



MERVIK d.o.o. - Sarajevo  
*Privredno društvo za posredništvo i usluge*

# EDUKACIJA ZA OSOBLJE NA STP

---

NADPUNJENJE MOTORA SUS  
- TURBOKOMPRESORI -

Sarajevo, jesen 2012

# Uvod

- Motor sus predstavlja najrasprostranjeniji i najčešće korišteni pogonski agregat
  - *Industrija*
  - *Cestovni saobraćaj*
  - *Željeznički saobraćaj*
  - *Vodeni saobraćaj*
  - *Vazdušni saobraćaj*
- Faktori koji usmjeravaju razvoj motora sus
  - *Povećanje ekonomičnosti*
  - *Smanjenje koncentracije regulisane emisije izduvnih gasova*
  - *Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>*
  - *Smanjenje potrošnje goriva*

# Uvod

- Snaga motora sus  $P_e$

$$P_e = 2 \cdot \frac{V_h \cdot n \cdot p_e}{\tau}$$

- **Parametri koji omogućavaju povećanje snage motora sus**
  - Hodna zapremina - nije pogodno za velike promjene zbog cijene koštanja. Danas se ide na smanjenje hodne zapremine (*downsizing*)
  - Broj obrtaja - smanjuje se zbog mehaničkih gubitaka koji rastu progresivno sa povećanjem broja obrtaja motora (*downspeeding*)
  - Srednji efektivni pritisak - parametar kojim se danas povećava snaga motora

# Uvod

- Srednji efektivni pritisak motora  $p_e$
- **Parametri koji omogućavaju povećanje efektivnog pritiska motora**
  - $Q_d$  - donja topotna moć goriva
  - $I_o$  - stehiometrijski odnos vazduh/gorivo
  - $\alpha_z$  - ekvivalentni odnos vazduha
  - $\eta_v$  – volumetrijski stepen punjenja
  - $\eta_m$  – koeficijent mehaničkih gubitaka
  - $\eta_i$  – indicirani stepen korisnosti
  - Gustina zraka

$$\rho_z = \frac{p_z}{R \cdot T_z}$$

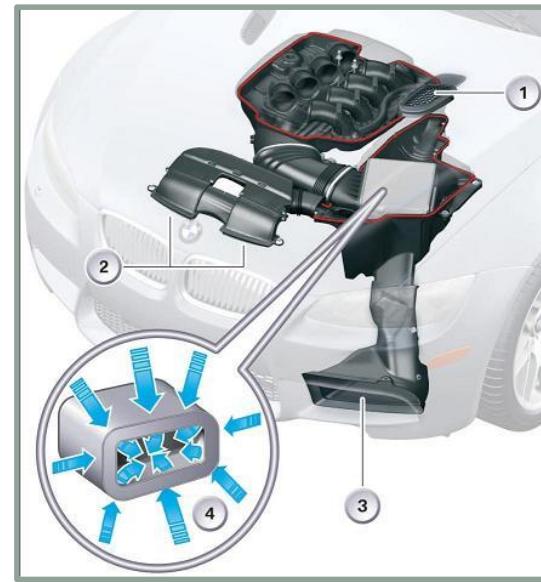
Povećanje srednjeg efektivnog pritiska danas se uglavnom ostvaruje prinudnim punjenjem cilindra motora svježim vazduhom (mješavinom vazduh/gorivo) poznatijim kao nadpunjenje motora.

# Nadpunjenje motora sus

- Može se definisati kao uvođenje vazduha (ili mješavine vazduh/gorivo) u radni prostor motora sus sa većom gustinom nego što je to u slučaju atmosferskih uslova.
  - Omogućava proporcionalno povećanje količine goriva koja se može sagoriti u radnom prostoru motora sus i shodno tome se povećava njegova efektivna snaga
  - Principijelno je namijenjeno za povećanje snage motora sus, ali se njegovom primjenom može povećati i stepen iskorištenja radne zapremine motora sus.
    - Načini na koje se to ostvaruje mogu biti veoma različiti
      - Prirodno nadpunjenje motora sus,
      - Modifikovane usisne grane motora sus (impulsno, rezonantno, oscilatorno),
      - Kompresori sa vanjskim pogonom (pomoćni motor, elektromotor i sl.),
      - Kompresori sa pogonom od strane koljenastog vratila (mehaničko nadpunjenje),
      - Kompresori pogonjeni turbinom koja koristi izduvne gasove motora sus, tzv. **Turbokompresori.**

# Nadpunjenje motora sus

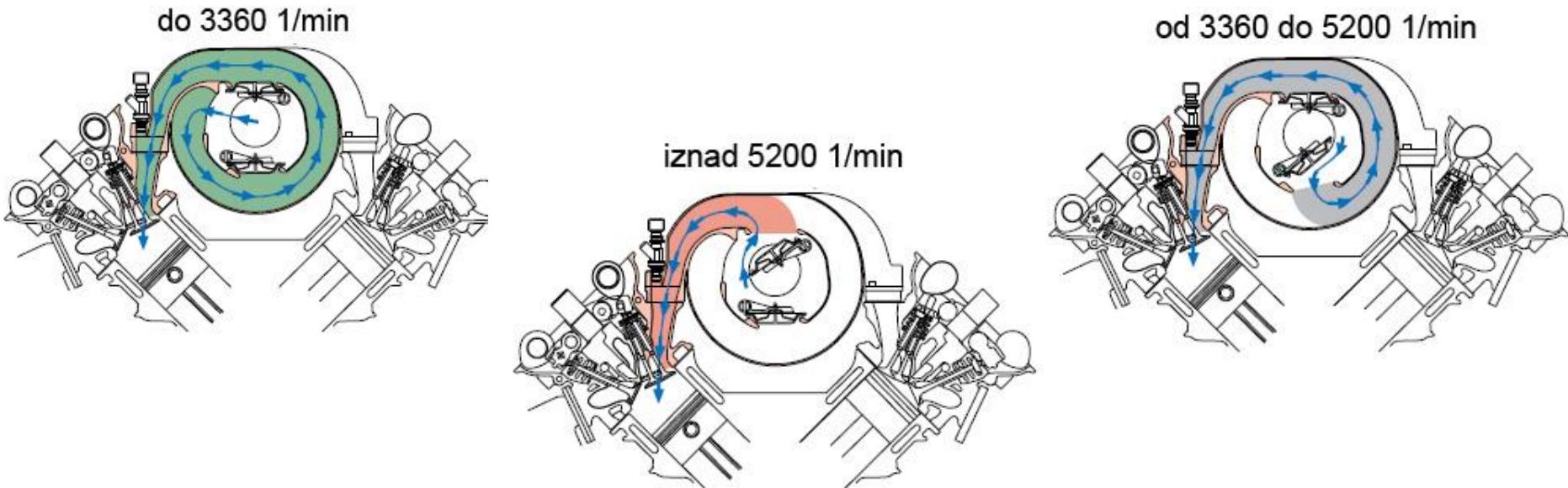
- Prirodno nadpunjenje motora sus



- Omogućava povećanje punjenje cilindara motora svježim vazduhom shodno povećanju brzine kretanja vozila
- Ovaj princip nadpunjenja je namijenjen uglavnom sportskim vozilima kod kojih je ugradnja dodatne opreme za nadpunjenje motora ekonomski neopravdvana ili zabranjena od strane takmičarskog saveza.

# Nadpunjenje motora sus

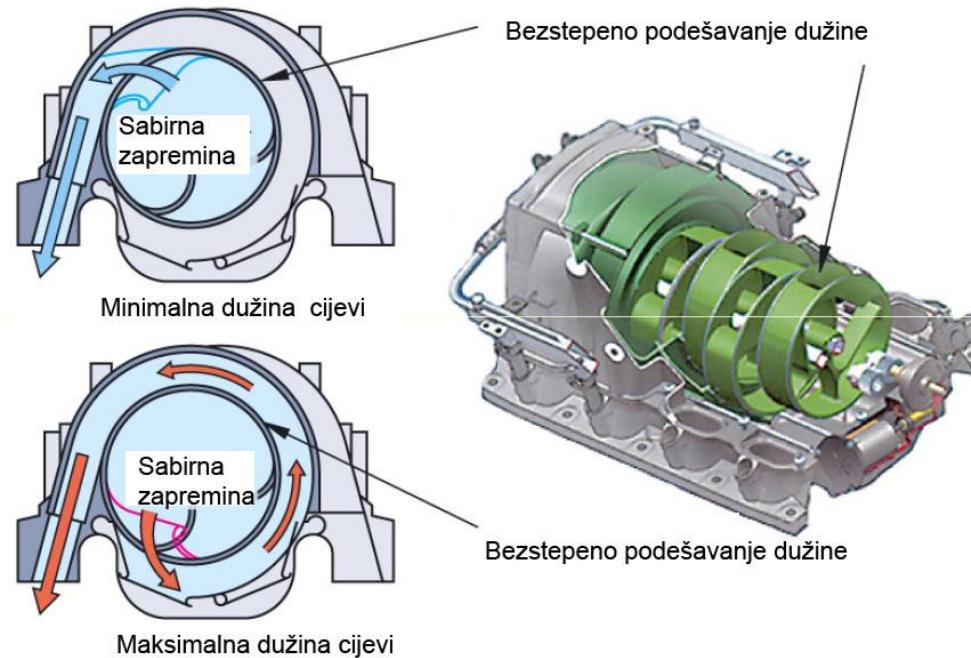
- Modifikovane usisne grane motora sus (stopenasto podešavanje)



- Modifikovane usisne grane omogućavaju promjenu efektivne dužine usisne grane motora u zavisnosti od brzinskog režima rada motora.
- Na ovaj način se ostvaruje veći stepen punjenja motora putem prinudnog (talasnog) kretanja vazduha koje je posljedica frekvencije rada motora i dužine puta kojim se vazduh kreće.

# Nadpunjenje motora sus

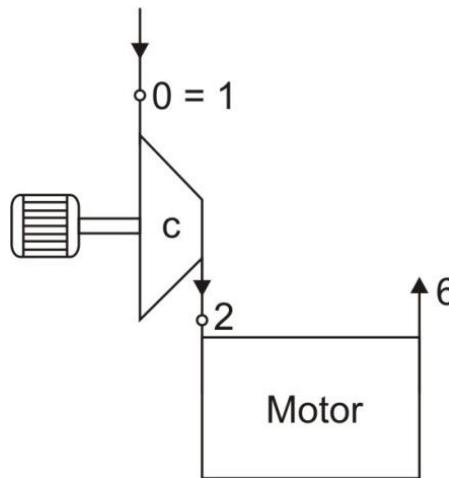
- Modifikovane usisne grane motora sus (bezstepeno podešavanje)



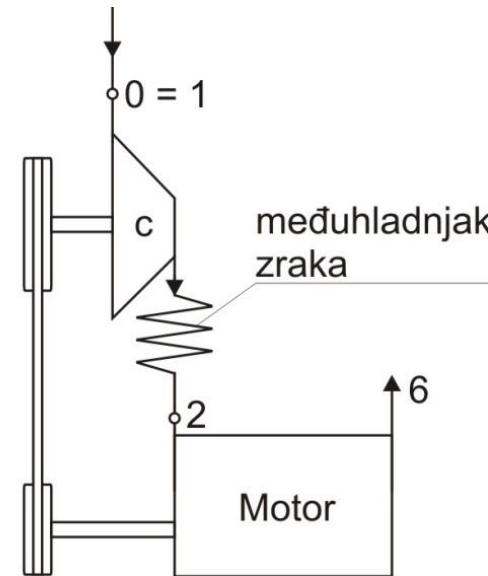
- Za razliku od stepenastog podešavanja bezstepeno podešavanje omogućava kontinualnu promjenu dužine puta kojim se vazduh kreće a samim tim i veći broj mogućnosti izbora dužine cijevi u zavisnosti od frekvencije rada motora.

# Nadpunjenje motora sus

- Za postizanje većeg stepena punjenja neophodno je izvršiti ugradnju dodatnog uređaja za nadpunjenje motora sus, opšte prihvaćenog naziva „kompresor”.
- Pogon kompresora može se ostvariti putem vanjskog pogonskog uređaja ili direktno putem motora sus.



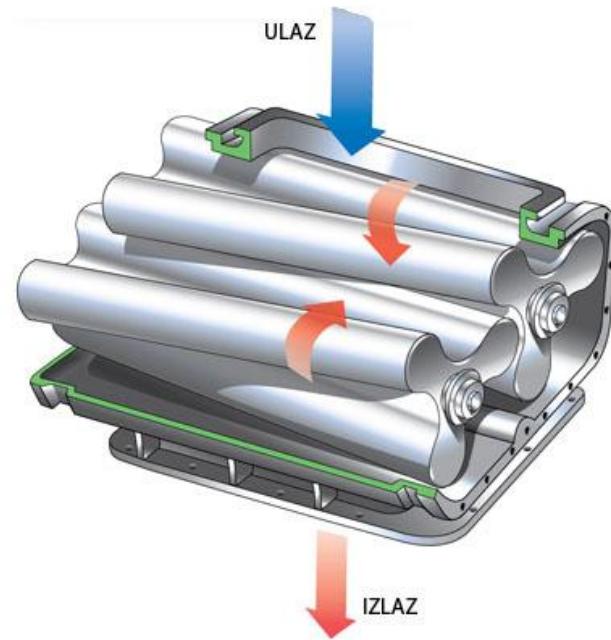
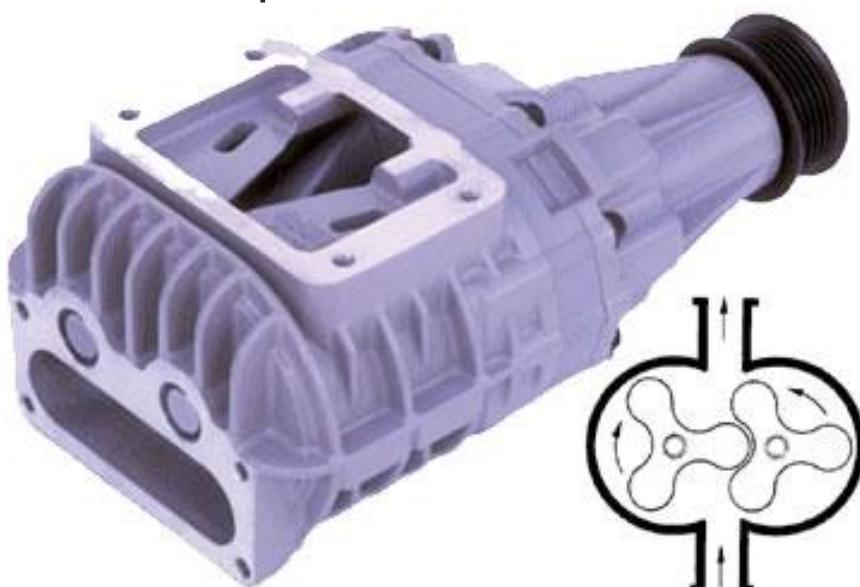
Vanjski pogon kompresora  
(elektromotor, drugi motor sus,...)



Pogon kompresora direktnim putem

# Mehanički pogon kompresora

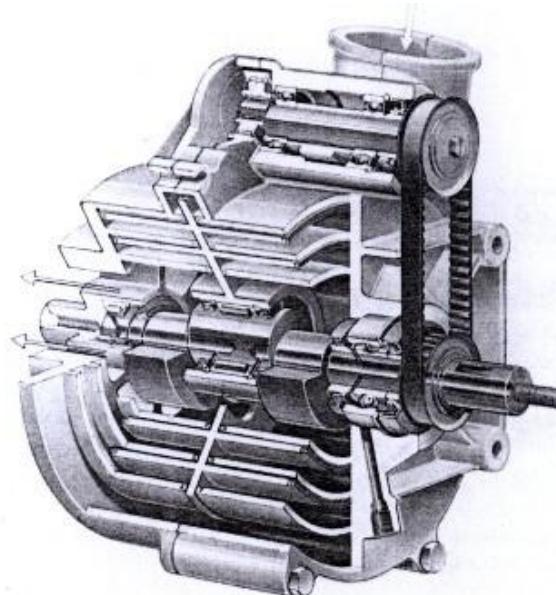
- Roots-ov kompresor



- Sastoji se iz jednog para obrtnih klipova sa dva ili tri oblikovana zuba
- Odlikuju se jednostavnom konstrukcijom, niskom cijenom izrade, dugim vijekom trajanja i relativno malim dimenzijama. Osnovni nedostaci ovog kompresora su buka, pulzacije i nizak stepen sabijanja na nižim brojevima obrtaja.
- Ovaj tip kompresora je jako zastupljen u Mercedes-Benz motorima.

# Mehanički pogon kompresora

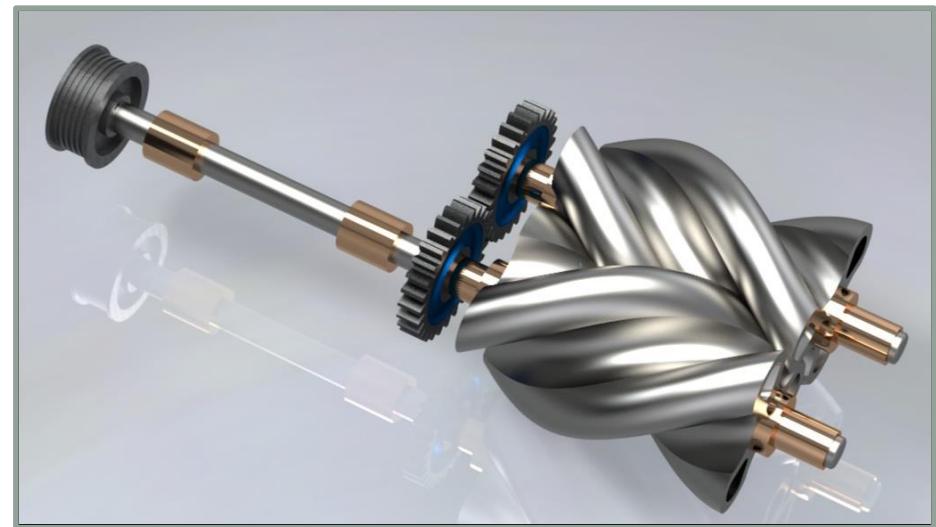
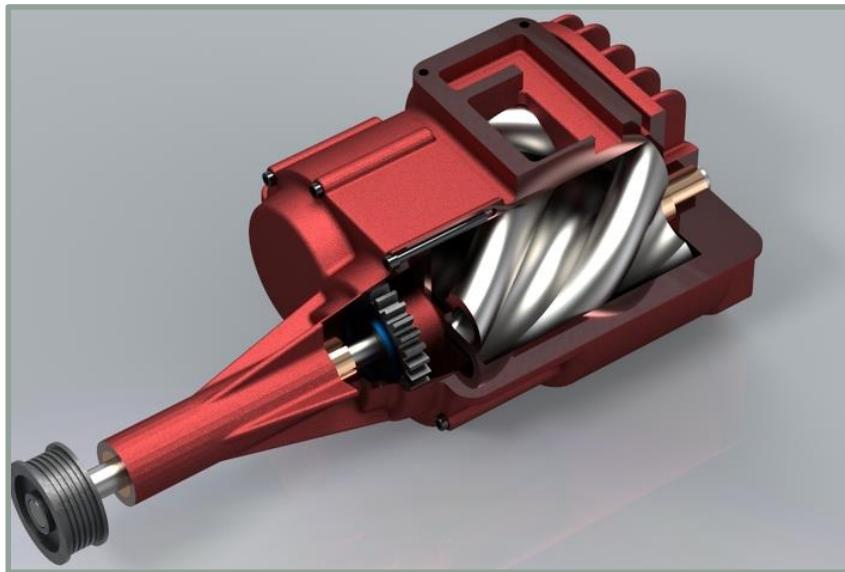
- Spiralni kompresor



- Ovaj tip kompresora je korišten uglavnom kod manjih otto motora koji razvijaju veliku snagu motora.
- Odlikuje ga mala masa, relativno niska potrošnja energije za pogon, mali moment inercije i niska emisija buke u toku rada. Osnovni nedostak ovog kompresora je zaptivanje i veliki gubici komprimiranog vazduha.
- Ovaj tip kompresora je korišten na VW motorima pod nazivom G – kompresor.

