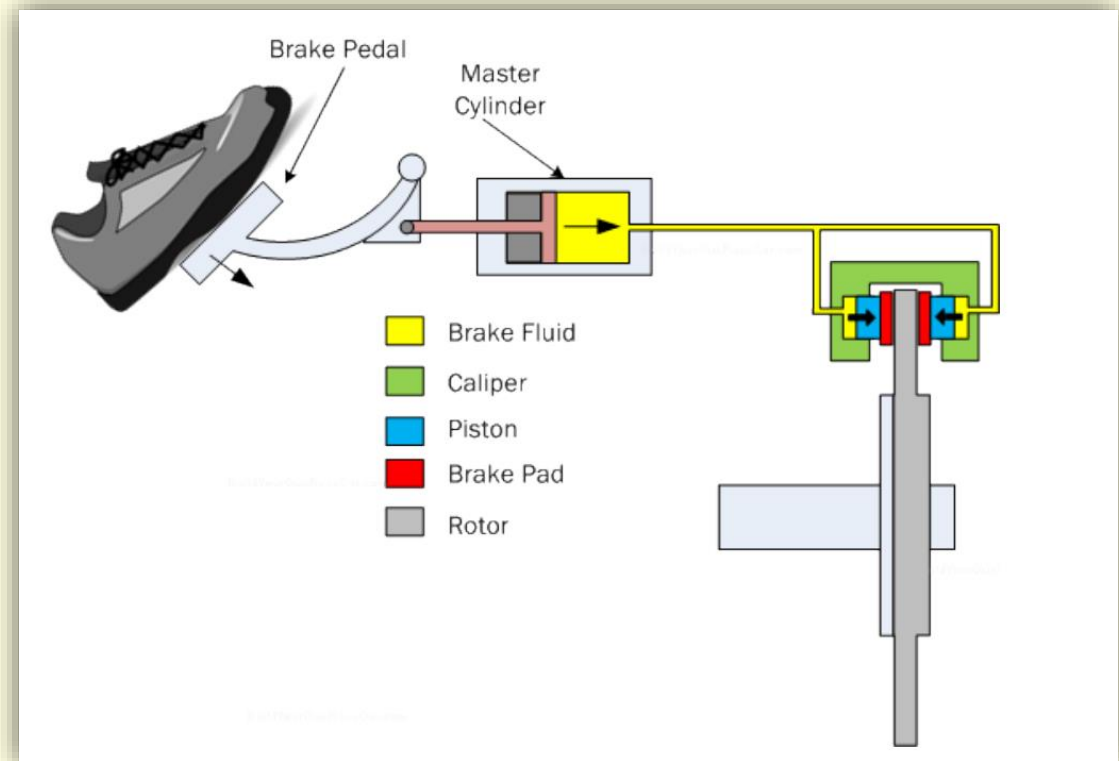


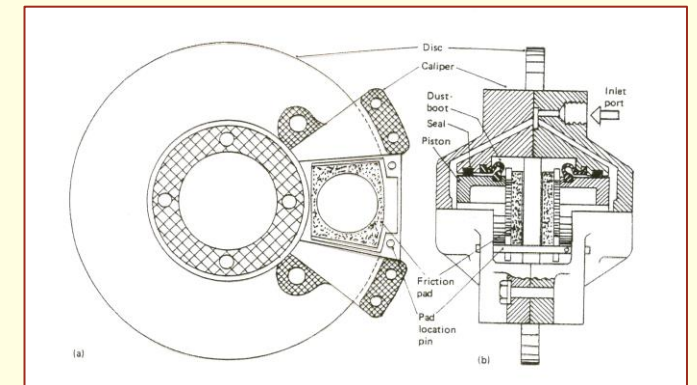
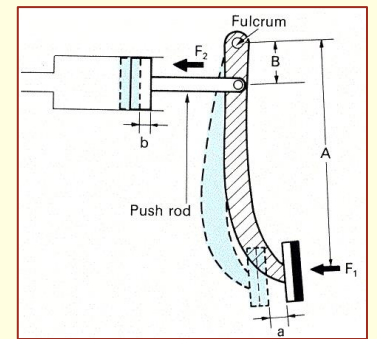
PIDURITE PROJEKTEERIMINE

Sissejuhatus



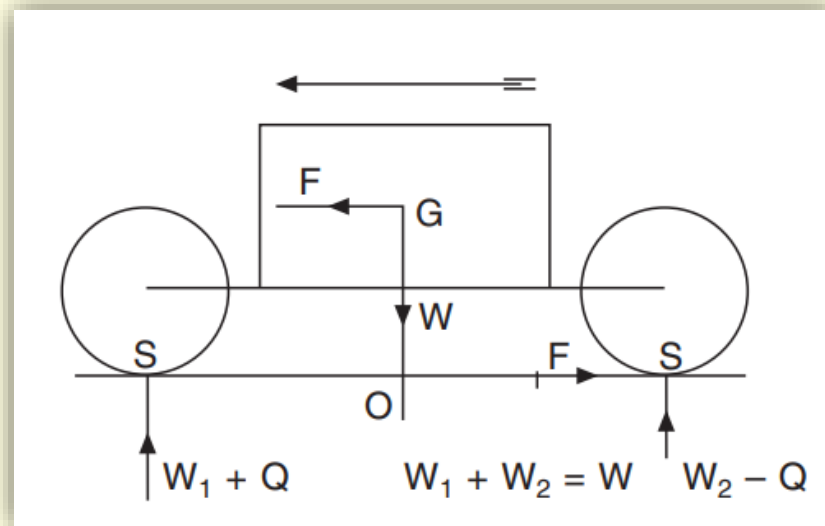
Sisu:

- Pidurite ülesanded
- Pidurdusprotsess ja põhiparameetrid
- Pidurite ehitus



Pidurite ülesanded

- Pidurid peavad tagama sõiduki kontrollitava aeglustuse kuni sõiduki täieliku peatumiseni kõigis ettenähtud tee- ja ilmastikutingimustes.
- Pidurid peavad tagama sõiduki liikumise püsiva kiirusega tee langusel liikumisel.
- Pidurid peavad tagama sõiduki liikumatuse nii horisontaalsel teel kui ka ettenähtud kallakul (seisupiduri funktsioon).



Pidurduse põhimõtteline jõuskeem ühe silla pidurdamisel



Pidurdamine - sõiduki liikumise kineetilise energia muundamine soojusenergiaks



Auto liikumise kineetiline energia, mis pidurdamisel muundatakse hõõrdejõudude tööks:

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2} + \frac{I_r \cdot \omega^2}{2}$$

Energia muundamine toimub hõõrdejõudude töö vahendusel:

$$A_f = F_{pid} \cdot S_{pid}$$

Pidurdusvõimsus:

$$P = \frac{A}{t}$$

Kiirus ja kineetiline energia

akutõuks TUUL



25km/h

$28\text{kg}+75\text{kg}=103\text{kg}$

2,5kJ

Veoauto Volvo FH ja poolhaagis



90km/h

44000kg

14000kJ

sõiduauto VW Golf GTI



250km/h

$1388\text{kg}+400\text{kg}=1788\text{kg}$

4300kJ

Diislrong Stadler Flirt



160km/h

176000kg

174000kJ

kineetiliste energia potentsiaalne ekvivalent



3,5m



30km/h

1788kg

62kJ



10m



50km/h

1788kg

173kJ



32m



90km/h

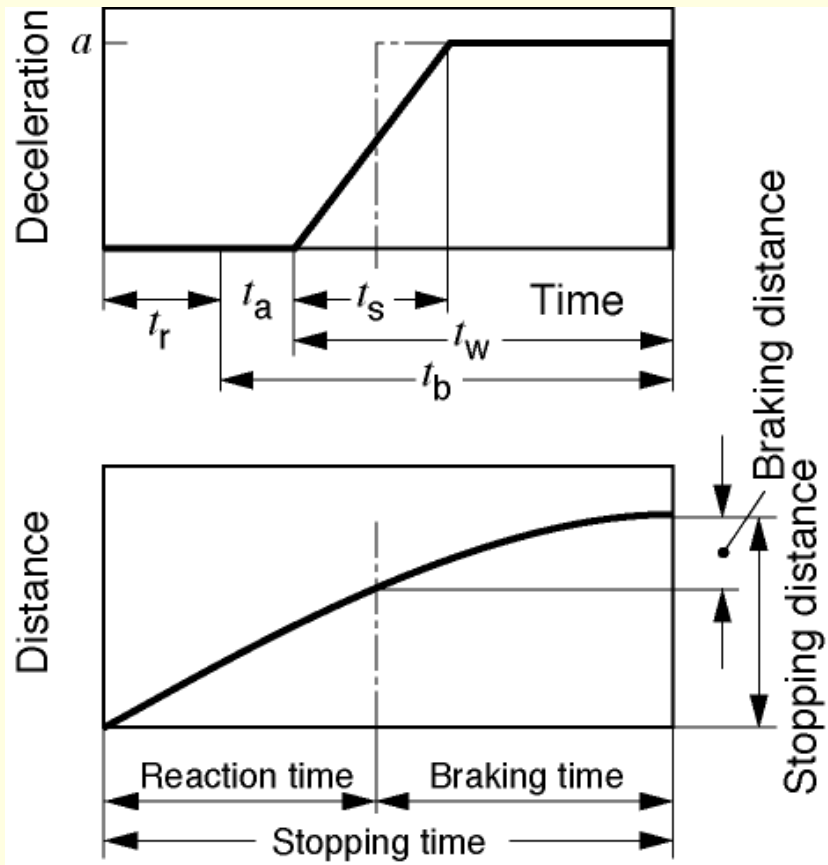
1788kg

560kJ



Pidurdusprotsess

Peatumisteed on reageerimisteed + pidurite rakendumise teekond + aeglustuse kasvu teekond + püsiva aeglustusega läbitud teekond



Pidurdusteed on aeglustuse kasvu teekond+püsiva aeglustusega läbitud teekond

t_r juhi reageerimisaeg

(0,3...1,7 s)

t_a pidurite rakendumiseaeg

(0,1...0,2s hüdرو-, 0,25..0,4s pneumoajam)

t_s aeglustuse kasvu aeg

(M1 max 0,36s; M2,M3,N1...N3 0,54s)

t_w pidurduse aeg

Pidurdusprotsess

Pidurdusjõu suurim väärtus on seotud auto vertikaaljõu ja pikisidestusteguri korrutisega:

$$F_{pid\ max} = F_z \cdot \varphi_x$$

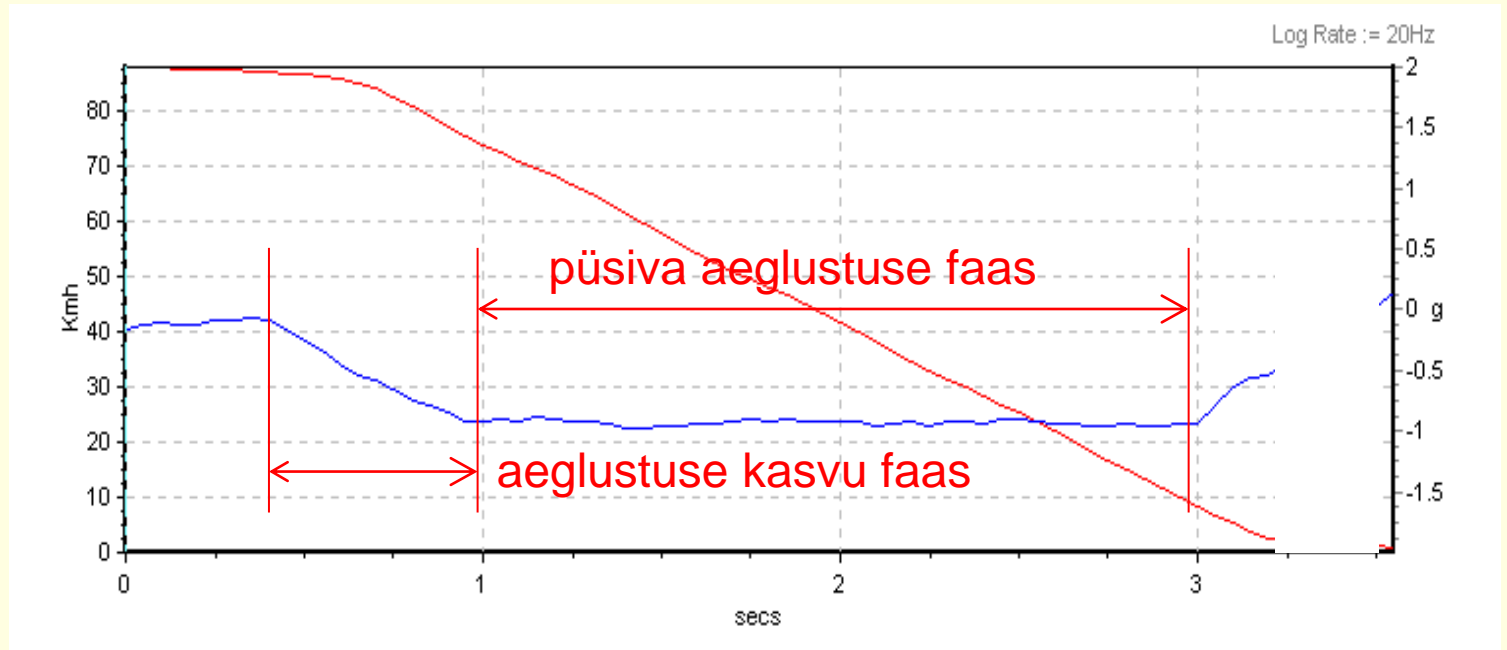
Piisavalt võimsa piduriajami korral võib pidurdusprotsessi vaadelda kui ühtlaselt aeglustavat liikumist:

$$j_{x\ max} = \varphi_x \cdot g$$

horisontaalsel teel

$$j_{x\ max} = g \cdot (\varphi_x \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha)$$

kaldpinnal (+ mäkketõusul, - langusel)

