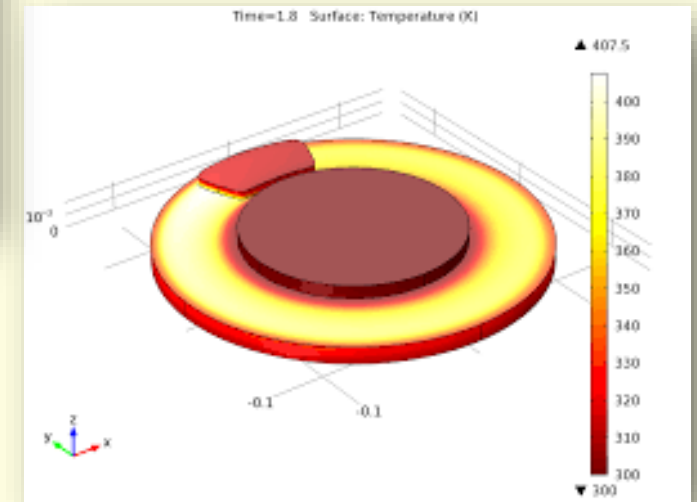
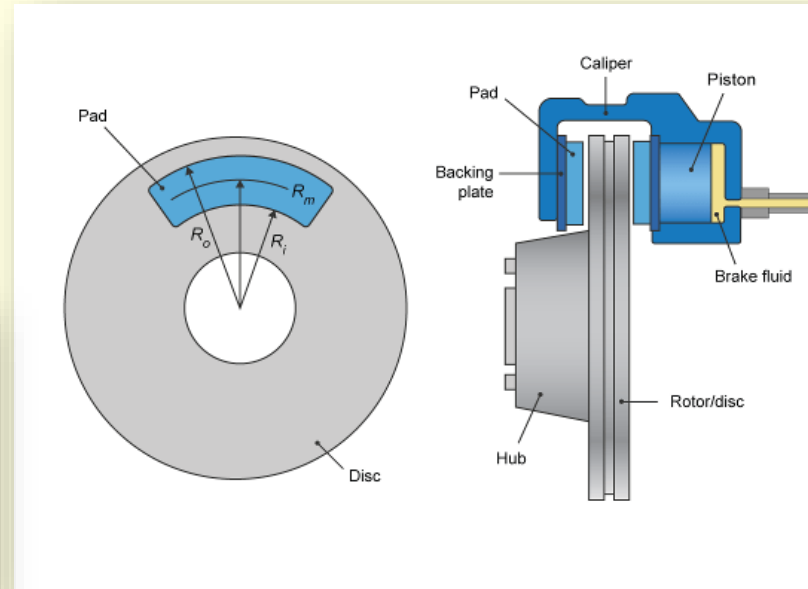
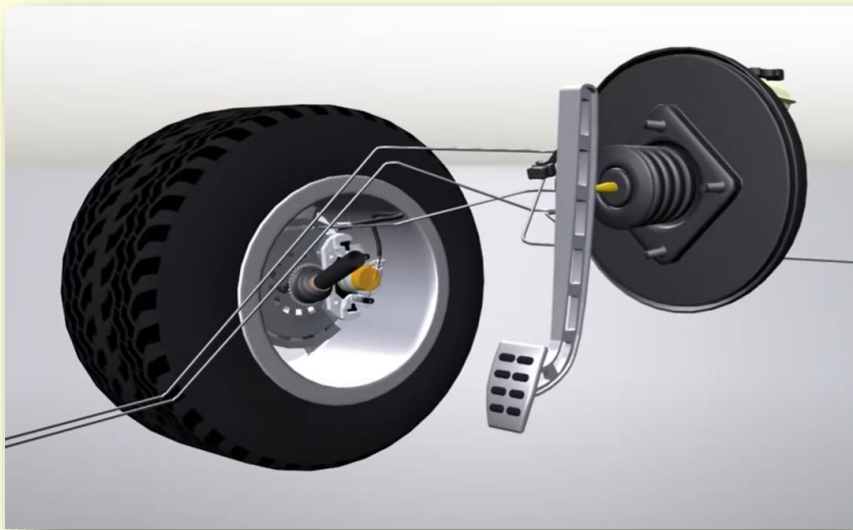


