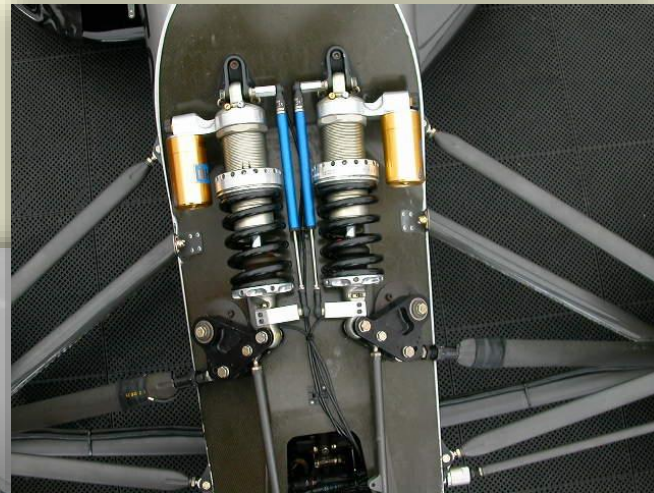


Vedrustuse dünaamika

Amortisaatorid ja nende mõju sõiduki dünaamikale

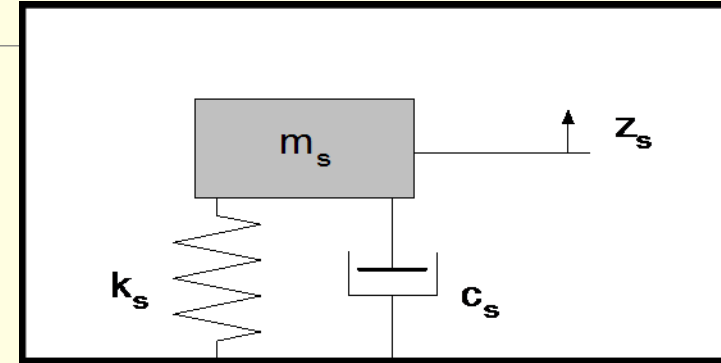
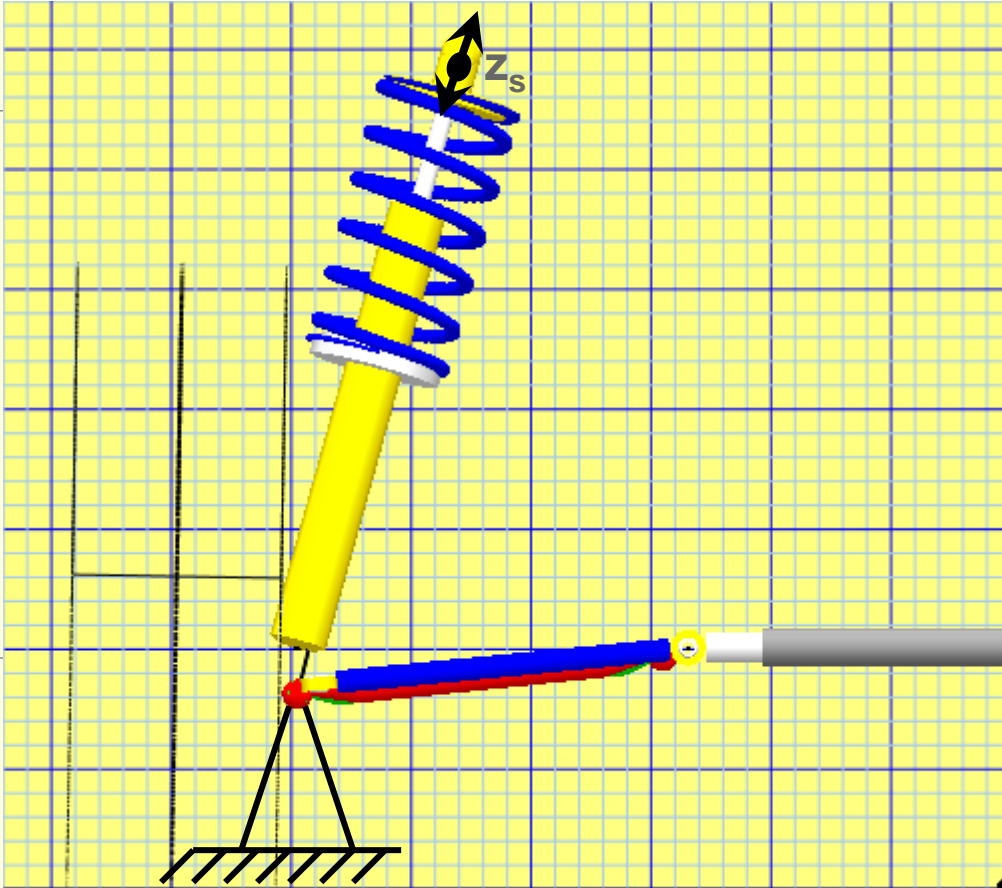