# Mehanički pogon kompresora

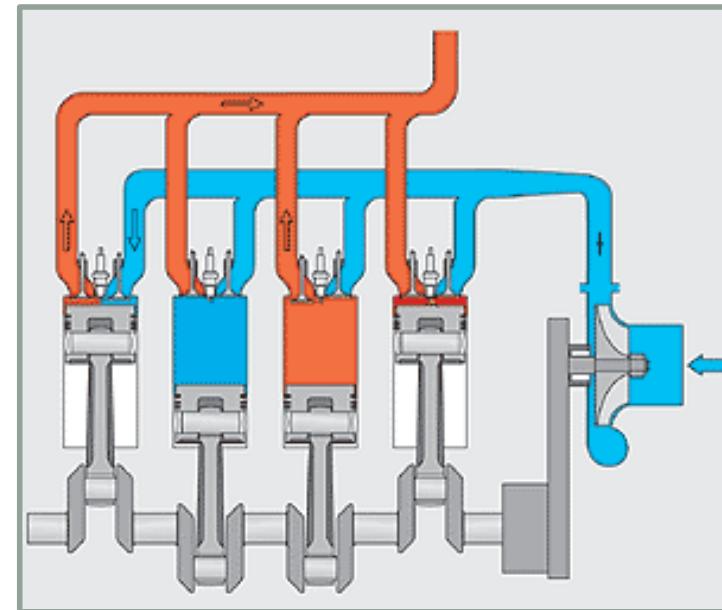
- Vijčani kompresor



- Ovaj tip kompresora ima slične osobine kao Roots-ov kompresor.
- Sastoji se iz jednog para obrtnih klipova u obliku zavojnice vijka.
- Odlikuju se dugim vijekom trajanja i relativno malim dimenzijama. Osnovni nedostaci ovog kompresora su buka i specifični uslovi podmazivanja.

# Mehanički pogon kompresora

- Centrifugalni kompresor

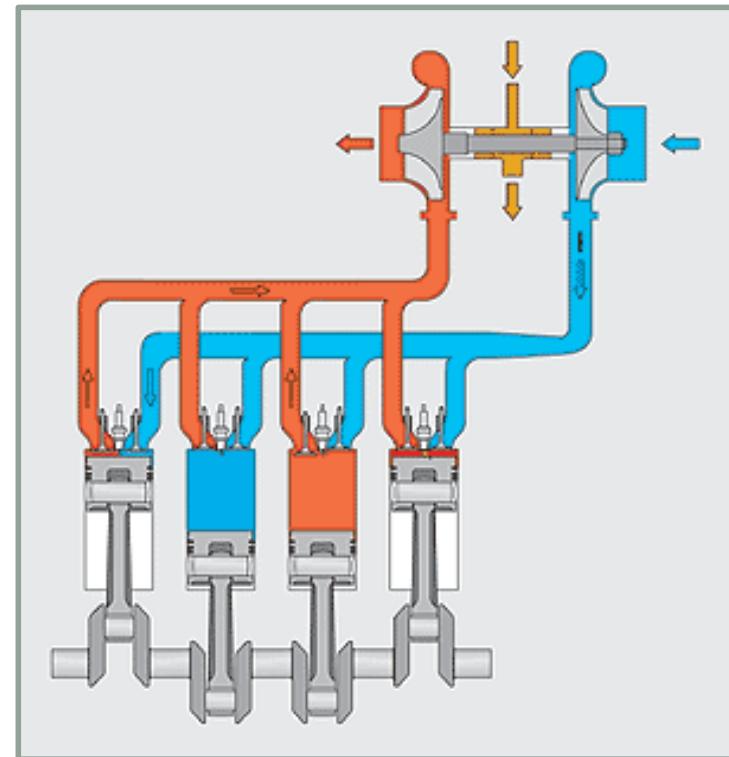
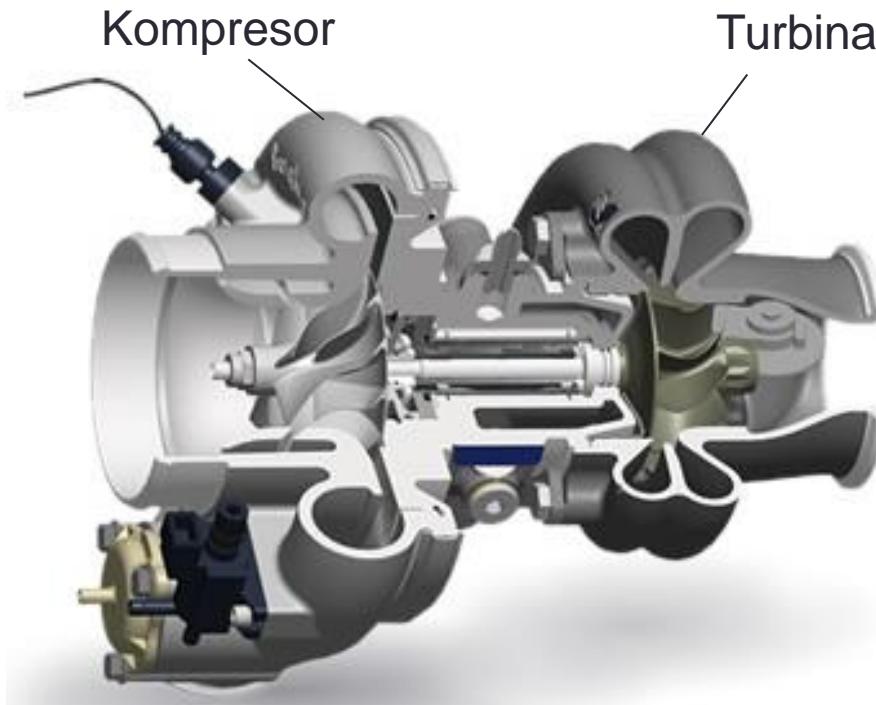


- Ovaj tip kompresora za razliku od prethodnih kompresora troši znatno manje snage za pogon.
- Sastoji se iz kompresorskog kola i kućišta.
- Odlikuju se dugim vijekom trajanja i relativno malim dimenzijama. Osnovni nedostaci ovog kompresora je potreba za znatno većim brojem obrtaja u odnosu na motor sus što zahtijeva složen prenosni sistem u kućištu samog kompresora.

# Turbokompresor

- Svi prethodni kompresori zahtijevaju za pogon snagu dobijenu od motora koja se može upotrijebiti za povećanje voznih karakteristika vozila ili pogon nekih drugih potrošača neophodnih u današnjem okruženju.
- Na ovaj način kompresori mogu trošiti čak do 10 % efektivne snage koju daje motor sus.
- S druge strane svaki motor sus u okolinu izbacuje izduvne gasove koji sadrže energiju koja se može iskoristiti za pogon kompresora.
- Savremeni motori sus uglavnom koriste kompresore pogonjene putem izduvnih gasova motora osim rijetkih proizvođača koji su još na nekim izvedbama motora vjerni mehanički pogonjenim kompresorima.
- Kompresori pogonjeni izduvnim gasovima motora u literaturi se nazivaju **TURBOKOMPRESORI** iz razloga što se čitav uređaj sastoji od kompresorskog i turbinskog dijela u kome izduvni gasovi predaju energiju turbinskom kolu neophodnu za pogon kompresora.

# Turbokompressor



- Kao što se može vidjeti na slici desno turbokompressor se sastoji iz dva dijela kompresorskog (plavo) i turbinskog (crveno). U kompresorskom dijelu se vrši kompresija svježeg vazduha dok se u turbinskom dijelu vrši ekspanzija izduvnih gasova.

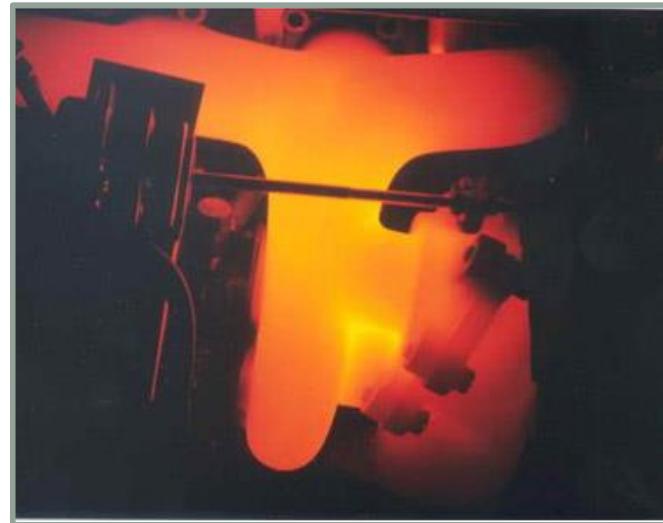
# Turbokompressor

Prednosti:

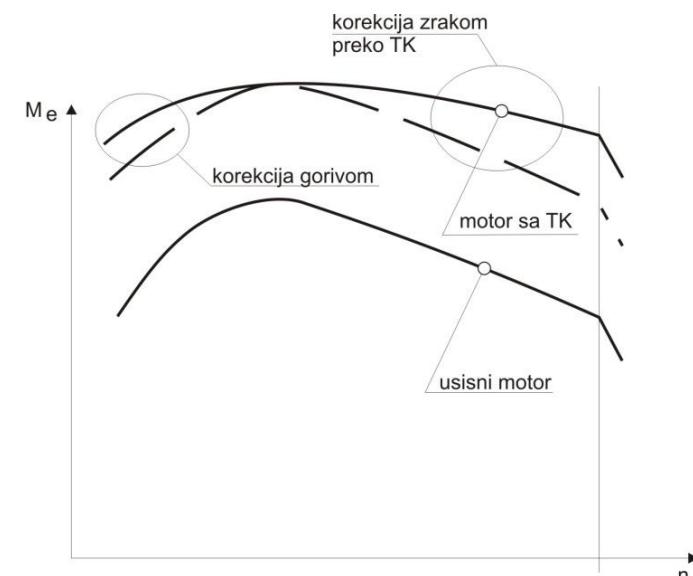
- Unifikacija tipova motora – jeftinija proizvodnja,
  - Fleksibilnija proizvodnja – manje zalihe,
  - Fleksibilnije podešavanje zahtjevima tržišta,
  - Ekonomičnija proizvodnja i manjih serija,
  - Smanjenje gabarita motora  $m^3/kW$ ,
  - Smanjenje specifične mase  $kg/kW$ ,
  - Niža cijena  $$/kW$ , posebno kod većih motora,
  - Manji hladnjak za rashladni fluid obzirom na izlaznu snagu, jer se manje toplote gubi nego kod usisnih motora,
  - Bolje ponašanje motora sa povećanjem nadmorske visine,
  - Niža buka ako se koristi turbopunjjenje,
- Manja emisija zagađujućih materija.

# Turbokompresor

Nedostaci:

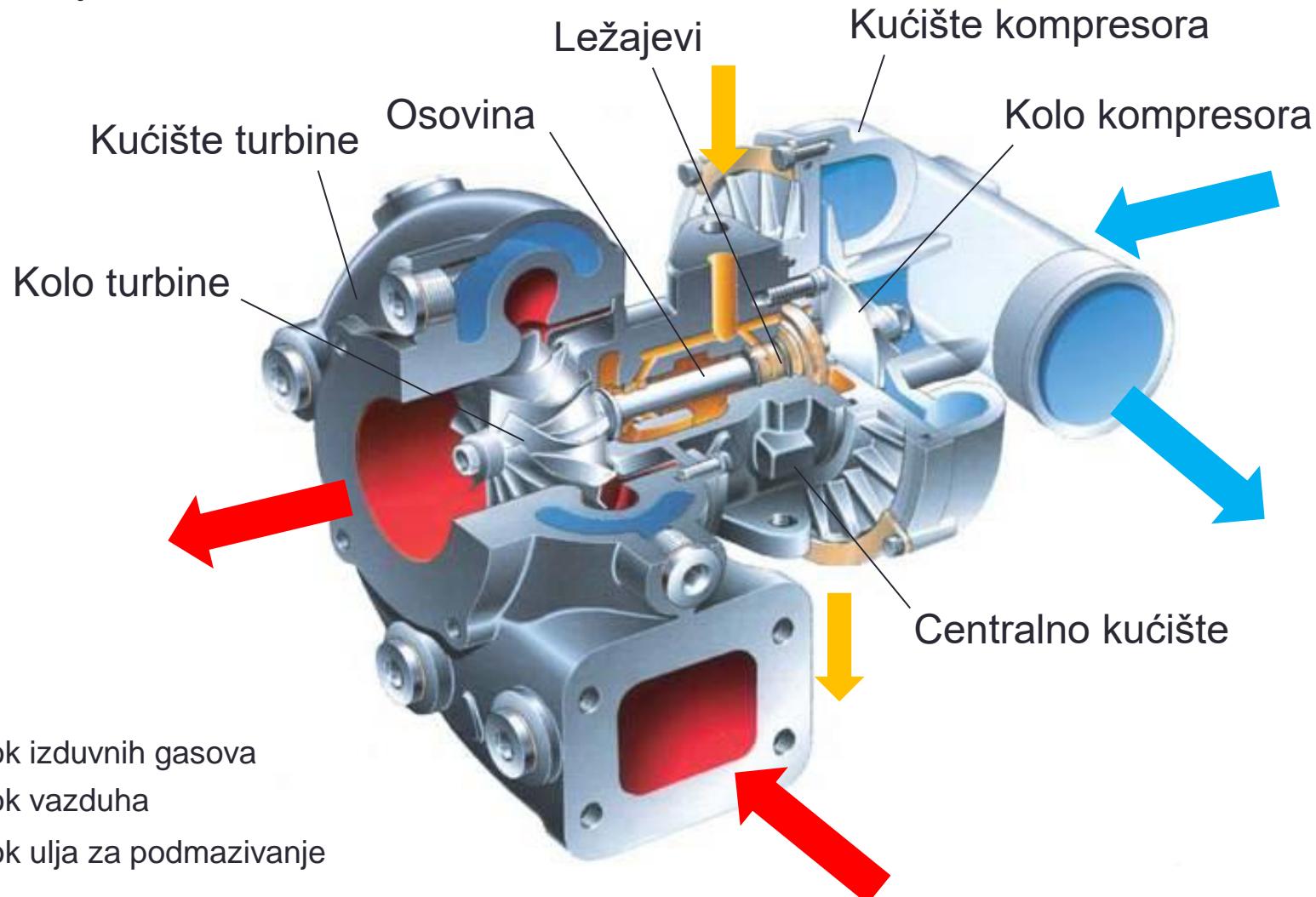


- Veća mehanička i termička opterećenja,
- Lošije ubrzanje,
- Nepovoljnija karakteristika obrtnog momenta. Neminovno prilagođavanje toka obrtnog momenta.



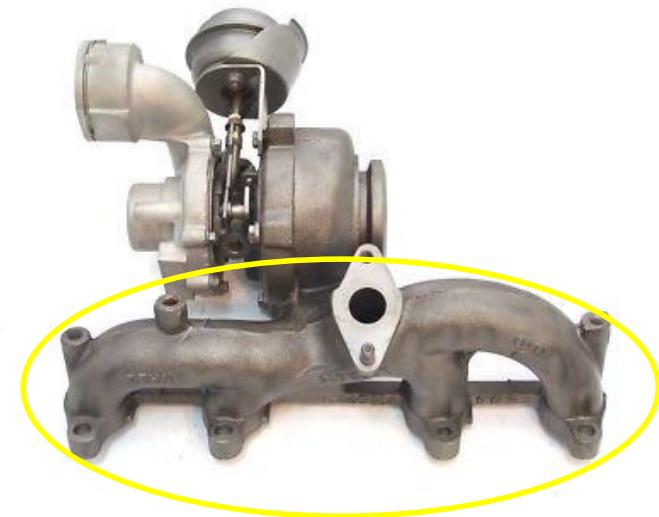
# Turbokompressor

Konstrukcija:



# Turbokompresor

- Konstrukcija (kućište kompresora i turbine):



- Kućište kompresora se izrađuje od legure aluminijuma a u zadnje vrijeme se javljaju izvedbe od plastike zbog relativno niskih termičkih opterećenja do 150 °C.
- Kućište turbine se izrađuje od sivog ili čeličnog liva zbog veoma velikih termičkih opterećenja koja mogu biti veća od 800 °C. Kućište turbine može biti integrisano sa izduvnim granom motora.

# Turbokompressor

- Konstrukcija (centralno kućište):



- Centralno kućište turbokompresora se izrađuje od sivog ili čeličnog liva i predstavlja noseći dio turbokompresora na koji su montirani svi ostali dijelovi. S druge strane centralno kućište ima ulogu toplotne barijere između toplog turbinskog i hladnog kompresorskog dijela.
- Unutar kućišta su smješteni oslonci sa ležajevima osovine turbokompresora.

# Turbokompressor

- Konstrukcija (turbinsko i kompresorsko kolo):



- Turbinsko kolo je izrađeno od materijala otpornog na termička opterećenja (sivi ili čelični liv), i sa osovinom je spojeno nerastavljivom vezom.
- Kompresorsko kolo je izrađeno od legure aluminijuma i sa osovinom je spojeno rastavljivom vezom osiguranom navrtkom.
- Kompresorsko i turbinesko kolo mora biti otporno na mehanička opterećenja uslijed djelovanja inercione sile koja je posljedica velikog broja obrtaja koji u zavisnosti od veličine kola može biti veći od 250.000 o/min.

# Turbokompresor

- Konstrukcija (ležajevi turbokompresora):



- Ležajevi za turbokompresore uglavnom se izrađuju kao klizni ležajevi koji se sastoje od radijalnog i aksijalnog ležaja. Ovi ležajevi su jako zahtjevni sa stanovišta podmazivanja i zahtijevaju jako kvalitetna motorna ulja.
- Alternativa kliznim ležajevima su kuglični ležajevi koji za razliku od kliznih ležajeva ne zahtijevaju poseban aksijalni ležaj. Međutim zbog dimenzija, specifične konstrukcije i vijeka trajanja još uvijek nisu u masovnoj upotrebi.
- Zaptivanje između centralnog kućišta i osovine se vrši putem prstenova koji su po konstrukciji jako slični klipnim prstenovima (karikama).



# Turbokompresor

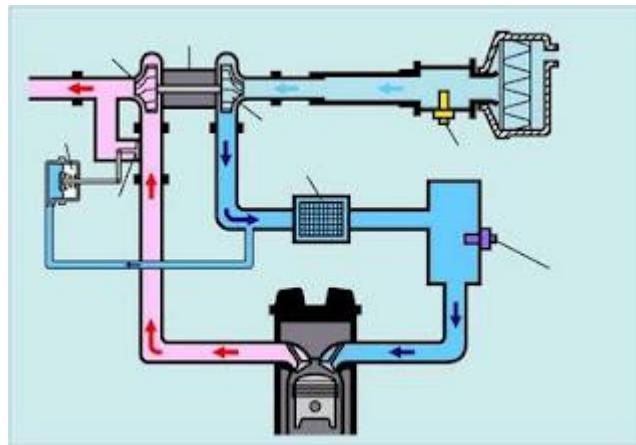
- Regulacija turbokompresora:

Turbokompresori spadaju u protočne mašine i veoma ih je teško upariti sa motorom sus (ciklična mašina) bez kvalitetne regulacije rada turbokompresora. Regulacija rada turbokompresora se može generalno podijeliti na tri osnovna načina:

- Regulacija na strani kompresora putem ispuštanja viška komprimiranog vazduha u atmosferu. Ovaj vid regulacije je neopravdan i danas se ne koristi kao vid regulacije rada savremenih turbokompresora.
- Regulacija na strani turbine putem ispuštanja viška izduvnih gasova u izduvni sistem prije nego prođu preko turbinskog kola. Ovaj vid regulacije se još uvijek može naći kod starijih izvedbi turbokompresora tzv. WESTGATE.
- Regulacija na strani turbine kontrolisanim tokom izduvnih gasova putem korištenja pokretnih lopatica koje usmjeravaju izduvne gasove na kolo turbine, tzv. VTG lopatice.