PIDURITE PROJEKTEERIMINE



Sisu:

- Pidurite projekteerimise põhimõtted
- Piduriajami ülekandearv
- Pidurdusjõudude jaotus telgede vahel
- Pidurite tehnonõuded ja katsetamine

Pidurite projekteerimise põhimõtted

Pidurite tehniline lahendus peab tagama:

- sõiduki nõutud ohutu aeglustusvõime kõigis ekspluatatsioonilistes tee- ja ilmastikutingimustes
- ajami rikke korral peab säiluma sõiduki nõutud osaline aeglustusvõime



Pidurite projekteerimise etapid

Hüdraulilise ajamiga pidurisüsteemi puhul:

- Määratakse pidurite nõutavad põhiparameetrid
- Valitakse põhiparameetrite alusel piduripedaal, ajami peasilindrid, võimendi ja töösilindrid (pidurisadulad) vajadusel ka pidurdusjõu regulaator ja ABS-süsteemi osad
- Valitakse või projekteeritakse vajalikud pidurikettad arvestades pidurisadulate, rattarummude ja velje lahendust
- Teostatakse pidurdusjõu, hüdrorõhu ja -mahu kontrollarvutused

Pidurite projekteerimise parameetrid

Esi- ja tagatelje rataste vajaliku pidurdusmomendi määramine

$$\tau_{wi} = T_{wi} r_{ri} = \frac{X_i PZ r_{ri}}{2}$$

T_{wi} on pidurimehhanismi pidurdusjõud

r_{ri} on ratta raadius

X_i on pidurdusjõu osakaalu tegur

P on teljele langeva raskusjõu suurus

Z on suurim sidestustegur J/g

Dünaamiline olukord (auto liigub pikikiirendusega kurvis)	
raskuskeskme kõrgus (hrk)	0.500 m
külgiirendus kurvis (ay)	9.8 m/s ²
pikikiirendus pidurdamisel (ax)	-9.8 m/s ²
Pikisuunaline summaarne koormuse ümberjaotus (deltaFx)	-2943 N
Põikisuunaline summaarne koormuse ümberjaotus (delta Fy)	4598 N
Auto esiteljele langev koormus (Z1+Z2)	10301 N
Auto tagateljele langev koormus (Z3+Z4)	4415 N
Auto esitelje vasakpoolsele rattale langev koormus (Z1)	1931 N
Auto esitelje parempoolsele rattale langev koormus (Z2)	8369 N
Auto tagatelje vasakpoolsele rattale langev koormus (Z3)	828 N
Auto tagatelje parempoolsele rattale langev koormus (Z4)	3587 N

Dünaamilised vertikaalkoormused leitakse vastavalt auto raskuskeskme paiknemisele ja teljevahele