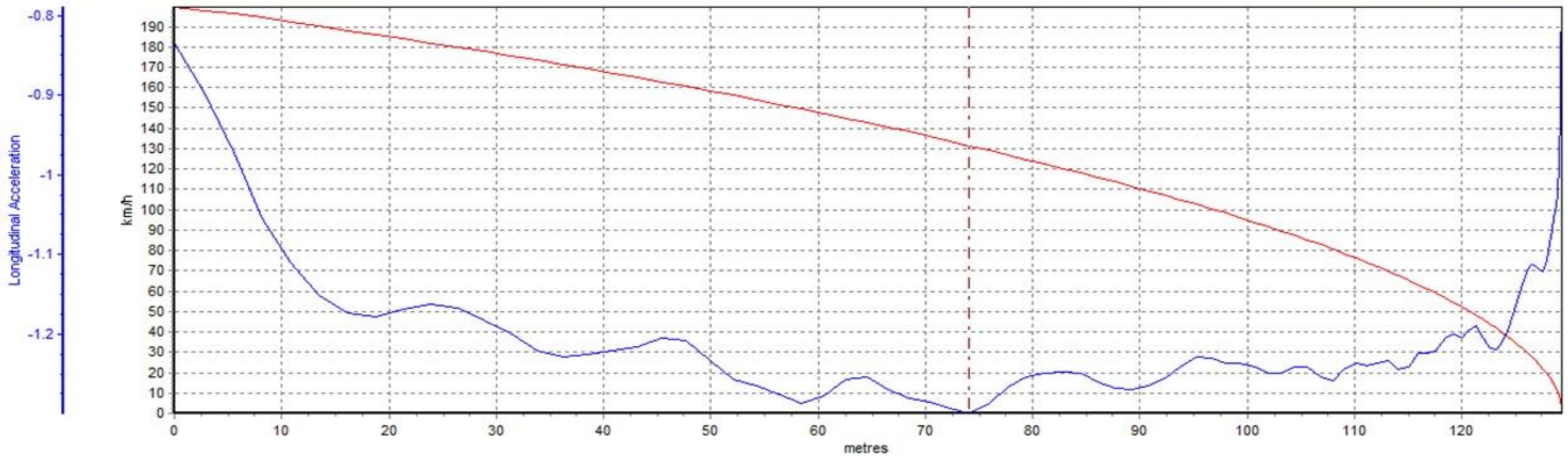


Kiiruse ja aeglustuse muutus ajas pidurdamisel

PIDURDUS



Suurim hetkeline aeglustus -1,28g



50-0km/h 1,19s **9,7m**, keskmine aeglustus -1,19g
100-0km/h 2,35s **33,8m**, keskmine aeglustus -1,20g
200-0km/h 4,62s **128,8m**, keskmine aeglustus -1,23g



Pidurdusprotsess

Liikumisvõrrandi üldkuju pidurdamisel:

$$F_{pid} + F_f + F_{\tilde{o}} + F_h + F_{m.h} - F_j = 0$$

Pidurdusteedkonna pikkus (m):

$$S_p = 0,5 \cdot V \cdot t_s + \frac{V^2}{2j_x}$$

V- algkiirus m/s

ts- aeglustuse kasvu aeg, s

jx- aeglustus m/s²

Pidurduse aeg (s):

$$t_p = 0,5 \cdot t_s + \frac{V}{j_x}$$



Pidurdusprotsess

Pidurdusteeekonna pikkus (m):

$$S_p = 0,5 \cdot V \cdot t_s + \frac{V^2}{2j_x}$$

V- algkiirus m/s

ts- aeglustuse kasvu aeg, s

jx- aeglustus m/s²

Pidurduse aeg (s):

$$t_p = 0,5 \cdot t_s + \frac{V}{j_x}$$

Peatumisteeekonna pikkus:

$$S_{peat} = (t_r + t_a + 0,5t_s) \cdot V_{alg} + \frac{V_{alg}^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_x}$$

tr- juhi reageerimise aeg, s

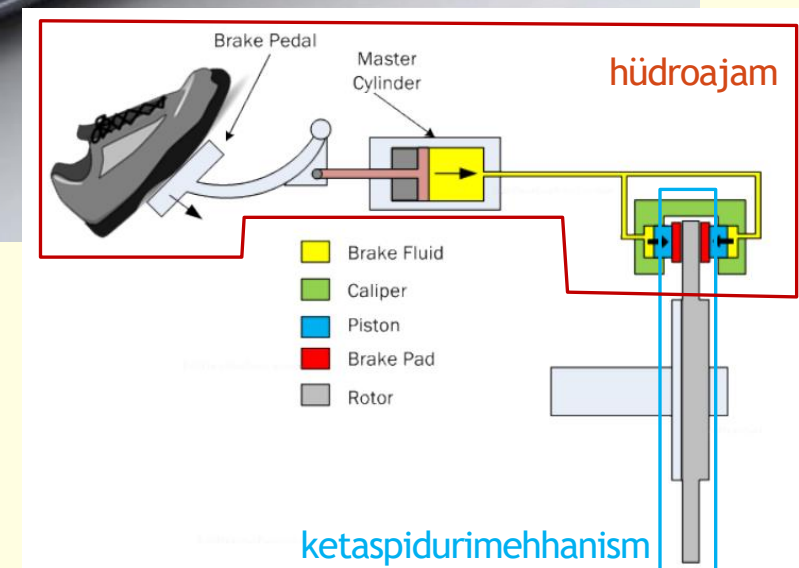
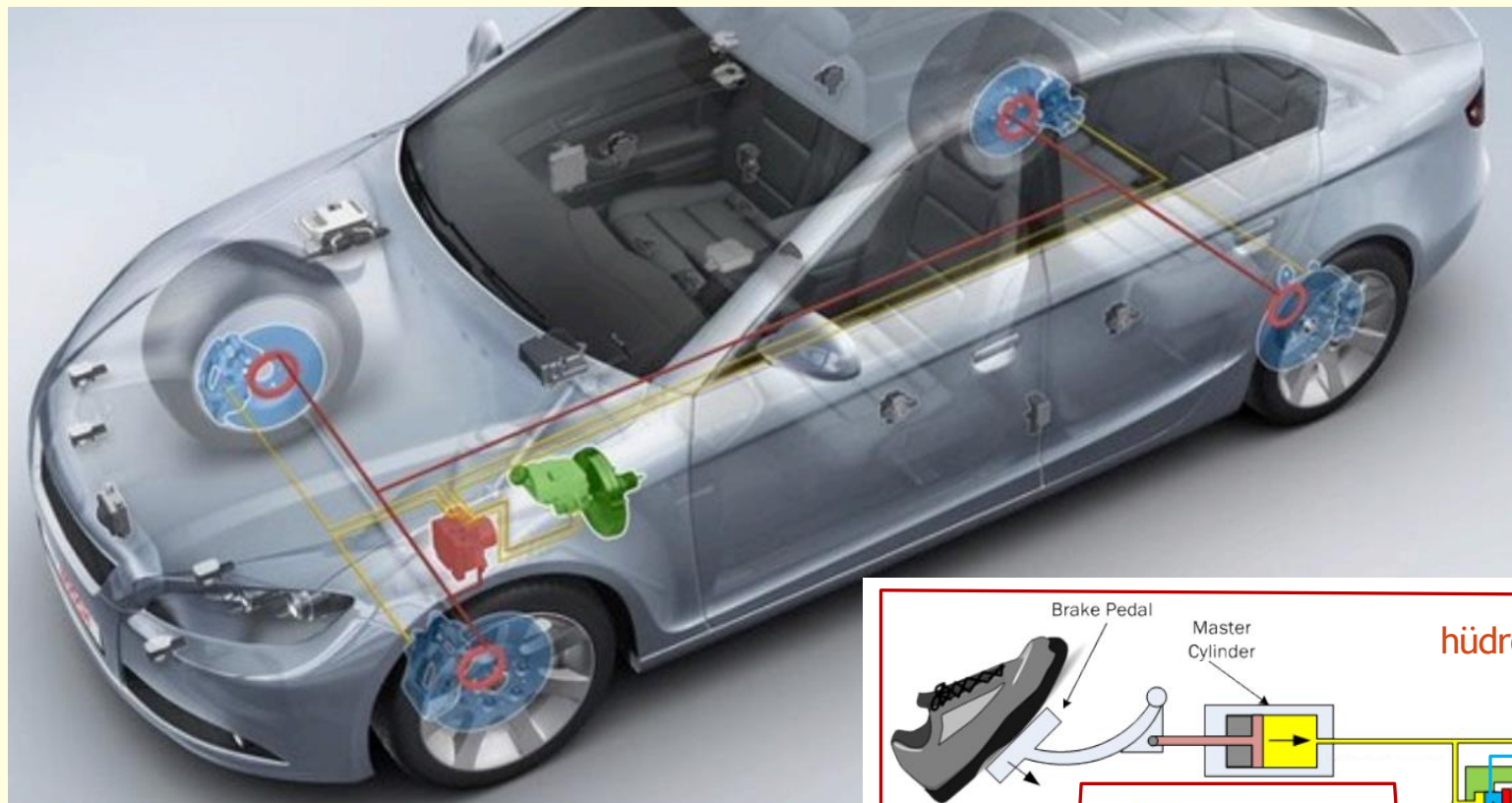
ta- pidurite rakendusaeg, s

ts- aeglustuse kasvu aeg, s

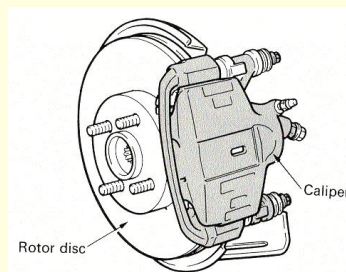
φx- rehvi pikisidestustegur

Hüdrauliline pidurisüsteem

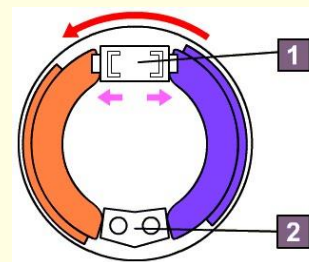
- Piduripedaal
- Võimendi
- Peasilinder
- Hüdromodulaator
- Torustik
- Töösilindrid
- Pidurimehhanismid
- Seisupiduri ajam