# Turbokompressor

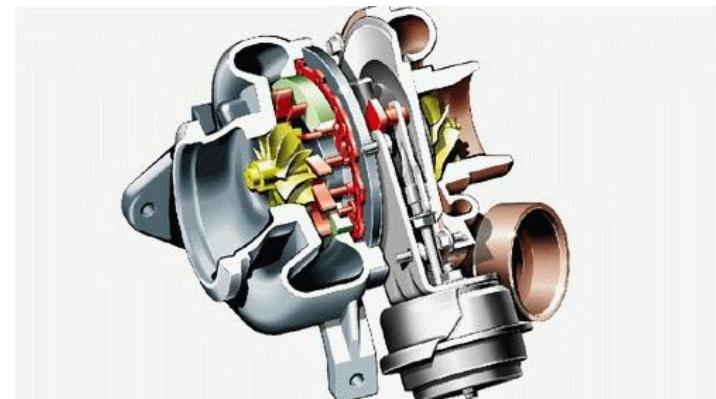
- Regulacija turbokompresora (Westgate ventil):



- U slučajevima povećanog pritiska vazduha iza kompresora kod povećanog opterećenja motora sus dio izduvnih gasova se preko posebnog ventila usmjerava direktno u izduvni sistem.
- Otvaranje ventila se vrši putem membranskog aktuatora direktno djelovanjem nadpritiska iza kompresora ili indirektno putem podpritiska dobijenog radom vakuum pumpe i kontrolisanog od strane procesora motora.
- Ovaj vid regulacije sprečava pojavu preopterećenja turbokompresora i motora sus.

# Turbokompressor

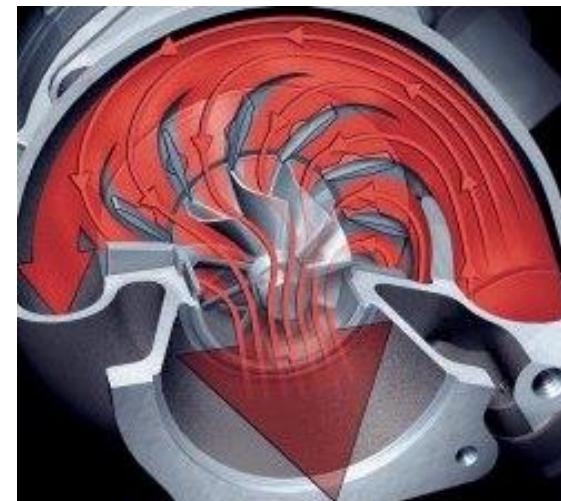
- Regulacija turbokompresora (VTG lopatice):



- Regulacija se obavlja putem pokretnih lopatica postavljenih u kućištu turbine oko turbinskog kola.
- Pokretanje lopatica se vrši putem membranskog aktuatora putem podpritiska dobijenog radom vakuum pumpe i kontrolisanog od strane procesora motora ili u novije vrijeme putem posebnog električnog aktuatora.
- Ovaj vid regulacije sprečava pojavu preopterećenja turbokompresora i motora sus i omogućava brži odziv turbokompresora kod naglog ubrzavanja motora (smanjuje se tzv. "turbo rupa" u radu turbokompresora).

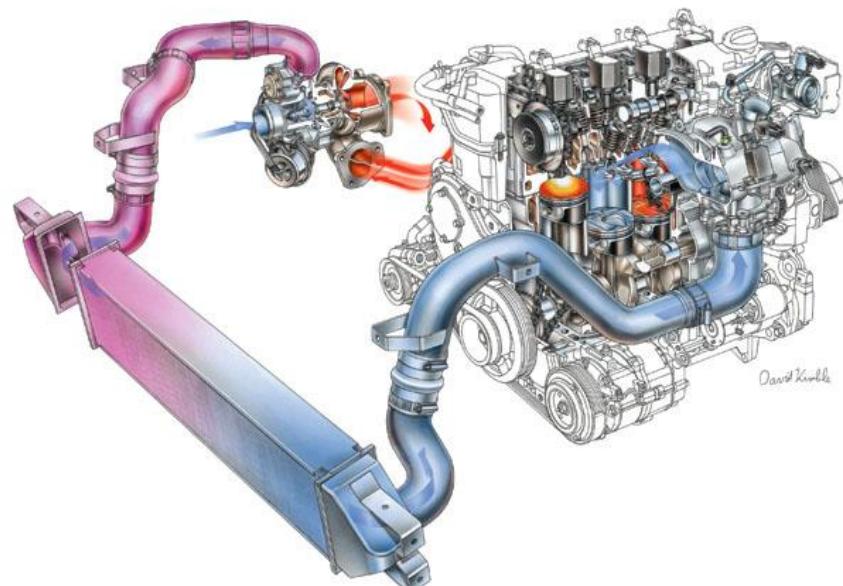
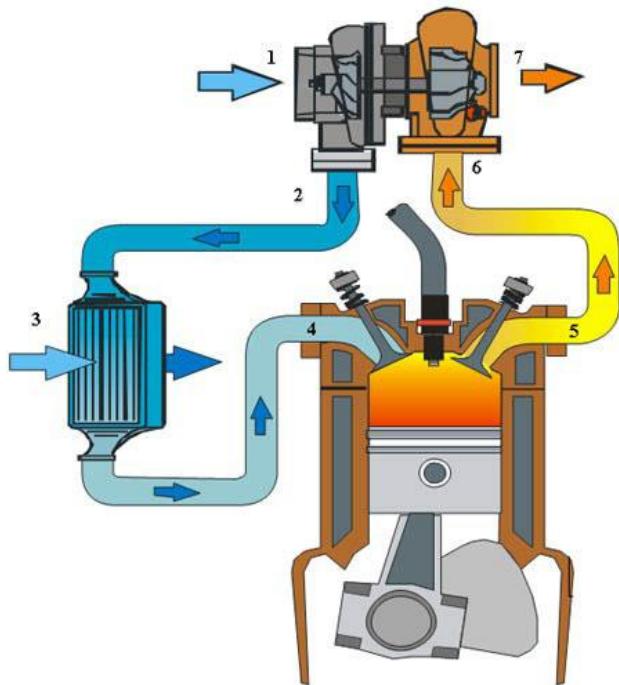
# Turbokompressor

- Regulacija turbokompresora (VTG lopatice):



# Turbokompressor

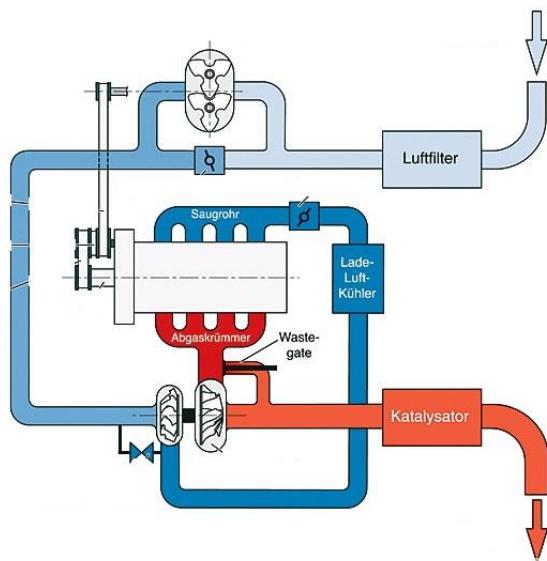
- Izvedbe sistema nadpunjenja sa turbokompresorom (međuhlađenje):



- Izvedba sa međuhlađenjem je najčešće izvedba koja se javlja u praksi.
- Međuhlađenjem kompromiranog vazduha u posebnom hladnjaku prije ulaska u cilindar motora se sprečava smanjenje efekta nadpunjenja uslijed zagrijavanja vazduha (smanjenje gustine vazduha).

# Turbokompressor

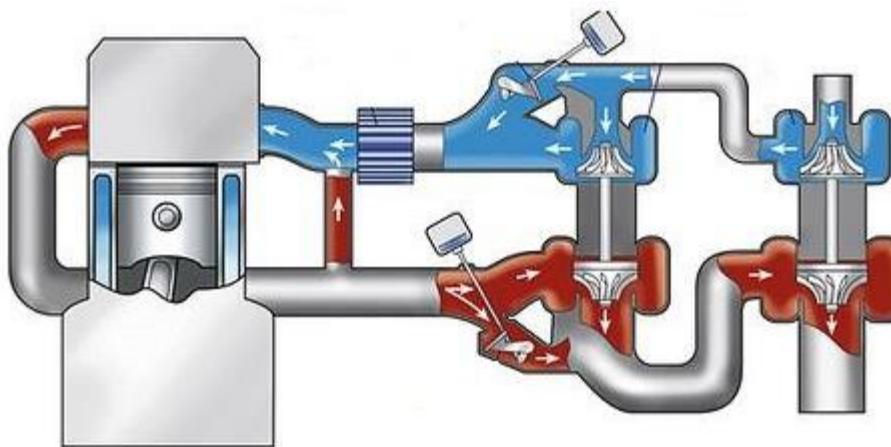
- Izvedbe sistema nadpunjenja sa turbokompresorom (dodatni mehanički pogonjeni kompresor):



- Kombinacija mehanički pogonjenog kompresora i turbokompresora omogućava povećanje stepena punjenja motora u području niskog broja obrtaja i naglog ubrzanja motora gdje je sam turbokompressor jako problematičan.
- Pogon kompresora je preko elektromagnetske spojnice koja je aktivna samo u kritičnim režimima rada motora.

# Turbokompressor

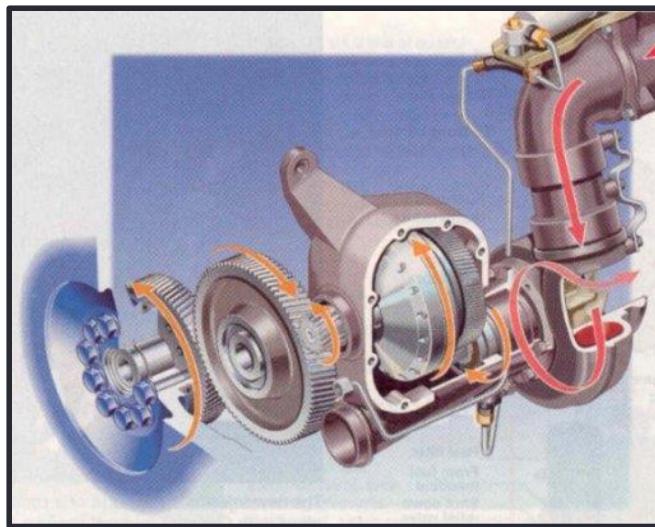
- Izvedbe sistema nadpunjenja sa turbokompresorom (dva turbokompresora različite veličine):



- Izvedba sistema sa dva turbokompresora različite veličine omogućava postizanje optimalnog stepena punjenja na svim režimima rada motora. Ovo je posebno zanimljivo na području niskog opterećenja i naglog ubrzanja gdje su veći turbokompresori jako inertni.
- Sistem sa dva turbokompresora je jako složen sklop čijim radom upravlja isto tako sofisticiran upravljački sistem motora.

# Turbokompressor

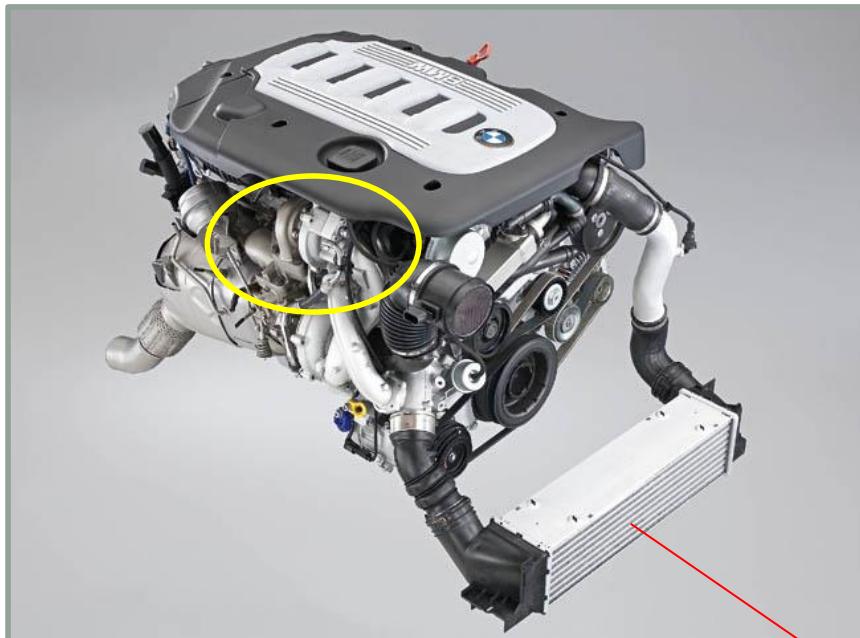
- Izvedbe sistema nadpunjenja sa turbokompresorom (Compound sistem):



- Compound sistem omogućava iskorištenje energije koja je sadržana u izduvnim gasovima u svrhu pogona turbokompresora i vraćanja dijela snage putem složenog prenosnog mehanizma radilici motora.
- Ovaj složeni sistem se danas koristi na nekim motorima proizvođača Scania i predstavlja inovativni sistem koji će vjerovatno i u budućnosti privlačiti pažnju u pogledu maksimalnog iskorištenja goriva i povećanja snage motora.

# Turbokompressor

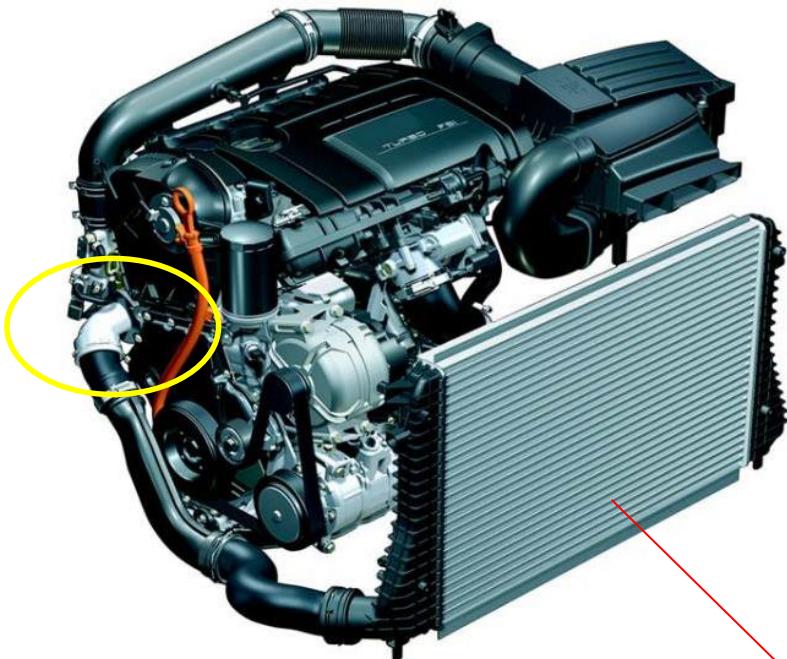
- Smještaj turbokompresora na realnom motoru sus:



Hladnjak vazduha

# Turbokompressor

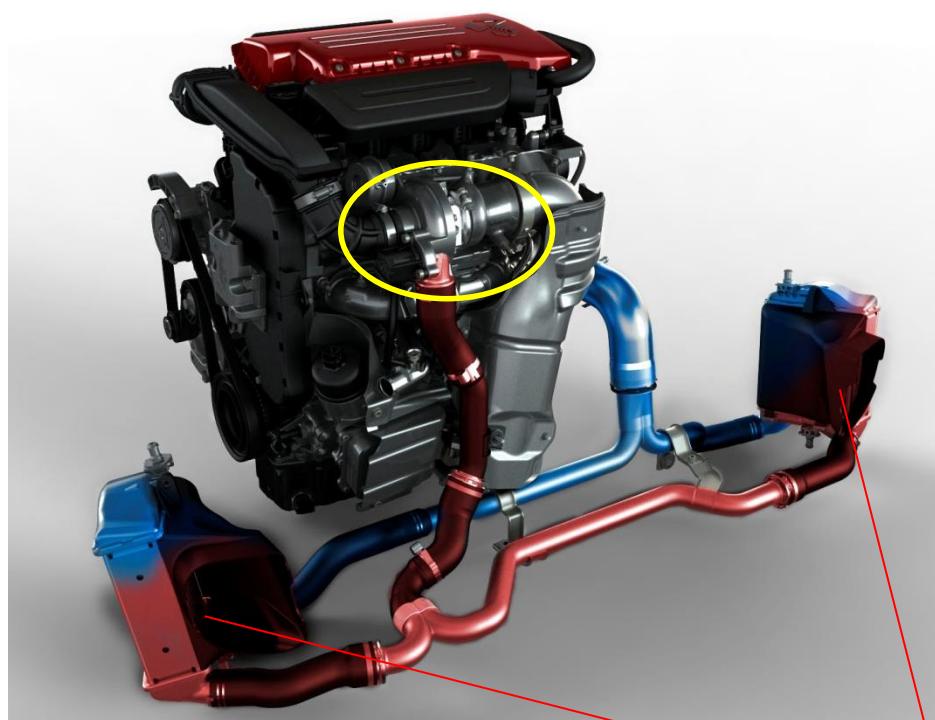
- Smještaj turbokompresora na realnom motoru sus:



Hladnjak vazduha

# Turbokompressor

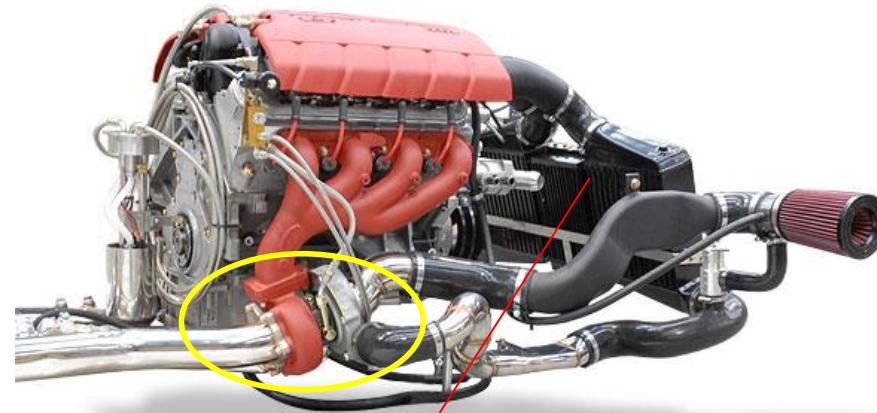
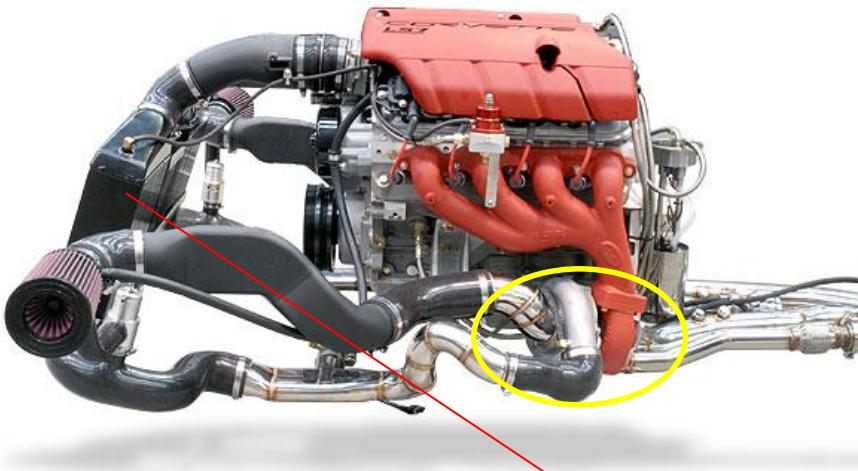
- Smještaj turbokompresora na realnom motoru sus:



Hladnjak vazduha

# Turbokompressor

- Smještaj turbokompresora na realnom motoru sus:



Hladnjak vazduha

# Turbokompressor

- Otkazi turbokompresora:

Turbokompresori spadaju u jako opterećene dijelove motora kao termički tako i mehanički što neminovno dovodi do pojave otkaza (kvara) u eksplotacionom periodu rada motora. Zbog cijene turbokompresora remont postaje jako bitan i ekonomski opravdan zahtjev. Najčešći uzroci otkaza turbokompresora su:

- Upotreba motornog ulja ne odgovarajućih karakteristika.
- Neredovna zamjena motornog ulja i filtera.
- Pretjerano forsiranje i pregrijavanje motora.
- Gašenje motora pod povećanim brojem obrtaja.
- Mehanička oštećenja kola turbine i kompresora.
- Učestala gradska vožnja.