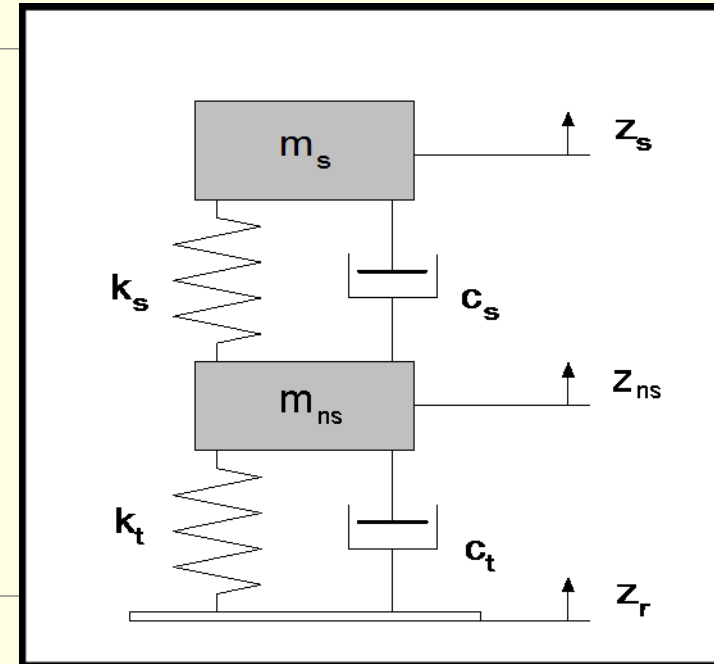
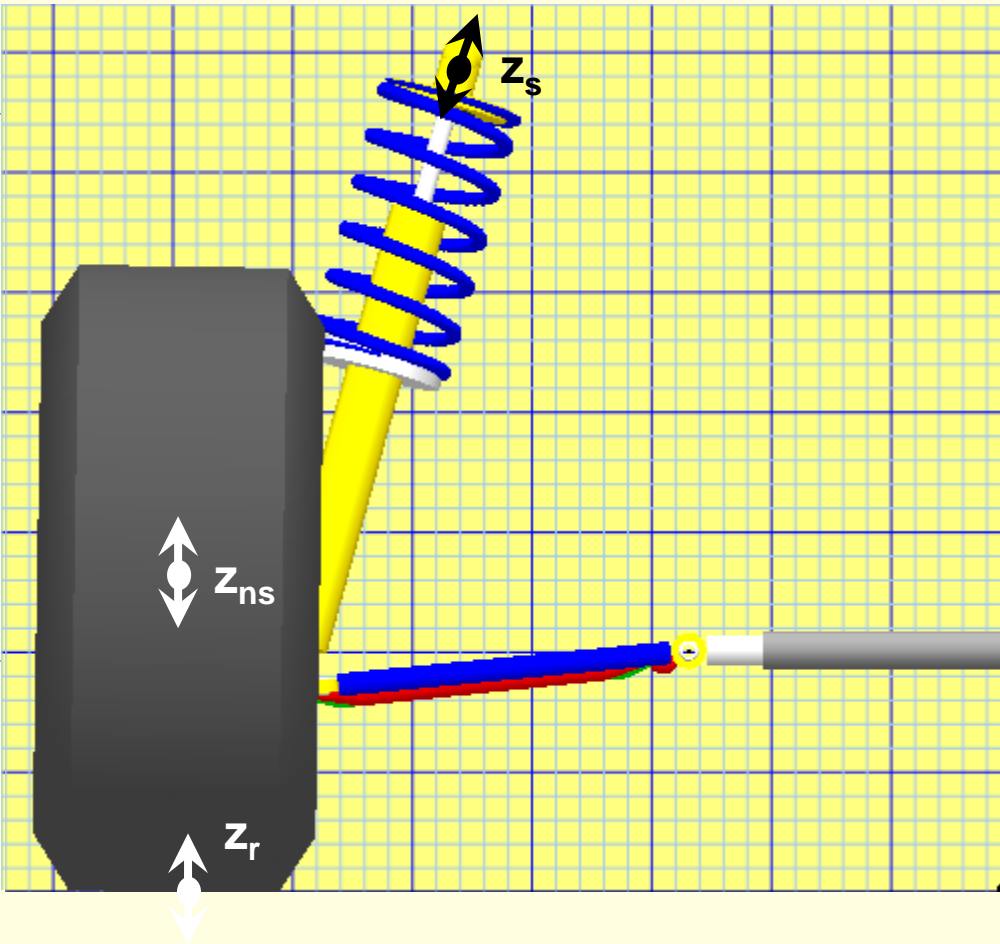
Autor: Risto Kõiv Wisefab OÜ

Amortisaatorite ülesanded:

- ✓ Võnkumiste summutamine maksimaalse sidestuse saavutamiseks.
Eesmärgiks on tagada võimalikult ühtlane rehvi ja teepinna vaheline vertikaaljõud
 - ✓ Võnkumiste summutamine sõidumugavuse saavutamiseks
 - ✓ Juhitavuse tagamine
-







- Amortisaatori jäikust iseloomustab sumbuvus tegur C (damping coefficient), mida mõõdetakse jõuühikutes kiirusühiku kohta $N/(m/s)$ ehk Ns/m
- Kriitiline sumbuvastegur (critical dampind coefficient) iseloomustab sellist sumbuvast, mille puhul võnkumine summutatakse ühe perioodi jooksul
- Sumbumise suhtarv väljendab sumbuvasteguri ja kriitilise sumbuvasteguri suhet