Pidurite projekteerimise parameetrid

Pidurite vajaliku soojusliku võimsuse määramine

Pidurite soojusvõimsus lähtuvalt pidurdusjõust ja ratta pöörlemise nurkkiirusest

$$\dot{Q}_i = T_{wi} \omega$$

T_{wi} on pidurimehhanismi pidurdusjõud

r_i on ratta raadius

$$\omega_i = \frac{0.9 \times V_{max}}{r_i \times 3.6}$$

X_i on pidurdusjõu osakaalu tegur

m on auto mass

ω on ratta pöörlemise nurkkiirus

V_{max} on auto suurim kiirus

$$Q_i = \frac{1}{2} \left(\frac{mV^2 X_i}{2} \right)$$

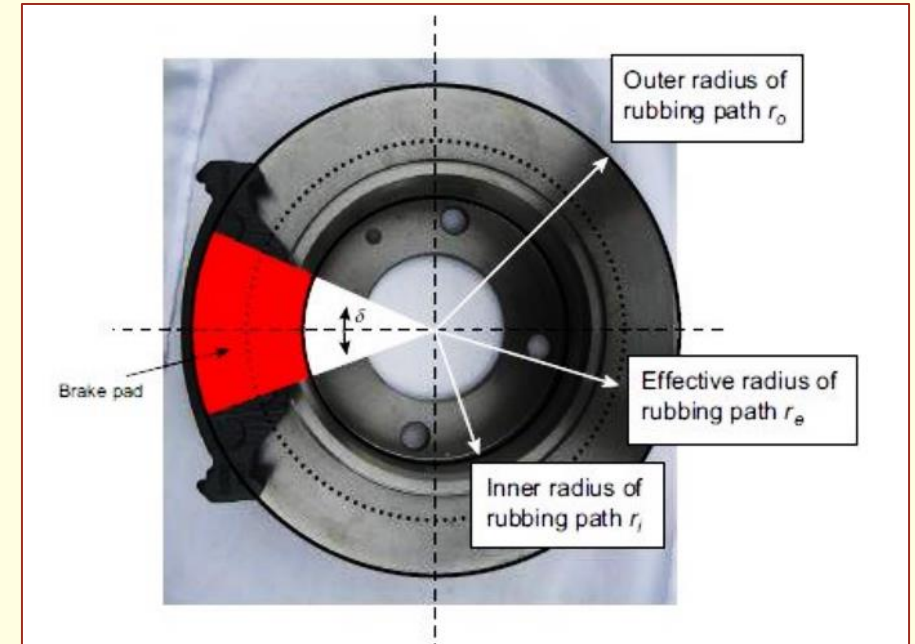
Ratta pidurimehhanismi poolt soojuseks muundatav kineetilise energia suurus

Pidurite projekteerimise parameetrid

Sobilike piduriketaste projekteerimine

Piduriklotsi hõõrdpinna pindala:

$$A_s = \pi(r_o^2 - r_i^2)$$



Ratta piduri pidurdusmoment:

$$\tau_w = 2\mu (p - p_t) A_a \eta r_e = BF (p - p_t) A_a \eta r_e$$

Pidurite projekteerimise parameetrid

Sobilike piduriketaste projekteerimine

Piduriketaste materjale ja nende olulised eriomadused

Properties	1	2	3	4	5
Material	Compressive Strength (MPa)	Friction coefficient (μ)	Wear rate ($10^{-6} \text{mm}^3 / \text{Nm}$)	Specific heat Density C_p (KJ/Kg.K)	(ton/m ³)
GCI	1293	0.41	2.36	0.46	7.20
Ti-6Al-4V	1070	0.34	2.46	0.58	4.42
TMC	1300	0.31	8.19	0.51	4.68
AMC1	406	0.35	3.25	0.98	2.70
AMC2	761	0.44	2.91	0.92	2.80

Piduripedaali projekteerimine

Piduripedaal kui kangmehhanism, mille ülekandearv on tavaliselt vahemikus 4...6.

Nominaalne jõud pedaalil on 490N (sõiduauto).