# Turbokompressor

- Otkazi turbokompresora:





# EDUKACIJA ZA OSOBLJE NA STP

---

SISTEMI KOČENJA KOD CESTOVNIH VOZILA  
(ABS/EBS I INSTALACIJE ZA KOČENJE)

Sarajevo, jesen 2012

# Sadržaj

- Uvod
- Osnove sistema kočenja
- Dinamika kretanja vozila/točka i raspoloživo prianjanje
- Sistemi kočenja za putnička vozila sa ABS-om
- Napredne funkcije ABS-a kod putničkih vozila,
- Sistemi kočenja za teretna vozila sa ABS-om,
- Napredene funkcije ABS-a kod teretnih vozila,
- Budućnost sistema kočenja sa regulisanim silama (momentima) kočenja

# Uvod

Kočenje vozila je suprotan proces od procesa ubrzavanja i omogućava vozaču da na odgovarajući način prilagodi brzinu vožnje uvjetima puta i prometa, te ostvari jedan od najvažnijih preduvjeta za kontrolu nad kretanjem vozila.

Kod savremenih vozila posebna pažnja se posvećuje u pogledu sistema kočenja u dva pravca:

- povećavanje efikasnosti i pouzdanosti,
- smanjenje zavisnosti procesa kočenja od uvjeta vožnje (stanje puta, vremenski uvjeti, itd.)

Zato je ispravnost sistema kočenja jedan od najvažnijih elemenata ukupne tehničke ispravnosti vozila. U svim zemljama performanse i pouzdanost kočionog sistema su predmet odgovarajuće stroge zakonske regulative. To je slučaj i sa međunarodnim propisima (ISO 611, EC smjernica 71/320, ECE pravilnik 13, itd.)

# Osnove sistema kočenja

Sa stanovišta cilja u procesu kočenja razlikujemo 3 osnovne funkcije sistema kočenja:

- Kočenje radi smanjenja brzine, koje može da rezultira i zaustavljanjem vozila. Ovo kočenje sa stanovišta načina kočenja može da bude:
  - a) blago, obično kratkotrajno kočenje, u uslovima regularne i kontrolisane vožnje,
  - b) naglo kočenje sa maksimalnim usporenjem u slučaju iznenadne opasnosti,
- Kočenje radi sprečavanja neželjenog rasta brzine kretanja vozila (vožnja na nizbrdici),
- Kočenje radi sprečavanja pokretanja vozila (parkirano vozilo).

# Osnove sistema kočenja

Sistematizaciju sistema kočenja možemo izvršiti na više načina i to:

- a) Prema funkciji;
- b) Prema načinu ostvarivanja sile aktiviranja kočnice;
- c) Prema načinu prenosa sile kočenja od vozača do izvršnih cilindara;
- d) Prema broju kočionih krugova;
- e) Prema izvedbi izvršnih kočnica;
- f) Prema načinu regulacije sile (momenta) kočenja na točku.

Imajući u vidu navedenu sistematizaciju, današnji seminar će se ciljano usmjeriti na:

- *način prenosa sile kočenja od vozača do izvršnih cilindara,*
- *izvedbe kočionih krugova i*
- *načine regulacije sile (momenta) kočenja.*

# Osnove sistema kočenja

Svaki sistem kočenja se sastoji od tri osnovna podsistema:

a) komandni i signalizacioni podsistem:

- pedala radne kočnice,
- komanda pomoćne kočnice,
- signalizacija rada kočionog sistema,

b) prenosni mehanizmi:

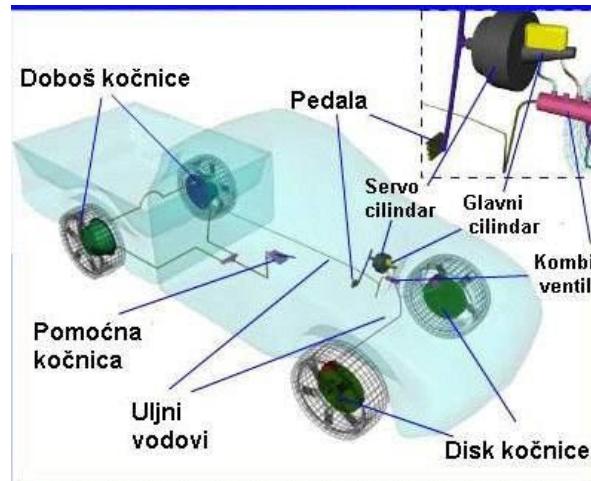
- kočioni mehanizmi, vodovi i ventili koji mogu biti: mehanički, hidraulični i pneumatski, te
- kočioni cilindri i to: glavni i izvršni koji mogu biti hidraulični ili pneumatski

c) izvršne kočnice: doboš kočnice i disk kočnice.

# Osnove sistema kočenja

U zavisnosti od načina prenosa sile kočenja od vozača do izvršnih cilindara razlikujemo:

- a) mehanički prenos sile (sajle, poluge, itd.),
- b) hidraulički prenos sile (uobičajen kod putničkih i lакih teretnih vozila),
- c) hidrauličko-pneumatski prenos sile (teretna vozila mase do 7,5 t)
- d) pneumatski prenos sile (uobičajen kod teretnih vozila mase iznad 7,5 t).

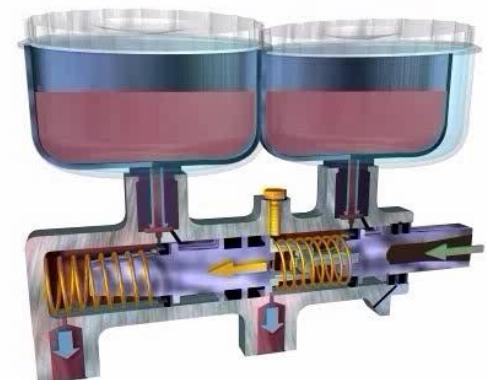


# Osnove sistema kočenja

U zavisnosti od izvedbe kočionih krugova razlikujemo:

- a) jednokružni kočioni sistemi,
- b) **dvokružni kočioni sistemi,**
- c) višekružni kočioni sistemi,

Zakonski propisi zahtijevaju da kočioni sistemi sa hidrauličnim ili pneumatskim prenosom sile moraju biti izvedeni minimalno kao **dvokružni**. Osnovni razlog je da kod havarije u nekom dijelu kočione instalacije bar jedan dio instalacije ostane u funkciji.



# Osnove sistema kočenja

Dvokružni sistemi se izvode na više načina:

II sistem,

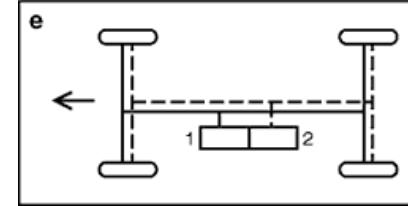
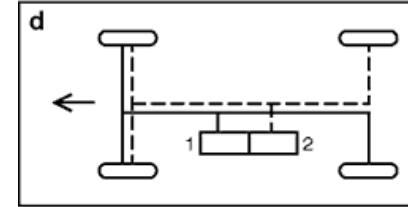
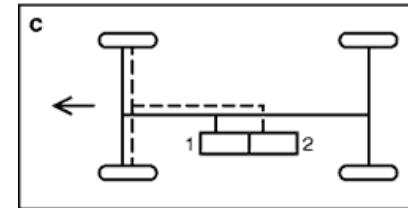
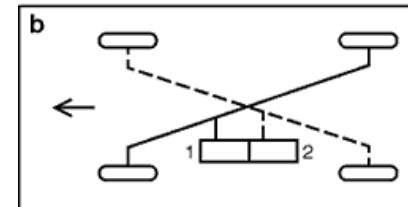
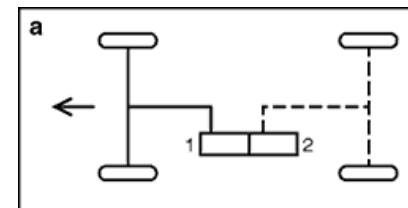
X sistem,

HI sistem,

LL sistem i

HH sistem.

Putnička vozila niže klase obično koriste X sistem, dok II sistem koriste teretna vozila. Vozila srednje i više klase primjenjuju HI sistem, LL sistem i HH sistem.



# Osnove sistema kočenja

U zavisnosti od načina regulacije sile (momenta) kočenja na točku:

- a) sistemi bez regulacije,
- b) sistemi sa regulacijom u funkciji vertikalnog opterećenja točka,
- c) sistemi sa automatskom regulacijom sile (momenta) kočenja na točku.

***Zašto je neophodna regulacija sile (momenta kočenja)?***  
***Stabilnost i upravljivost tokom procesa kočenja!!!***



# Dinamika kretanja vozila/točka

## Koordinatni sistem za vozilo

$F_x$  – podužna sila,

$F_y$  – bočna (poprečna) sila,

$F_z$  – vertikalno opterećenje,

$M_x$  – moment prevrtanja,

$M_y$  – momenta njihanja,

$M_z$  – moment zanošenja.

## Koordinatni sistem za točak:

$F_x$  – podužna sila,

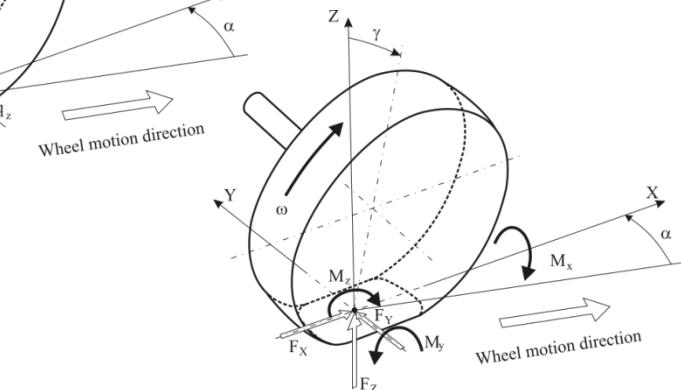
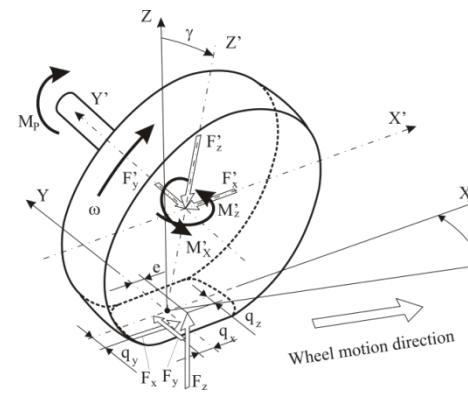
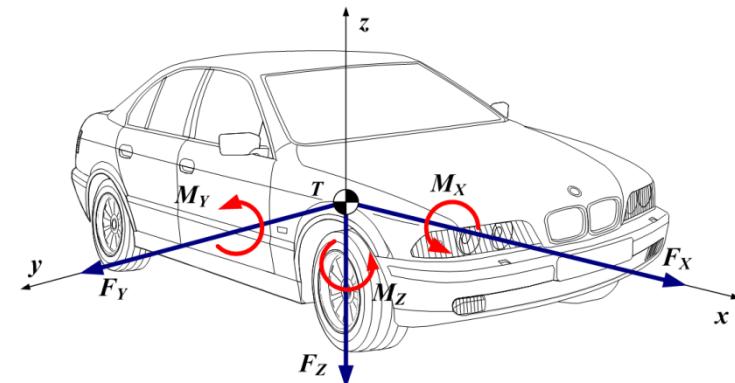
$F_y$  – bočna (poprečna) sila,

$F_z$  – vertikalno opterećenje,

$M_x$  – moment prevrtanja,

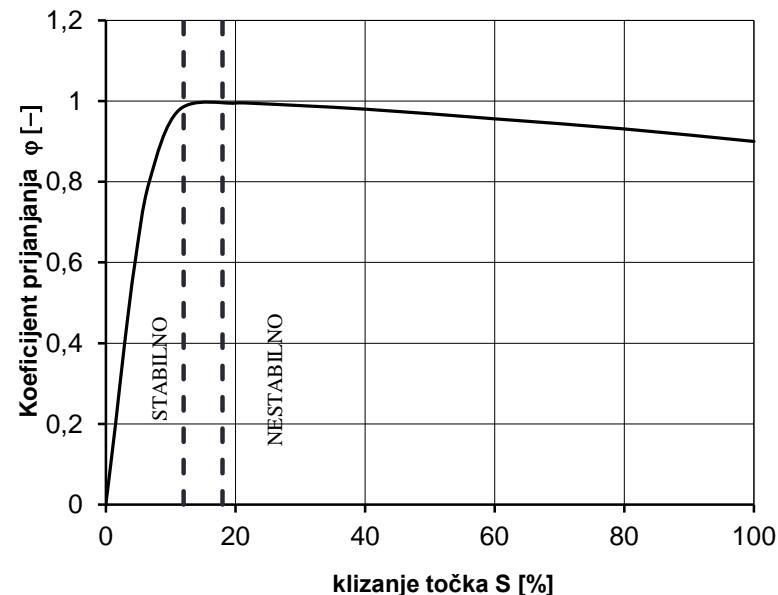
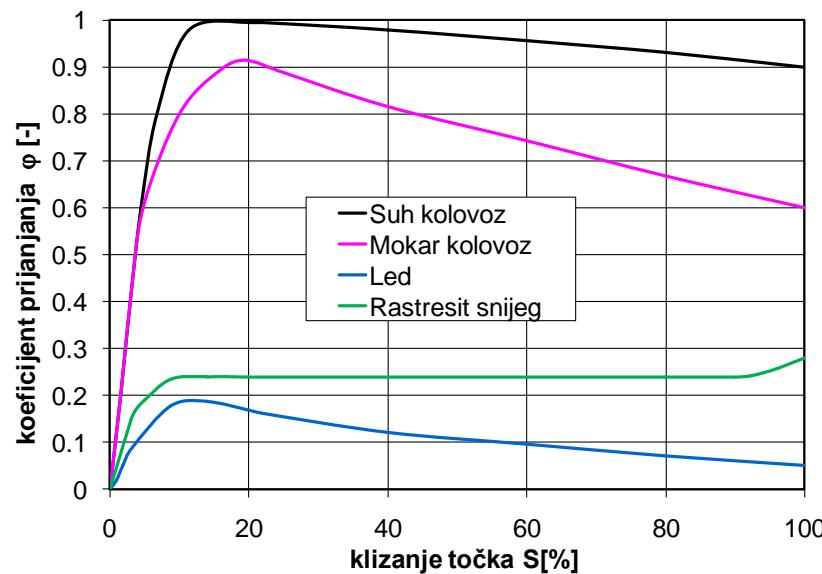
$M_y$  – momenta otpora kotrljanja

$M_z$  – ravnotežni moment.



# Dinamika kretanja vozila/točka

Raspoloživo prijanjanje u kontaktu između pneumatika i podloge



Maksimalno prijanjanje pri vrijednostima klizanja točka između 10-20 %.

# Dinamika kretanja vozila/točka

Neophodnost regulacije sile (momenta) kočenja na točku:

1 - koeficijent prianjanja u podužnom pravcu;

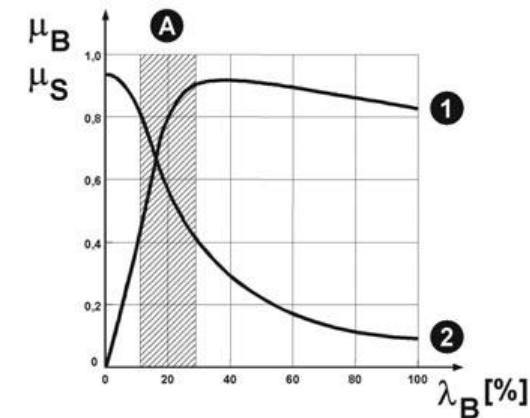
2 - koeficijent prianjanja u bočnom pravcu;

A – područje regulacije (rada ABS-a);

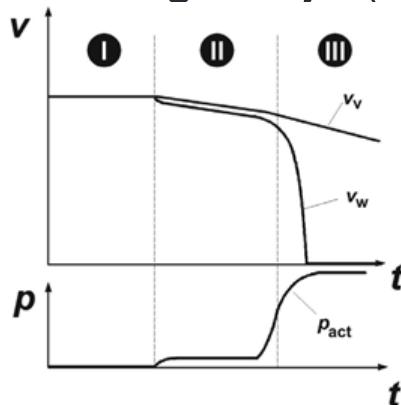
$v_v$  – brzina kretanja vozila;

$v_w$  – brzina kretanja točka;

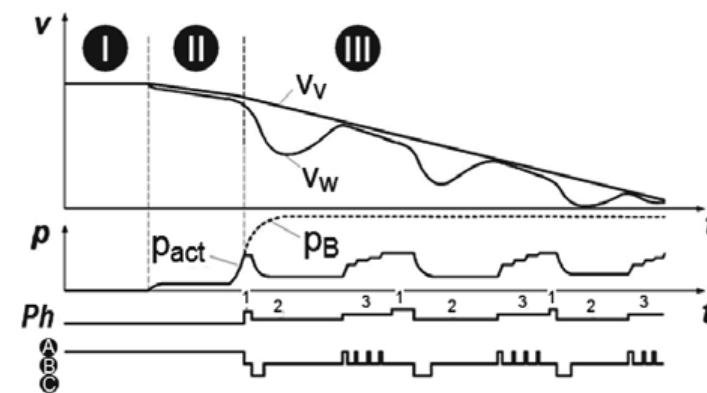
p – pritisak u instalaciji.