$$C_{Crit} = 2\sqrt{Km}$$

$$\zeta = \frac{C}{C_{Crit}} = \frac{\alpha}{\omega_N} = \frac{C}{2\sqrt{Km}}$$

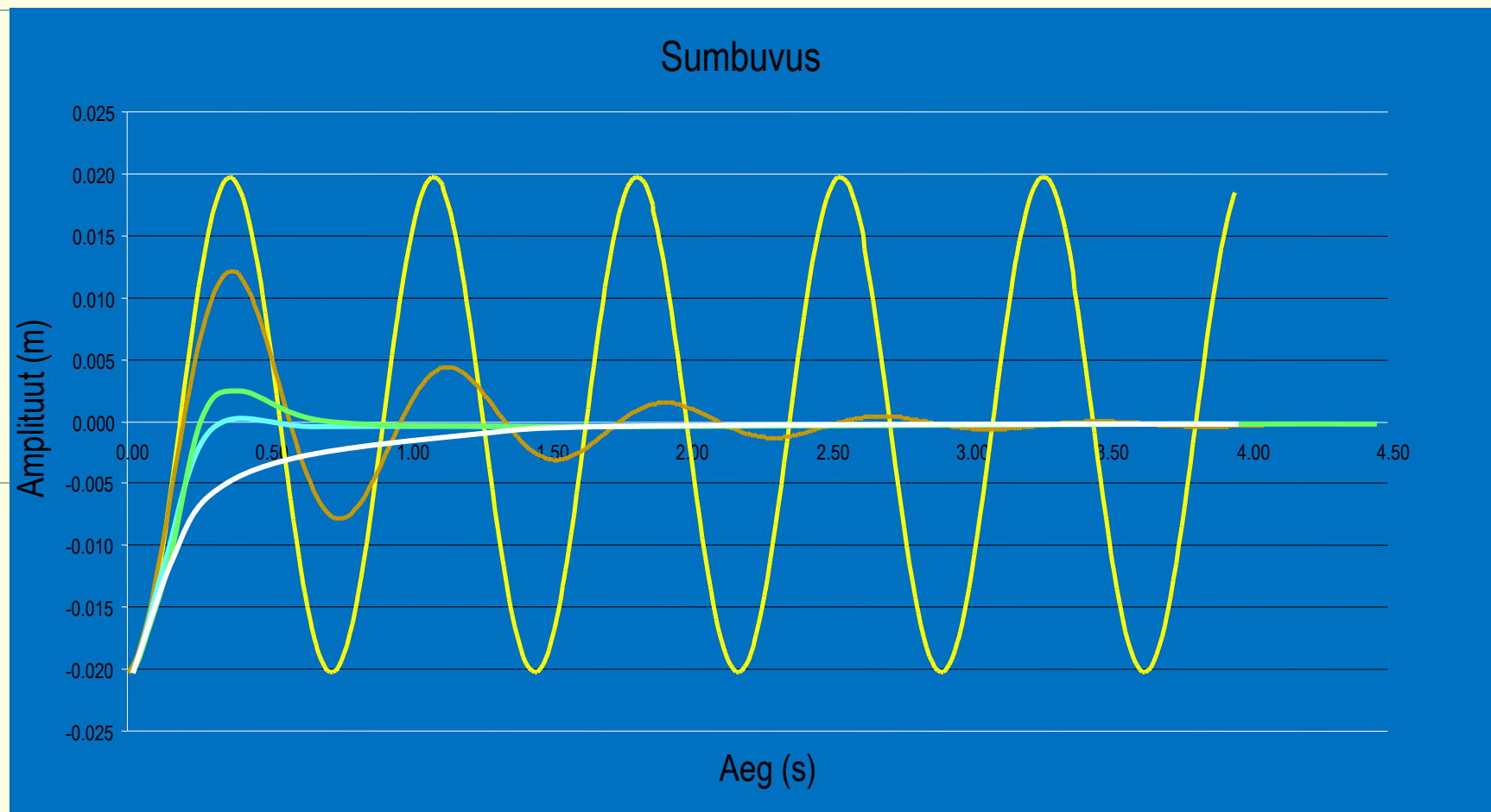
• Ilma amortisaatorita

• $\zeta = 0.1$

• $\zeta = 0.7$

• $\zeta = 1.0$

• $\zeta = 1.8$



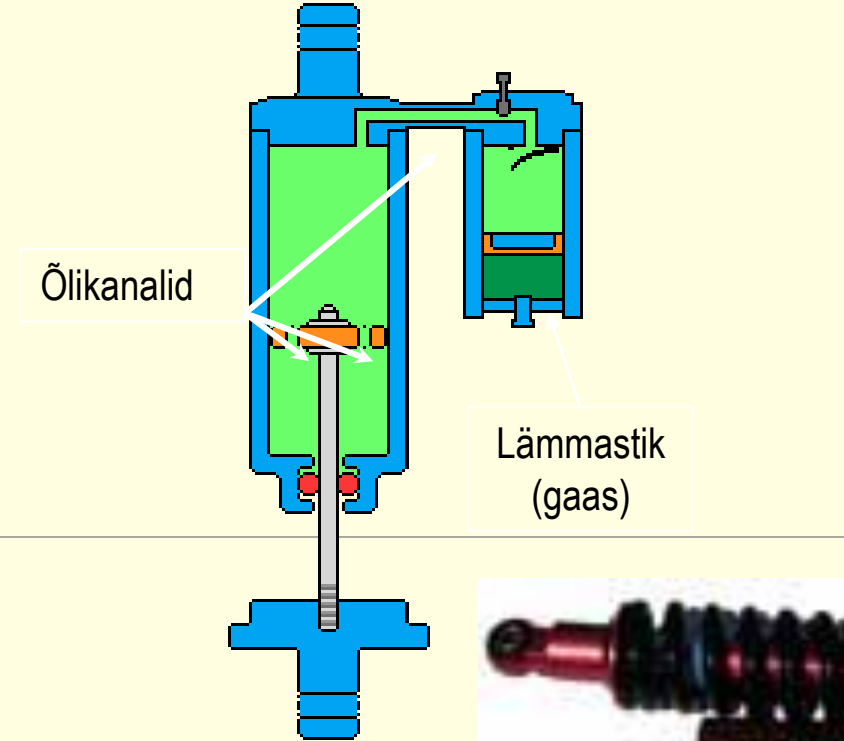
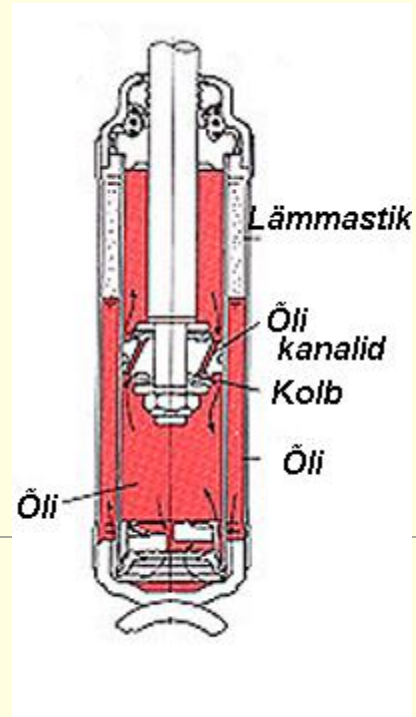
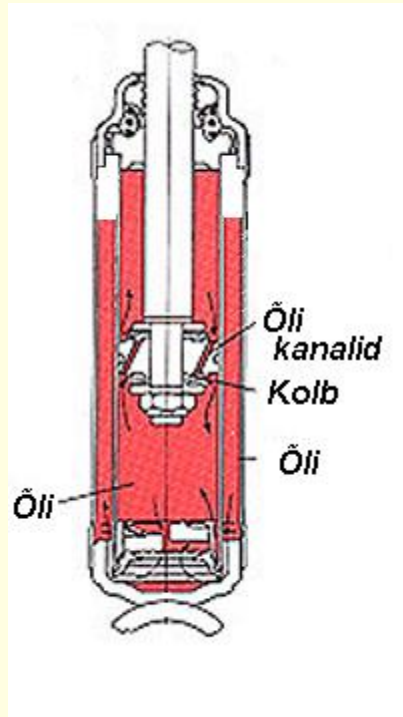
Amortisaatorite tüübid

Konstruktriooni järgi jagatakse amortisaatoreid:

1. Õliamortisaatorid

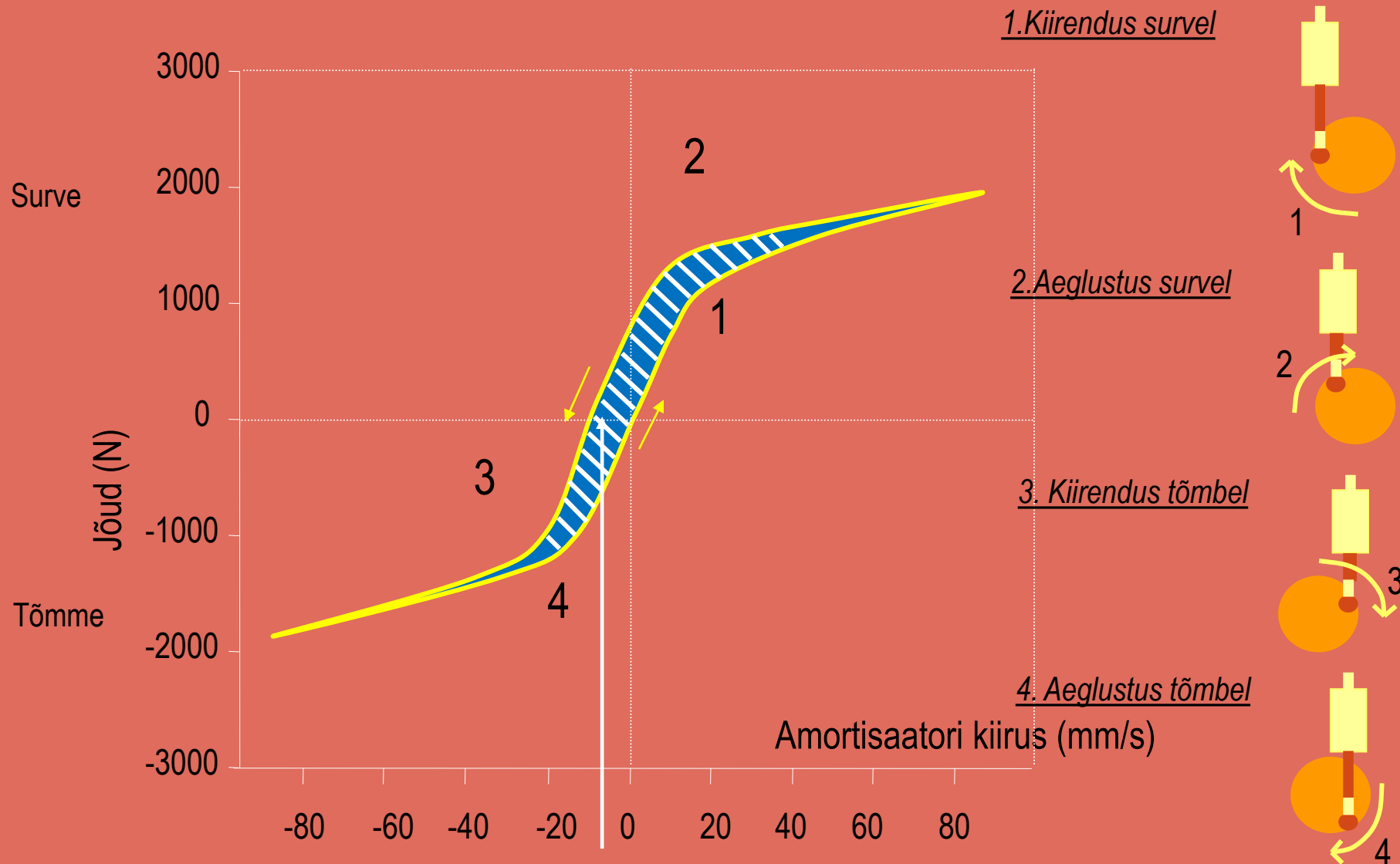
2. Gaasiamortisaatorid

3. Eraldi anumaga
gaasiamortisaatorid



Kuna amortisaatori varras omab ruumala, siis surve korral surutakse osa õli põhisolindrist välja, tõmbe korral tõmmatakse õli põhisolindrisse tagasi





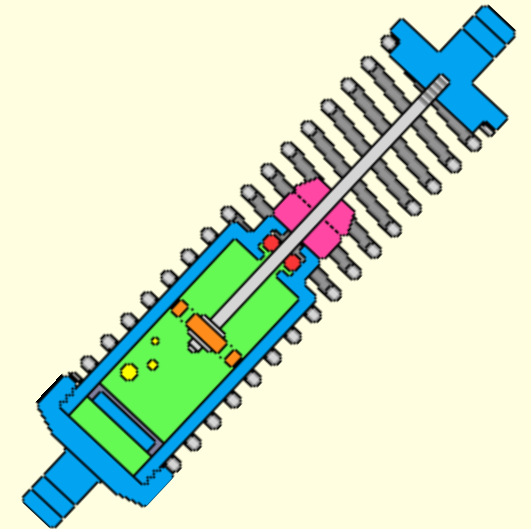
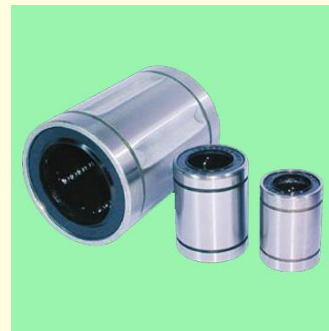
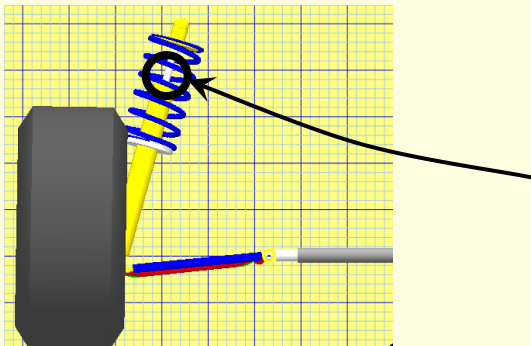
Nähtust kus jõud sama kiiruse korral on kiirenduse/aeglustuse puhul erinev, nimetatakse hüstereesiks



Hüsterees

Hüsterees on põhjustatud:

1. Amortisaatori korpuse, lisaanuma korpuse ja ühenduste ebapiisavast jäikusest. Eriti tõsiseks probleemiks on amortisaatori ja lisaanuma vahelised pikad voolikud
2. Õli kokkusurutavusest. Ideaalis on vedelike kokkusurutavus minimaalne, kuid igas vedelikus on mingil hulgal lahustunud gaase, millede kokkusurutavus on oluliselt suurem. Samuti soodustab gaaside teket amortisaatori kõrge töötemperatuur. Gaaside teket vedelikus nimetatakse kavitatsiooniks. Selle vältimiseks on võimalik ka gaase eelnevalt töödelda.
3. Amortisaatori sisehõõrdumisest. Eriti tõsine on see probleem MacPherson vedrustuse puhul, külj jõudude korral esineb väga suur hõõrdumine amortisaatori varda ja korpuse vahel. Vahel kasutatakse selle kompenseerimiseks lineaarseid kuullaagreid, kuid nende hinna ja keerukuse pärast neid seeriaautodel ei kasutata

