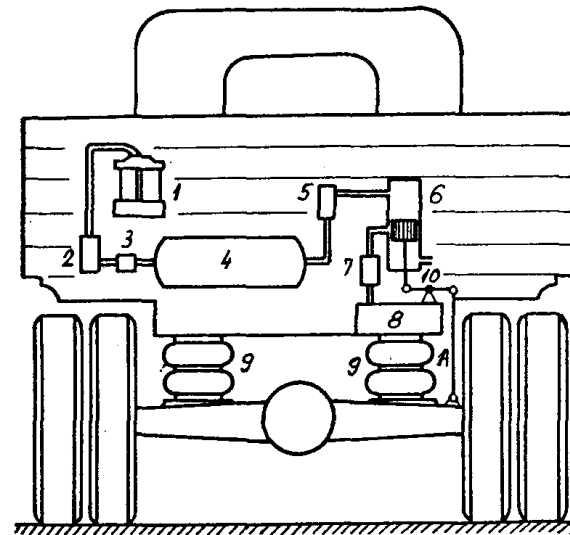
Najrasprostranjenije opruge kod putničkih vozila. U osnovi predstavljaju torzionu oprugu koja je savijena u zavojnicu. Zavojne opruge mogu se deliti prema obliku opruge u celini, obliku poprečnog preseka žice od koje se opruga izrađuje, obliku završetka opruge odnosno njenog ležišta (postolja), obliku krive zavisnosti sile u odnosu na deformaciju (linearne i progresivne).



Elastični elementi koji održavaju visinu vozila Pneumatski i hidropneumatski oslanjanci

Osim unapređene udobnosti vožnje, automatsko održavanje visine vozila omogućava konstantno rastojanje između vozila i tla, stalnu geometriju točkova i stalnu usmerenost snopa svetala.

Automatsko održavanje visine vozila postiže se pneumatskim ili hidropneumatskim sistemom koji u sebi objedinjava oprugu i prigušivač. Pneumatski sistemi koriste (dodaju/oduzimaju) vazduh (gas), dok hidropneumatski potrebnu visinu postižu dodavanjem/oduzimanjem ulja.



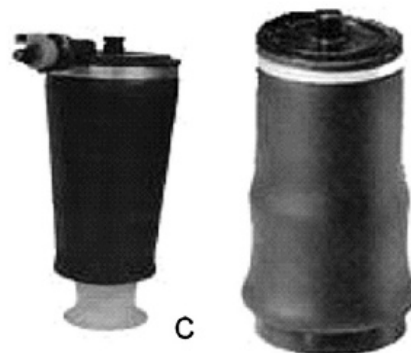
Pneumatski oslonci (vazdušni jastuci - mehovi)



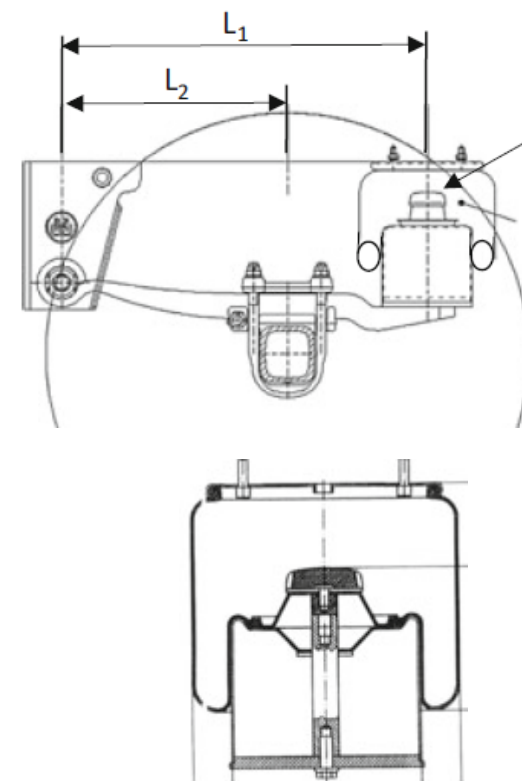
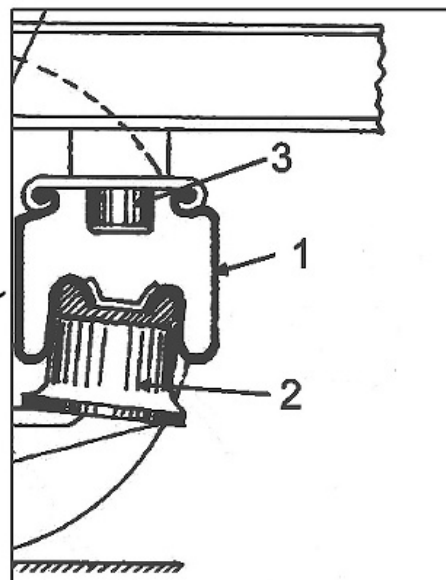
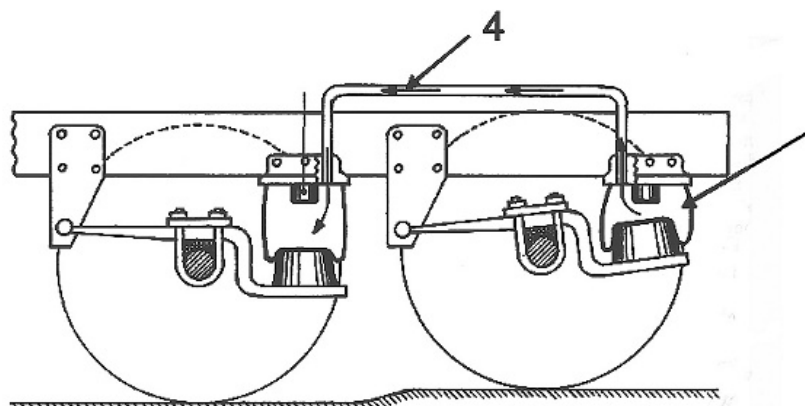
a



b

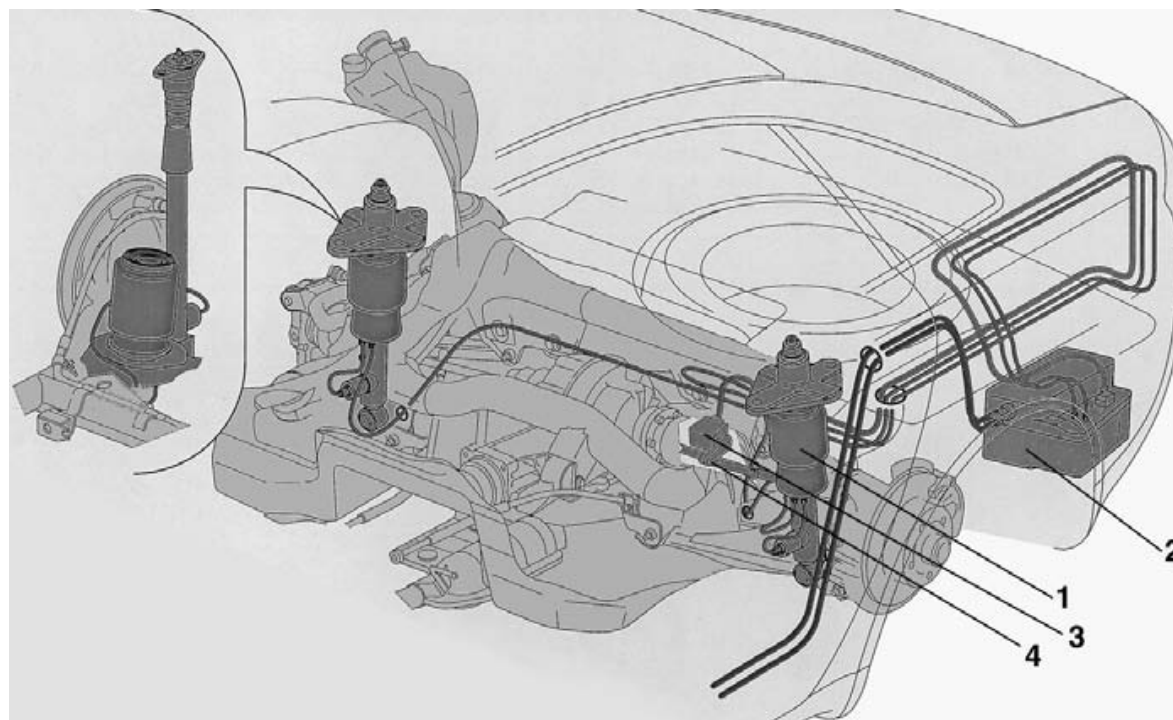
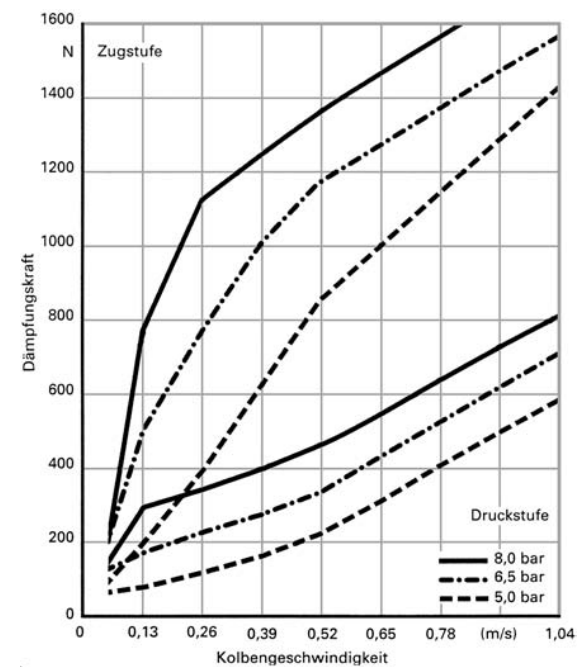
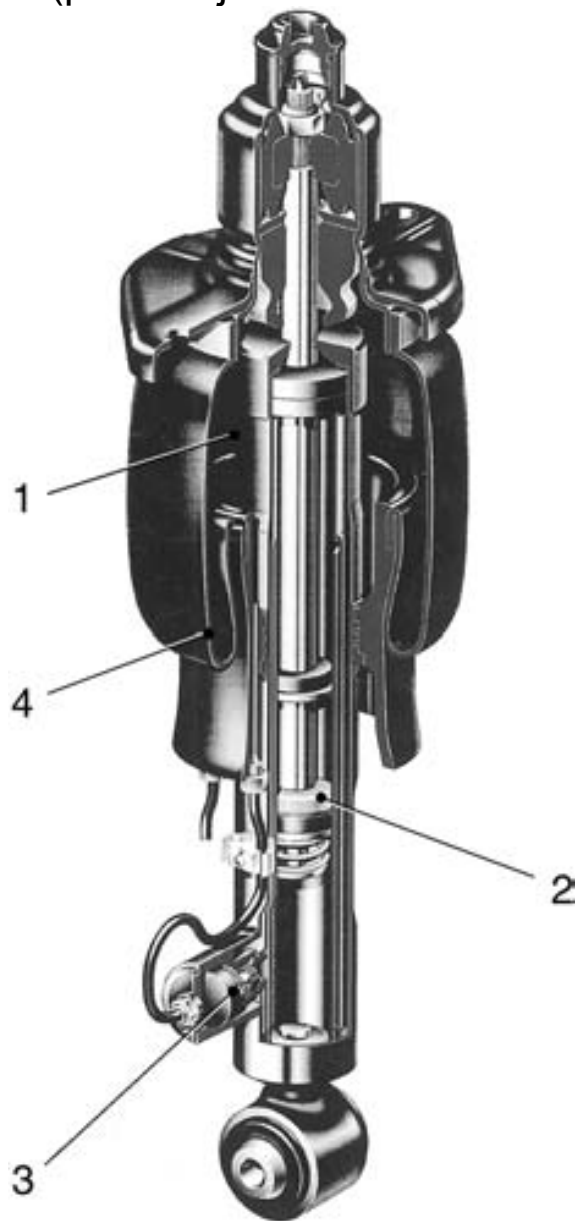


c

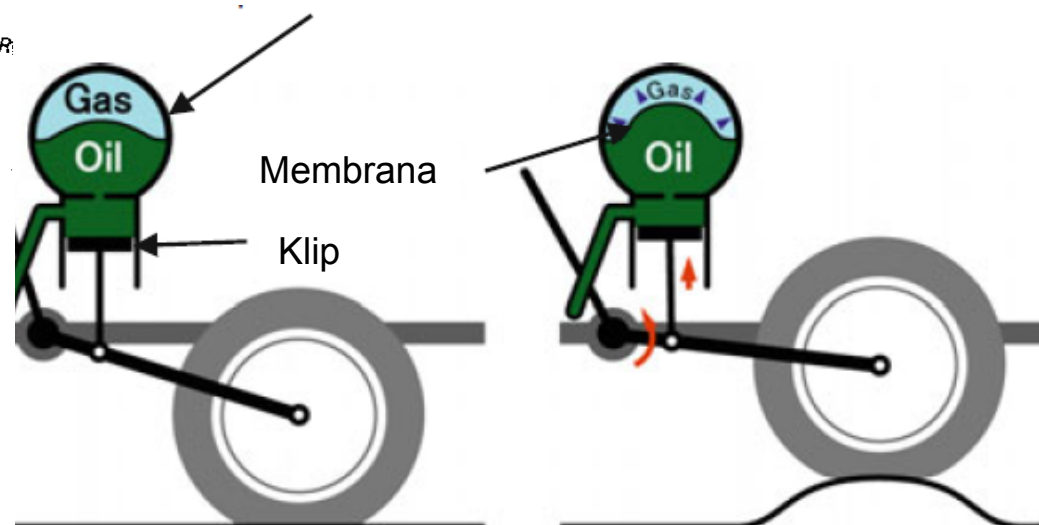
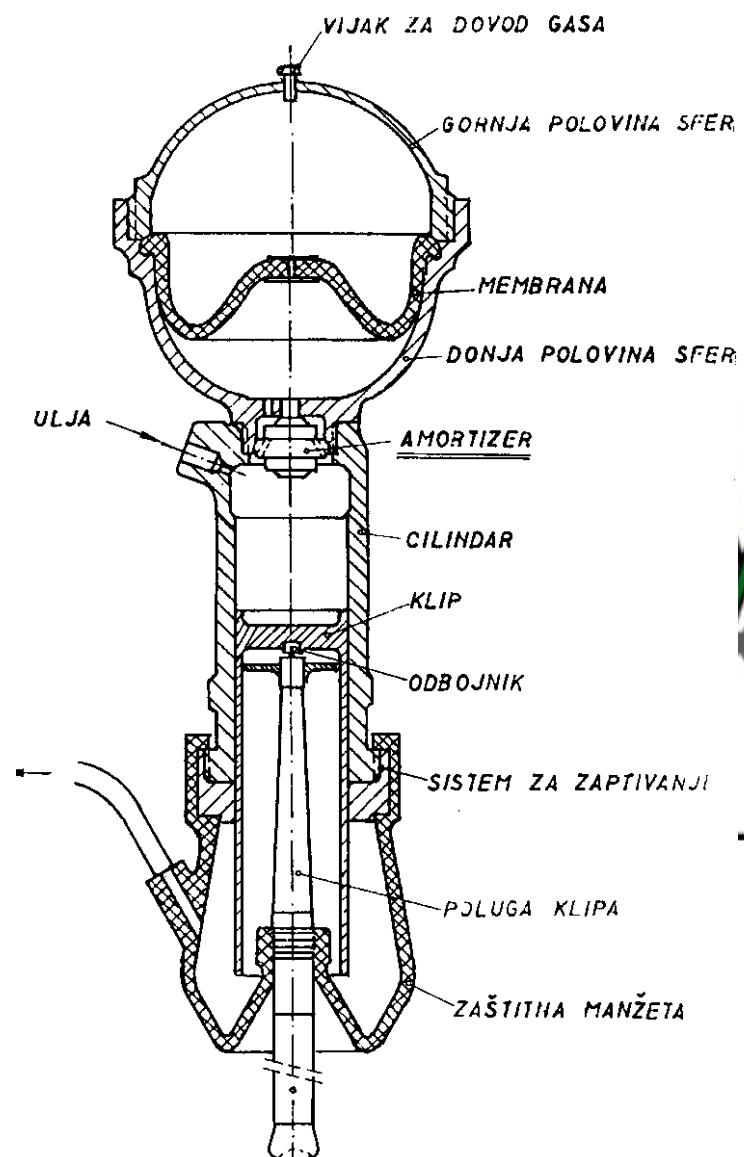