Bez regulacije (bez ABS)



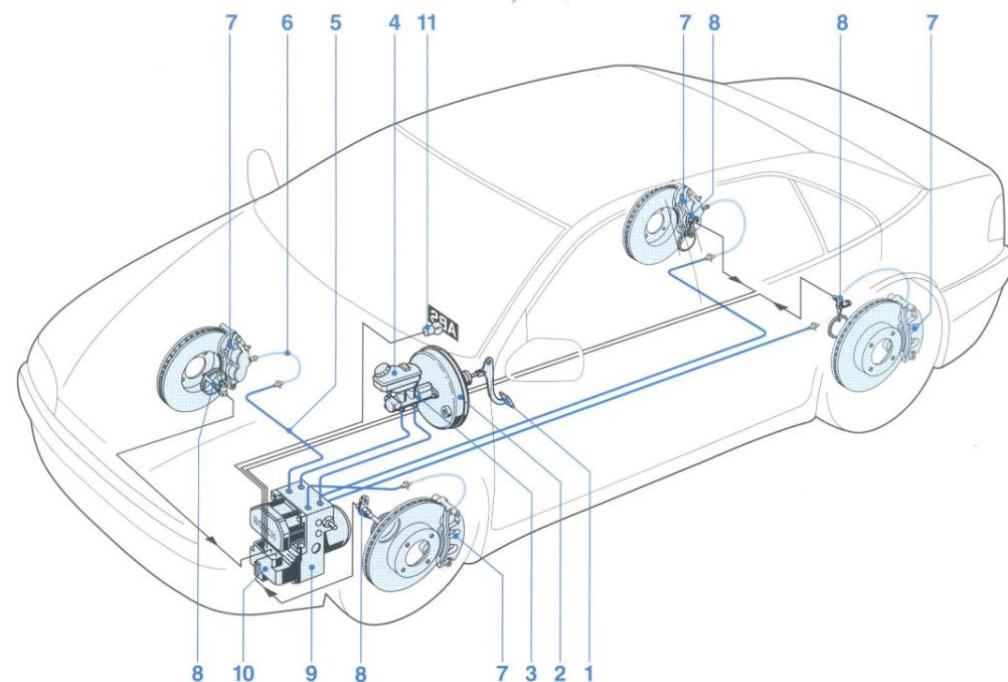
Sa regulacijom (ABS)



# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

Položaj elemenata:

- 1 - papučica kočnice;
- 2 - vakuumski pojačivač;
- 3 - glavni kočioni cilindar;
- 4 - rezervoar kočione tečnosti;
- 5 - kočione cijevi;
- 6 - kočiona crijeva;
- 7 - disk kočnice sa izvršnim kočionim cilindrima;
- 8 - senzor ugaone brzine točka;
- 9 - hidraulički modulator;
- 10 - centralna jednica ABS-a;
- 11 - kontrolna lampica ABS-a na instrument tabli.



# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

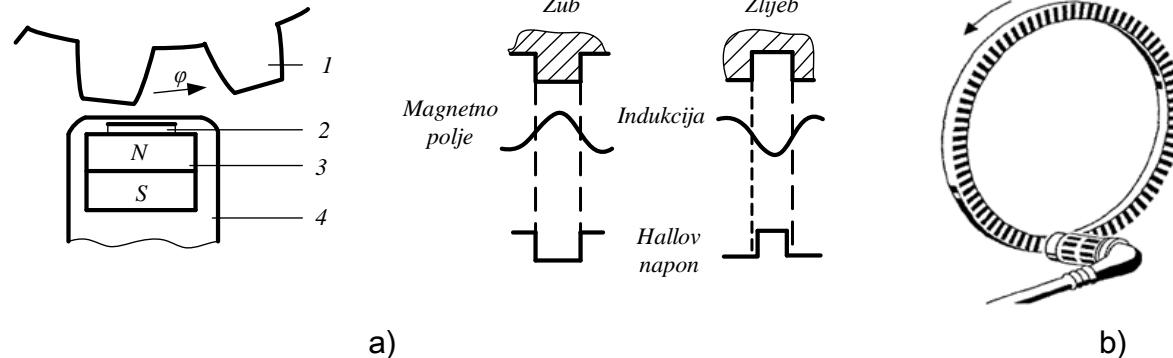
Sistem kočenja sa ABS-om osim komponenata konvencionalnog kočionog sistema posjeduju dodatne komponente. Djelovanjem određenom silom na papučicu kočnice (1), uzrokuje se pomjeranje klipa prema vakuumskom pojačivaču (2) koji vrši pojačavanje sile koja djeluje na klip glavnog kočionog cilindra (3). Glavni kočioni cilindar pretvara dejstvo sile koja djeluje na klip glavnog kočionog cilindra u porast pritiska u kočionoj instalaciji. Potisnuto ulje putuje kočionim vodovima (5) i kočionim crijevima (6) sve do izvršnih organa kočnica (7). Talas pritiska koji dođe do kočnica uzrokuje pomjeranje (primicanje) kočionih obloga (disk pločica) prema disku. Kontakt disk pločica s diskom generiše kočionu silu, tj. kočioni moment koji se prenosi sa točka na podlogu što dovodi do usporanja vozila. Senzor ugaone brzine točka (8) mjeri ugaonu brzinu točka i podatke šalje u centralnu jedinicu ABS-a (10). Na osnovu vrijednosti ugaone brzine točka u procesu kočenja, centralna jedinica ABS-a šalje signal hidrauličkom modulatoru (9) koji reguliše pritisak u kočionoj instalaciji.

# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

## Senzor ugaone brzine točka

Ugaona brzina točka je najvažniji parametar za rad ABS-a i ona predstavlja ulaznu veličinu u centralnu jedinicu. Zavisno od verzije ABS sistema, vozilo može da ima dva, tri ili četiri senzora ugaone brzine točka. Informacije sa senzora se koriste za računanje klizanja između točka i podloge kao i za detekciju blokade bilo kojeg točka na vozilu.

Za mjerjenje broja obrtaja točka najčešće se koristi *Hall*-ov davač, a rjeđe elektromagnetni. *Hall*-ov davač spada u grupu aktivnih davača koji za svoj rad zahtjeva stalno napajanje električnom energijom, dok elektromagnetni spada u pasivne davače koji rade na principu samoindukcije.

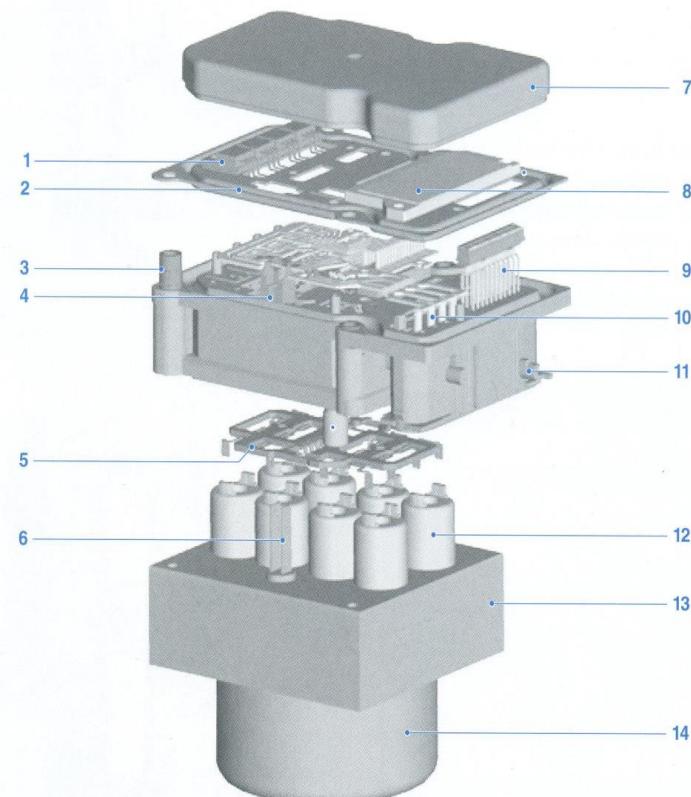


# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

## Hidraulički modulator pritiska

Zadatak hidrauličkog modulatora je da izvrši sve naredbe od strane centralne jedinice ABS-a i da kontroliše pritisak u pojedinačnim kočionim vodovima putem elektromagnetnih ventila nezavisno od vozačevog djelovanja na papučicu kočnice.

Prikazan je hidraulički modulator, proizvođača BOSCH, tip ABS 8, sa integrisanim centralnom jedinicom. U hidrauličkom modulatoru je integriran niz elektromagnetnih ventila koji otvaraju i zatvaraju hidrauličke kočione krugove između glavnog kočionog cilindra i izvršnih kočionih cilindara.



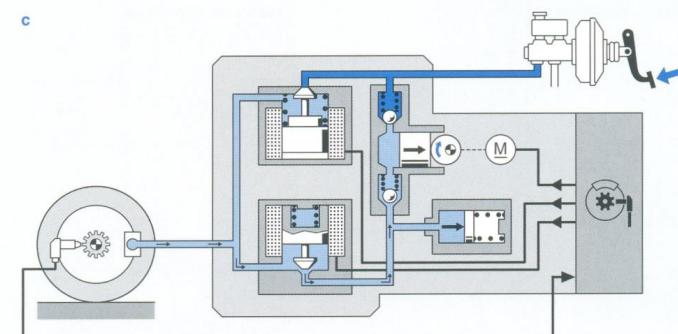
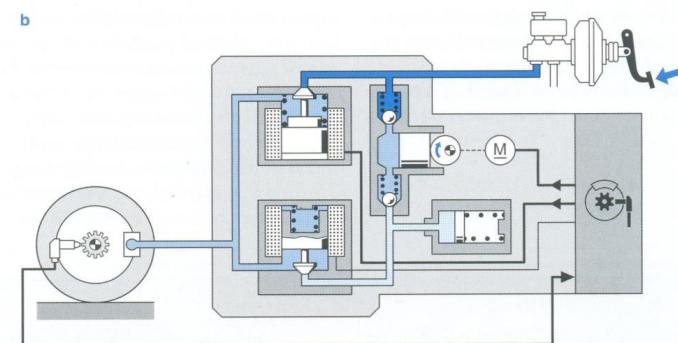
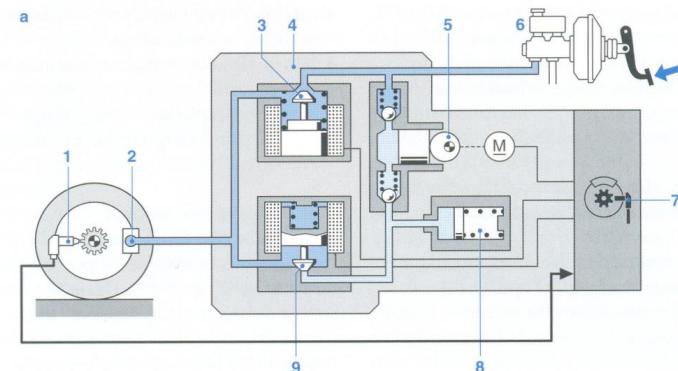
# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

## Princip rada

- a** – porast pritiska: ulazni ventil otvoren
- b** – održavanje nivoa pritiska: ulazni ventil zatvoren, izlazni ventil zatvoren
- c** – smanjenje pritiska: ulazni ventil zatvoren, izlazni ventil otvoren

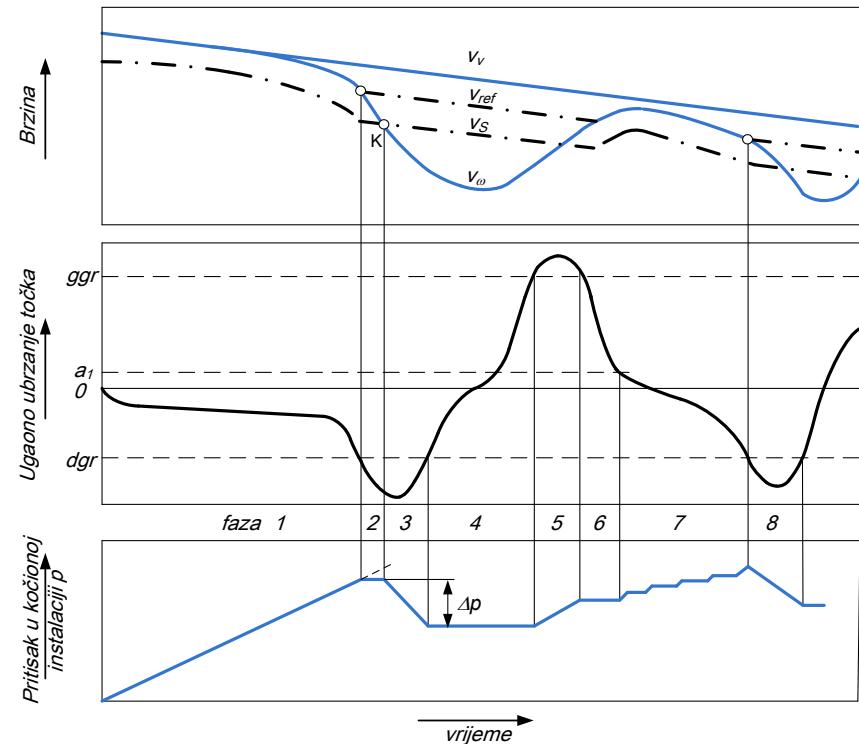
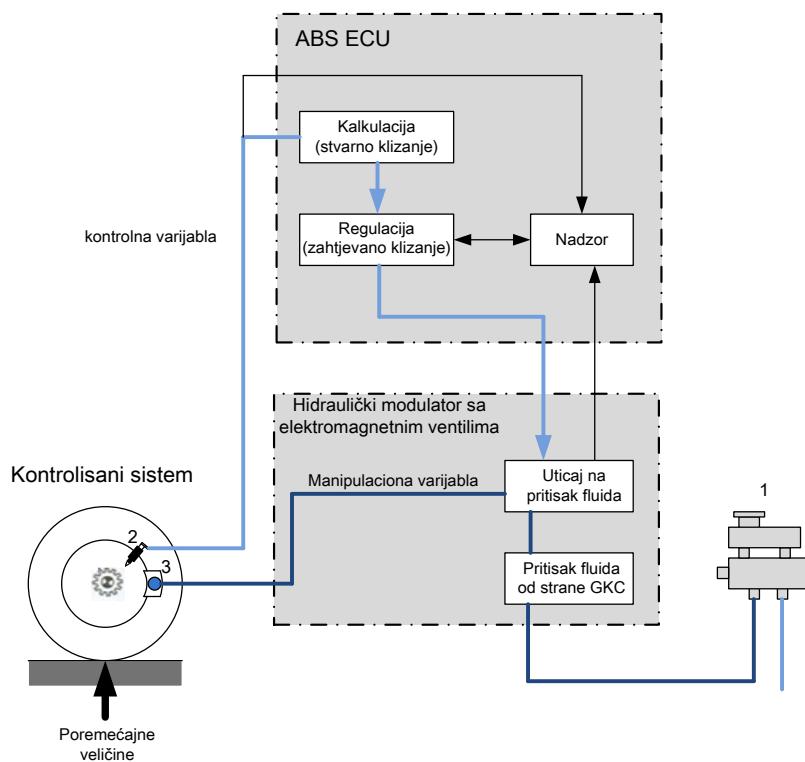
## Legenda:

1 - senzor ugaone brzine točka; 2 – kočnica; 3 - ulazni ventili; 4 - hidraulički modulator; 5 - povratna pumpa; 6 - glavni kočioni cilindar; 7 - kontrolna jedinica ABS-a; 8 - akumulator ulja pod pritiskom; 9 - izlazni ventil



# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

Princip rada – regulaciona (kontrolna) petlja:



$v_v$  - brzina vozila,  $v_t$  - brzina točka

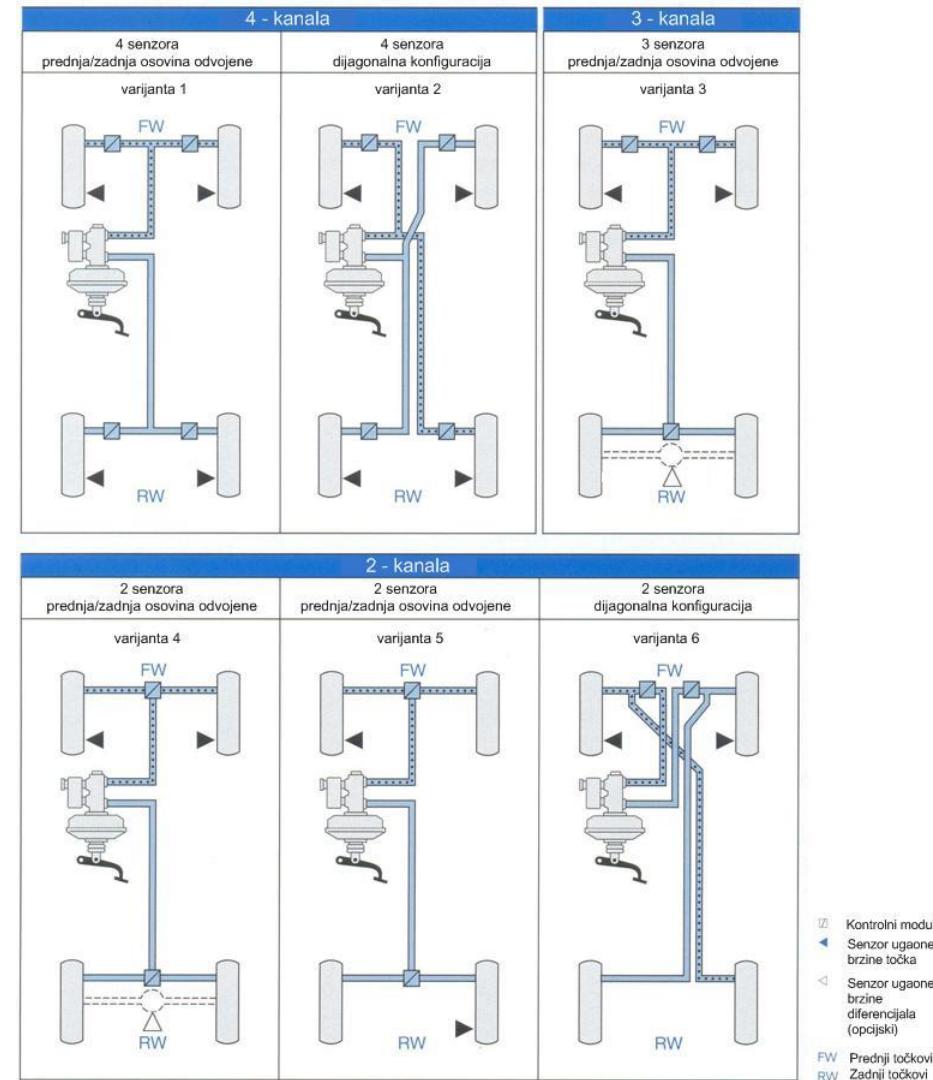
$v_S$  - granična brzina klizanja točka,

„...“ - referentna brzina

# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

Postoje različite izvedbe sistema kočenja sa ABS a pregled osnovnih varijanti u zavisnosti od broja senzora je dat na slici:

- a) 4 – kanalni sa 4 senzora na svakom točku;
- b) 3 – kanalni sa 3 senzora i to: 2 na točkovima prednje osovine i 1 na zadnjoj osovini;
- c) 2 – kanalni sa 2 senzora i to: na prednjoj osovini ili dijagonalno raspoređeni.



# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

## 4 - kanalni sistem (varijanta 1 i 2)

Ovi sistemi omogućavaju individualnu kontrolu pritiska u kočionoj instalaciji svakog točka bilo da se radi o paralelnoj konfiguraciji (II konfiguracija - varijanta 1) ili da se radi o dijagonalnoj konfiguraciji (X konfiguracija - varijanta 2). U cilju spriječavanja gubitka stabilnosti u procesu kočenja, uslijed dejstva momenta zanošenja (moment oko vertikalne ose vozila) koji je rezultat nejednakog koeficijenta prijanjanja na lijevim i desnim točkovima, zasebno se kontrolišu pritisci u kočionoj instalaciji prednjih točkova.

# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

## 3 - kanalni sistem (varijanta 3)

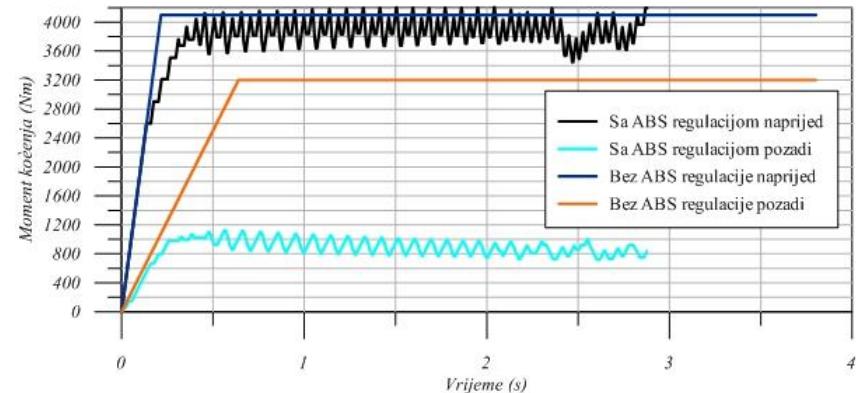
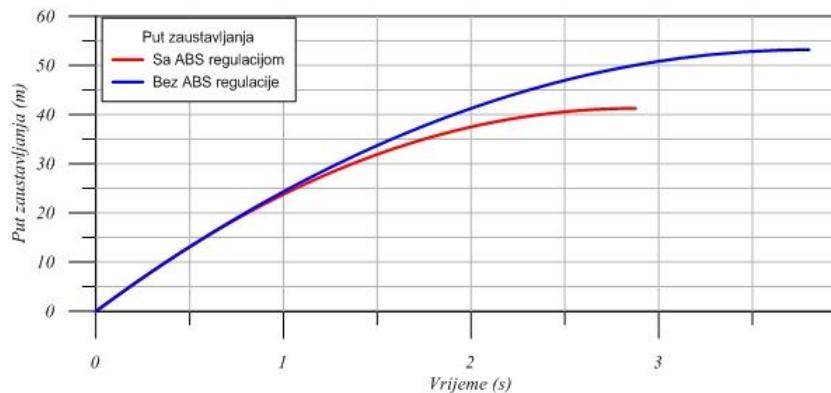
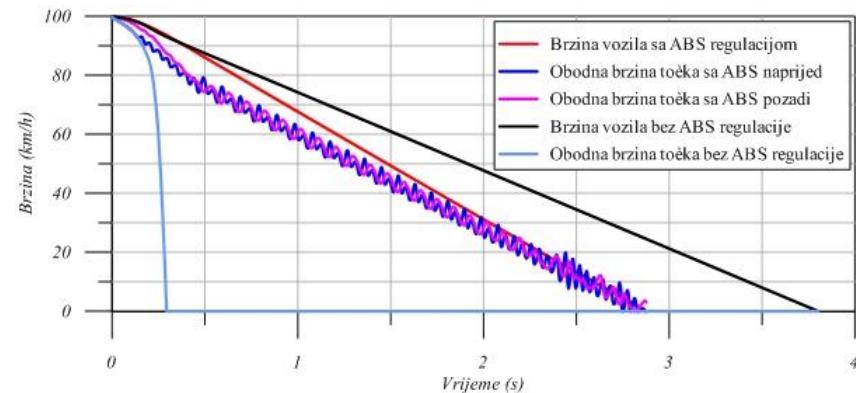
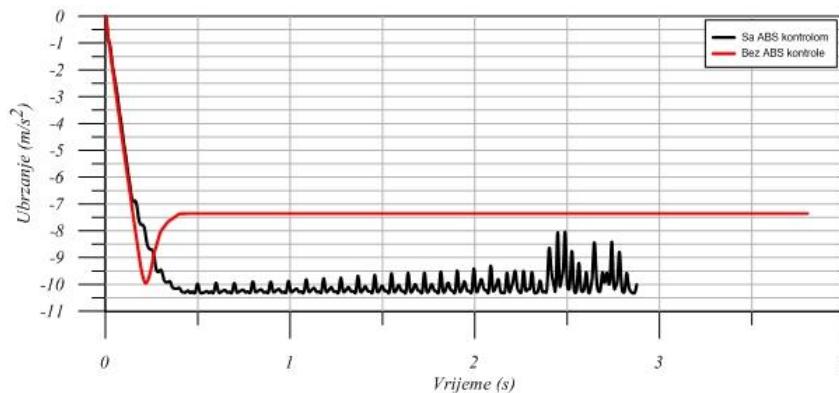
3 - kanalna varijanta ABS u procesu kočenja na podlozi sa nejednakim koeficijentom prijanjanja znatno smanjuje moment plivanja, te produžava vrijeme za reakciju vozača, tj. vrijeme da se izvrši korekcija pravca kretanja vozila uslijed različitih kočionih sila koje su definisane stanjem podlage. Opcionalno, može biti pretvorena u 4 - kanalnu varijantu sa dodavanjem senzora na svaki od zadnjih točkova.

## 2 - kanalni sistem (varijanta 4, 5 i 6)

2 - kanalni sistemi imaju znatno manje elemenata u odnosu na 3 - kanalne i 4 - kanalne sisteme i samim tim znatno je jeftinija njihova izrada. Ova vrsta sistema ima znatna ograničenja u odnosu na ostale vrste ABS sistema i nije podešena za rad u širokom području stanja podloga.

# Sistem kočenja kod putničkih vozila - ABS

Parametri tokom kočenja na suhom kolovozu (100-0 km/h)

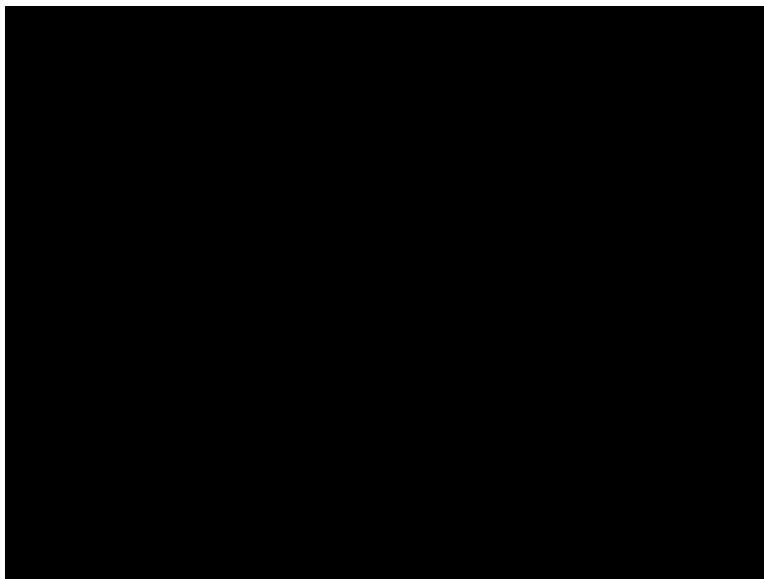


Rezultati dobiveni simulacijom uz frekvencu rada ABS od 15-30 Hz!

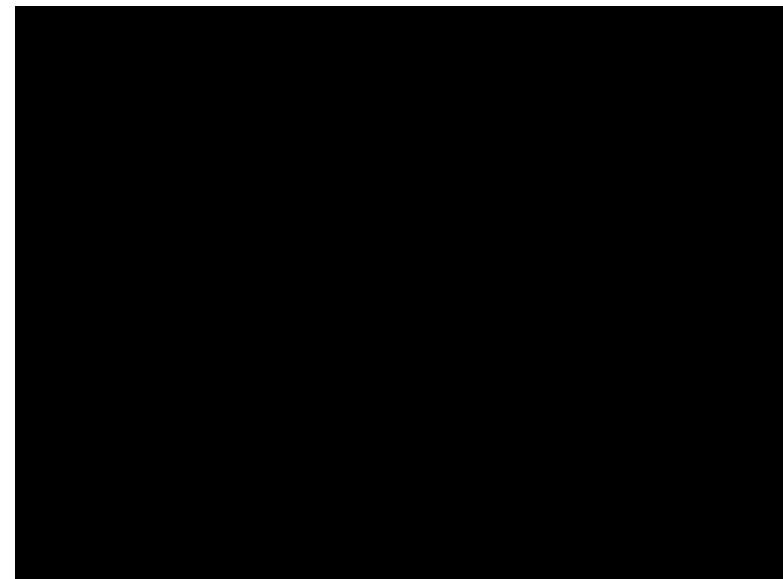
# Napredne funkcije ABS (putnička vozila)

Pored osnovne funkcije koja se ogleda u održavanju stabilnosti i upravljivosti vozila u procesu kočenja, ABS omogućava i rad drugih sistema aktivne bezbjednosti na putničkim motornim vozilima.

- a) Kontrola proklizavanja (ASR/TCS)



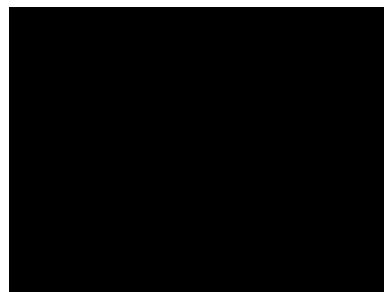
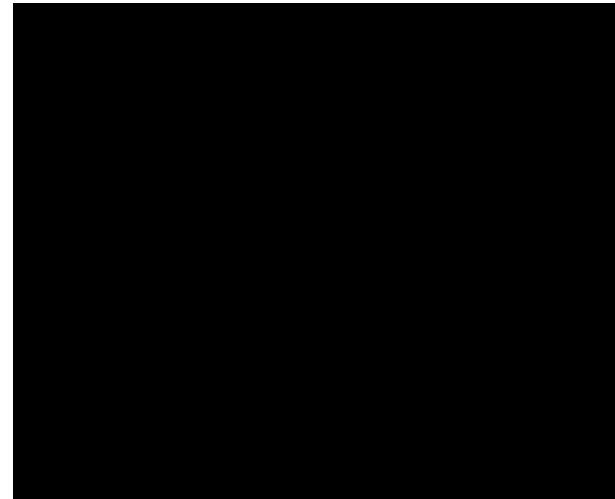
Bez ASR/TCS



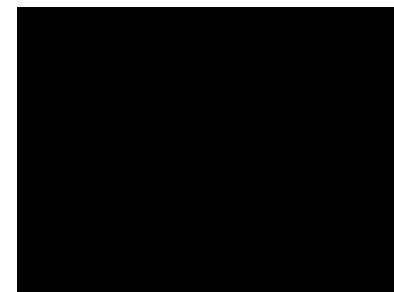
Sa ASR/TCS

# Napredne funkcije ABS (putnička vozila)

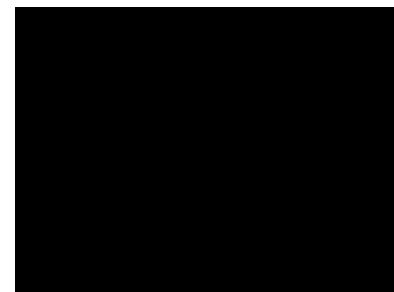
b) Kontrola stabilnosti vozila ESP



Bez ESP



Sa ESP

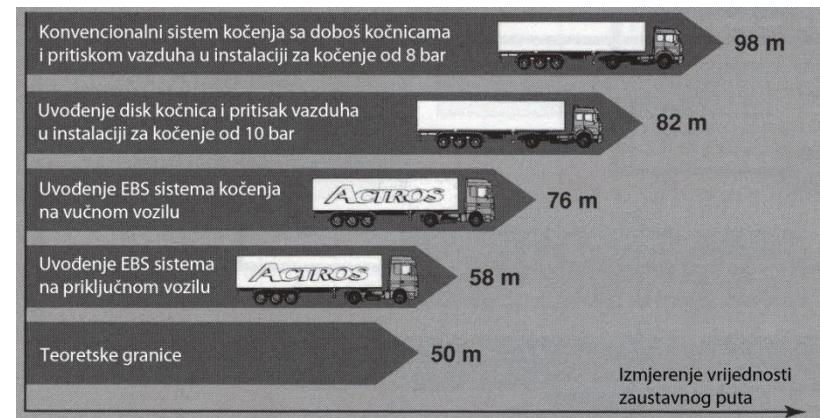


Sa ESP

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

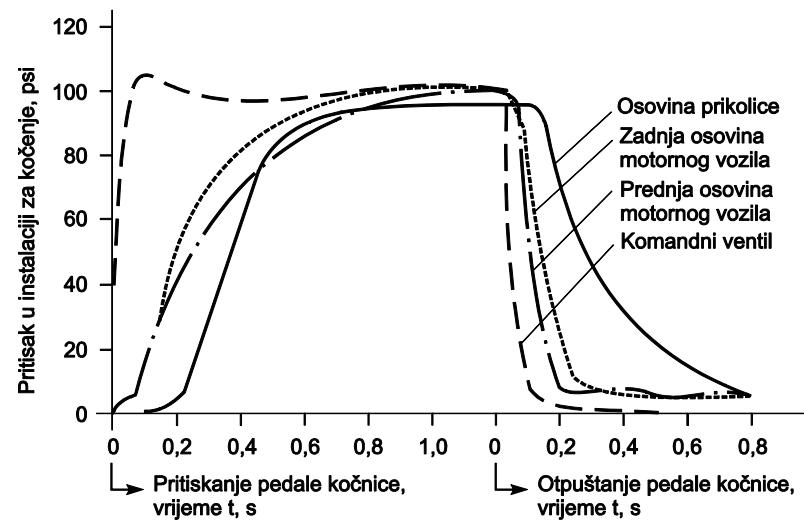
Gledajući kroz istoriju u zadnjih 30 godina razvoj sistema kočenja kod teretnih vozila u se odvijao kroz sljedeće faze:

- Uvođenje dvokružnog pneumatskog sistema kočenja sa doboš kočnicama i pritiskom vazduha u instalaciji za kočenje od 8 bar,
- Uvođenje dvokružnog pneumatskog sistema kočenja sa disk kočnicama i pritiskom vazduha u instalaciji za kočenje od 10 bar,
- Uvođenje EBS sistema kočenja na vučnom (motorom) vozilu,
- Uvođenje EBS sistema kočenja i na vučnom i priključnom vozilu.
- Uvođenje elektro-pneumatskih računarski sistema kočenja.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Najveći problem koji se javlja kod pneumatskih sistema kočenja u slučaju vučnog voza je velika inercija (odziv) sistema kočenja pri regulisanju momenta (sila) kočenja na svakom pojedinačnom točku. Do ove pojave dolazi kako zbog stišljivosti sabijenog vazduha u instalaciji za kočenje, tako i zbog činjenice da su pneumatski vodovi od komandnih ventila do izvršnih cilindara veoma dugi, posebno ako se uzme u obzir da je dužina vučnog voza preko 16 m.



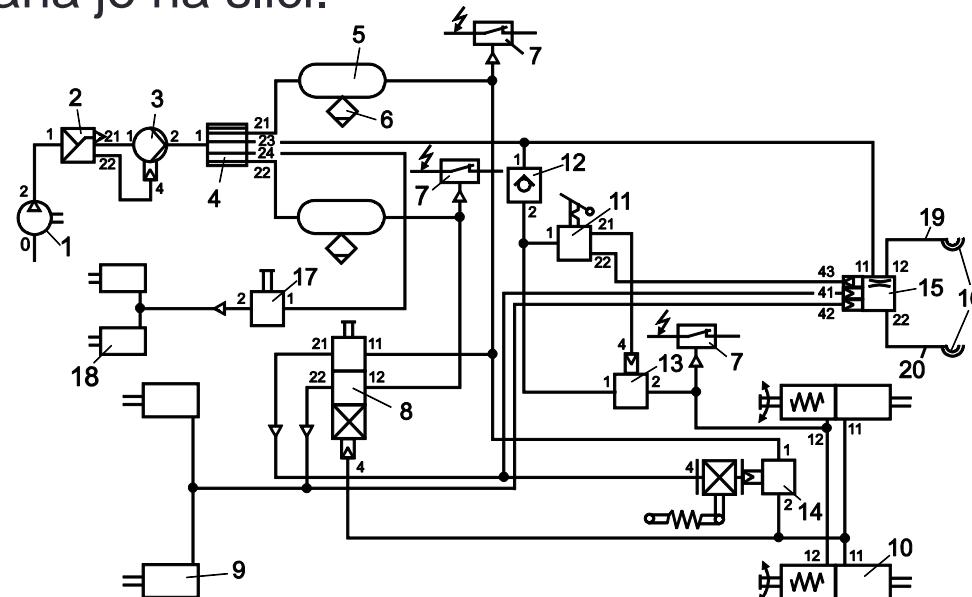
# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

S ciljem opisivanja strukture, načina izvođenja i funkcionisanja pneumatskog sistema kočenja jednog vučnog voza, izvršena je podjela sistema kočenja u 3 grupe (podsistema):

- grupa (podsistem) za stvaranje sabijenog vazduha, gdje spadaju: kompresor, sušač vazduha, regulator pritiska, zaštitni ventili, rezervoari, manometri.
- grupa (podsistem) pneumatskih uređaja motornog vozila, gdje spadaju: kočioni ventil motornog vozila, relej ventili, kočioni ventil pomoćne i parkirne kočnice, upravljački ventil priključnog vozila, kočioni cilindri, dvosmjerni ventili, automatski regulatori sile kočenja i
- grupa (podsistem) pneumatskih uređaja priključnog vozila, gdje spadaju: spojničke glave, razvodni ventili, rezervoari, kočioni cilindri, automatski regulatori sile kočenja.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Šema jednog pneumatskog sistema kočenja kod teretnog motornog vozila prikazana je na slici.



Legenda: 1) Kompresor, 2) Regulator pritiska, 3) Sušač vazduha, 4) Četvorokružni zaštitni ventil, 5) Rezervoar za vazduh, 6) Drenažni ventil, 7) Elektro pneumatski prekidač 8), Kočni ventil motornog vozila, 9) Kočioni cilindri, 10) Tristop cilindar, 11) Kočioni ventil za pomoćnu i parkirnu kočnicu, 12) Nepovratni ventil, 13, Relej ventil, 14) Automatski regulator sile kočenja 15) Upravljački ventil priključnog vozila, 17) Proporcionalni ventil, 18) Cilindar u pneumatskom sistemu elastičnog oslanjanja, 19, 20) Vezne cijevi sa spojničkim glavama.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Kompresor vazduha (1), koji dobiva pogon od motora SUS, vrši sabijanje vazduha do određenog nominalnog pritiska (6-10 bar) koji reguliše regulator pritiska (2). Po dostizanju nominalnog pritiska regulator spaja potisnu granu kompresora sa atmosferom, tj. prebacuje rad kompresora na prazno (uz zanemarivu potrošnju energije). Čim pritisak padne ispod propisane vrijednosti (opseg regulisanja regulatora, tj. razlika između uključivanja i isključivanja kompresora, iznosi obično od 0,5 do 1 bar), regulator ponovo uključuje kompresor, koji nastavlja sabijanje vazduha. U pripremi sabijenog vazduha učestvuje još nekoliko uređaja. To se prije svega odnosi na prečišćavanje sabijenog vazduha, tj. izdvajanje svih eventualnih nečistoća koje propusti ili unese kompresor, kao i na čestice vode kojih uvijek ima u atmosferi. Kao dodatni uređaji ugrađuju se sušač vazduha (3) i uređaj za sprečavanje zamrzavanja. Sabijeni vazduh, na određenom pritisku, akumulira se u rezervoarima (5).