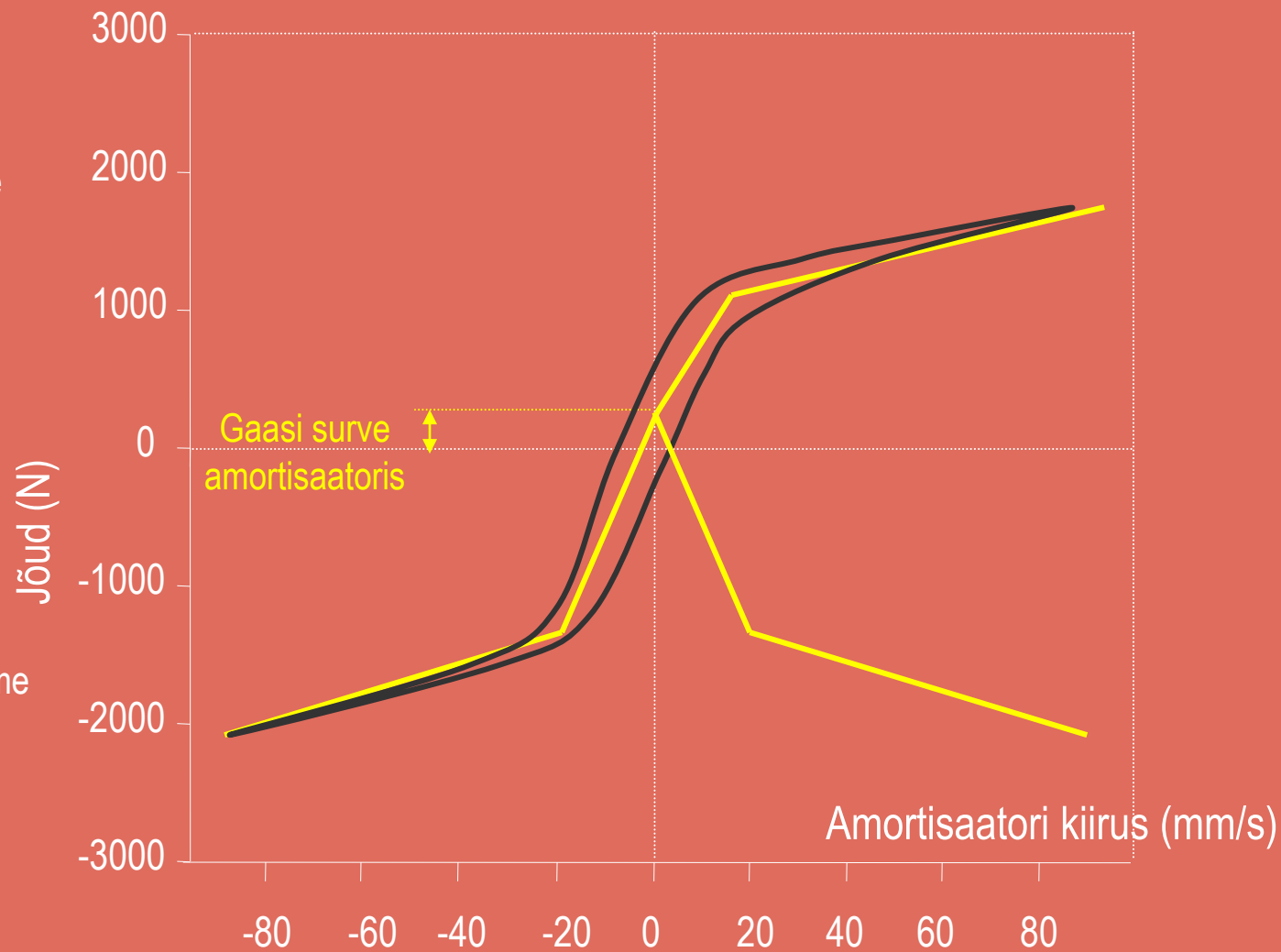


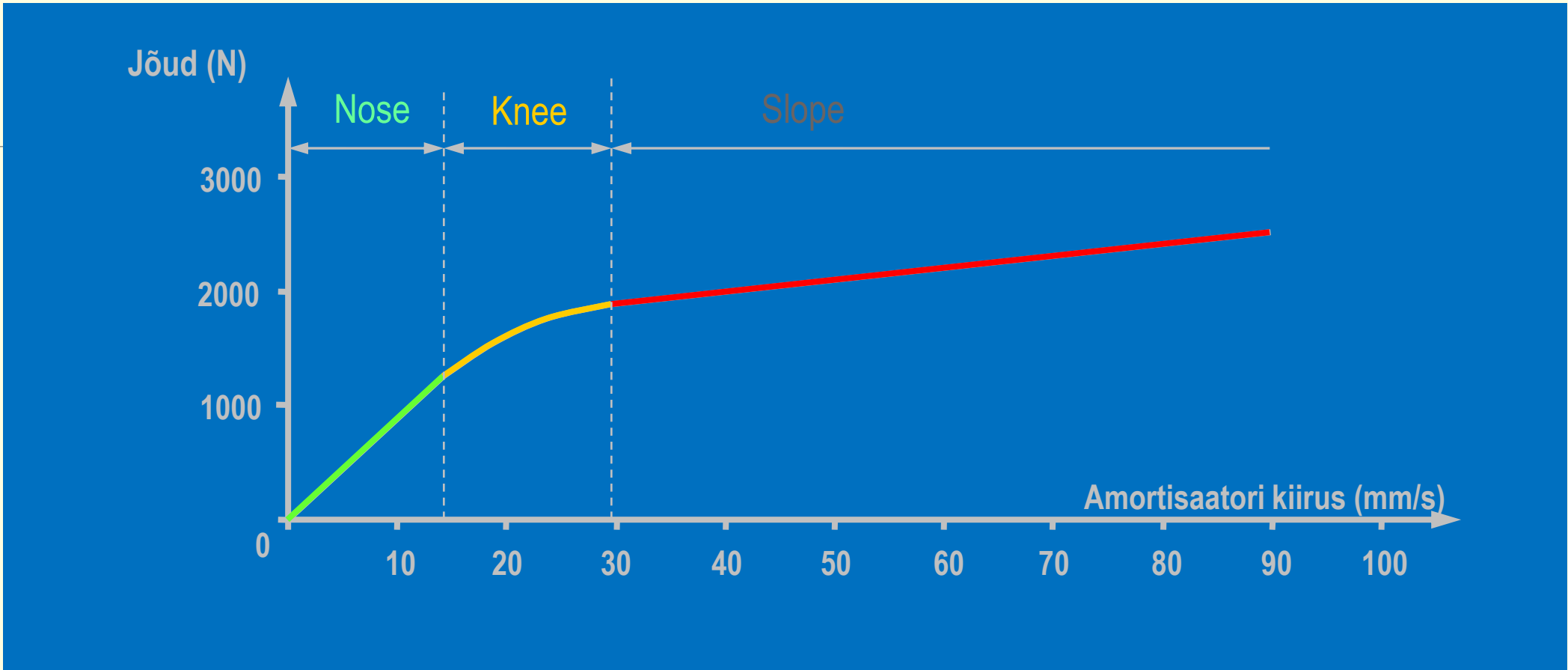
1. Kui amortisaatori karakteristikut avaldatakse ilma hüstereesita, siis tavaliselt moodustatakse graafik keskväärtustest.