1. vazdušni jastuk (meh);
2. oslonac vazdušnog jastuka;
3. graničnik;
4. Pneumatski vod (veza).

Sklop pneumatske opruge i prigušivača
(promenljiva karakteristika krutosti i prigušenja)



Hidropneumatski oslonac



Prigušivači (amortizeri)

Hidraulički teleskopski amortizeri (twin-tube shock absorbers)

1 – klipnjača; 2 – radni cilindar; 3 – klip; 4 – zaptivka klipa; 7 i 8 – klipni ventili (razvlač. i sab.);

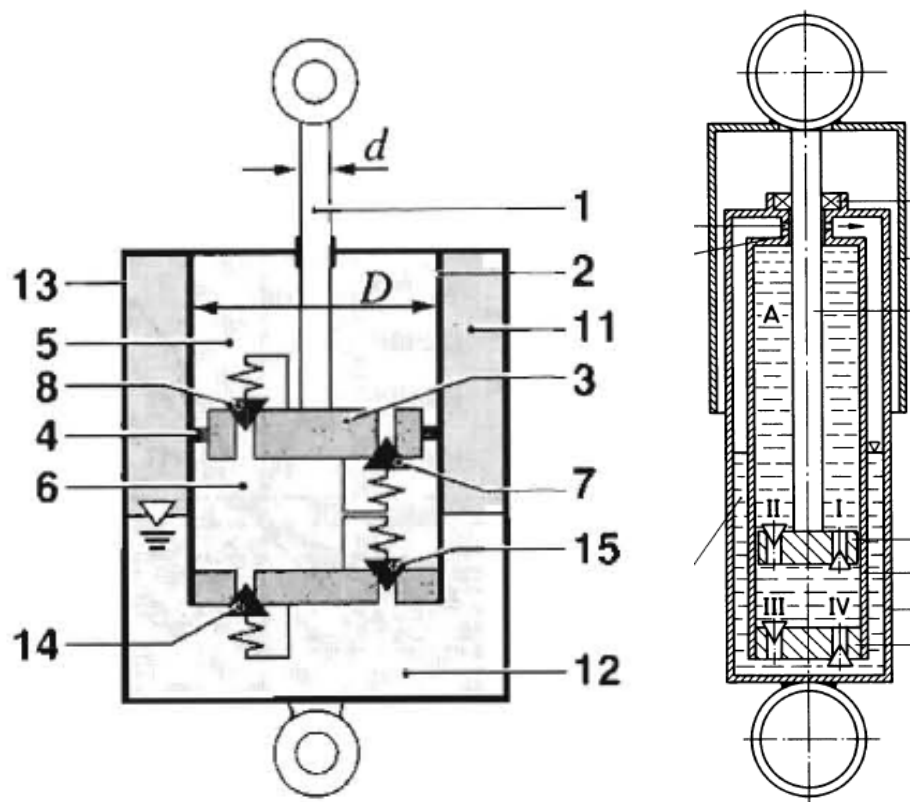
11 – gas pod pritiskom (6 do 8 bar) u kompenzacionoj komori; 12 – rezerve ulja u kompenzac. komori;

13 – spoljni cilindar (kompenzacione komore);

14 i 15 – donji ventili (sabijanje i razvlačenje);

D – prečnik radnog cilindra

(22-36 mm za putnička; max.70 mm za teretna vozila)



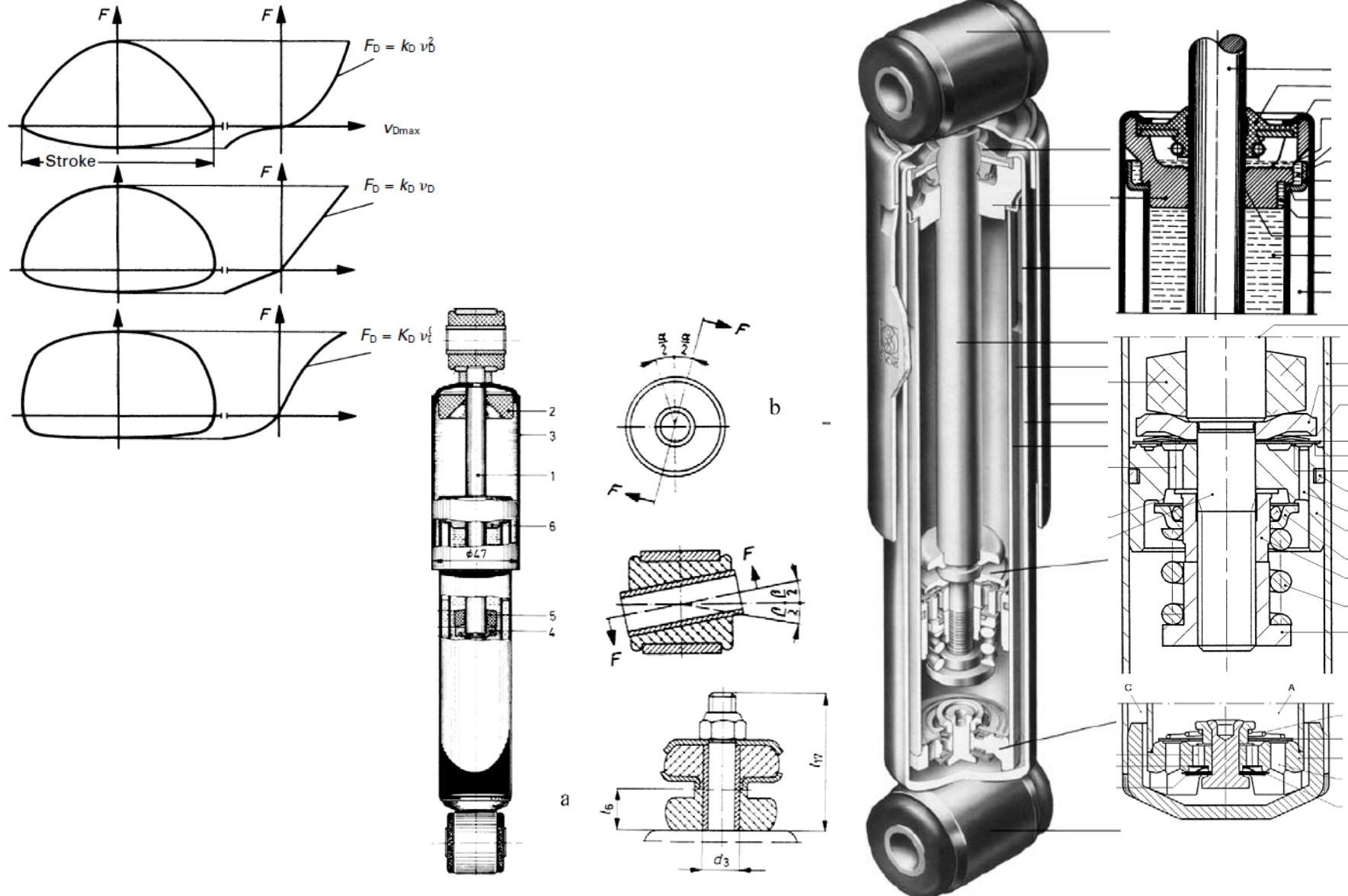
pritisak (izbočina)



istezanje (rupa)

Prigušivači (amortizeri)

Hidraulički teleskopski amortizeri (twin-tube shock absorbers)



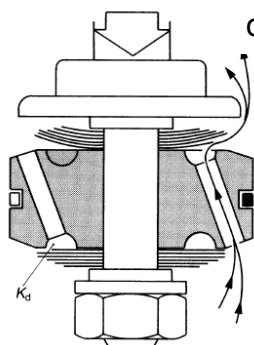
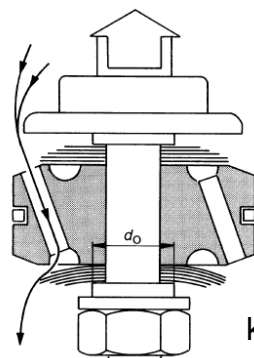
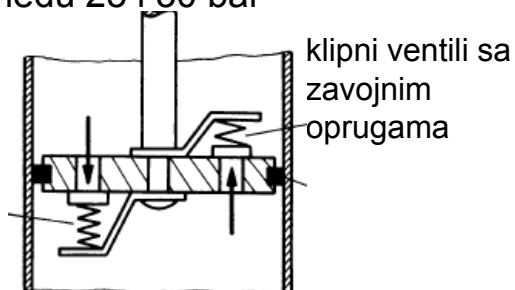
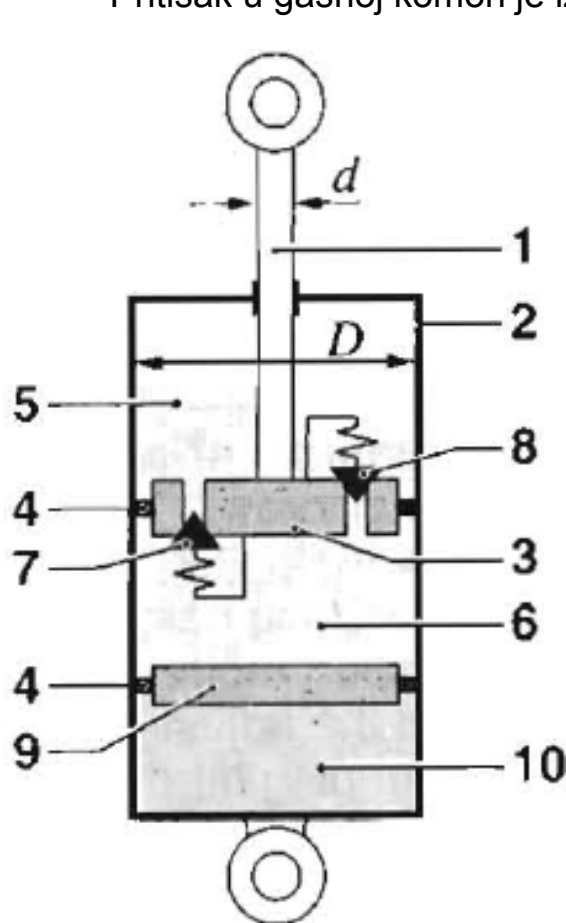
Prigušivači (amortizeri)

Gasni amortizeri (monotube shock absorbers)

1 – klipnjača; 2 – radni cilindar; 3 – klip; 4 – zaptivka klipa; 7 i 8 – klipni ventili (razvlač. i sab.);

9 – klip koji razdvaja hidrauličnu i gasnu komoru; 10 – gasna komora;

Pritisak u gasnoj komori je između 25 i 30 bar



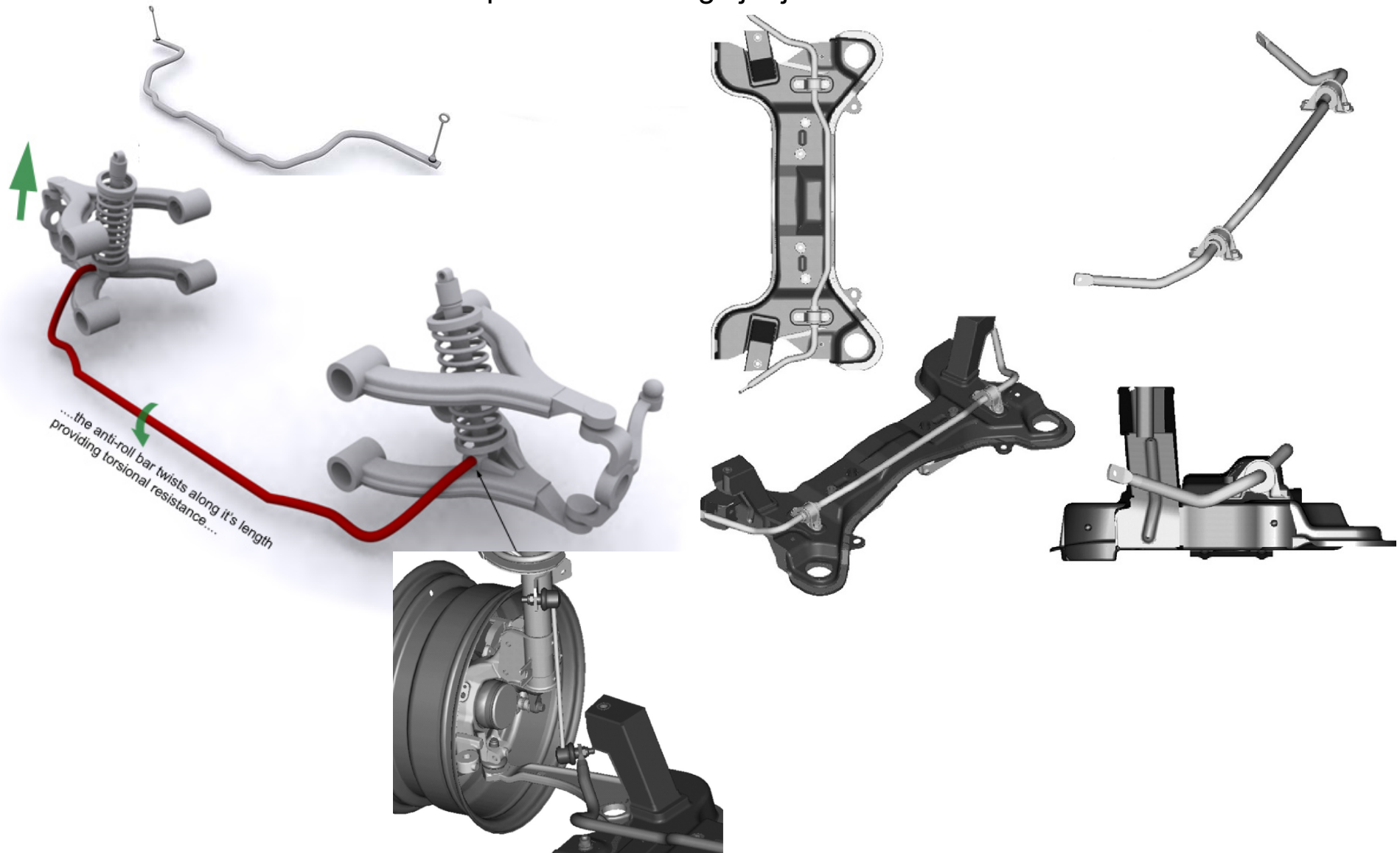
pritisak (izbočina)



istezanje (rupa)

Stabilizatori

Stabilizatori su torzione opruge koje povezuju odgovarajuće vođice levog i desnog točka, a imaju ulogu da ograniče prekomerno nagnjanje vozila.