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Na vozilu obično ima više rezervoara (propisano je da svaki krug kočenja ima svoj rezervoar), a njihove dimenzije i položaj na vozilu imaju veliki uticaj na kvalitet funkcionisanja sistema u cjelini. Na rezervoarima postoje posebni ventili za ispuštanje kondenzata, tzv. drenažni ventili (6) koji mogu biti automatski ili ručni. Na pojedinim mjestima u sistemu kočenja nalaze se manometri koji se koriste za kontrolu pritiska u rezervoarima za vazduh, kao i vodovima instalacije za kočenje. Isto tako u neposrednoj blizini rezervoara, ali i na više drugih karakterističnih mesta u instalaciji, moraju da se obezbjede elektro pneumatski prekidači (7), koji vozaču signaliziraju nedovoljan pritisak u određenom dijelu sistema kočenja. Nadalje, četverokružni zaštitni ventil (4) koji ima zadatak da obezbjedi osiguranje pritiska kod višekružnih sistema kočenja u slučaju da u jednom od krugova dođe do gubitka pritiska. U ovom slučaju postoji četiri kruga pomoću kojih se vrši dobava sabijenog vazduha.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

U prvom krugu sabijeni vazduh se vodi do kočionih cilindara na prednjoj osovini, dok se u drugom krugu sabijeni vazduh vodi do kočionih cilindara na zadnjoj osovini. Treći krug se koristi za snabdijevanje priključnog vozila sabijenim vazduhom, a četvrti krug se koristi za snabdijevanje drugih potrošača, kao npr. vazdušni sistem elastičnog oslanjanja. Upravljanje sistemom kočenja vrši se preko pedale kočnice, tačnije kočionog ventila (8), koji može biti riješen na različite načine. Aktiviranjem kočionog ventila motornog vozila sabijeni vazduh se propušta u kočione cilindre prednjih (9) i zadnjih (10) kočnica, kao i na upravljački ventil priključnog vozila (15) pomoću koga se ostvaruje upravljanje sistemom kočenja priključnog vozila. Upravljački ventil priključnog vozila se aktivira iz obje grane sistema kočenja motornog vozila, što obezbjeđuje visoku sigurnost. Upravljački ventil priključnog vozila se aktivira i djelovanjem na kočioni ventil pomoćne i parkirne kočnice (11).

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

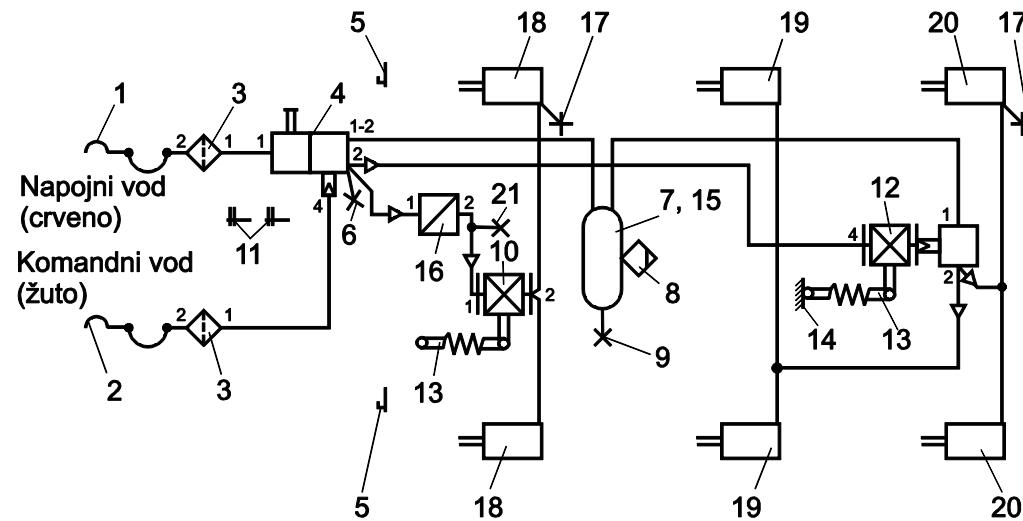
Ova grana je riješena sa jednostranim (nepovratnim) ventilom (12), koji predstavlja dalju mjeru sigurnosti kočionog sistema vučnog voza. Prikazana je i dvovodna veza između motornog i priključnog vozila, koja se primjenjuje za sva priključna vozila većih masa. U prikazanom sistemu kočenja postoje dvije vezne cijevi (19 i 20), a spojevi su ostvareni preko spojničkih glava. Jedan od ova dva voda stalno napaja instalaciju priključnog vozila, i naziva se napojni vod, a drugi vod se naziva upravljački vod. U upravljački vod se dovodi sabijeni vazduh samo u toku kočenja, kada nema kočenja ovaj vod je bez pritiska. Kočenje na zadnjim točkovima riješeno je preko posebnog uređaja za regulaciju pritiska, odnosno sila kočenja, u funkciji od opterećenja te osovine. To je ostvareno pomoću automatskog regulatora kočionih sila (14) koji u svom sastavu ima brzoispusni relej ventil.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Za kočenje zadnjih točkova u ovoj instalaciji su predviđeni specijalni kočioni cilindri, sa ugrađenim opružnim akumulatorima (tzv. kombinovani ili tristop cilindri). Ovi cilindri obezbjeđuju radno kočenje na uobičajen način, tj. dovođenjem u cilindar sabijenog vazduha koji djeluje na klip. Parkirno, odnosno pomoćno, kočenje se ostvaruje ispuštanjem sabijenog vazduha iz radnog prostora opružnog akumulatora tristop cilindra, i to se obavlja preko relej ventila (13).

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Na slici je prikazan jedan pneumatski sistem kočenja priključnog vozila namijenjen za troosovinska priključna vozila velikih masa.



Legenda: 1, 2) Spojnička glava, 3) Filter, 4) Pomoćni ventil priključnog vozila, 5) Rezervoar za vazduh, 8) Drenažni ventil, 10, 12) Automatski regulator sile kočenja (ARSK), 13) Opružno tijelo, 16) Kočioni ventil priključnog vozila, 18) Kočioni cilindar, 19, 20) Tristop cilindri.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

Preko spojničkih glava (1 i 2) izvršena je veza između motornog i priključnog vozila. Cijevni prečistač (3) ima zadatak da spriječi prodiranje nečistoća u upravljački ventil priključnog vozila (4) koji u ovom slučaju omogućava pred kočenje priključnog vozila. Pomoćni ventil priključnog vozila se koristi za deaktiviranje opružnog dijela tristop cilindra u slučaju kada motorno i priključno vozilo nisu povezani. Rezervoar sabijenog vazduha (7) se koristi za snabdijevanje sistema kočenja sabijenim vazduhom kada motorno i priključno vozilo nisu povezani. Na priključnom vozilu postoje i automatski regulatori sile kočenja (10 i 12) koji vrše regulaciju sile kočenja na točkovima u zavisnosti od vertikalnog opterećenja vozila.

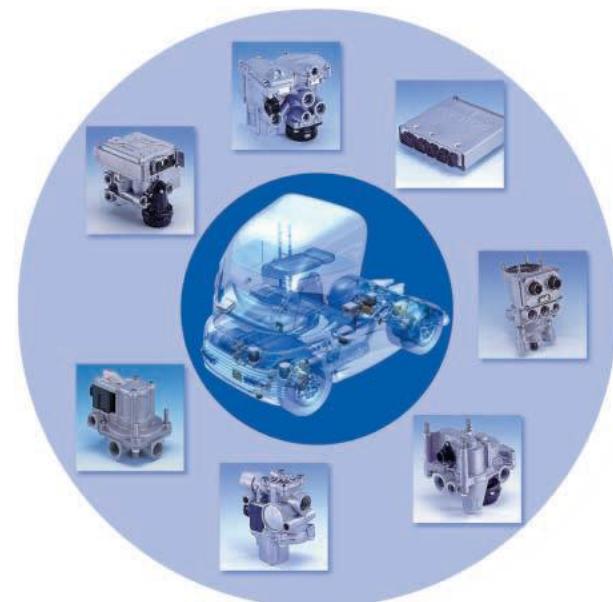
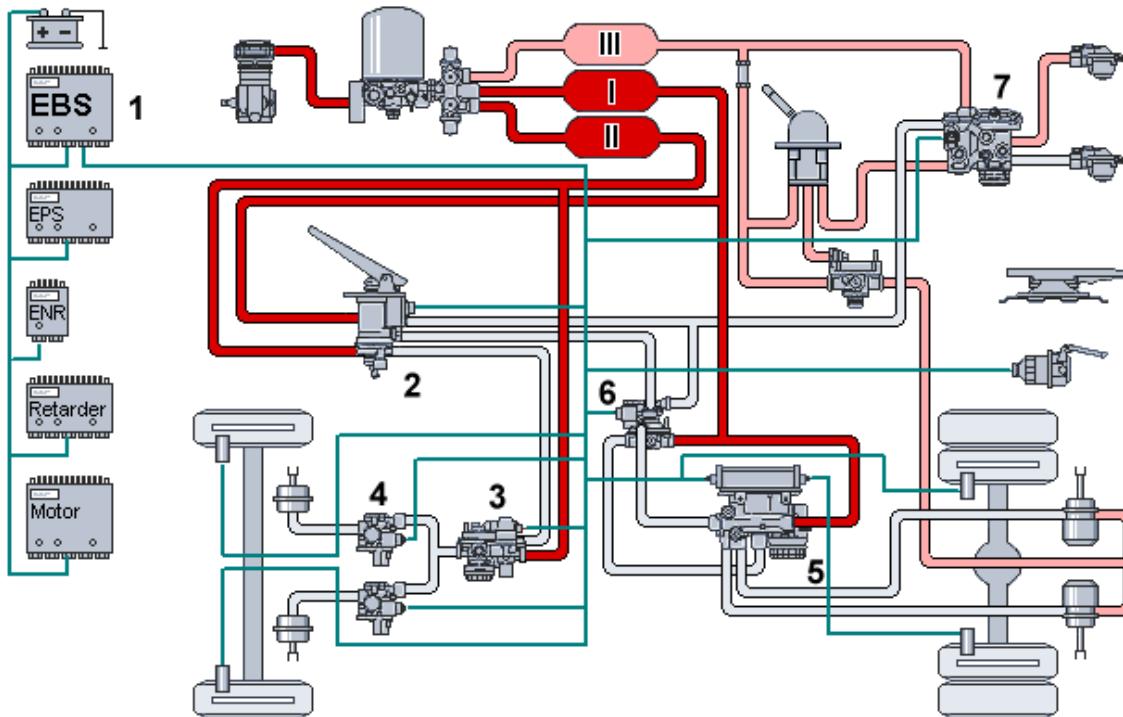
# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## EBS sistemi kočenja kod teretnih vozila

Za razliku od konvencionalnih pneumatskih sistema kočenja kod teretnih vozila, gdje se vazduh pod pritiskom koristi za kontrolu procesa kočenja, kod računarski podržanih sistema kočenja EBS (*Electric Brake System*) električne i elektronske komponente regulišu ovaj proces dok se sabijeni vazduh koristi za stvaranje pritiska (normalne sile) između taručih mehaničkih površina, te za slučaj kvara na električnim elektronskim instalacijama preuzima upravljanje, i sistem kočenja može onda da radi kao klasičan sistem. Ovakav način organizacije upravljanja sistemom kočenja predstavlja zakonsku obavezu i kao takva predstavlja rezervni, odnosno sigurnosni sistem upravljanja.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

EBS sistemi kočenja kod teretnih motornih vozila



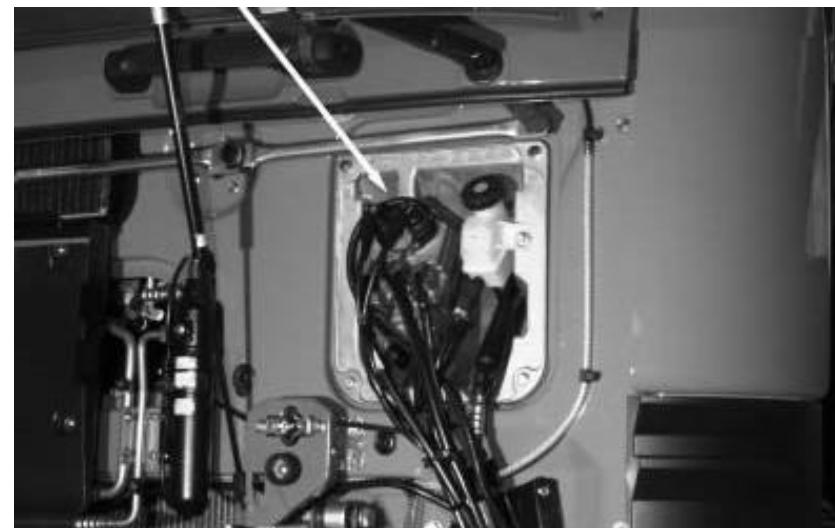
Legenda:

1- Kontrolni modul, 2 – Prenosnik signala kočenja - “pedala kočnice”, 3 – Proporcionalni relejni ventil; 4 – ABS – solenoidni ventil; 5 – Modulator zadnje osovine; 6 – 3/2 relejni ventil; 7 – Kontrolni ventil prikolice.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Prenosnik signala kočenja (“pedala kočnice”)

Koristi se za stvaranje električnog ili pneumatskog signala s ciljem povećanja i smanjenja pritiska vazduha u elektronski upravljanoj instalaciji za kočenje. Na slici desno, prikazan je njegov položaj u kabini vozila MB Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Komandni modul

Koristi se za praćenje i upravljanje elektronskog bloka u elektronskom sistemu kočenja. Na slici desno je prikazan njegov položaj ispod komande ploče na strani suvozača na vozilu MB – Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Proporcionalni relejni ventil

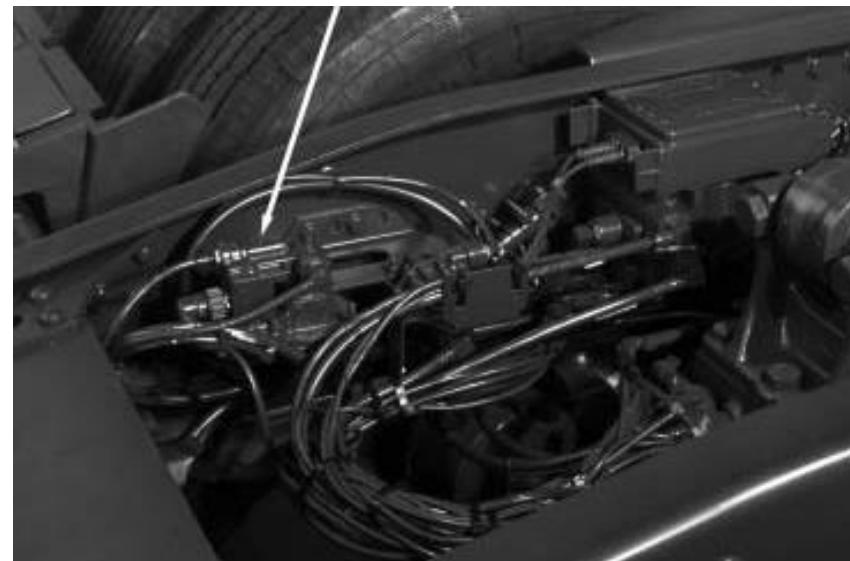
Koristi se za elektronsku kontrolu sistema kočenja s ciljem regulisanja pritiska u instalaciji za kočenje na prednjoj osovini. Na slici desno je prikazan njegov položaj ispred prednje osovine na vozilu MB – Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Povratni 3/2 ventil

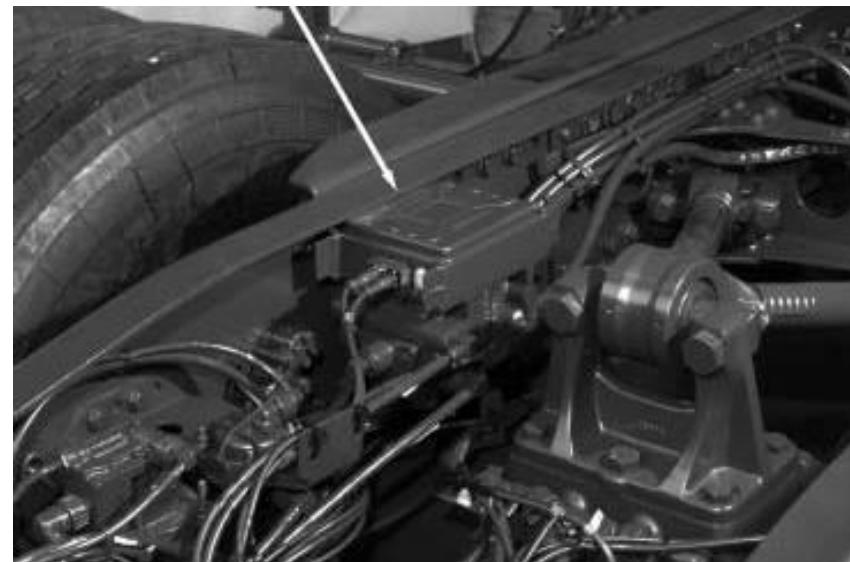
Povratni 3/2 relejni ventil se koristi za snabdijevanje vazduhom i brzo ispuštanje vazduha iz kočionog cilindra zadnje osovine. Na slici desno je prikazan njegov položaj u okviru šasije u blizini zadnje osovine na vozilu MB – Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Modulator pritiska u zavisnosti od osovinskog opterećenja

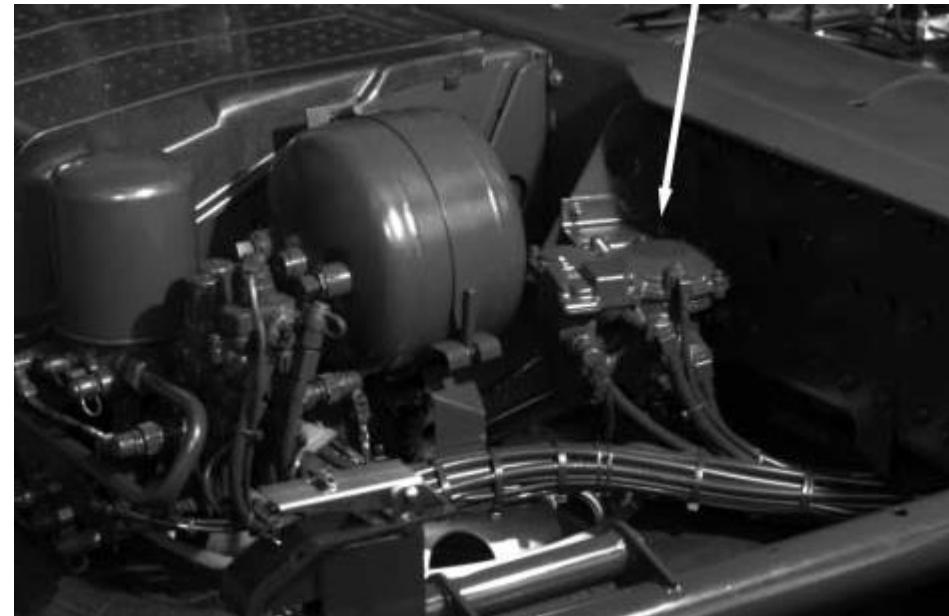
Ima zadatak da upravlja pritiskom vazduha u kočionim cilindrima. Na slici desno je prikazan njegov položaj u okviru šasije u blizini zadnje osovine na vozilu MB – Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## Upravljački ventil za priključno vozilo