2. Tavaliselt avaldatakse tõmbe osa positiivse kiirusega, kuid siiski negatiivse jõuga

Surve

Tõmme





Amortisaatori näidiskarakteristik ja selle osad



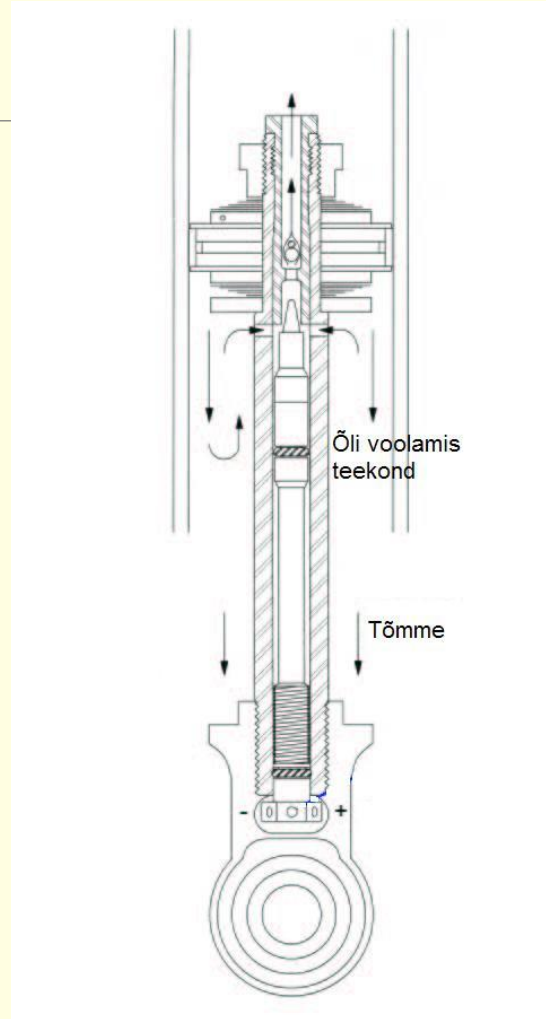
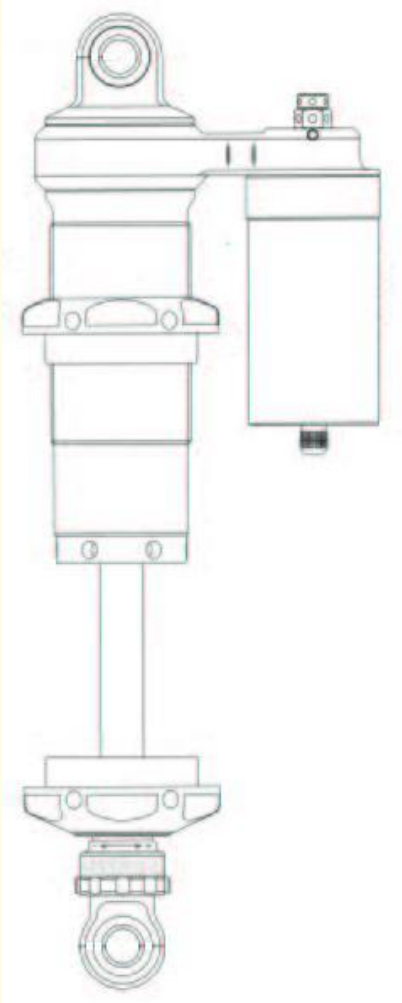
Amortisaatoris on kahte tüüpi õlikanaleid, mis määravad amortisaatori karakteristikku:

1. Kontstantse ristlõike pindalaga kanalid
2. Muutuva ristlõike pindalaga kanalid

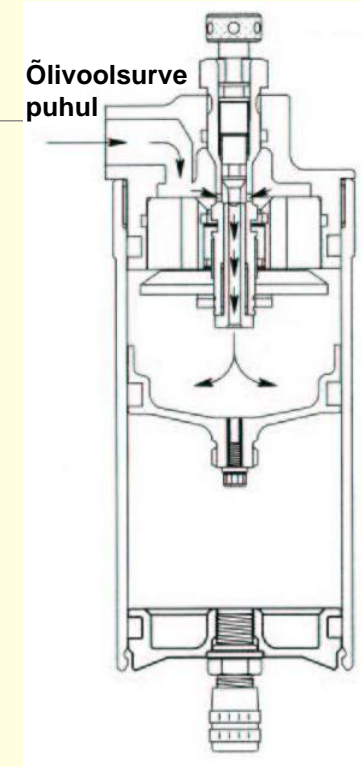
NB! Tõmbe ja surve õlikanalid on tavaliselt erinevad! St, et surve ajal liigub õli läbi ühtede kanalite ja tõmbe ajal läbi teiste kanalite. See võimaldab saavutada tõmbe ja surve erineva karakteristikku



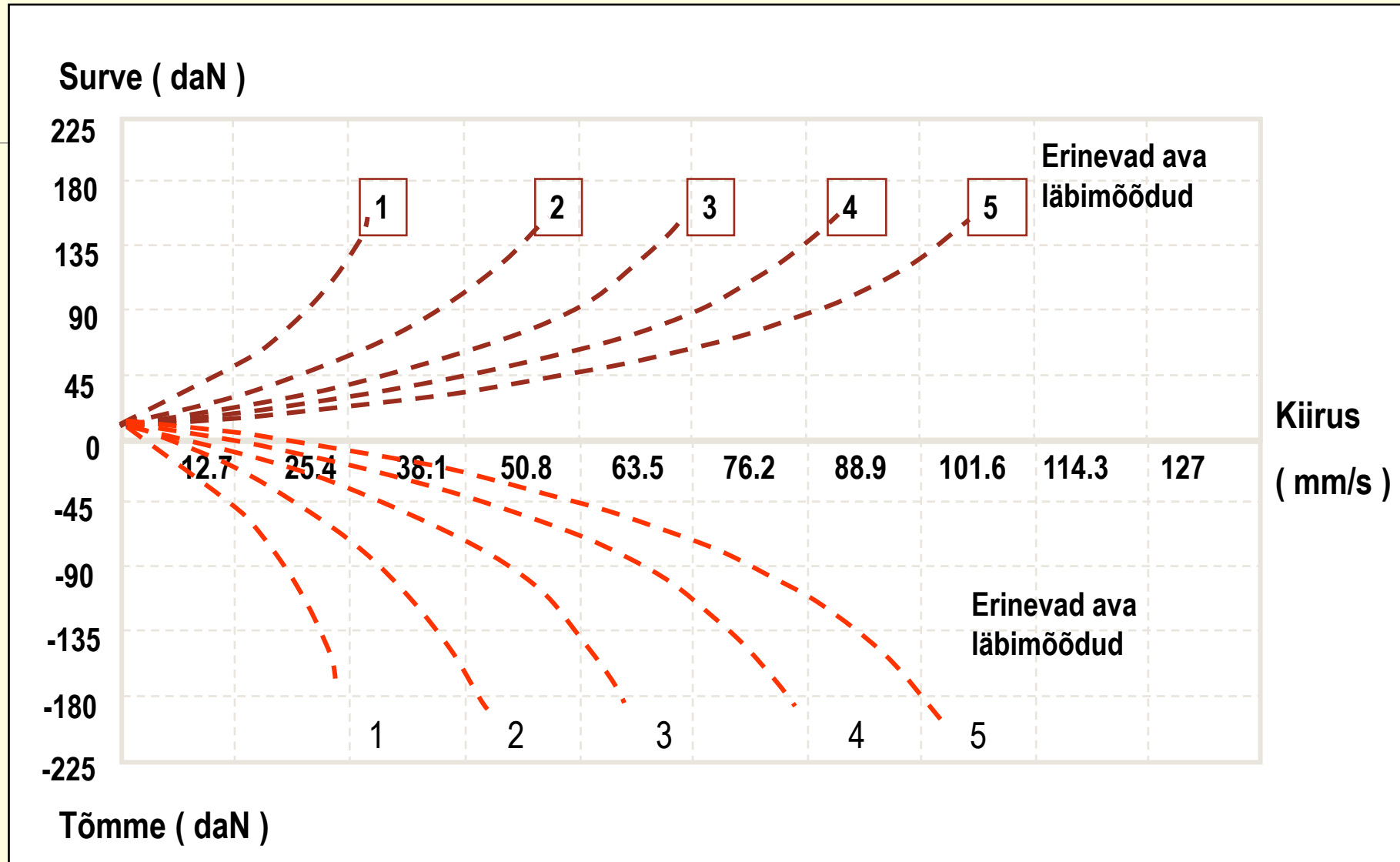
1. Konstantse ristlõike pindalaga kanalid võivad asuda eri anumate vahel või kolvis.
(Bleed valve, orifice)