Pidurimehhanismid:

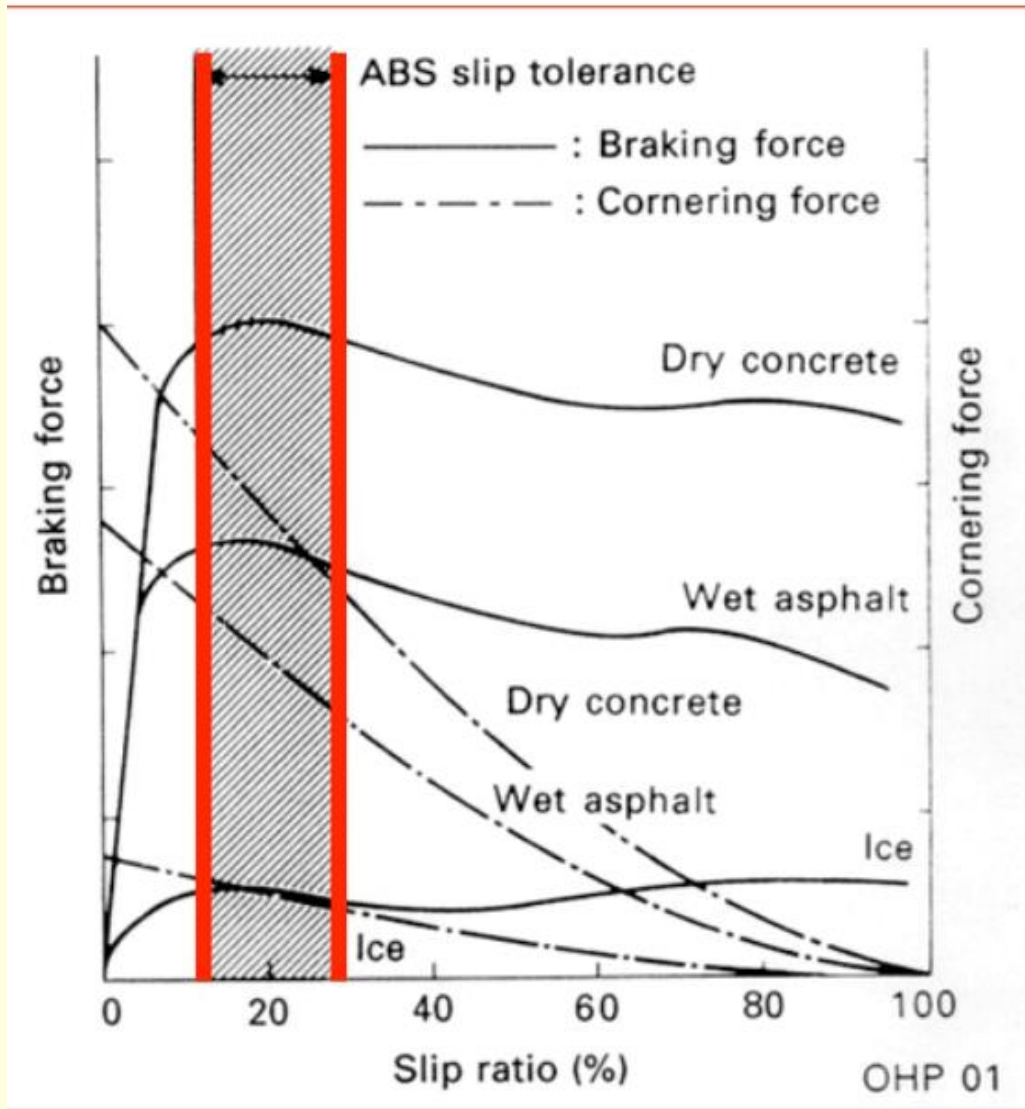


ketaspidur



trummelpidur





- 0% läbilisemise juhul pöörleb ratas vabalt
- 100% läbilisemise korral on ratas blokeerunud

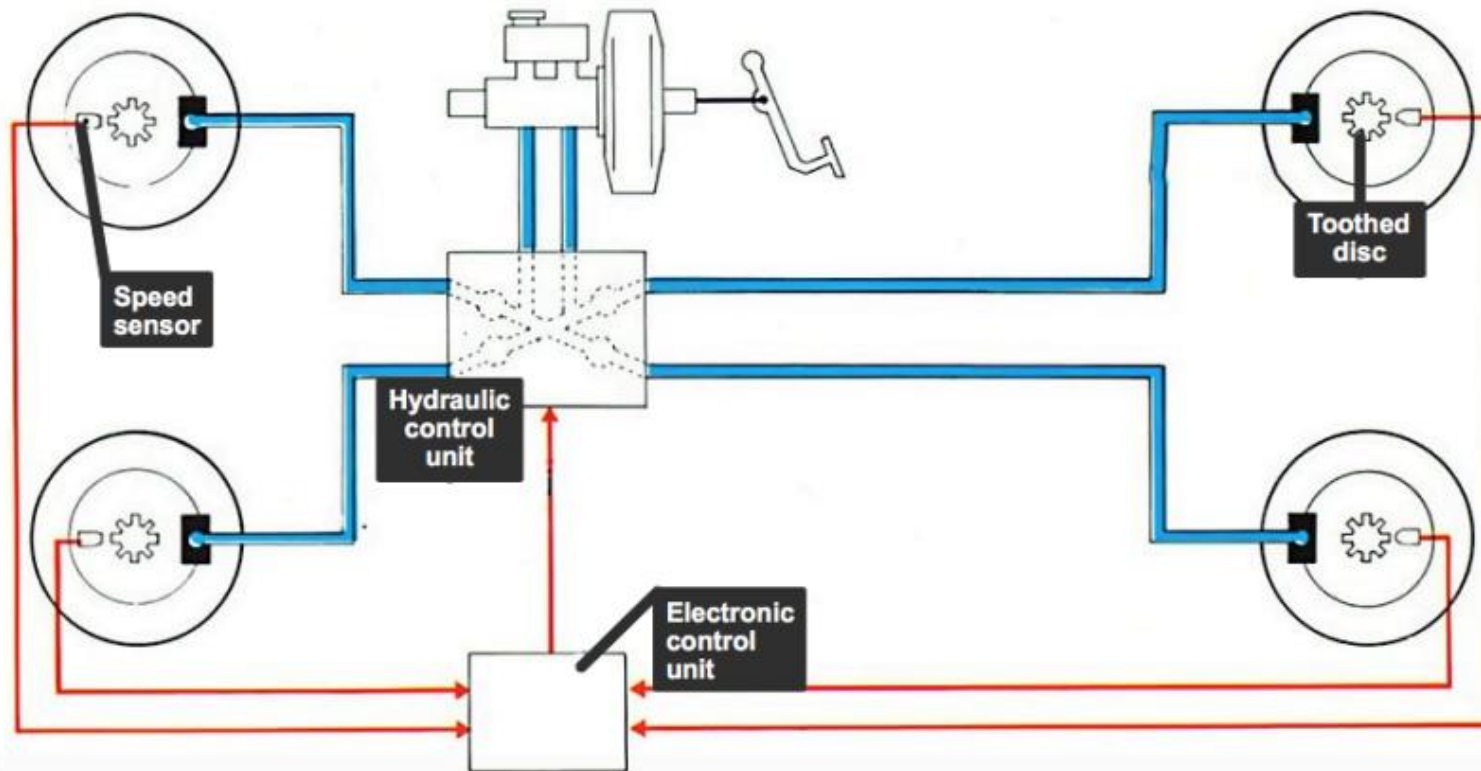
$$S = \frac{V_{\text{auto}} - V_{\text{ratas}}}{V_{\text{auto}}} \times 100\%$$