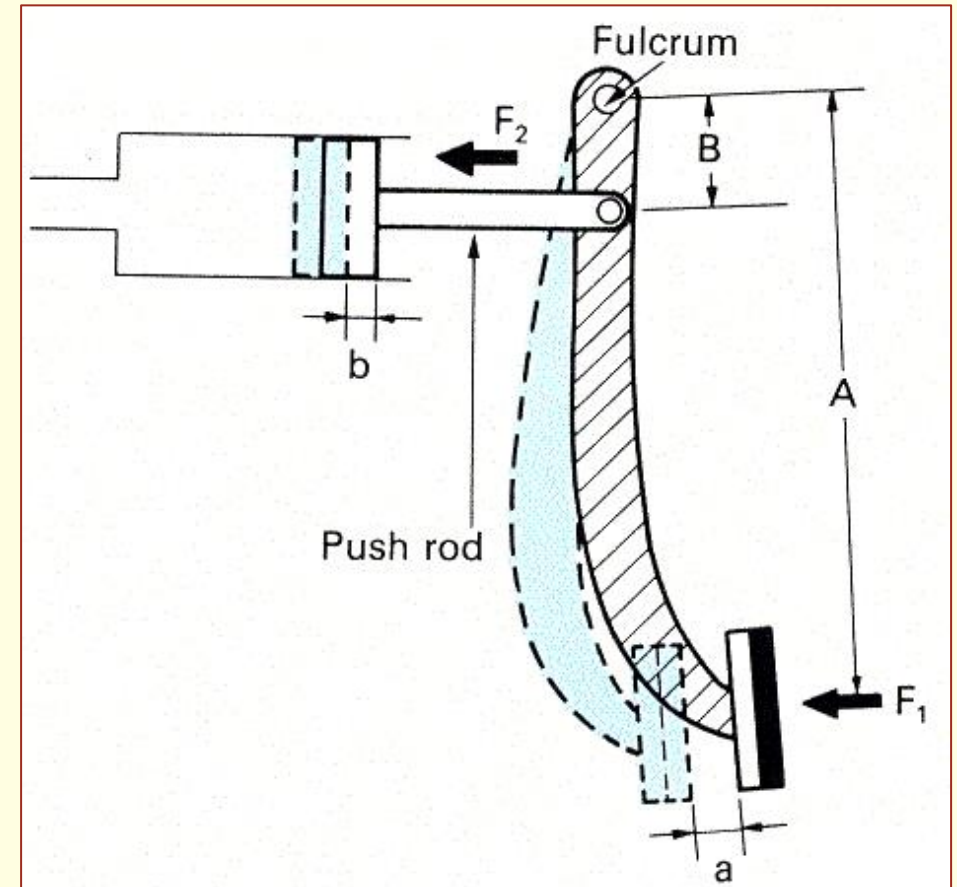
Maksimaalne jõud jäikuse ja tugevuse seisukohalt vähemalt 2000N

Pedaalile vajutamise ja kolvile mõjuv jõud on seotud vastavalt kangi reeglile

$$F_1 \cdot A = F_2 \cdot B$$

Pedaali ja kolvi käik on samuti proportsionaalselt

$$\frac{b}{a} = \frac{B}{A}$$



Peasilindri, töösilindrite ja torustiku valik

Peasilindri kolvi pindala ja töösilindrite kolvide pindalate suhe määrab ära piduri hüdroadami ülekandearvu i .