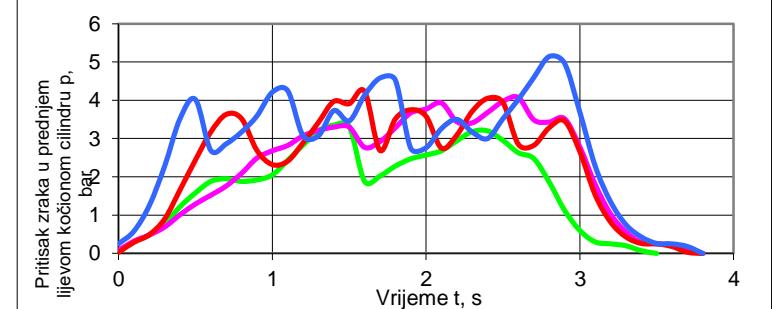
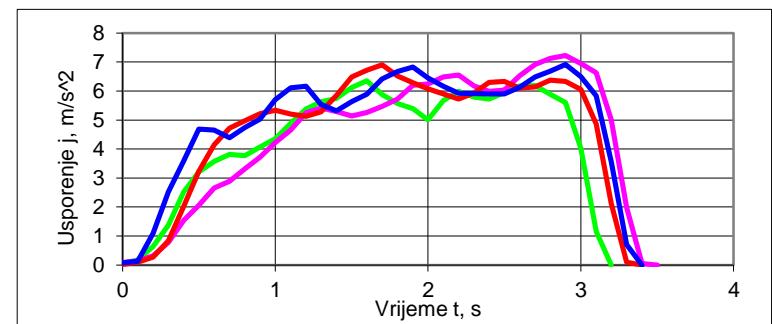
Ima zadatak da upravlja pritiskom vazduha u sistemu kočenja u slučaju veze sa priključnim vozilom. Na slici desno je prikazan njegov položaj u okviru šasije u blizini rezervoara vazduha na vozilu MB – Actros.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - ABS

## Primjer priključka za mjernu opremu

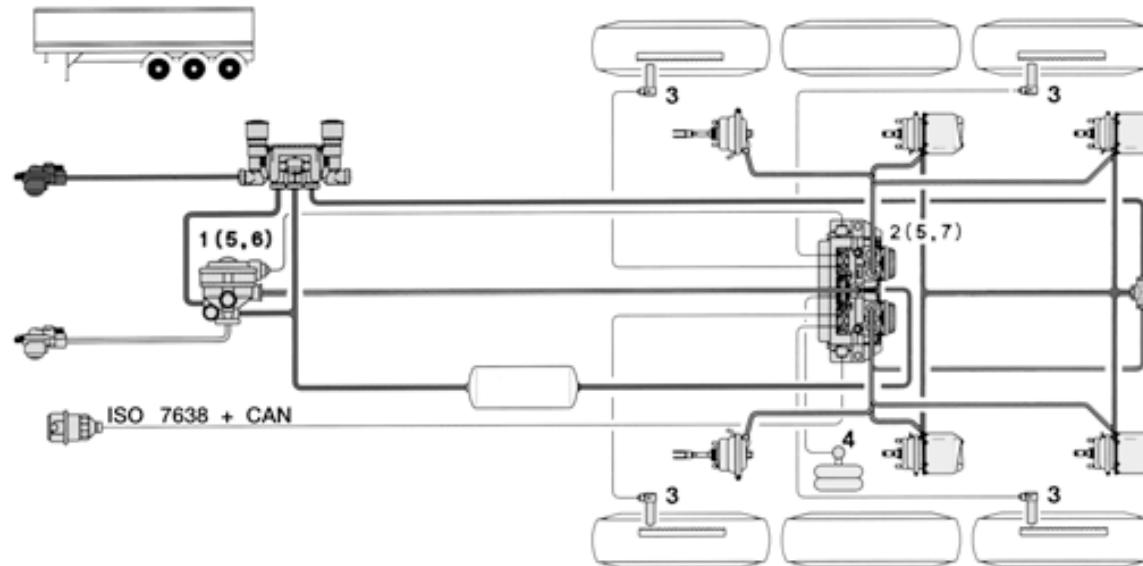
Na instalaciji za kočenje se nalaze različiti priključci koji omogućavaju povezivanje mjerne opreme. Svakako najveću pažnju zahtijeva mjerenje pritiska u instalaciji, posebno na mjestu izvršnog kočionog cilindra. Na slici je prikazano povezivanje davača pritiska uređaja MAHA VZM 100, kao i karakteristični rezultati mjerjenja dobiveni tokom procesa kočenja.



# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## EBS sistemi kočenja kod teretnih priključnih vozila

Primjera radi, prikazan je EBS sistem kočenja firme WABCO koji se primjenjuje kod priključnih vozila.



Legenda: 1) EBS kontrolni ventil priključnog vozila, 2) Modulator pritiska, 3) Davač broja okretaja točka, 4) Davač osovinskog opterećenja, 5,6) Davač pritiska, 7) Redundantni ventil

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## EBS sistemi kočenja kod teretnih priključnih vozila

EBS sistem kočenja sastoji se od EBS kočionog ventila priključnog vozila (1) sa integriranim senzorom zadatog pritiska (5) i prekidača kočenja, jednog modulatora (2) sa integriranom elektronskom upravljačkom jedinicom, integriranim senzorima pritiska (5), integriranih redundantnih ventila (7) i jednim senzorom osovinskog opterećenja (4) kao i priključnih kablova komponenata. Imajući u vidu da su na prednjoj i zadnjoj osovini polu prikolice postavljeni davači broja okretaja točka (3), ovaj EBS sistem kočenja se označava kao 2S/2M, odnosno 4S/2M. Proširenje konfiguracije za jedan ABS-relej ventil za regulaciju pritiska treće osovine kod poluprikolica (na primjer „upravljive“ osovine) označava se kao 4S/2M+1M.

EBS sistemi kočenja omogućavaju regulaciju pritiska u instalaciji za kočenje u zavisnosti od vertikalnog opterećenja i uz upotrebu automatskog protiv blokirajućeg uređaja. Istovremeno, EBS sistem kočenja u komunikaciji sa CAN mrežom vučnog vozila.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

## EBS sistemi kočenja kod teretnih priključnih vozila

U toku procesa kočenja vozač pritiskom na pedalu kočnice električnim putem, korištenjem potenciometra ispod pedale kočnice, šalje signal upravljačkoj jedinici. Ovdje je važno napomenuti da se posebna pažnja posvećuje definisanju „osjećaja“ vozača koji aktivira pedalu kočnice. Pored informacije o položaju pedale kočnice, tj. želji vozača za ostvarivanjem usporenja, upravljačka jedinica EBS dobiva informacije o pritisku vazduha u svakom kočionom cilindru, opterećenju pojedine osovine i preraspodjeli opterećenja, te broju okretaja svakog točka korištenjem davača ABS. Upravljačka jedinica nakon obrade svih potrebnih informacija šalje električni signal modulatorima pritiska, koji omogućavaju da se vazduh pod pritiskom iz rezervoara isporuči do kočionih cilindara.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

Prednosti EBS sistema kočenja, koji se serijski ugrađuju u teretna priključna vozila od 1996. godine, se ogledaju u sljedećem:

- Optimalna prilagođenost sila kočenja između vučnog i priključnog vozila.
- Skraćenje vremena aktiviranja i istovremeno aktiviranje kočnica točkova u cijelom vučnom vozu.
- Umjesto pneumatskog voda, korištenje "električnog voda" i elektronska regulacija pritiska može da se unaprijedi vremensko „ponašanje“ sistema, a time i skraćenje zaustavnog puta i povećanje stabilnosti vozila cijelog vučnog voza.
- Uvođenje elektronske ASRK (ALB) regulacije a time i pojednostavljenje zamjena pneumatskih ventila i radova podešavanja.

# Sistem kočenja kod teretnih vozila - EBS

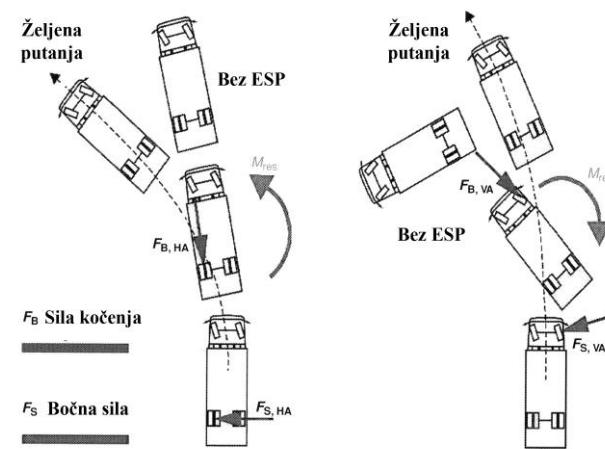
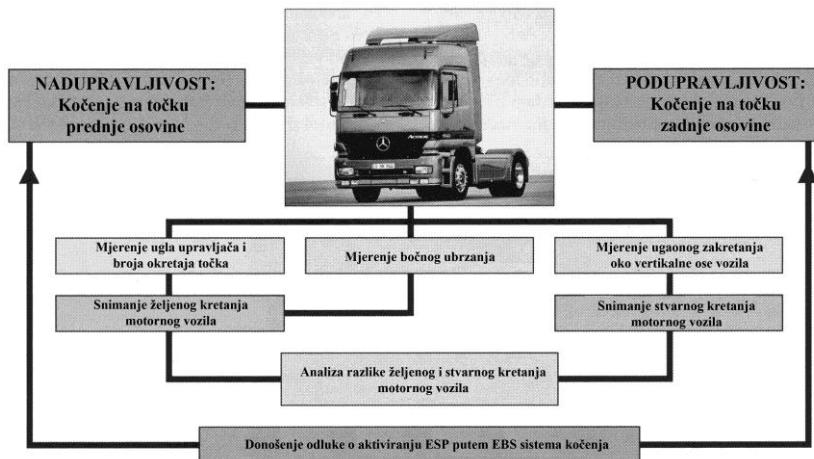
Prednosti EBS sistema kočenja, koji se serijski ugrađuju u teretna priključna vozila od 1996. godine, se ogledaju u sljedećem (nastavak):

- Smanjenje broja pojedinačnih komponenti kao i njihovih veznih elemenata (na primjer izbacivanjem ARSK (ALB) regulatora kao posebnog sklopa, proporcionalnog i ventila za ograničenje pritiska kod prikolica).
- Manji troškovi sistema kočenja kod proizvođača vozila, pa otuda i manji troškovi montaže.
- Viša pouzdanost kroz obimna ispitivanja na kraju montažne trake sa automatskim obezbjeđenjem rezultata ispitivanja.
- Proširenje mogućnosti praćenja rada i dijagnosticiranja kompletног sistema kočenja.

# Napredne funkcije EBS (teretna vozila)

Imajući u vidu već spomenutu stalnu komunikaciju putem CAN bus sistema, EBS omogućava dodatne funkcije sa aspekta aktivne sigurnosti vozila, kao što su: polazak vozila iz mesta na usponu, kontrola trakcije (proklizavanja) ASR (TCS), kontrola stabilnosti ESP, sprječavanje prevrtanja priključnih vozila RSS (*Roll Stability System*), kontrola usporenja i održavanja rastojanja između dva vučna voza koja se kreću jedan iza drugog, ali i u procesu dijagnosticiranja kao što je kontrola istrošenosti tarućih površina u sistemu kočenja, itd.

## Kontrola stabilnosti teretnih motornih vozila (ESP)

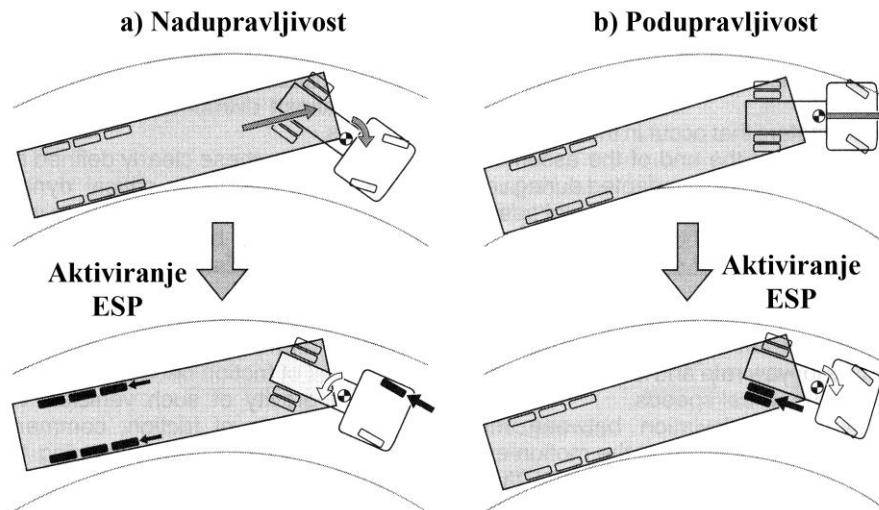


# Napredne funkcije EBS (teretna vozila)

## Kontrola stabilnosti teretnih priključnih vozila (ESP/RSS)

U slučaju gubitka kontakta između točka i podloge na jednoj strani vozila, zahvaljujući davačima vertikalnog opterećenja i bočnog ubrzanja, upravljačka jedinica ESP daje komandu za smanjenje obrtnog momenta motora i aktiviranje sistema kočenja putem EBS.

- Sila kočenja ↘ Ravnotežni moment
- ↗ } Putanja kretanja vozila



# Budućnost sistema kočenja

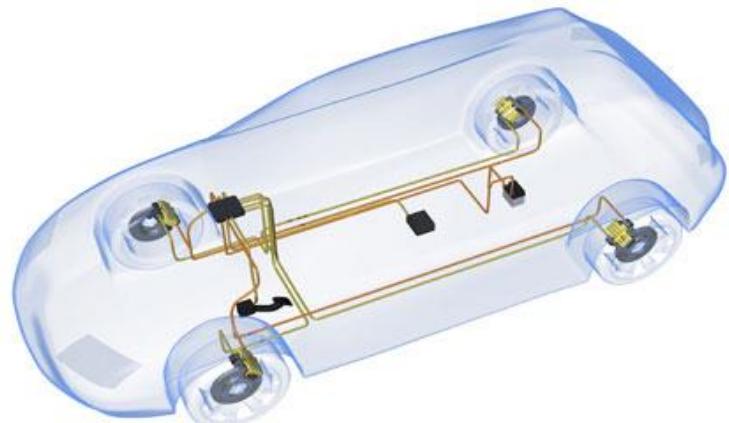
## “Brake by wire” sistemi

Povećanje frekvencije rada današnjih ABS i ESP sistema sa 30 Hz na 100 Hz. Spomenuto povećanje frekvencije rada će omogućiti:

- Skraćenje zaustavnog puta
- Postojanje potvrđne informacije o pritisku na pedalu kočnice
- Brže vrijeme odziva sistema
- Veliku upravljivost vozila u stanju kada se pojavi otkaz.

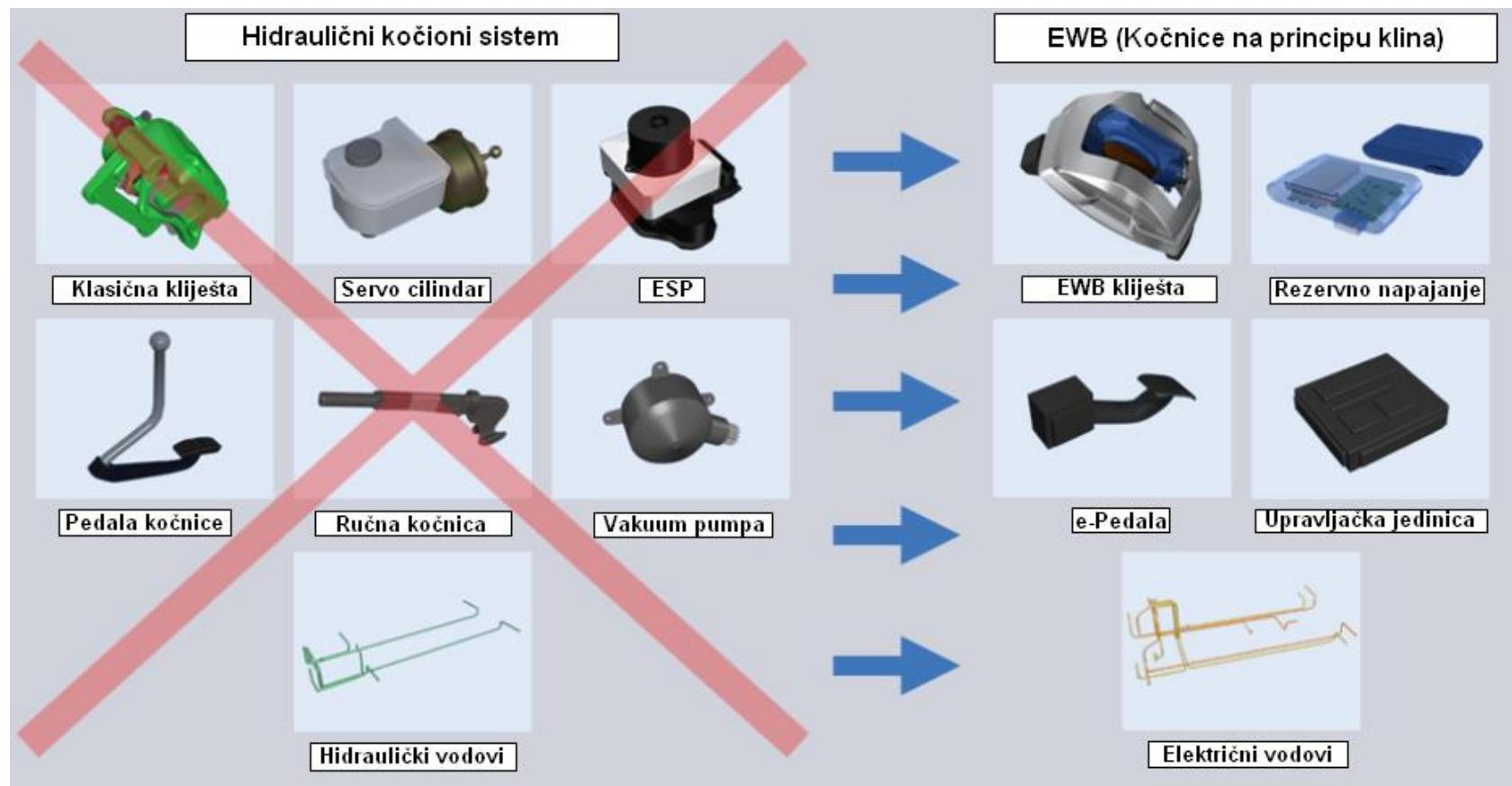
Tokom razvoja BBW sistema iskristalisalo se nekoliko prototipova:

- *Electronic Wedge Brake (EWB)* Siemens VDO  
(Električne kočnice na principu klina)
- Kombinovani *Brake By Wire* i  
*Steer By Wire system*



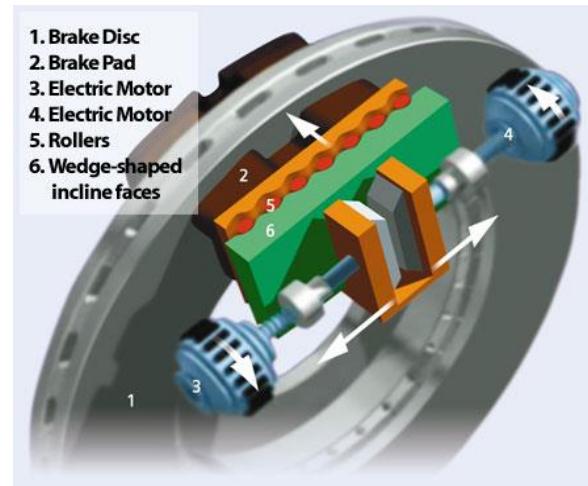
# Budućnost sistema kočenja

“Brake by wire” sistemi



# Budućnost sistema kočenja

“Brake by wire” sistemi (Siemens)



## Legenda

1. Kočioni disk
2. Kočiona pločica
3. Elektromotor
4. Elektromotor
5. Valjci
6. Klinasto oblikovana podloška

# Pitanja?

Hvala na pažnji.

Za dodatna pitanja slobodno se obratite:

MERVIK d.o.o. Sarajevo

Vilsonovo šetalište 10

71000 Sarajevo

Telefon: ++ 387 33 711 310, 711 312

Fax ++ 387 33 711 311

Web: [www.mervik.ba](http://www.mervik.ba)

E-mail: [info@mervik.ba](mailto:info@mervik.ba)