- Suurim pidurduse efektiivsus saavutatakse 10...30% rehvide läbilisemise juures
- 100% läbilisemise juures on võimalik külgjõu väärtus 0

ABS pidurduse olemus

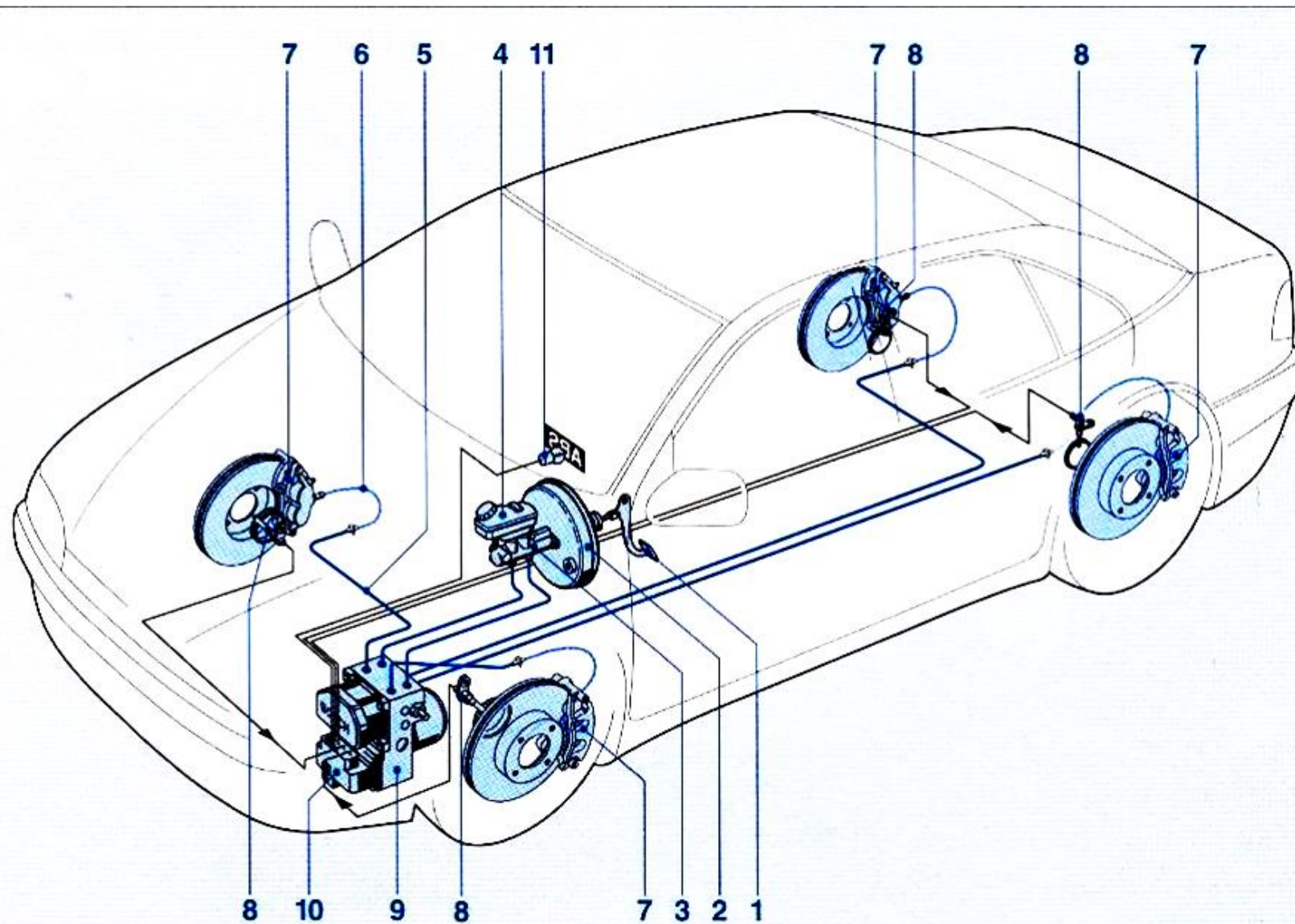


ABS pidurisüsteemi töö



- Kui piduripedaalile vajutus toob kaasa ühe või mitme ratta blokeerumise, alustab ABS süsteemi juhtarvuti hüdraulilise modulaatori abil töösilindris mõjuvat vedeliku rõhku piirama.
- Töösilindri vedeliku rõhuga reguleeritakse rehvi läbilibisemise ulatus teekatte suhtes. Süsteemi põhieesmärgiks on saavutada maksimaalne auto aeglustus ning stabiilsus pidurdamisel.





- 1) Piduripedaal
- 2) Pidurivõimendi
- 3) Piduri peasilinder
- 4) Vedeliku reservuaar
- 5) Piduri torud
- 6) Pidurivoolikud
- 7) Rattapidur, töösilinder
- 8) Ratta pöörlemissageduse andur
- 9) Hüdromodulaator
- 10) ABS Juhtarvuti (modulaatori korpusel)
- 11) ABS kontroll-lamp

ABS pidurisüsteem

Neljarattaveolise sõiduauto ABS-süsteemi korral on lisakomponendiks aeglustusandur

Pidurikontuurid

Hüdrauliline piduriam jaguneb lekkeohutuse tagamiseks kaheks kontuuriks.