$$i = \frac{\sum A}{a}$$

Vastavalt Pascali seadusele on mõjub rõhk võrdselt igas suunas

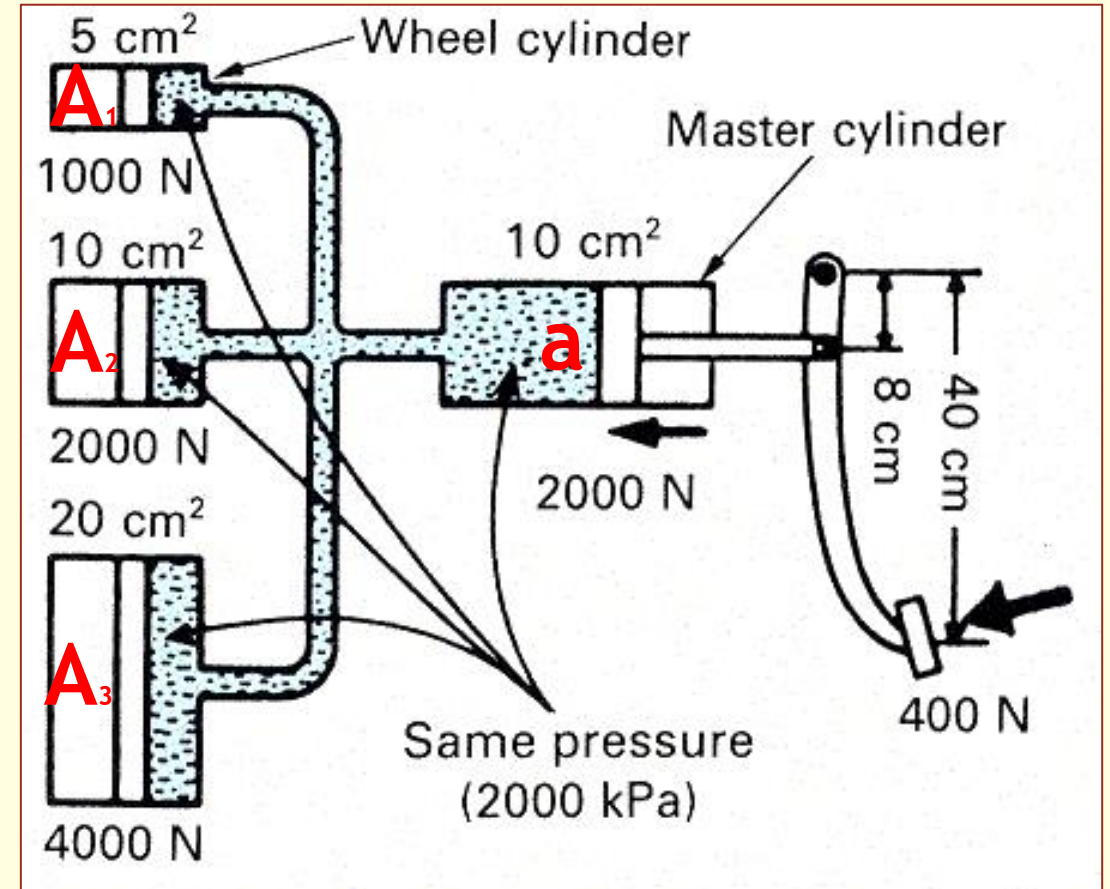
$$p = \text{const.}$$

Rõhk on jõud pinnauhiku kohta

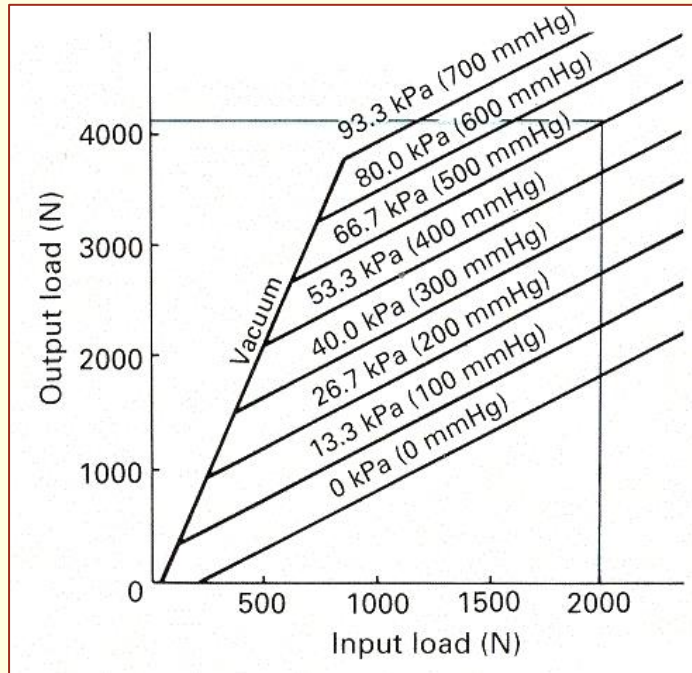
$$p = \frac{F}{A}$$

Arvutuslik rõhk süsteemis tuleks hoiada alla 10MPa!

Mahuarvutus: kõigi töösilindrite jaoks peab piisama ühest peasilindri käigust!