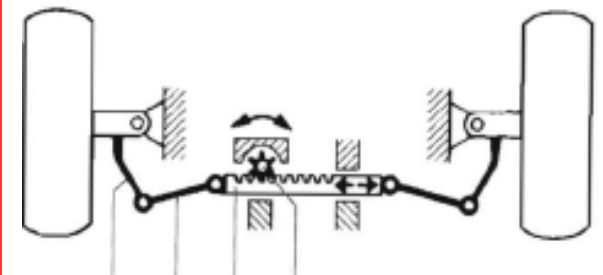
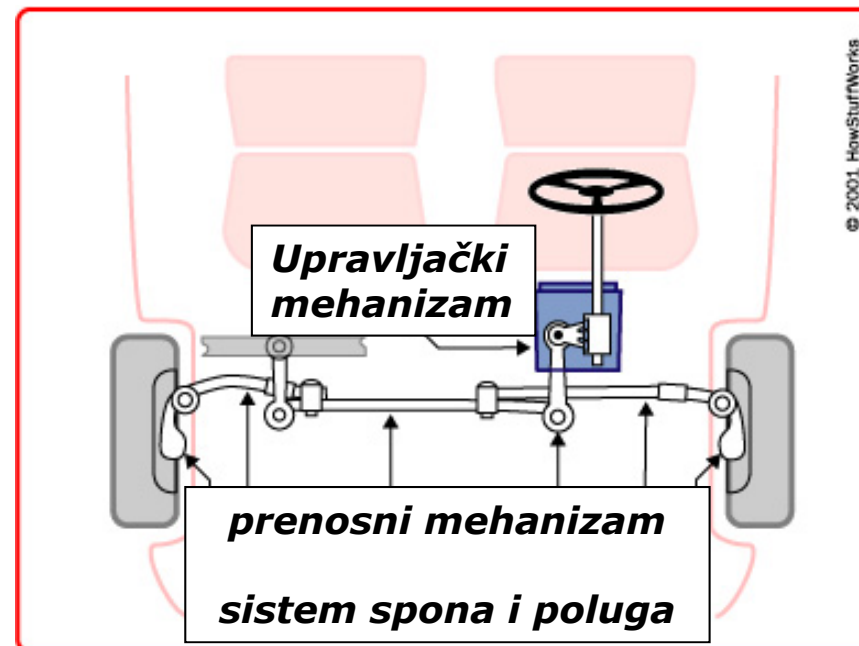


Zadaci i elementi sistema upravljanja

Osnovni zadatak sistema upravljanja ja da obezbedi kretanje vozila u željenom pravcu tako što uspostavlja vezu između upravljačkih točkova i točka upravljača (volana) kojim vozač zakreće točkove i time upravlja vozilom. Ta veza je mehanička, mada je savremenom tehnologijom omogućeno i upravljanje sistemom „steer-by-wire“. Imajući u vidu da sila na točku upravljača koja se zahteva od vozača može biti velika, koriste se različite vrste pojačavača tj. servo-uređaja i to na hidrauličkom, pneumatskom ili električnom principu rada.

Sistem upravljanja mora biti usaglašen sa sistemom oslanjanja i mora se projektovati integralno.

Sistem za upravljanje sastoji se od upravljačkog i prenosnog mehanizma



Upravljački mehanizam

Upravljački mehanizam predstavlja reduktor koji povećava izlazni moment i po potrebi pretvara obrtno pomeranje točka upravljača u translatorno kretanje prenosnog mehanizma.

Karakteristike:

1. Prenosni odnos – odnos ugla zakretanja točka upravljača i ugla zakretanja točkova;
2. Stepenn korisnosti; poželjno da direktni, od točka upravljača do točkova bude što veći, a povratni što manji zbog ublažavanja udarnih opterećenja.

Prema načinu konstrukcionog izvođenja upravljački mehanizmi mogu biti sa:

- zupčastom letvom;
- zavojnicom, ozubljenom navrtkom, recirkulišućim kuglicama i ozubljenim sektorom;
- pužnim prenosnikom.

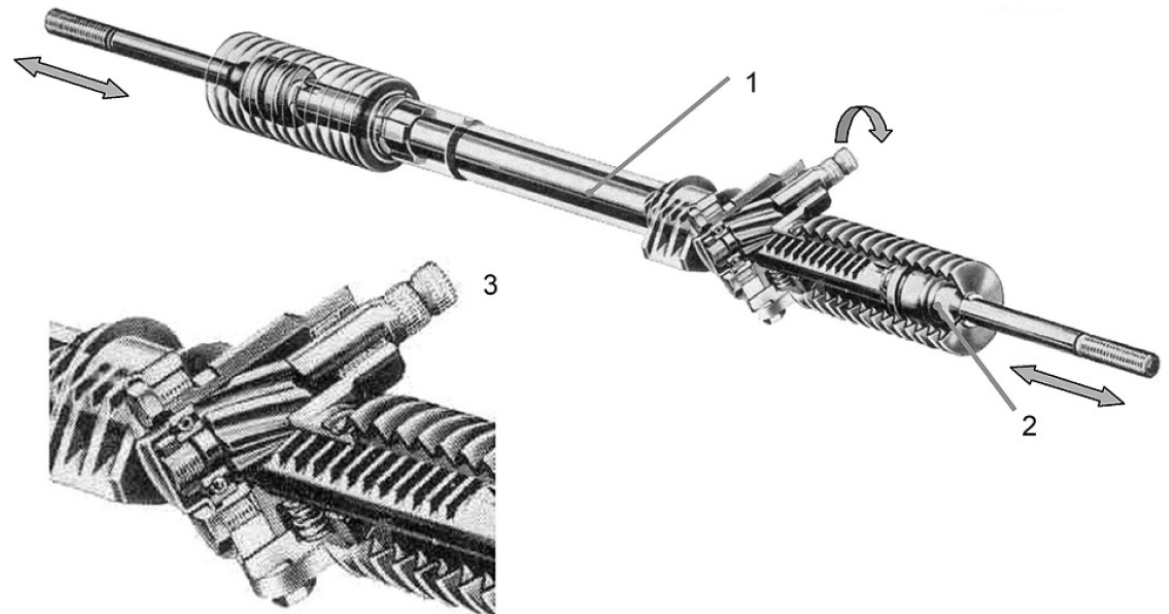
Upravljački mehanizam sa zupčastom letvom

Pogodnosti koje pruža ovakav sistema upravljanja su:

- jednostavna konstrukcija
- pogodnost i jednostavnost proizvodnje
- povoljan i visok stepen korisnosti
- neposredan spoj zupčaste letve i spona
- isključenje spona i međupoluga iz konstrukcije
- automatsko podešavanje zazora između zupčaste letve i zubaca zupčanika
- manje gabaritne dimenzije

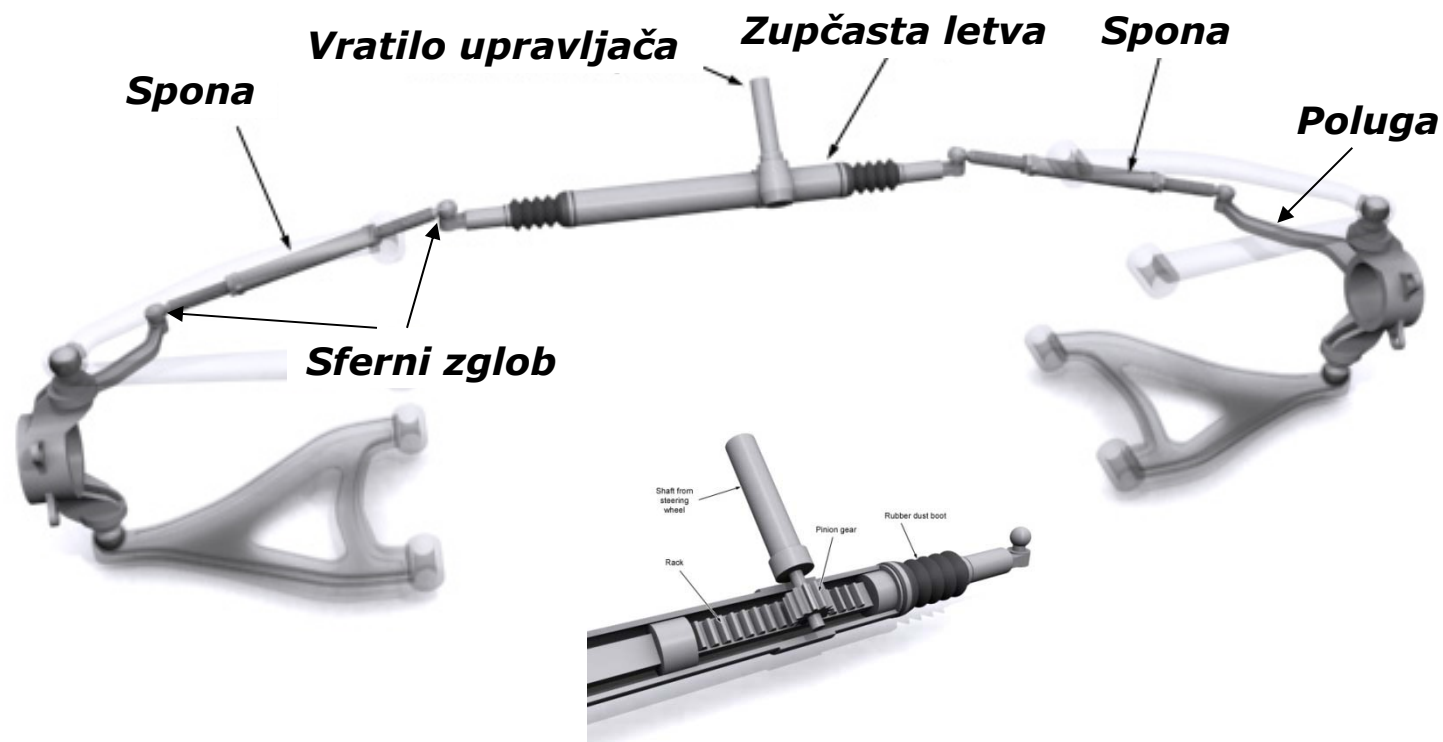
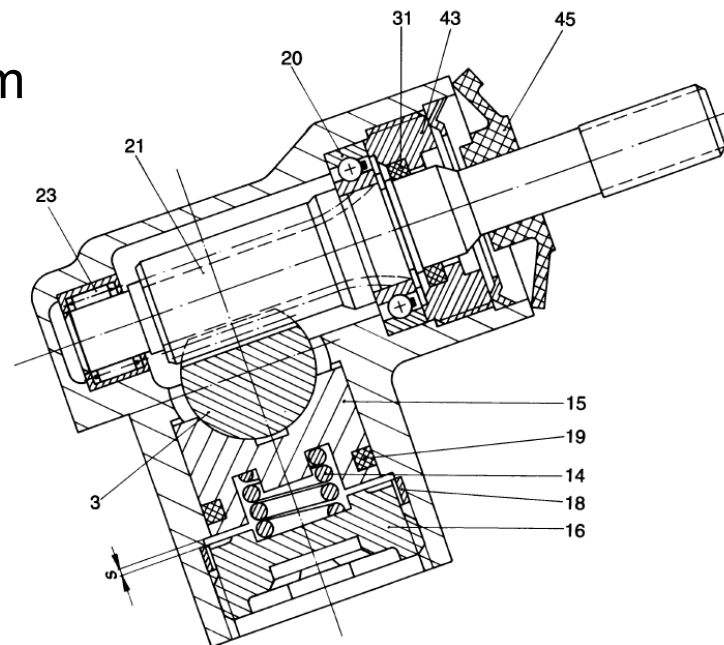
Nedostaci ovakvog načina izvođenja upravljačkog mehanizma su:

- osetljivost na udare
- ograničena dužina spona
- mali vek trajanja

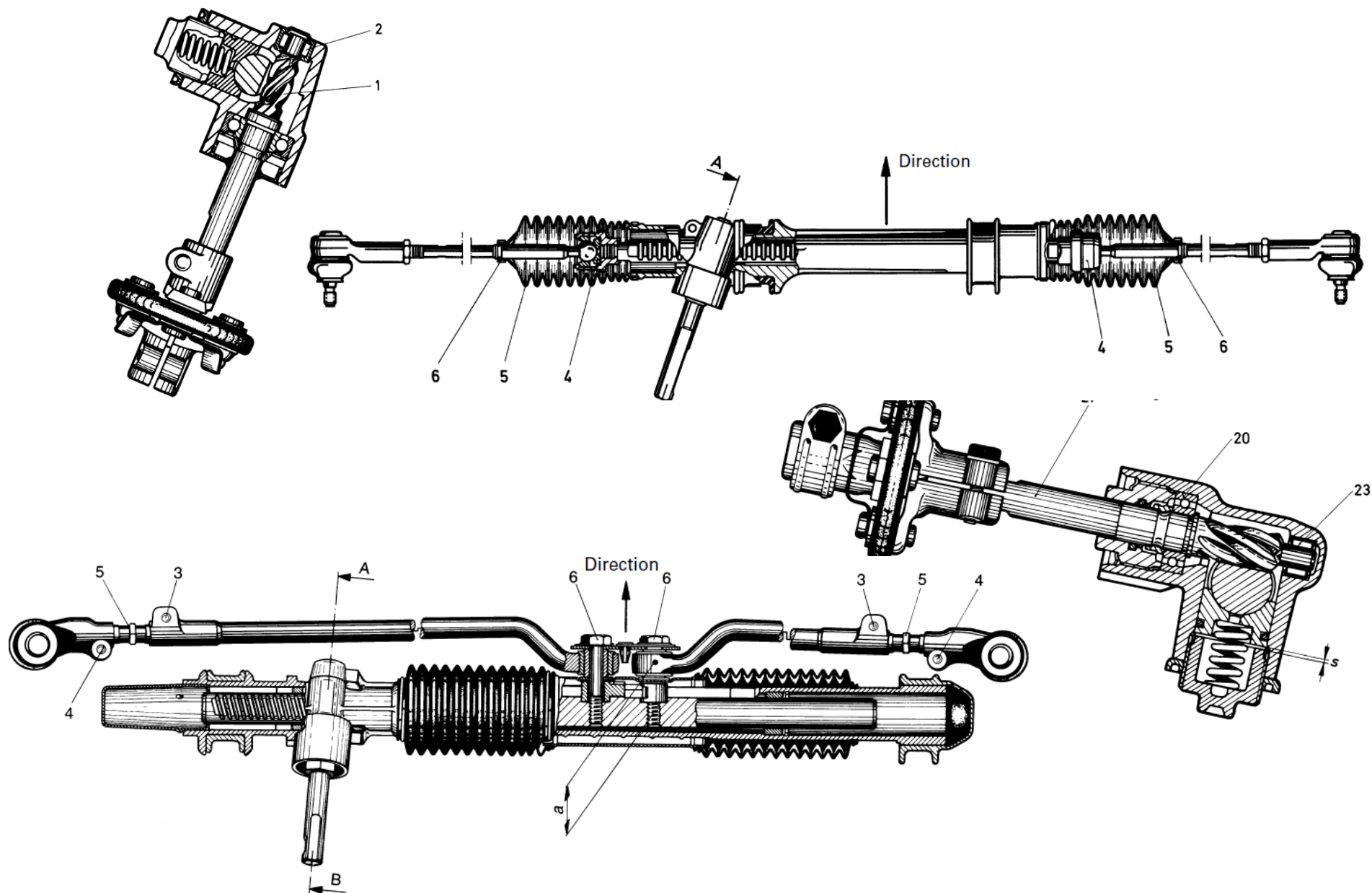


Upravljački mehanizam sa zupčastom letvom

3. zupčasta letva; 14. potisna opruga za poništenje zazora;
15. nosač zupč. letve; 21. zupčanik upravljačkog vratila;
20. kuglični ležaj; 23. –igličasti ležaj

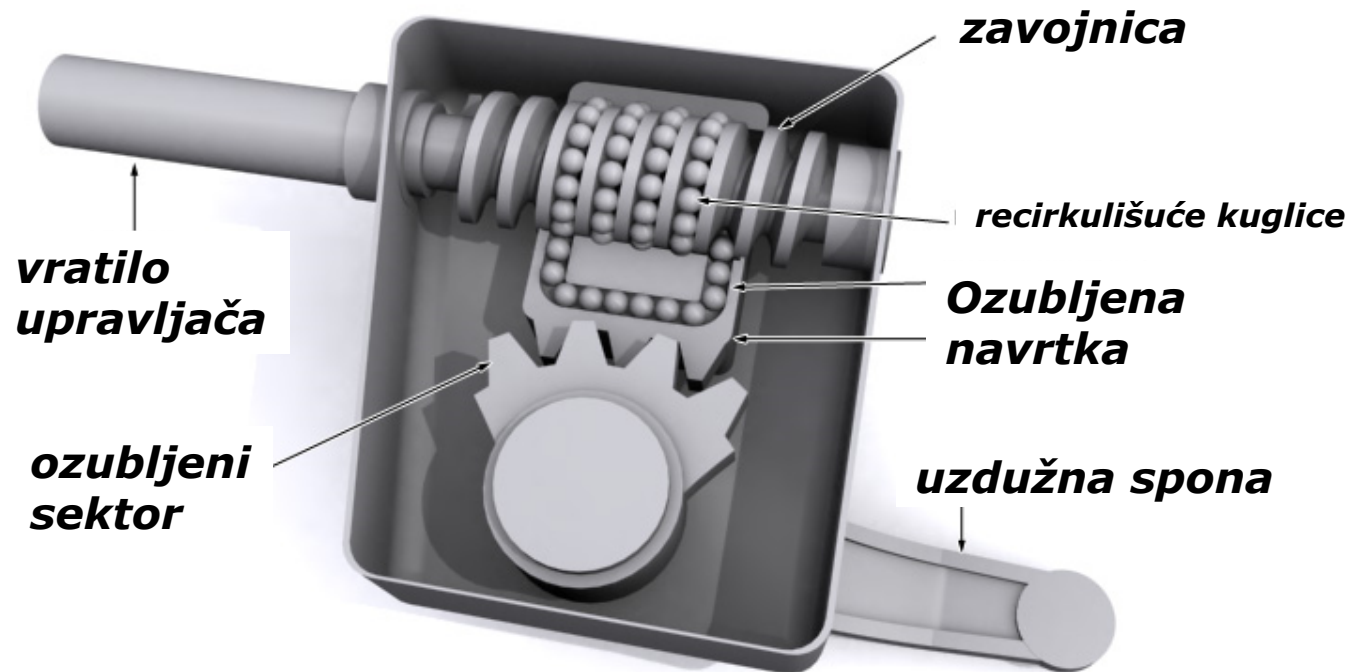


Upravljački mehanizam sa zupčastom letvom

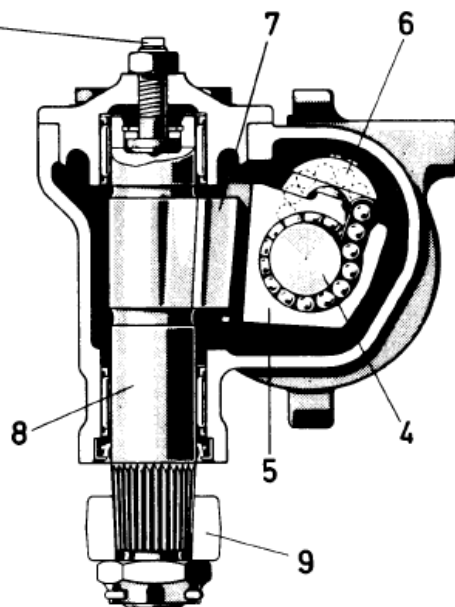
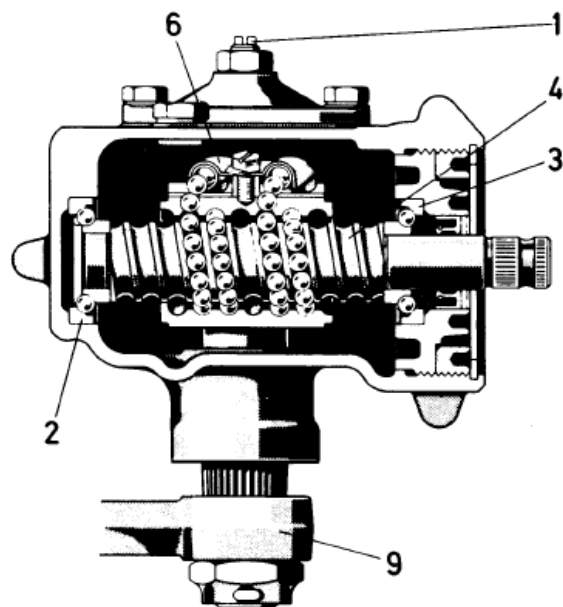


Upravljački mehanizam sa zavojnicom, ozubljenom navrtkom, recirkulišućim kuglicama i ozubljenim sektorom

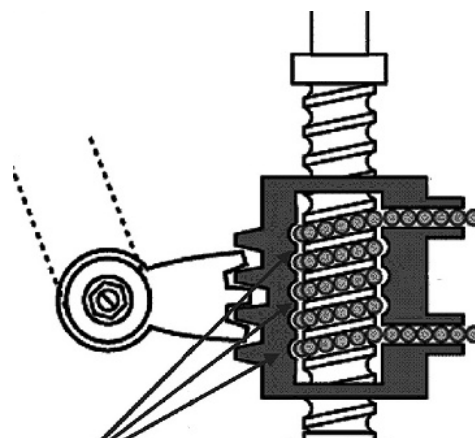
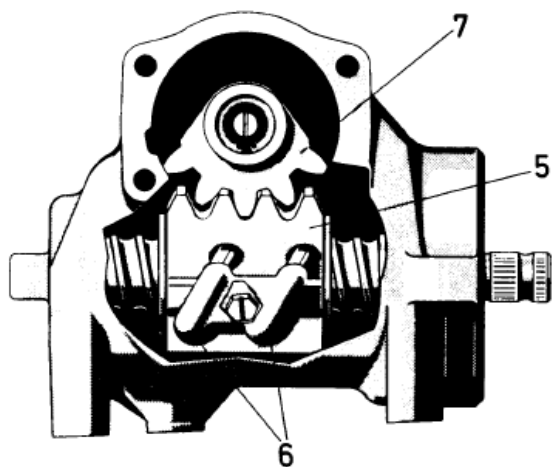
Prenosni odnos je proizvod ova dva prenosna odnosa. Različit stepen korisnosti - direktni i povratni. Mogu se koristiti i kod zavisnog sistema oslanjanja, preneti velika opterećenja i mogući su veliki uglovi zakretanja točkova. Komplikovani su i teški i zahtevaju veći broj zglobova u prenosnom mehanizmu.



Upravljački mehanizam sa zavojnicom, ozubljenom navrtkom, recirkulišućim kuglicama i ozubljenim sektorom



- 2. i 3. kuglični ležaj vratila upravljača;
- 4. zavojnica vratila upravljača;
- 5. ozubljena navrtka;
- 6. kanali za recirkulišuće kuglice;
- 7. ozubljeni sektor;
- 8. vrtilo upravljačke poluge koju obrće ozubljeni sektor;
- 9. upravljačka poluga.



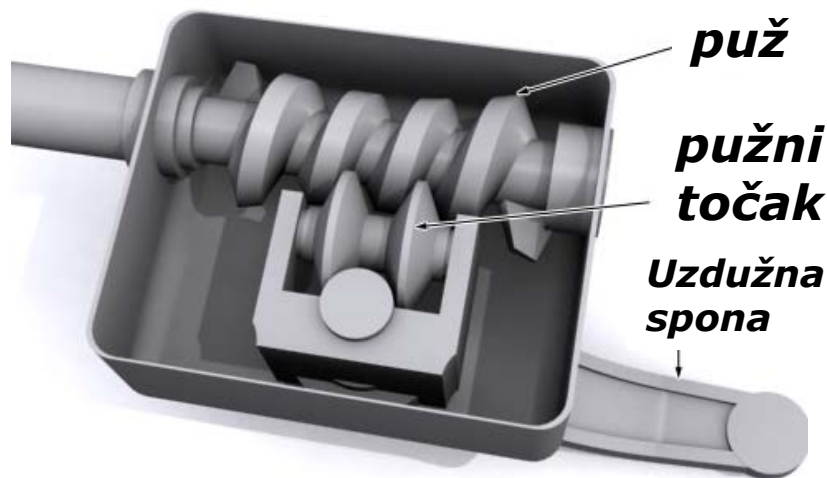
recirkulišuće kuglice imaju ulogu da smanje trenje u spoju zavojnice i navrtke

Upravljački mehanizmi sa pužnim prenosnikom

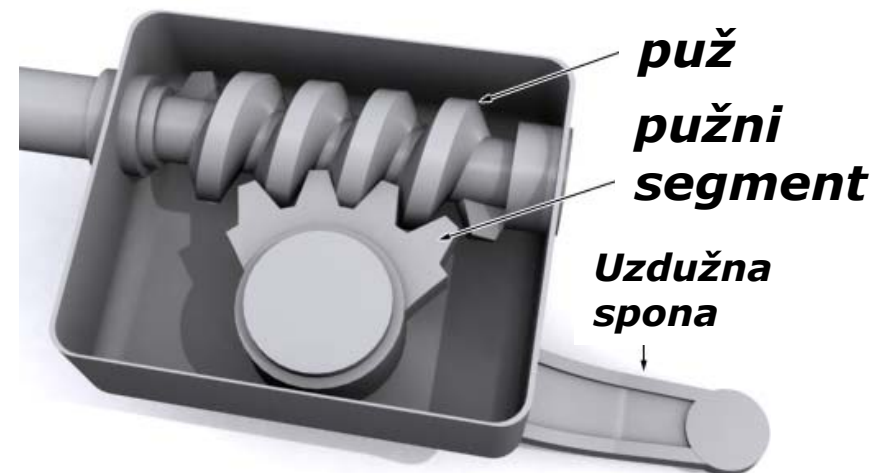
Mogu biti sa:

- a) pužnim točkom;
- b) pužnim sektorom

Mogu obezbediti velike stalne ili promenljive prenosne odnose ali uz relativno mali stepen korisnosti. Trajniji su i bez povratnih udara. Puž može biti cilindrični ili globoidni.