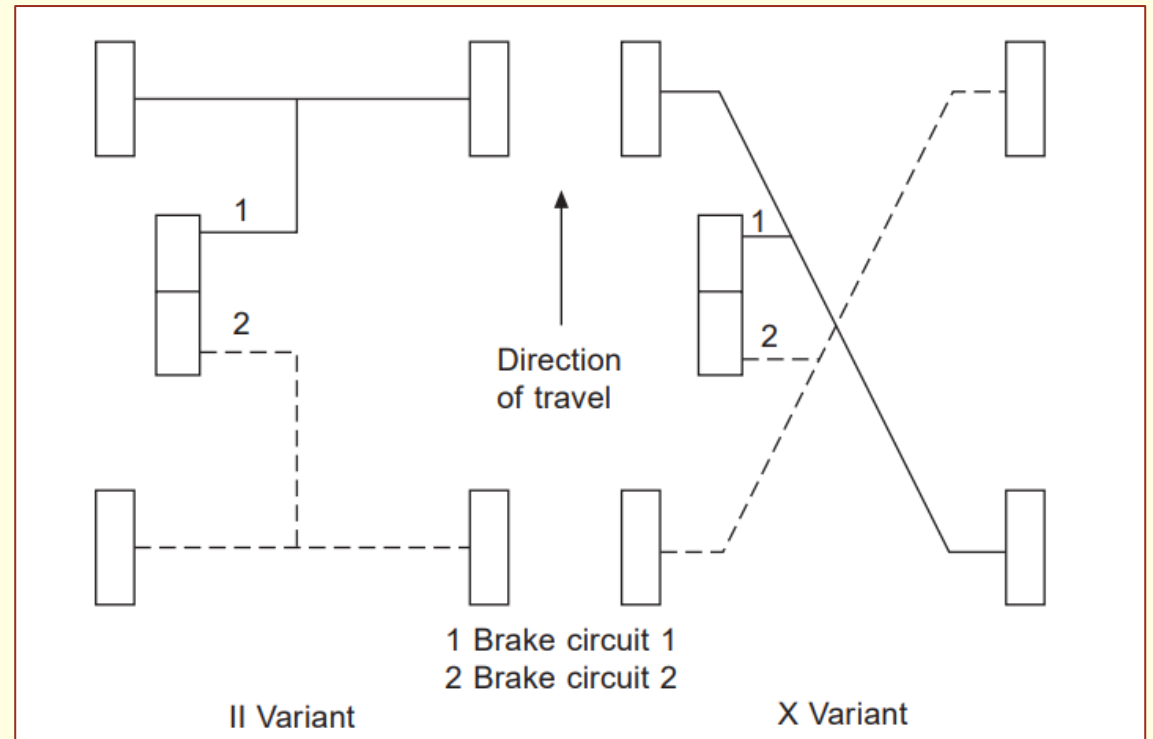
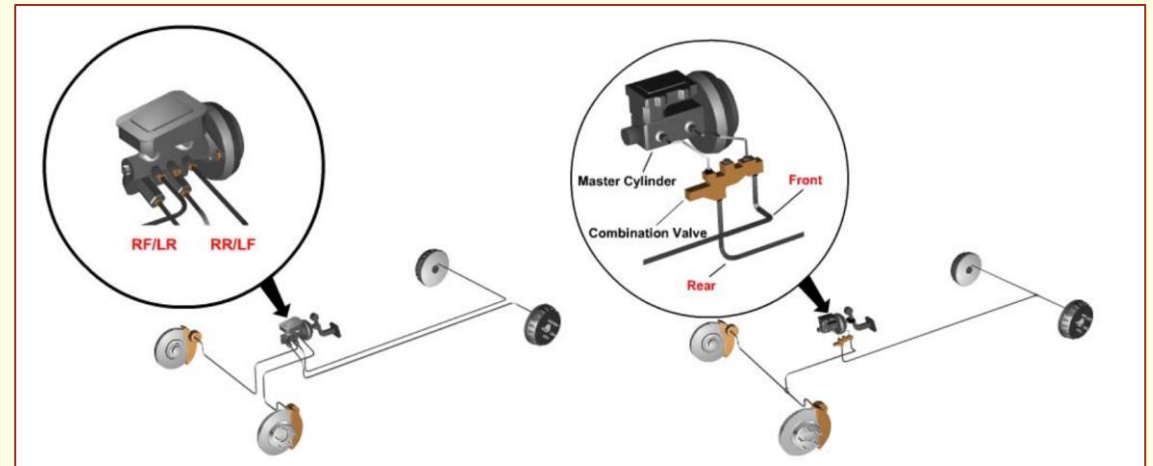
Tuntakse diagonaalset jaotust nn X-kontuurideks jaotust ja ees- tagakontuuriks ehk H-kontuurideks jaotust.

Tagaveolisel autol

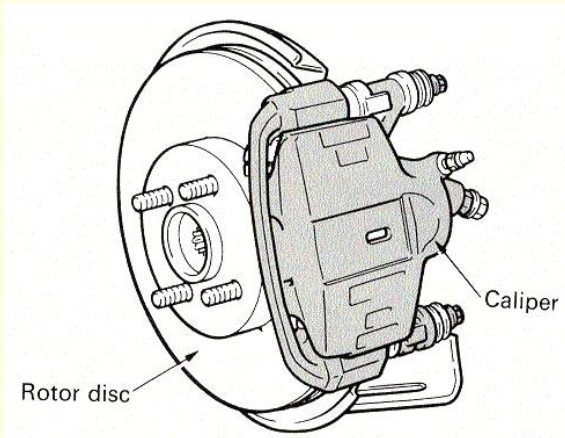
- esipidurid ja tagapidurid eraldi kontuurides

Esiveolisel autol

- kontuurid on jaotatud diagonaalselt, ...
- ... kuna tagasillale jaotub väiksem koormus kui tagaveolisel ja seetõttu on tagapidurite efektiivsus väiksem

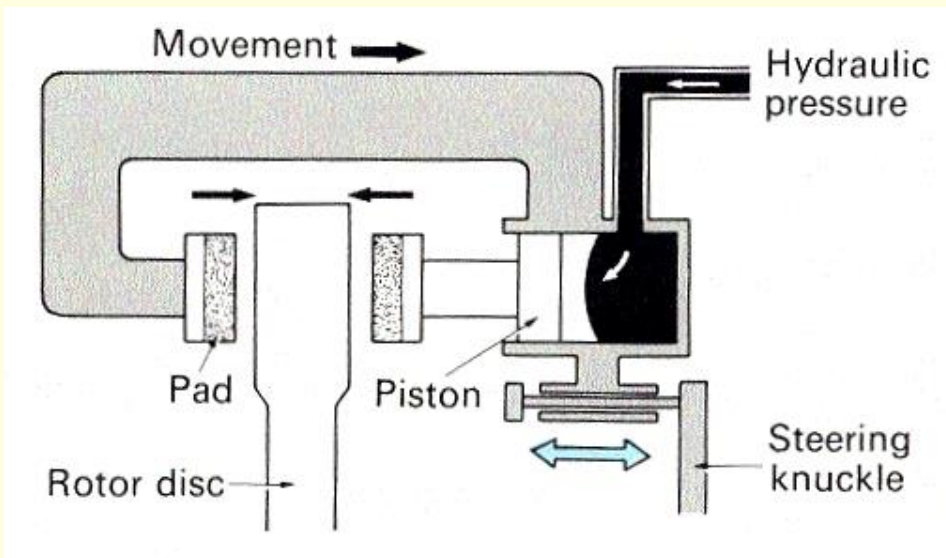


Pidurite ehitus: ketaspidur

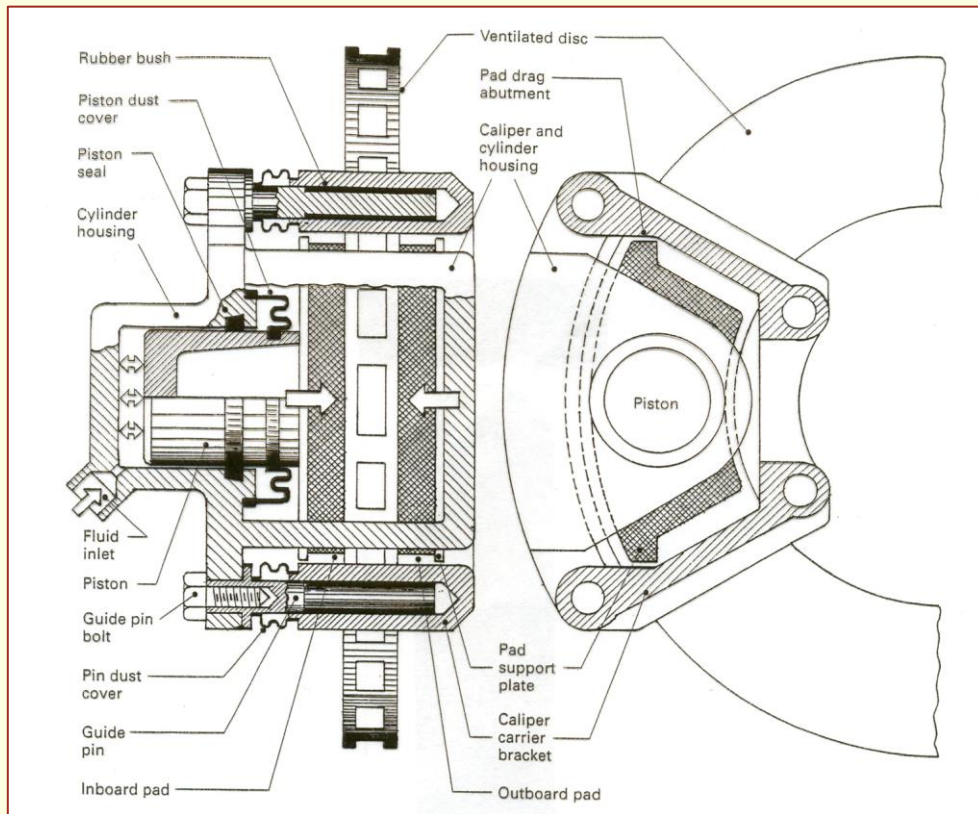


Eelised trummelpidurite ees:

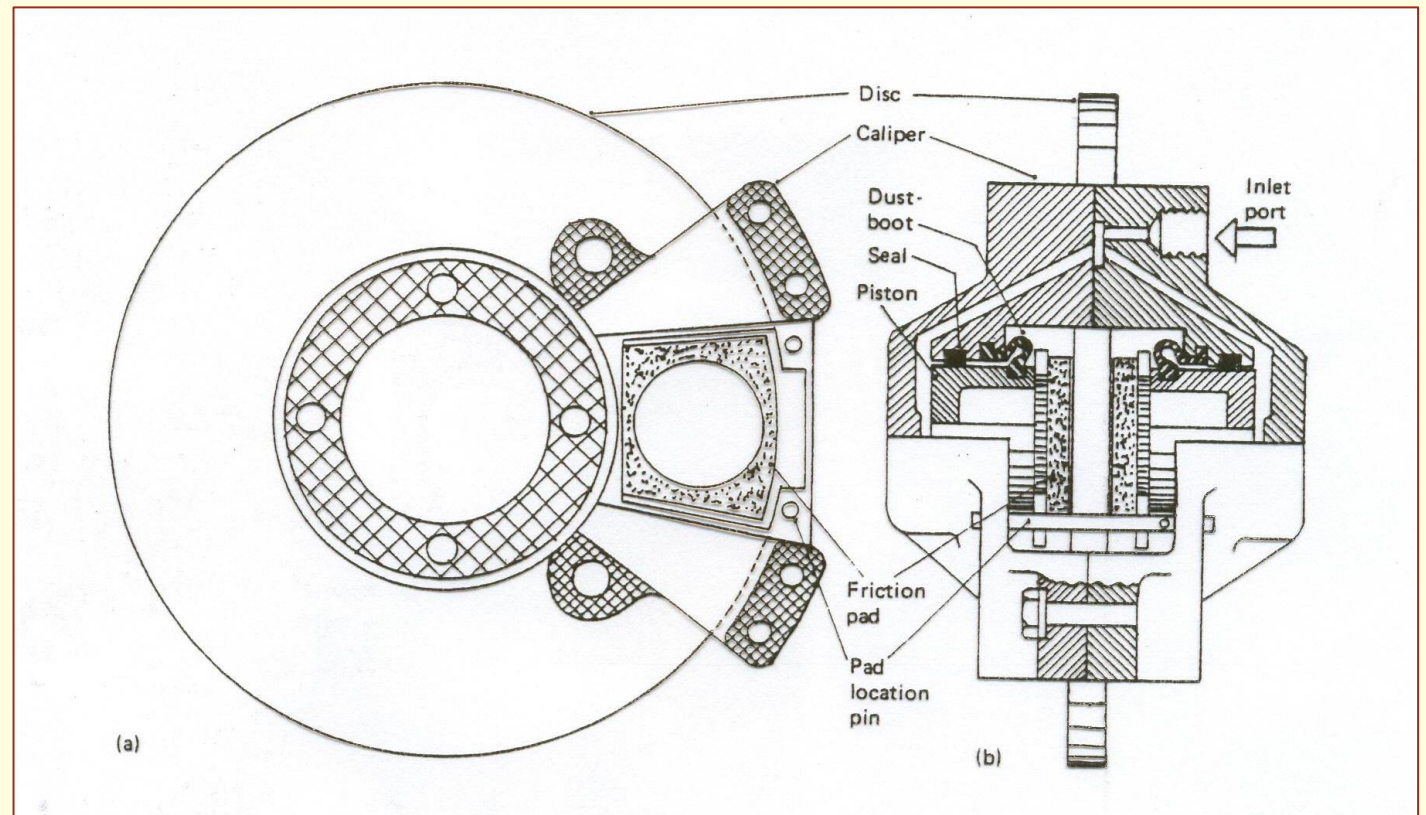
- paremad jahutusomadused
- lihtne konstruktsioon
- kiire vee eraldumine tööpindadelt
- ei vaja reguleerimist