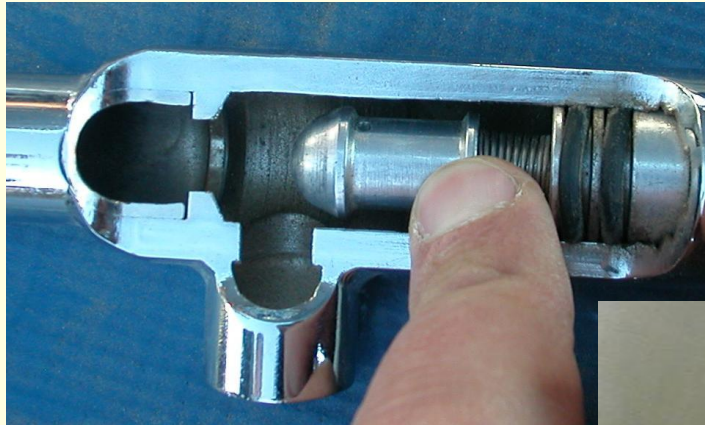
- ✓ Tõmbe kanalid asuvad tavaliselt kolvis. Anumate vahel ei saa tõmbe puhul õli voolu piiramist kasutada kuna sel juhul tekiks silindris alarõhk, mis soodustaks kavitatsiooni ja hüstereesi
- ✓ Surve kanalid võivad asuda nii kolvis kui ka anumate vahel

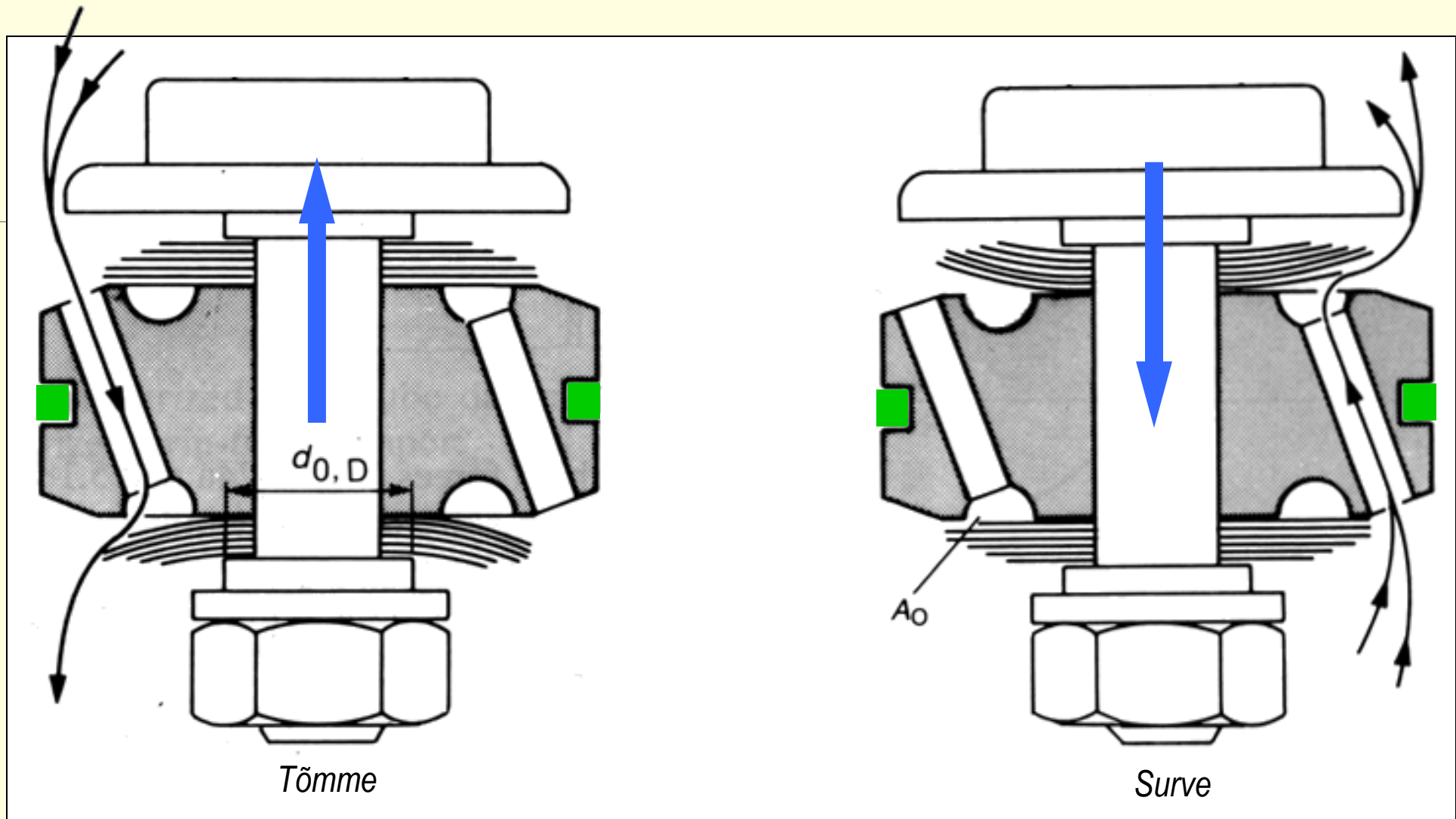


1. Konstantse ristlõike pindalaga kanalite karakteristikud on progresseeruvad ehk mida suurem on kiirus, seda suurem on amortisatori sumbuvustegur



2. Muutuva ristlõike pindalaga avad ja kanalid on seotud elastse elemendiga (vedrugaga), mis vastavalt õlisurvele kas avab rohkem või vähem. (high speed valve, blow off valve, pop-up valve, shim stack)
-