Pidurivõimendi valik

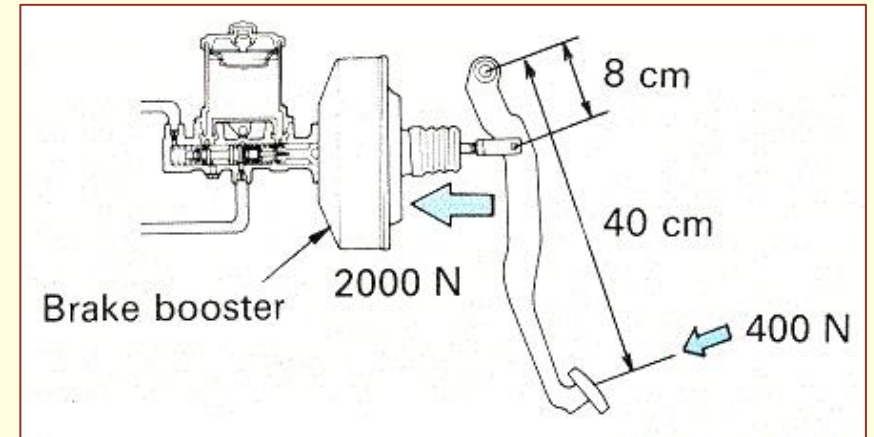


Suurendab pidurdusjõudu 2...4 korda

Jõud pedaalil 400N

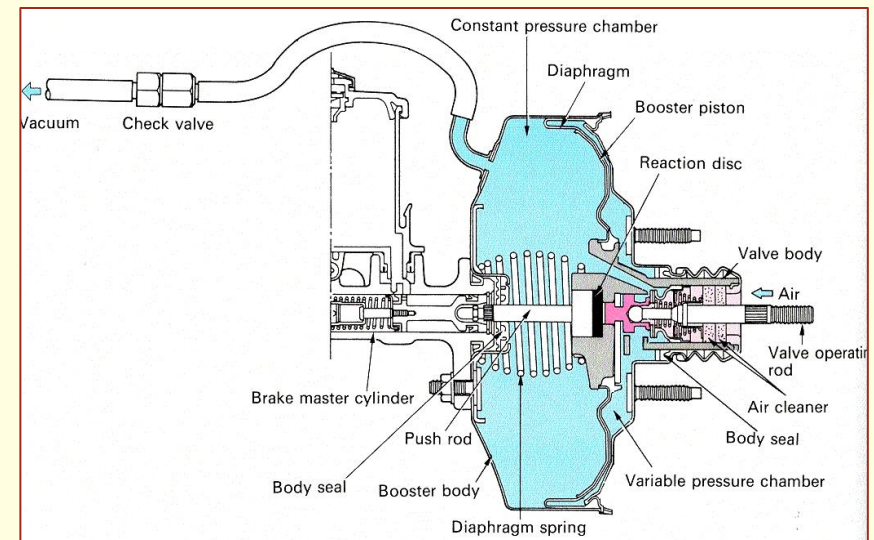
Jõud tõukurvardal 2000N

Jõud peasilindri kolvile 4000N



Võimendi võimendustegur:

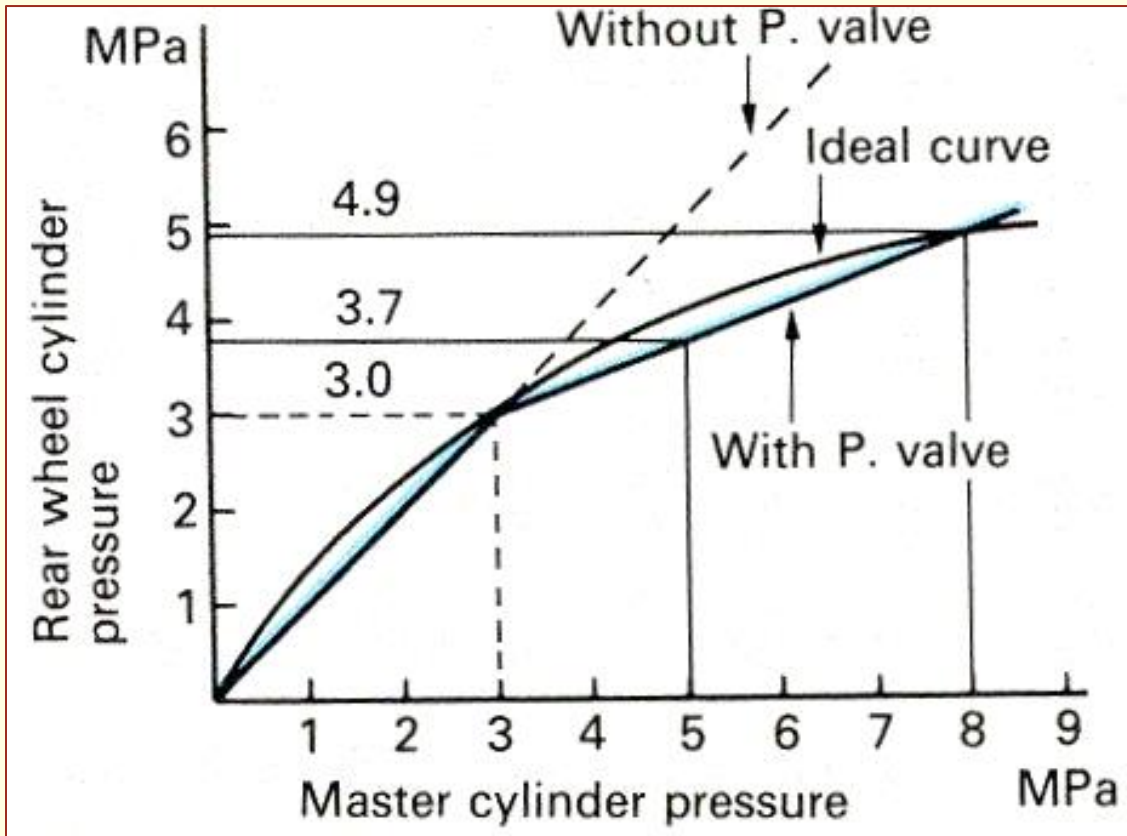
$$B = \frac{F_{out}}{F_{in}} \approx \frac{F_d + F_{in}}{F_{in}} = \frac{F_d + A_i \frac{F_d}{A_o - A_i}}{A_i \frac{F_d}{A_o - A_i}} = \frac{A_o}{A_i}$$