Pidurite ehitus: ketaspidur



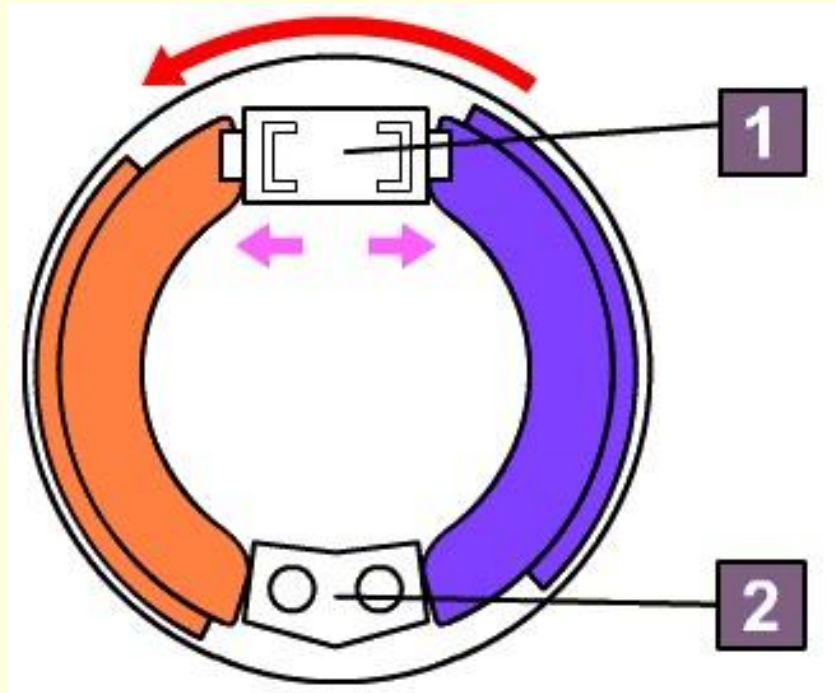
Ujuvsadulaga lahendus



Fikseeritud sadulaga lahendus

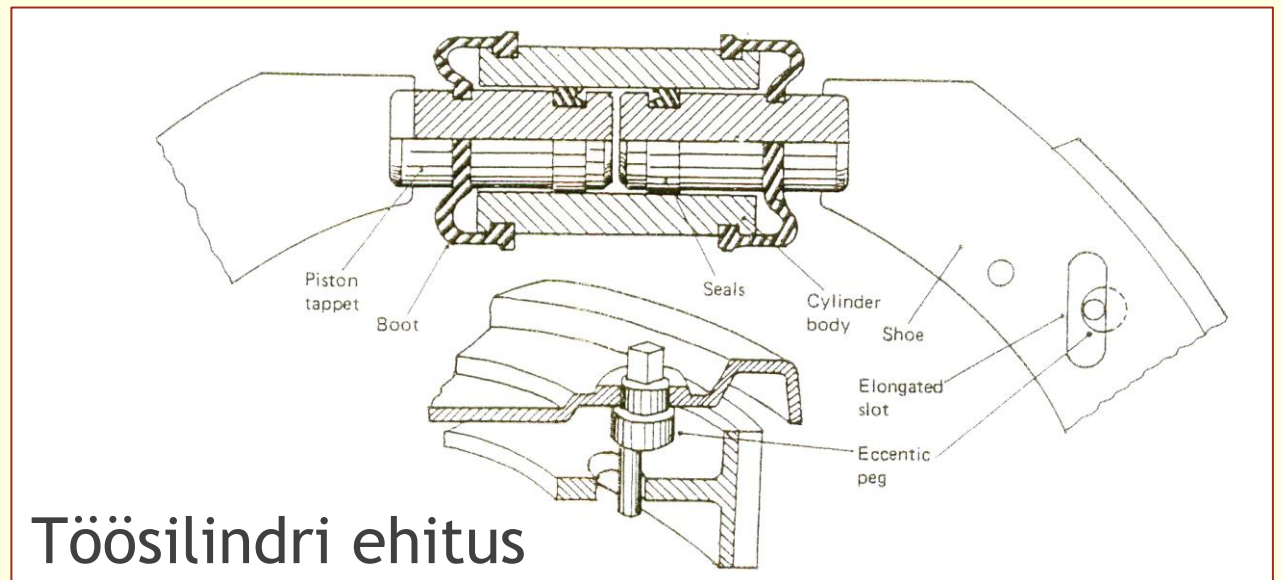
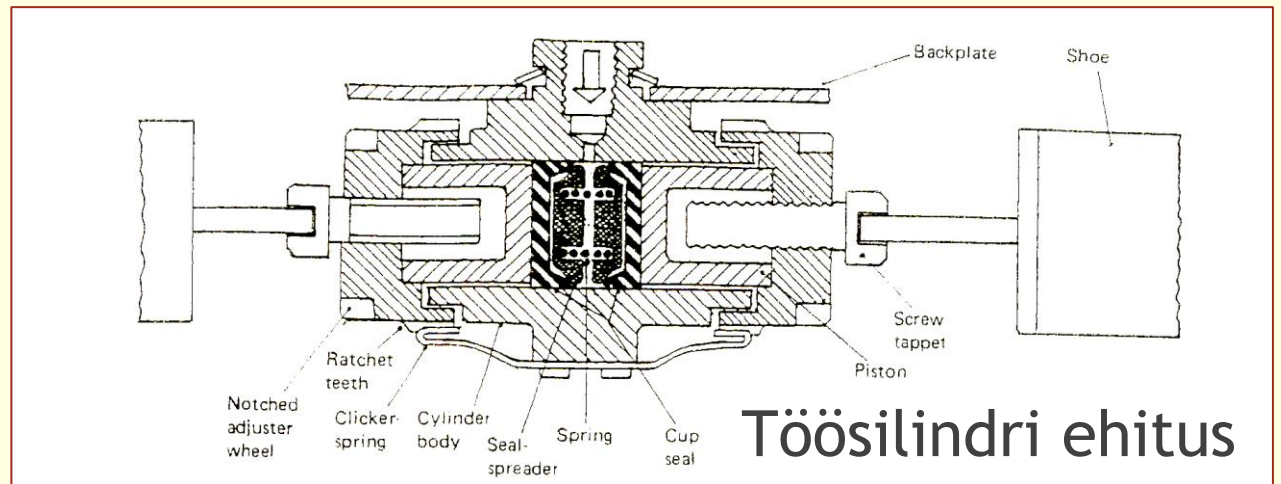


Pidurite ehitus: trummelpidur

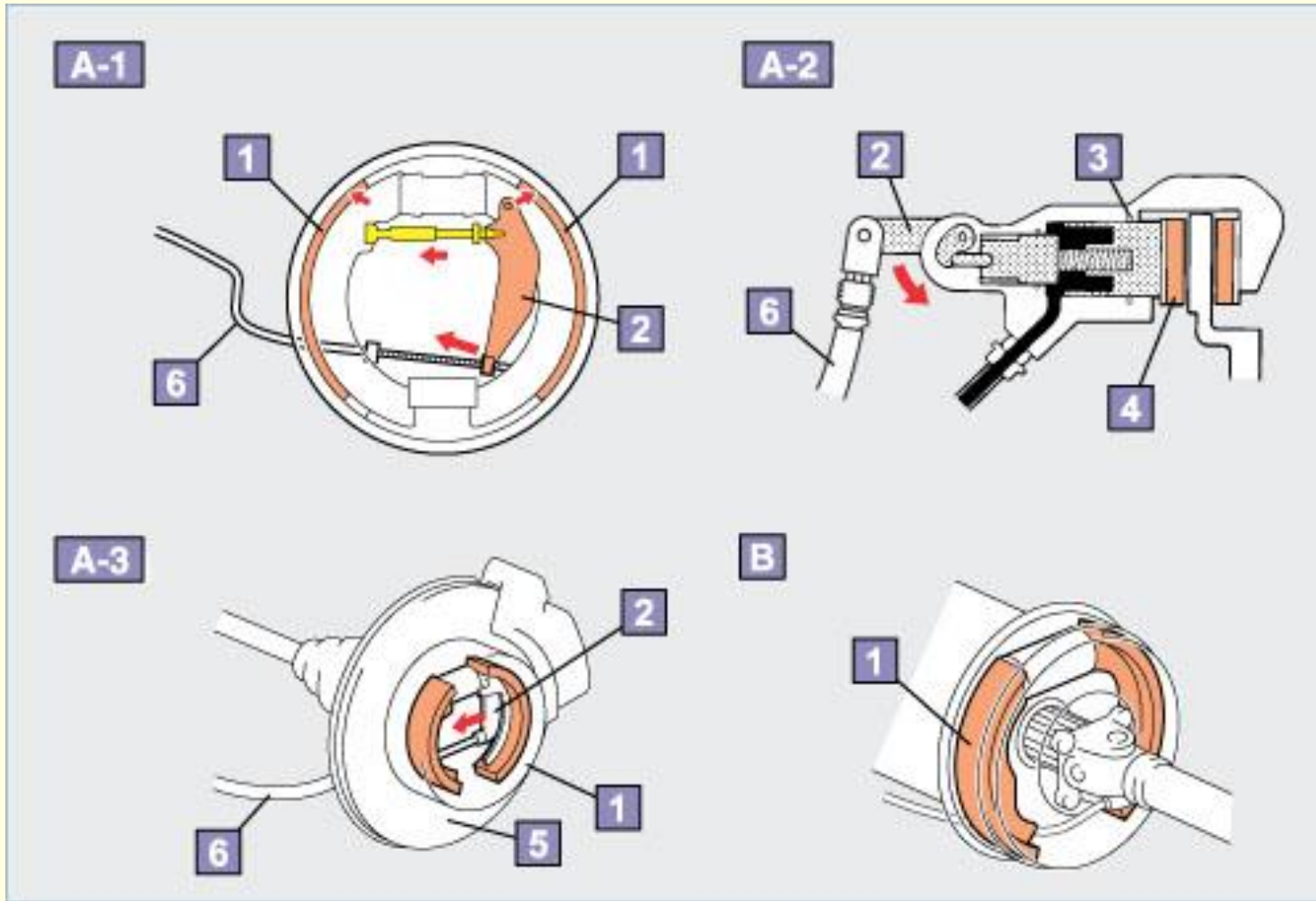


1- kahe kolviga töösilinder

2- klotside alumine tugi



Seisupiduri lahendused



A1- trummelpiduri baasil

A2- ketaspiduri baasil

A3- lisamehhanismi baasil

B- jõuülekanne tsentraalpidur

Ajam mehaaniline või
elektromehaaniline