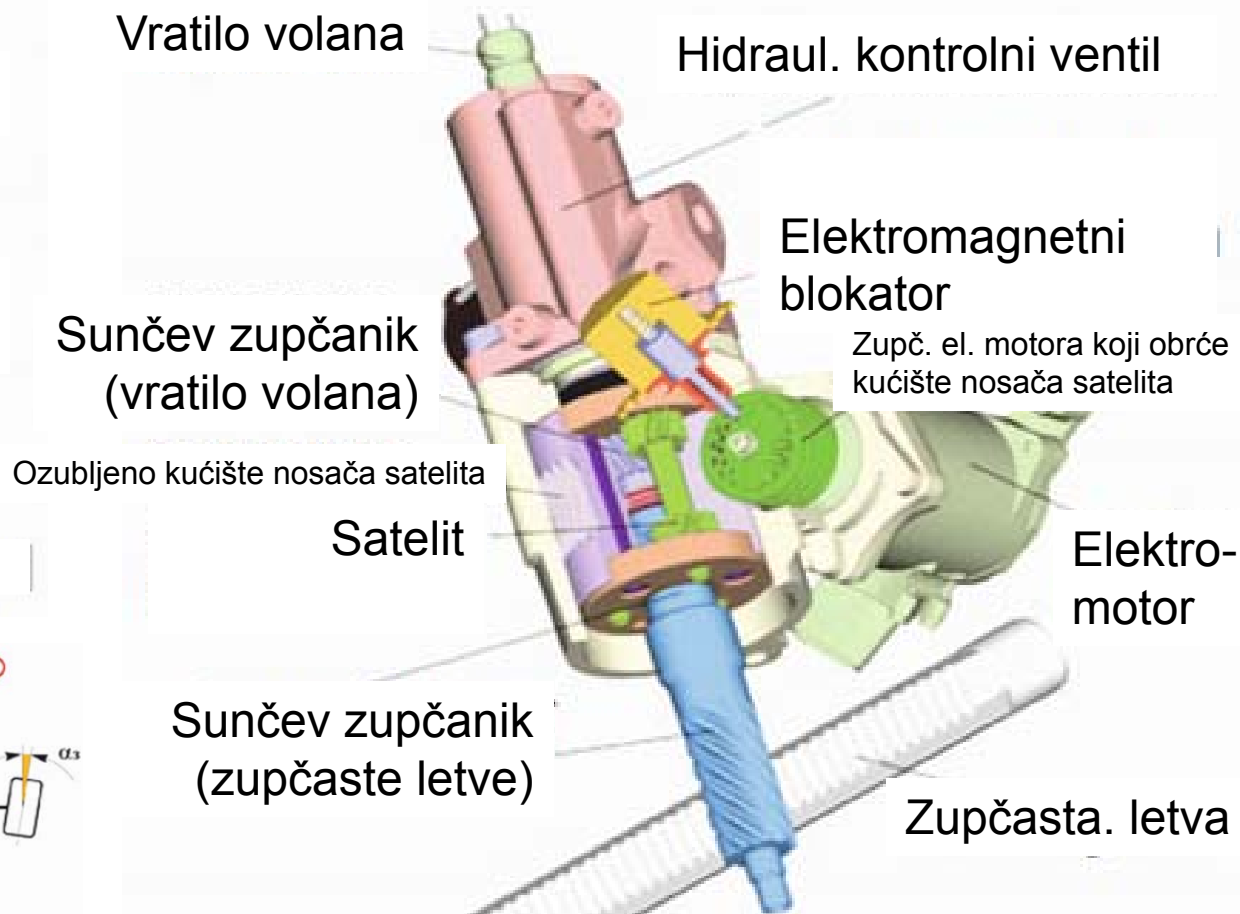
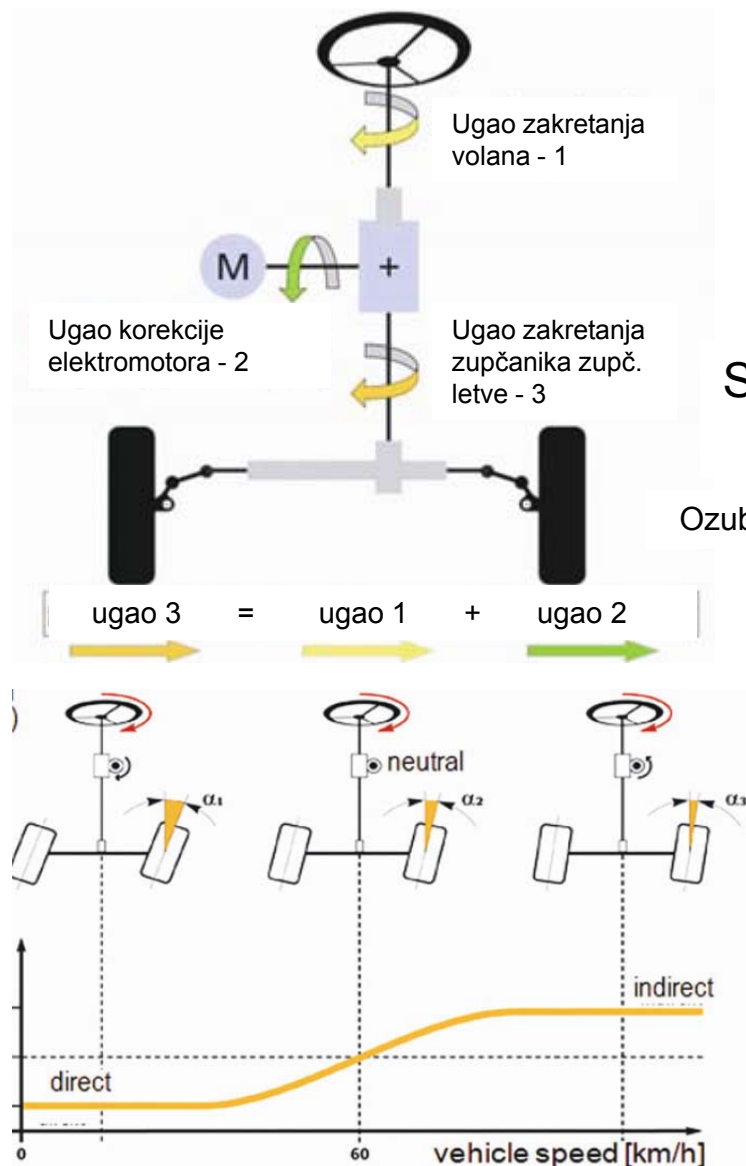
a)



b)

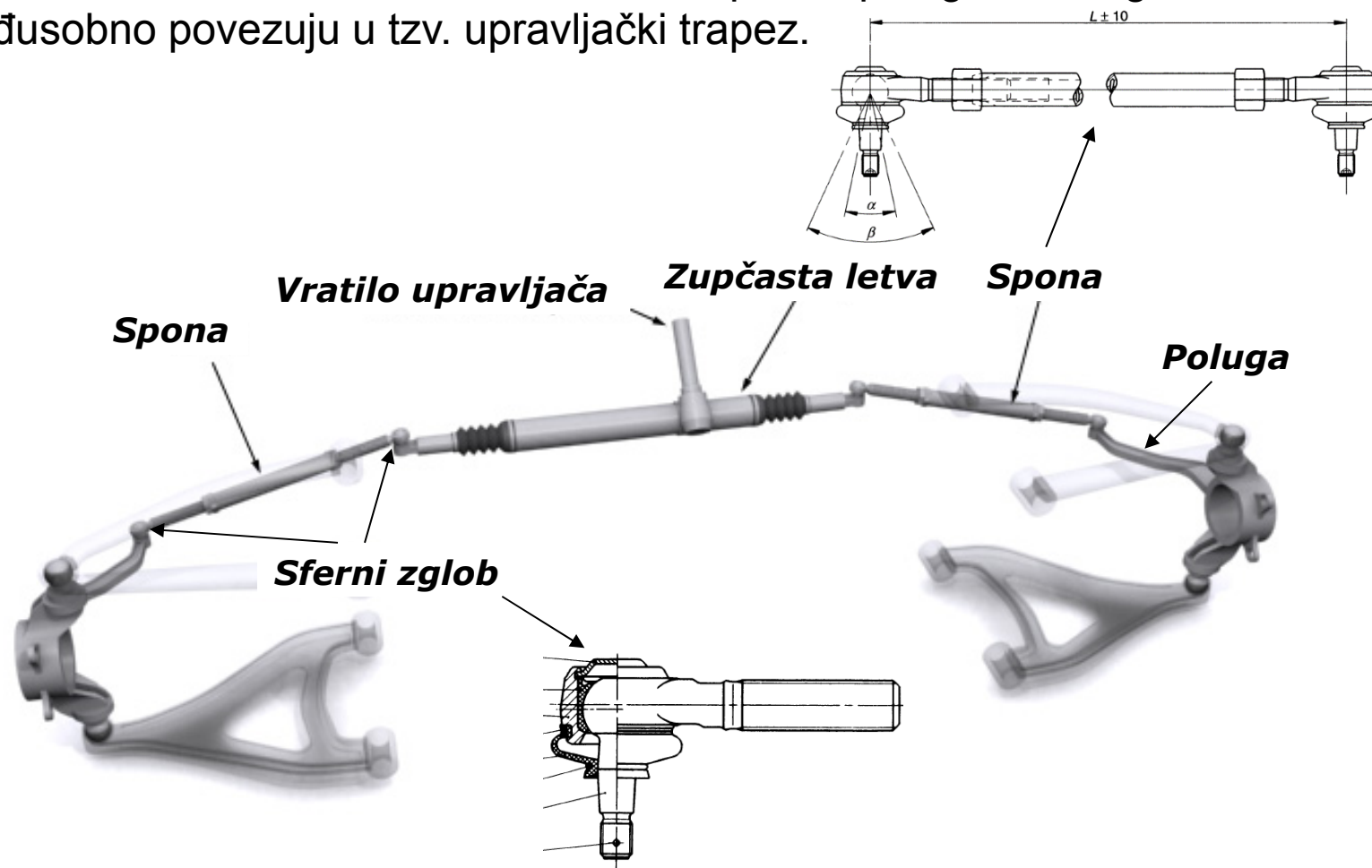
Aktivni upravljački mehanizam

Uloga im je da u zavisnosti od brzine kretanja vozila menja prenosni odnos.



Prenosni mehanizam

Veza između upravljačkog mehanizma i točkova, ostvaruje se posredstvom prenosnog mehanizma, koji ima osnovni zadatak da obezbedi pravilnu kinematiku zakretanja točka, i on je u direktnoj vezi sa sistemom oslanjanja upravljenih točkova. Prenosni mehanizam čine spone i poluge kao i zglobovi koji ih međusobno povezuju u tzv. upravljački trapez.



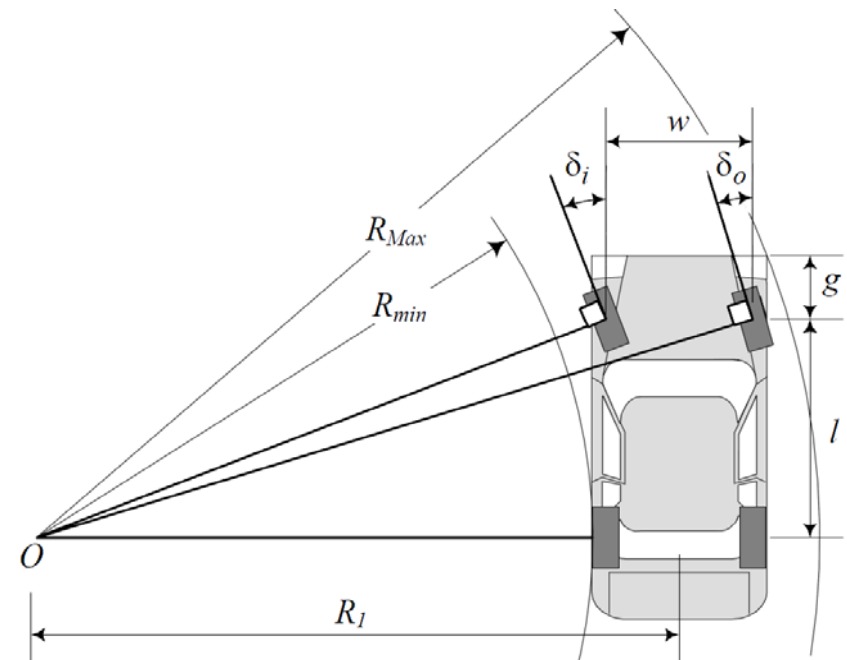
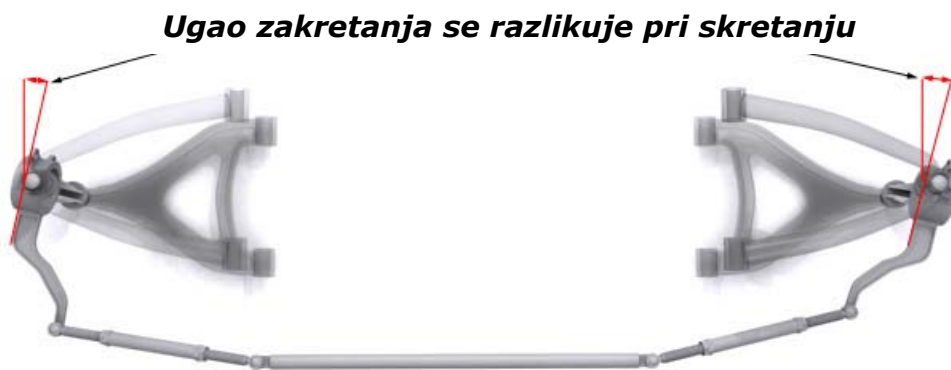
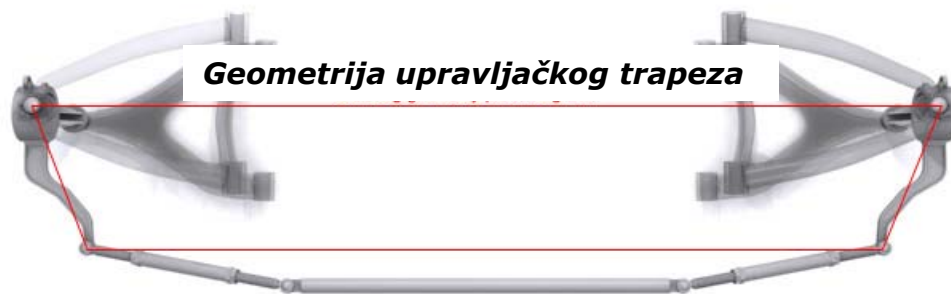
Prenosni mehanizam

Upravljački trapezi se mogu klasifikovati na dva načina. Prema konstruktivnim karakteristikama mogu biti:

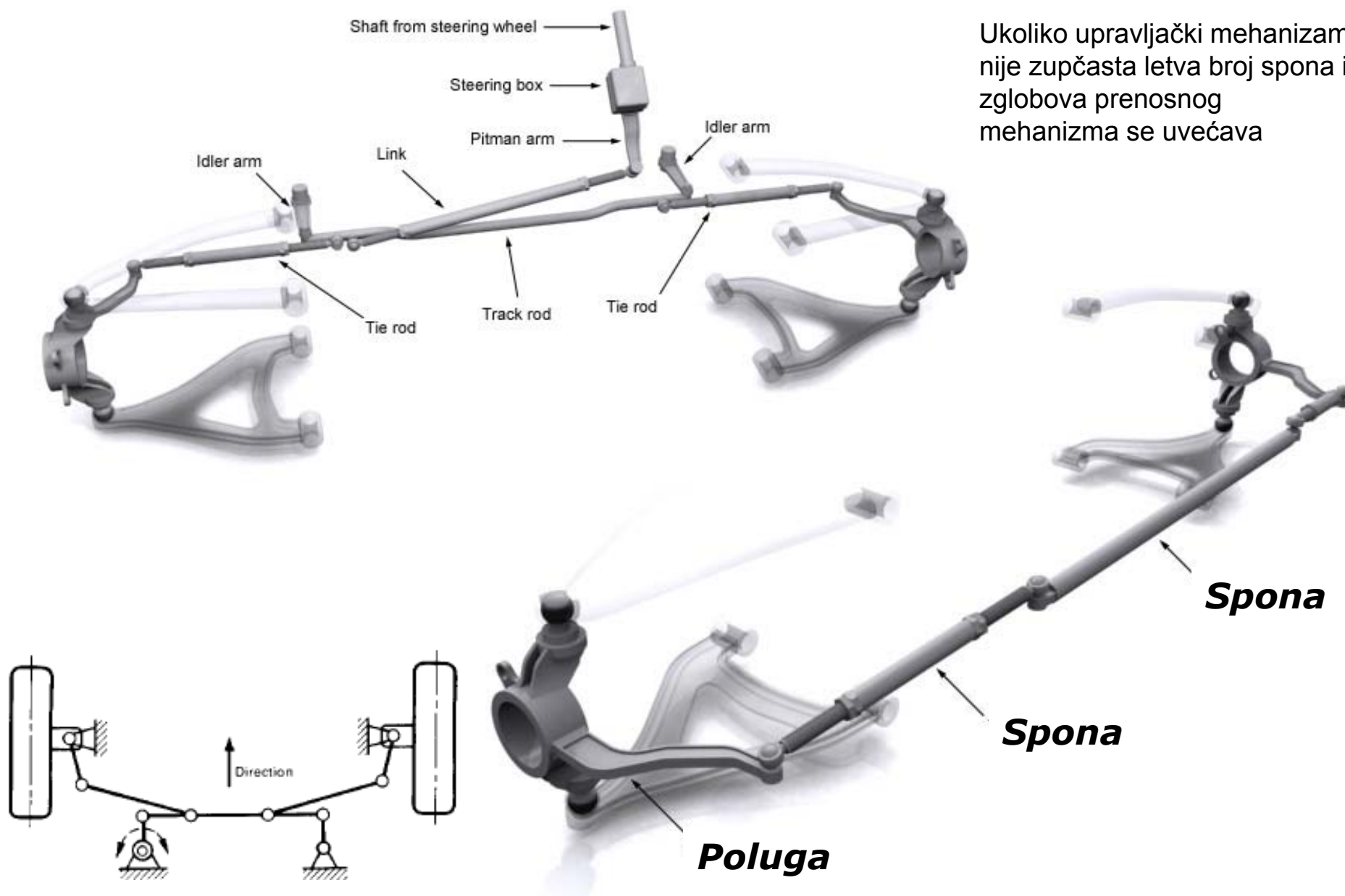
- sa jednodelnom poprečnom sponom
- sa višedelnom poprečnom sponom

Prema položaju u odnosu na prednju osu mogu biti:

- prednji
- zadnji



Prenosni mehanizam



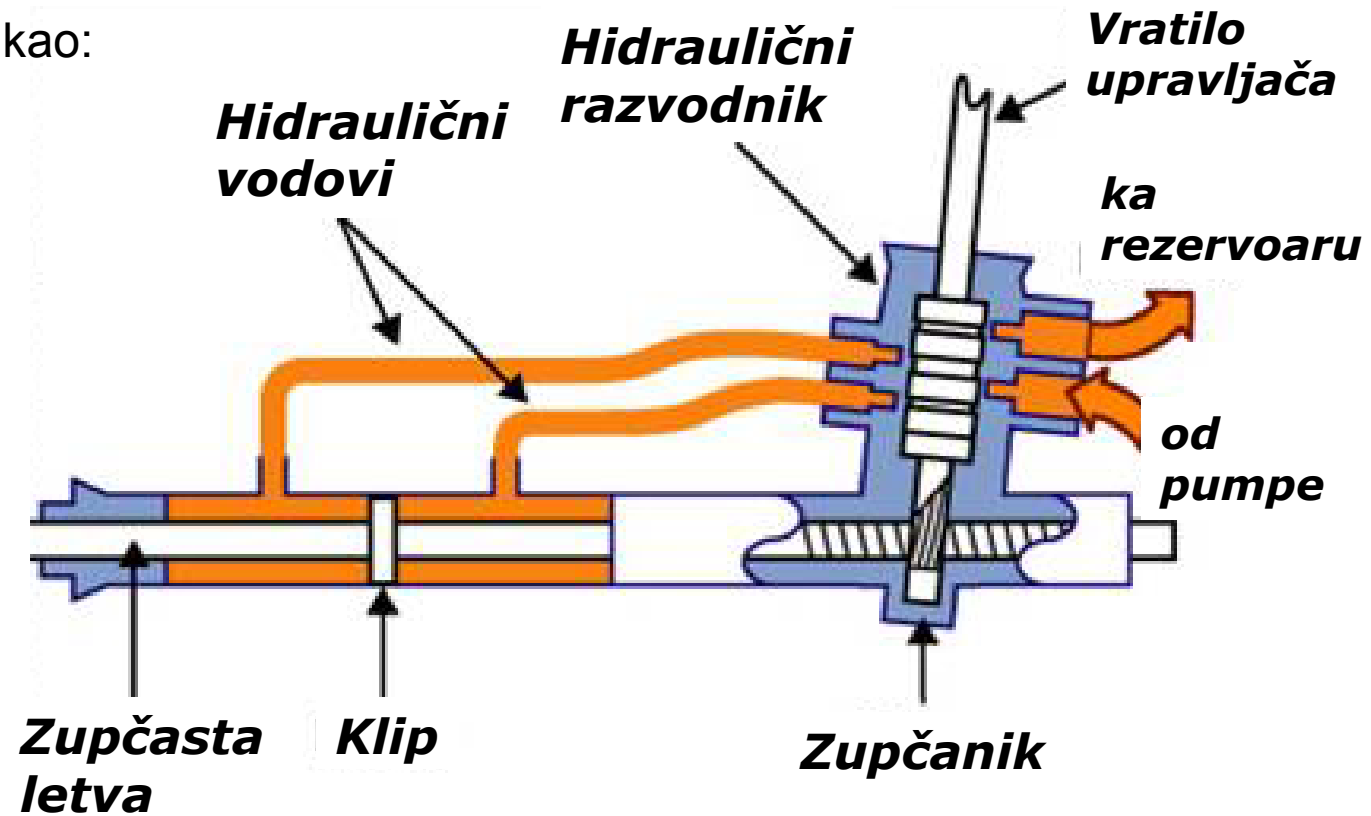
Servo-uređaji

Koriste se kada su otpori zakretanja točkova toliko veliki da je potrebno da se deluje na volan silom koju vozač otežano ostvaruje. Tada je neophodna ugradnja pojačavača u vidu servo-uređaja.

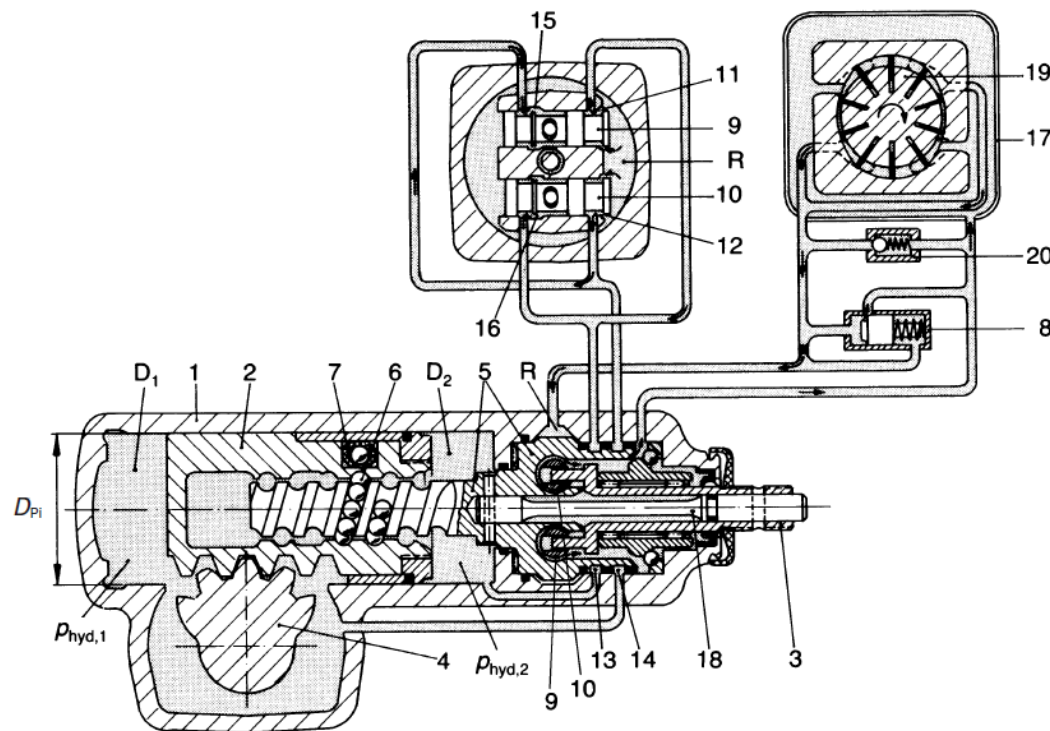
Servo uređaji kompenzuju uticaje neravnina tla koje se sa točkova prenose na prenosni mehanizam.

Mogu biti izvedeni kao:

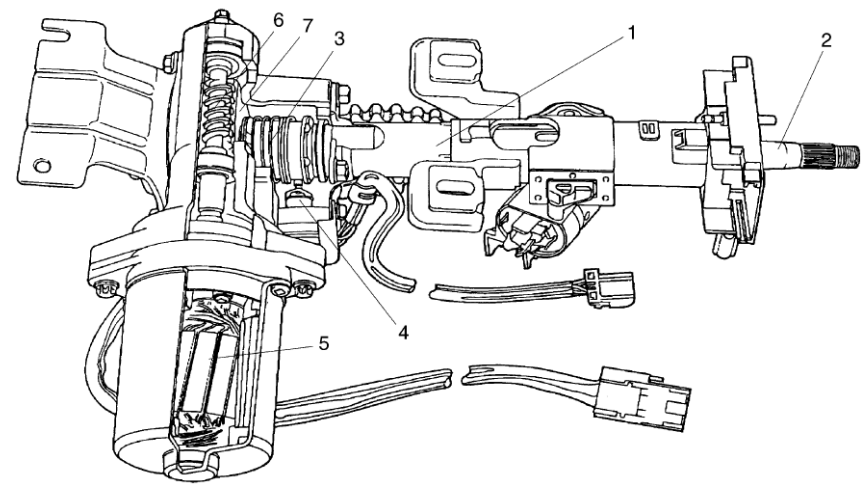
- Hidraulički
- Pneumatski
- Električni



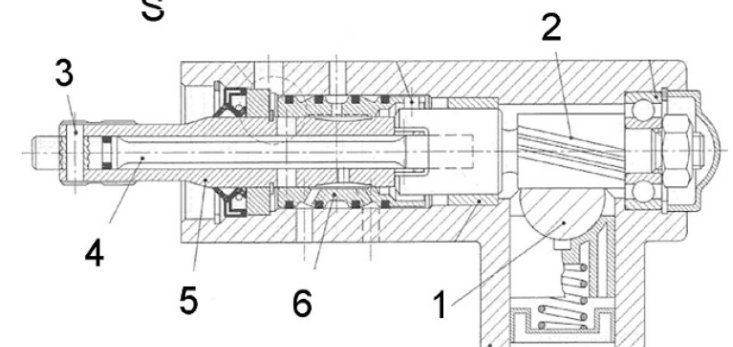
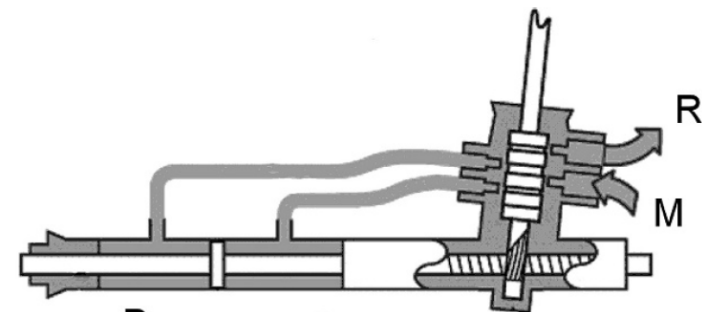
Servo-uređaji



Hidraulički servo-uređaj zavojnica, ozubljena navrtka sa recirkulišućim kuglicama i ozubljenim sektorom