Pidurdusjõu balanss telgede vahel

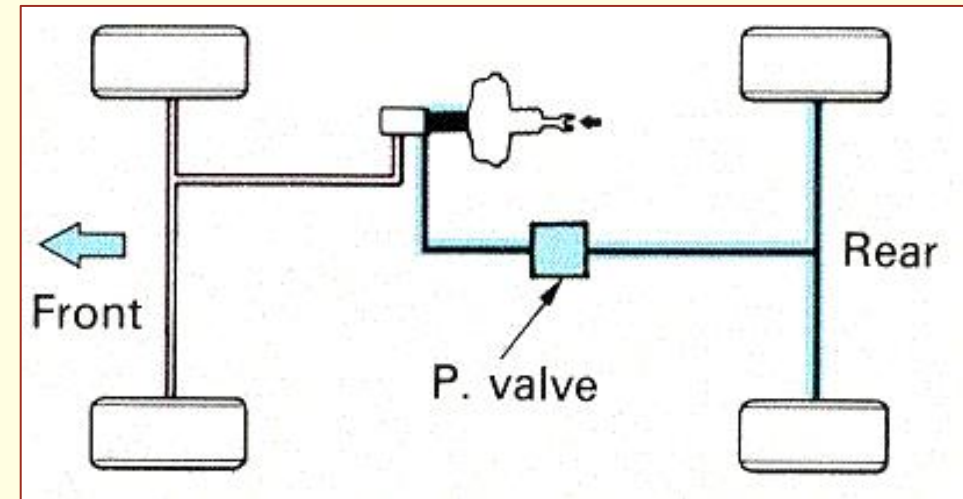
Pidurdusjõudude jaotus telgede vahel on kompromiss, kuna erinevatel aeglustustel toimuv koormuse ümberjaotus telgede vahel on erinev.

Parima lahenduse annab pidurdusjõu regulaatoriga lahendus, mis arvestab nii aeglustust kui teljekoormust



Tagatelje ratastel on vaja vähendada pidurdusjõudu

Pidurdusjõu regulaator vähendab tagarataste töösilindritele mõjuvat vedeliku rõhku



Pidurite katsetused

Pidurite ehitus ja omadused peavad vastama ECE-reegel R 13

Pidurite R13 reegli kohaste katsete käigus hinnatakse :

- suurimat hetkelist aeglustust,
- pidurdusteeekonna pikkust $0,9V_{max}$ kiiruselt
- aeglustuse langust 10 järjestikulise pidurduse järgselt $0,9V_{max}$ kiiruselt
- aeglustuse langust ja pidurimehhanismide temperatuuri kestvuspäidurdamisel