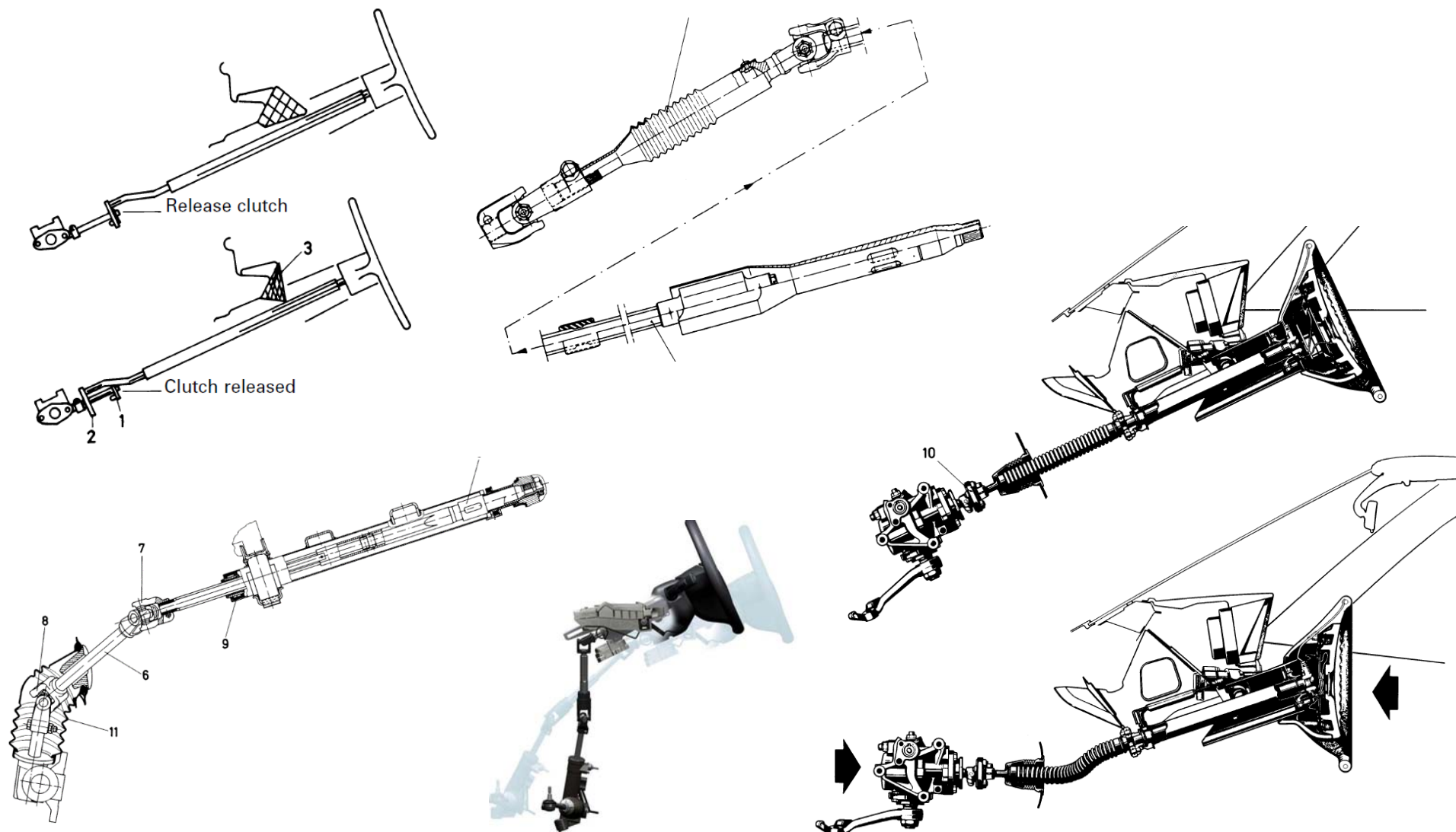
Električni servo-uređaj zupčaste letve



Hidraulički servo-uređaj zupčaste letve

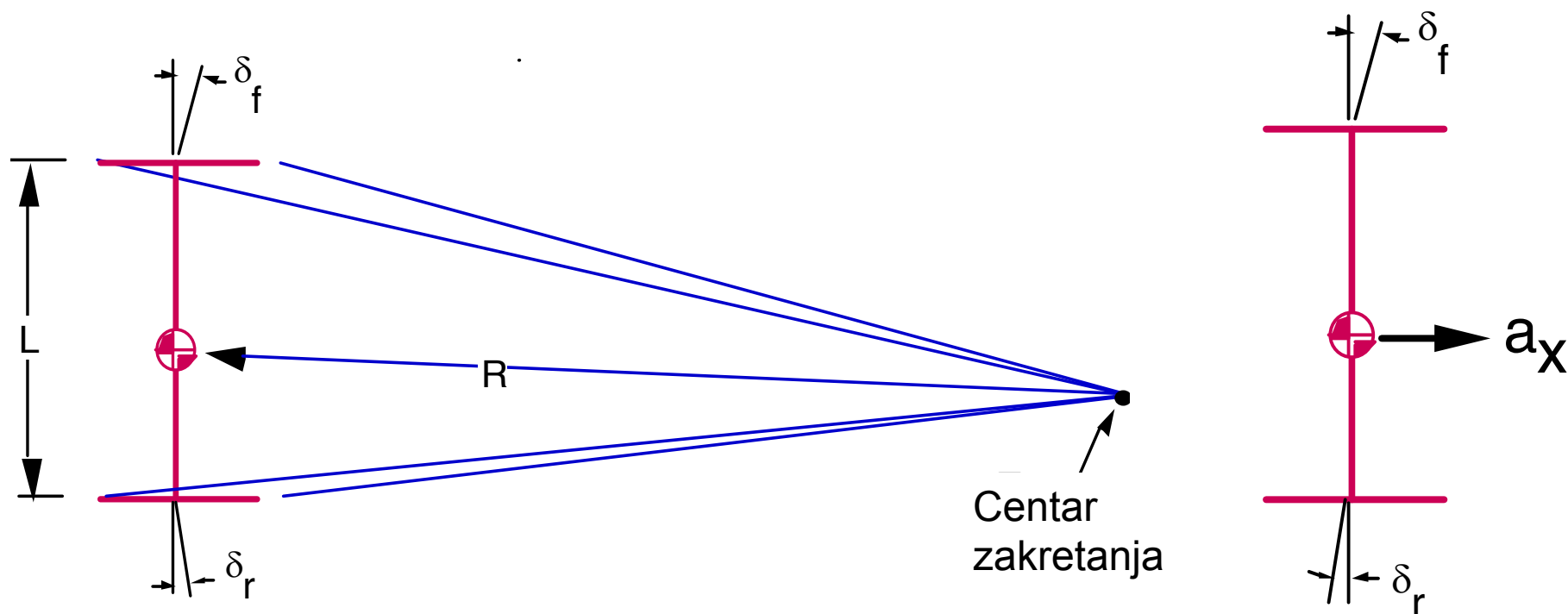
Vratilo i točak upravljača

Vratilo i točak upravljača treba da budu deformabilni kako u slučaju udesa ne bi povredili vozača



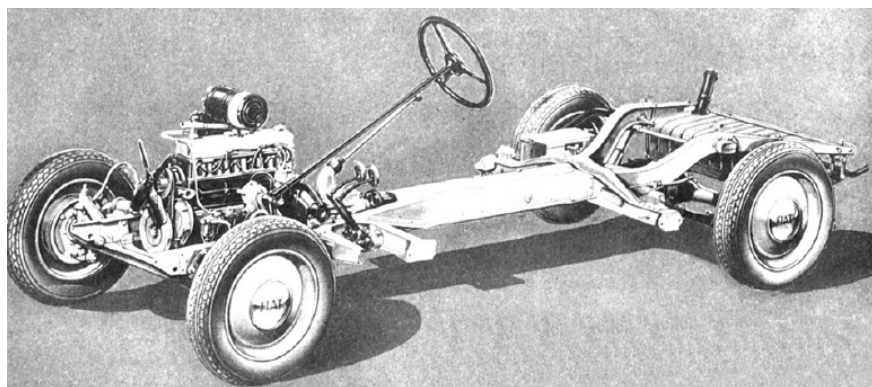
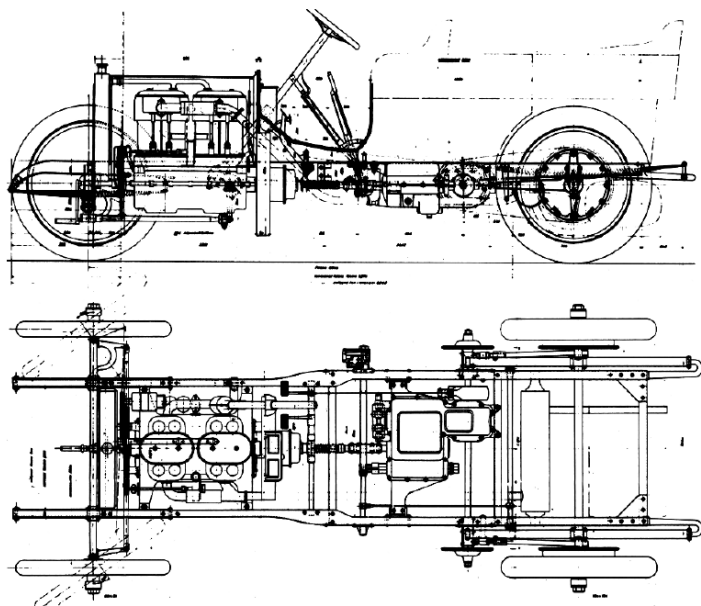
Upravljanje na sva četiri točka – prednja i zadnja upravljačka osovina

Fazno upravljanje na obe osovine: pri malim brzinama zadnji točkovi se zakreću u suprotnom smeru, a pri većim (obično preko 55 km/h) u istom smeru kao i prednji točkovi. Zadnji ugao zakretanja ograničen je na svega nekoliko stepeni.



Noseći sistemi

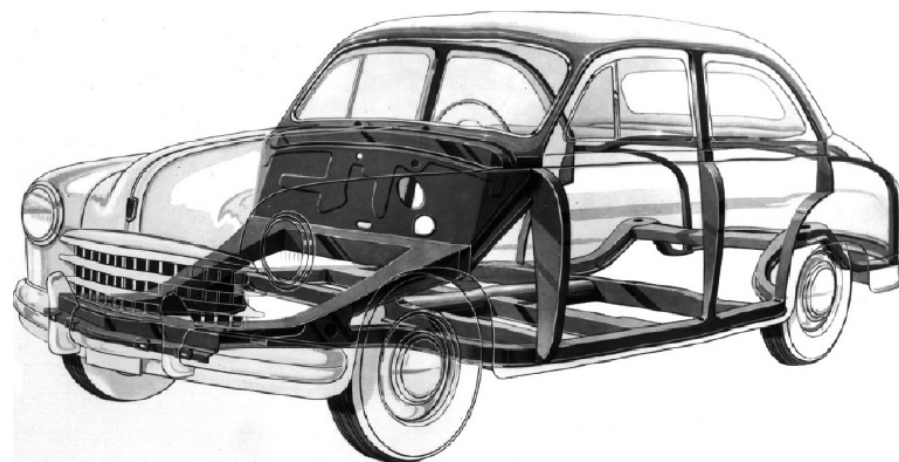
Noseći sistem treba da objedini sve sisteme na vozilu kao njihov nosač i pri tome prihvati sva opterećenja koja su izazvana reakcijama tla usled neravnina na putu, naginjanja, kočenja i ubrzanja, kao i opterećenja usled masa koja se nose.



karoserija



šasija



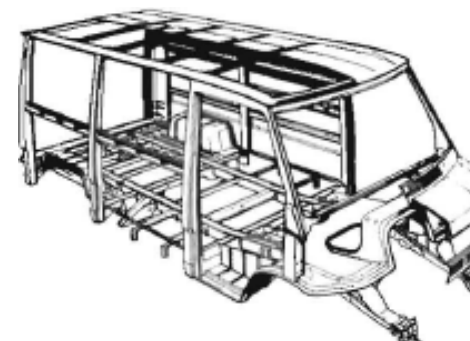
Noseći sistemi

Noseći sistemi se razlikuju u zavisnosti od namene vozila:

Putnička vozila – samonoseća karoserija;

Teretna vozila – klasična šasija;

Autobusi – rešetkasta konstrukcija.



Noseći sistemi – samonoseća karoserija

Sva opterećenja na sebe prihvata struktura karoserije koja predstavlja jedinstvenu celinu. Prednji i zadnji deo samonoseće karoserije je deformabilan u slučaju udesa, dok to nije slučaj sa kabinom koja treba da ima maksimalnu čvrstoću i krutost, posebno u određenim zonama opterećenja. Neophodno je obezbediti što veću čvrstoću i krutost uz što manju masu, a to se postiže savremenim materijalima

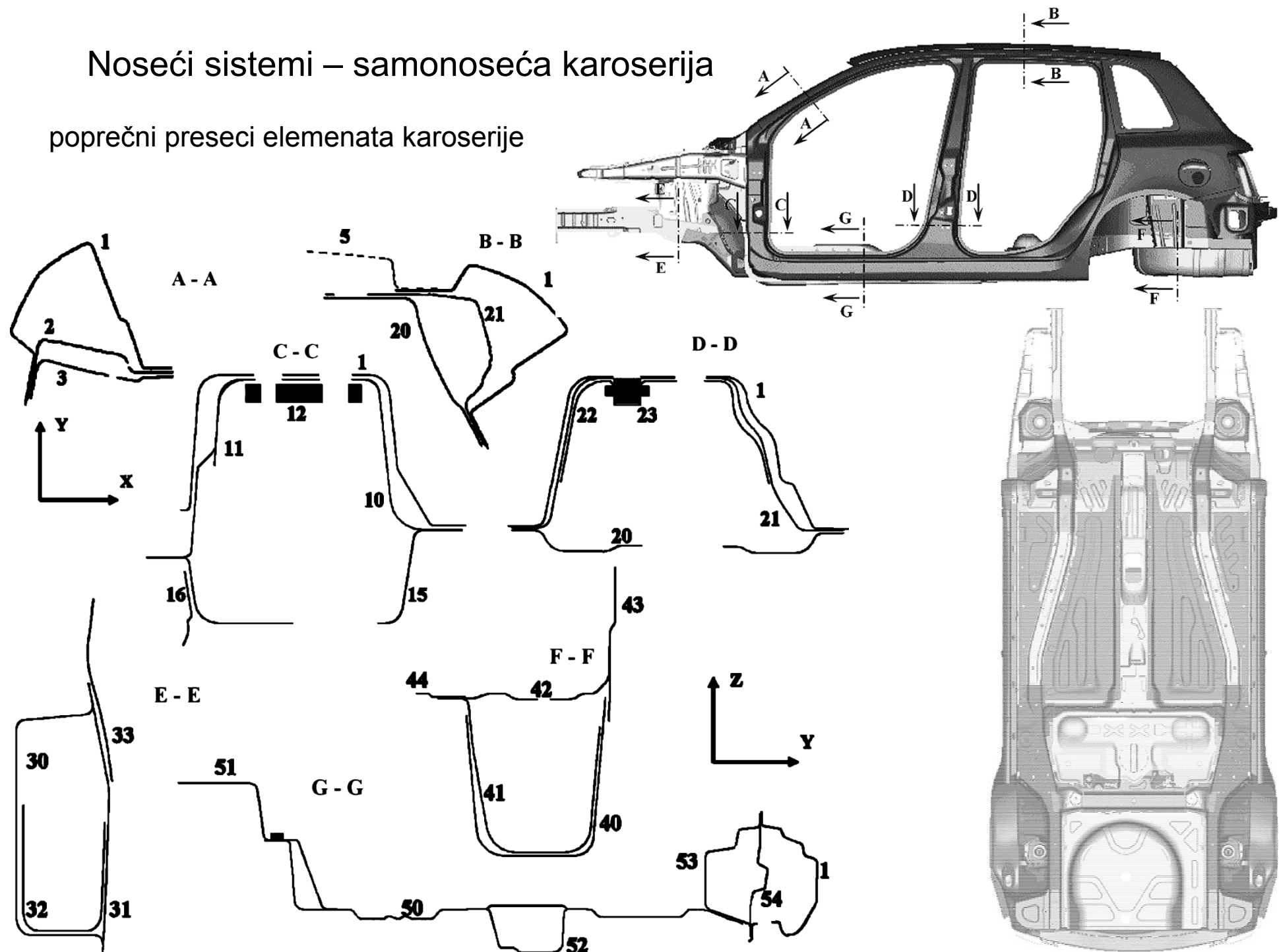


Samonoseća karoserija:
levo – prva serijska izvedba – Citroen;
dole – savremeno rešenje sa deformabilnim
zonama i bezbednom kabinom.

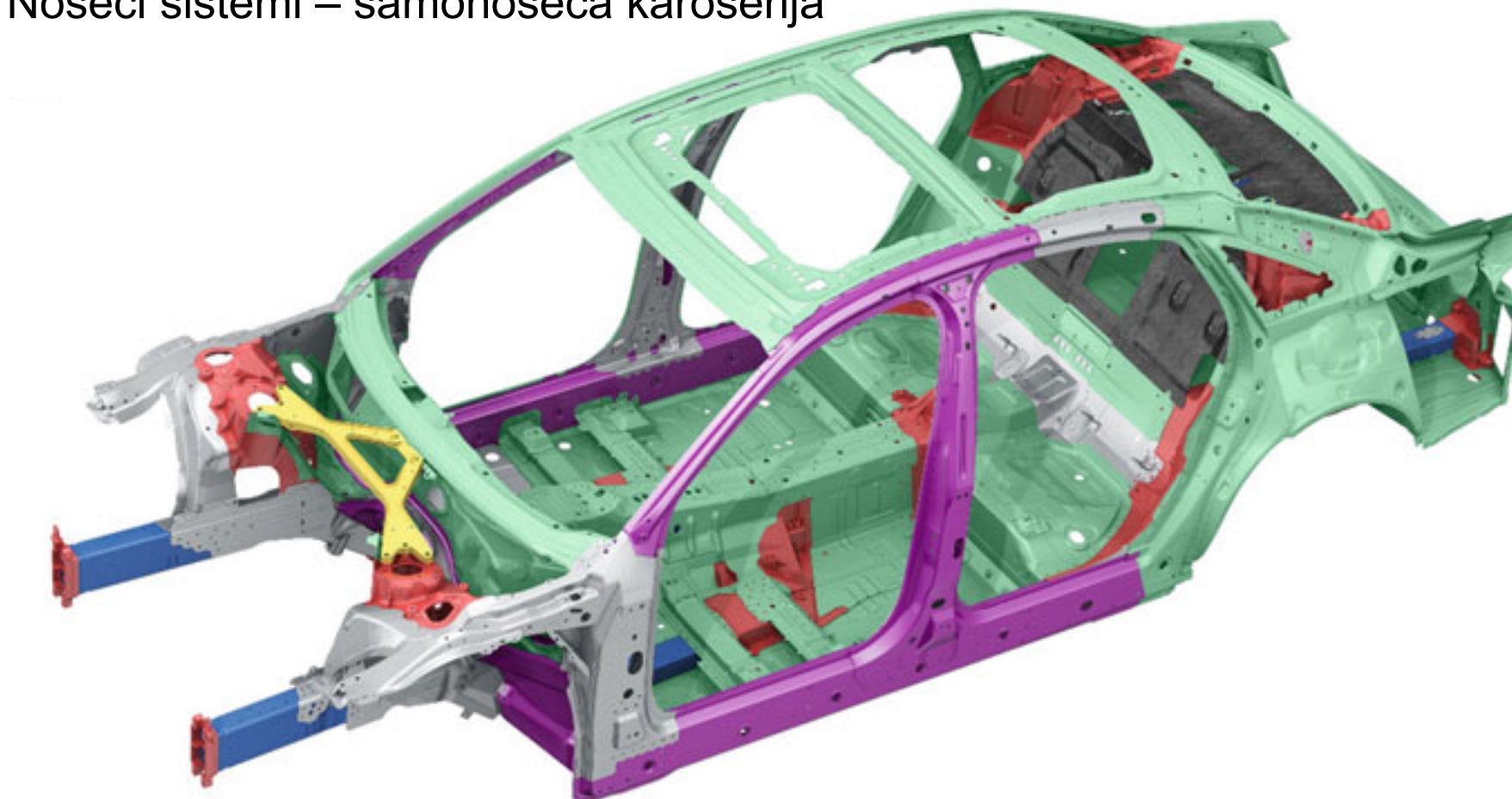


Noseći sistemi – samonoseća karoserija

poprečni preseki elemenata karoserije



Noseći sistemi – samonoseća karoserija



Aluminijumski lim

Čelik visoke čvrstoće

Magnezijum

Aluminijumski profil

Standardni čelik

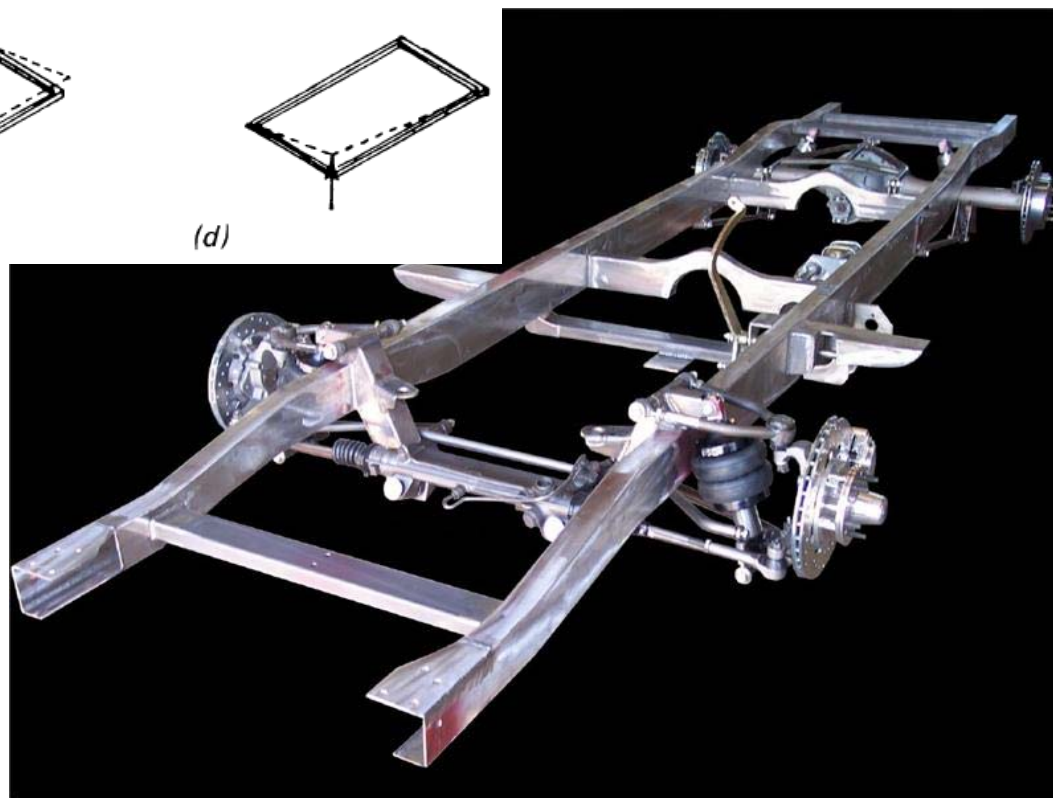
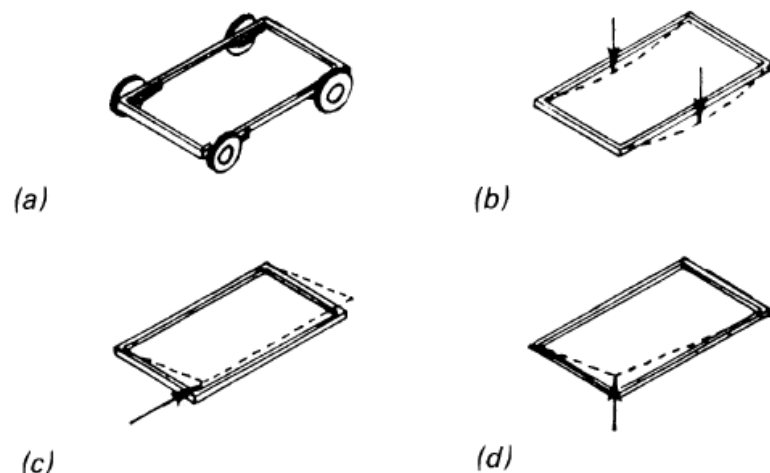
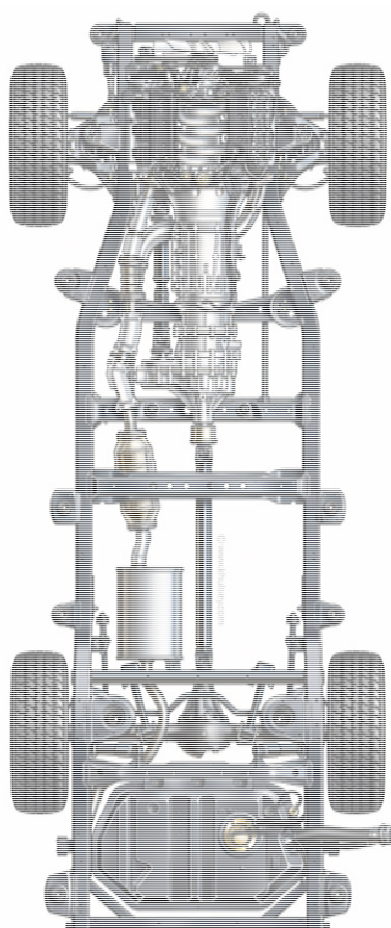
Aluminijumski odlivak

Ugljenična vlakna

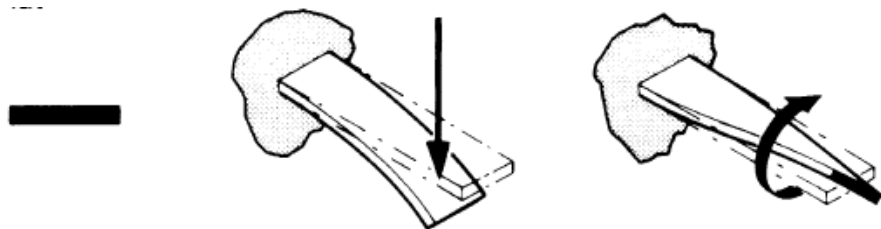
Savremeni materijali koji se koriste treba da obezbede odgovarajuću čvrstoću i krutost u različitim zonama uz što manju masu.

Noseći sistemi – šasija

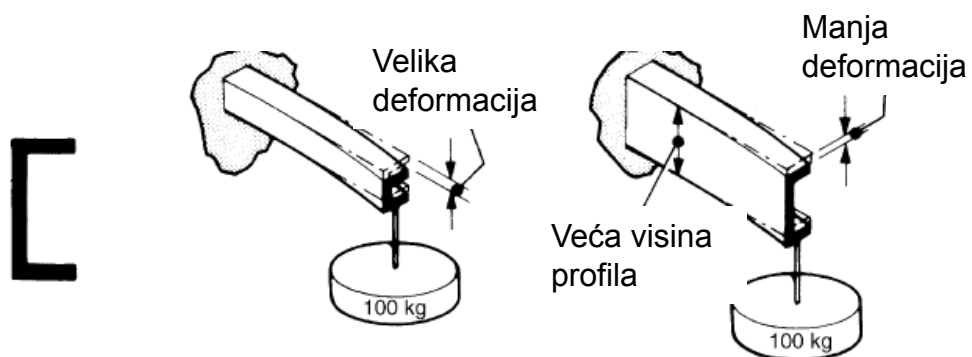
Šasija se danas koristi kod teretnih vozila veće nosivosti, a primenjuje se i kod terenskih vozila jer može da prihvati velika opterećenja. Sastoji se od dva uzdužna „U“ profila (lonžerona) koji su međusobno povezani poprečnim profilima i na taj način preuzimaju sva opterećenja od reaktivnih sila tla ali i onih koja potiču od nadgradnje (npr. kabina, tovarni sanduk i sl.)



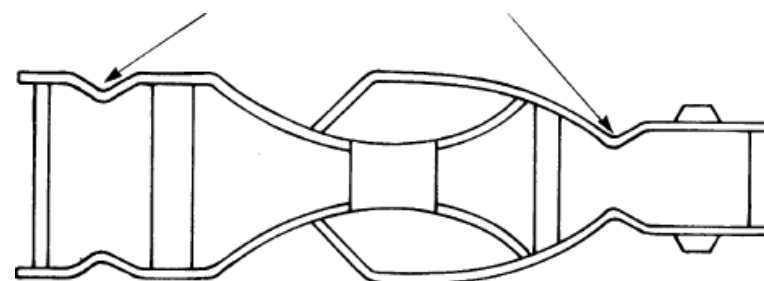
Noseći sistemi – šasija



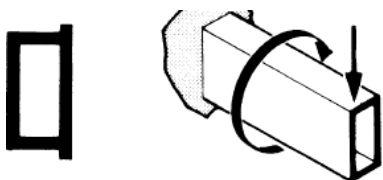
a) Mala otpornost pri savijanju i uvijanju



b) Odličana otpornost pri savijanju



c) Odlična otpornost pri uvijanju (veća sa većim D)



a) Dobra otpornost pri savijanju i uvijanju