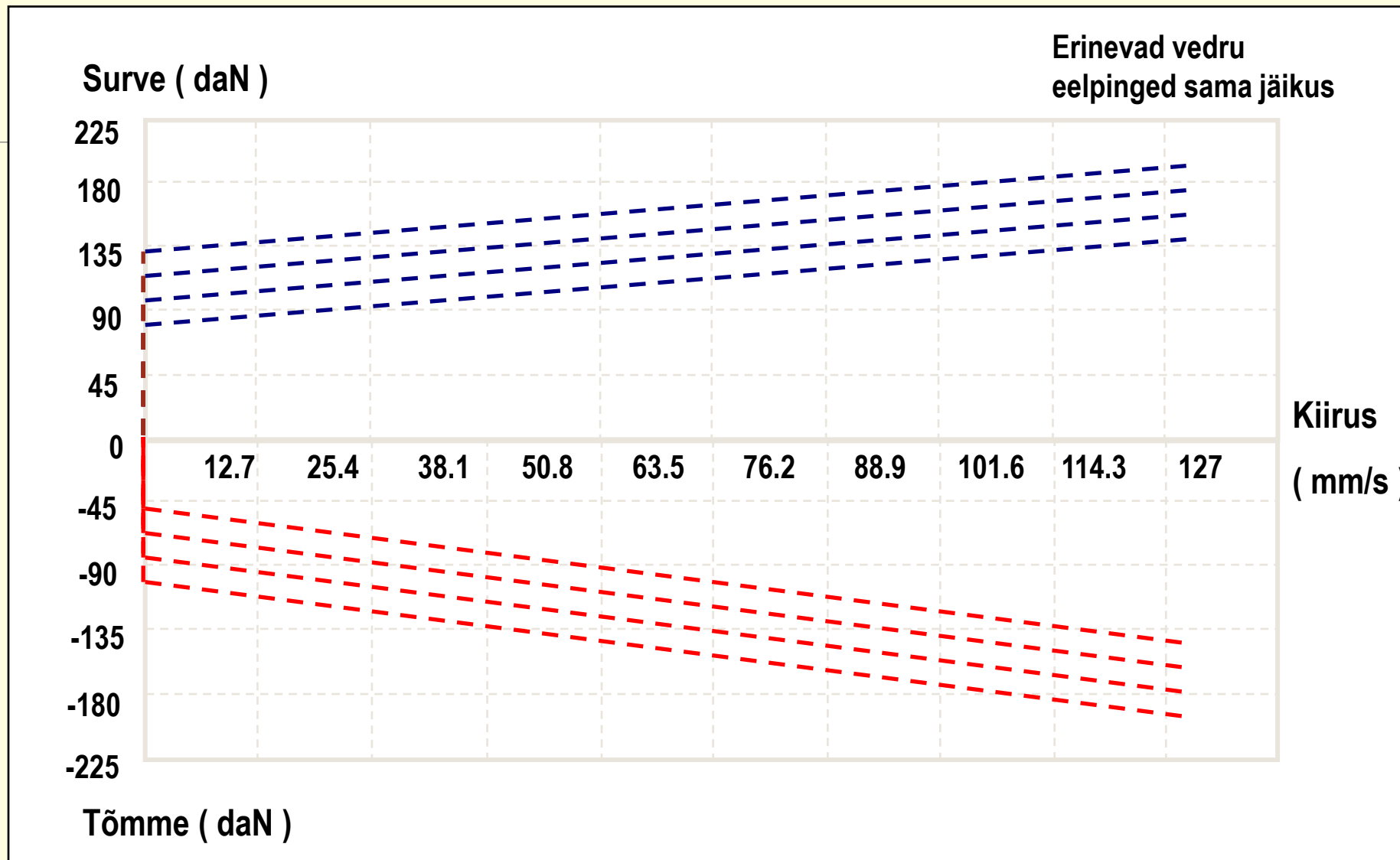




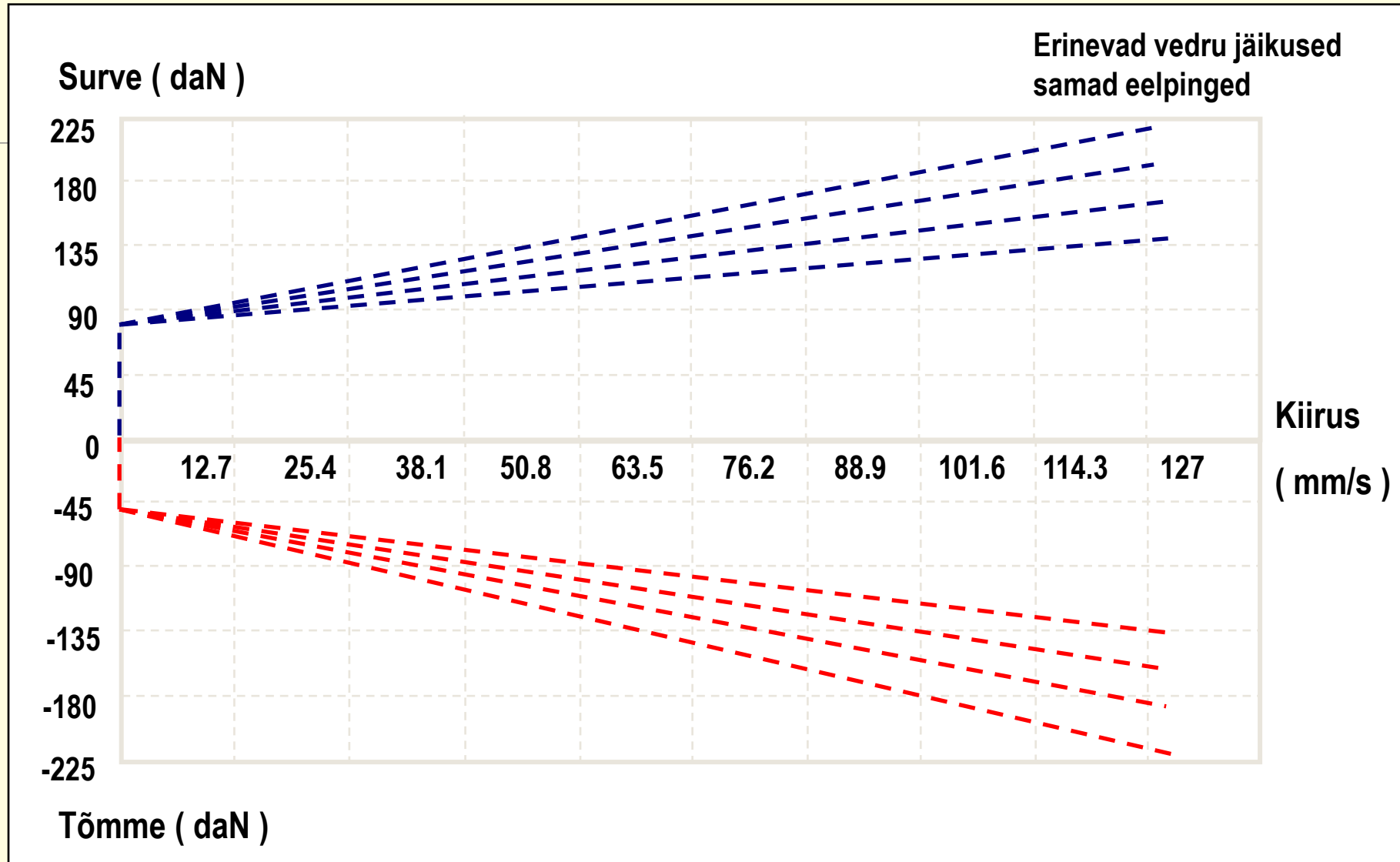
Muutuva ristlõike pindalaga avad ja kanalid amortisaatori kolvis



Muutuva ristlõike pindalaga kanalite karakteristikud on suhteliselt lineaarsed, kuna ava suureneb proportsionaalselt surve tõusuga.
All on esitatud sumbuvus karakteristikud vedru eelpingest sõltuvalt

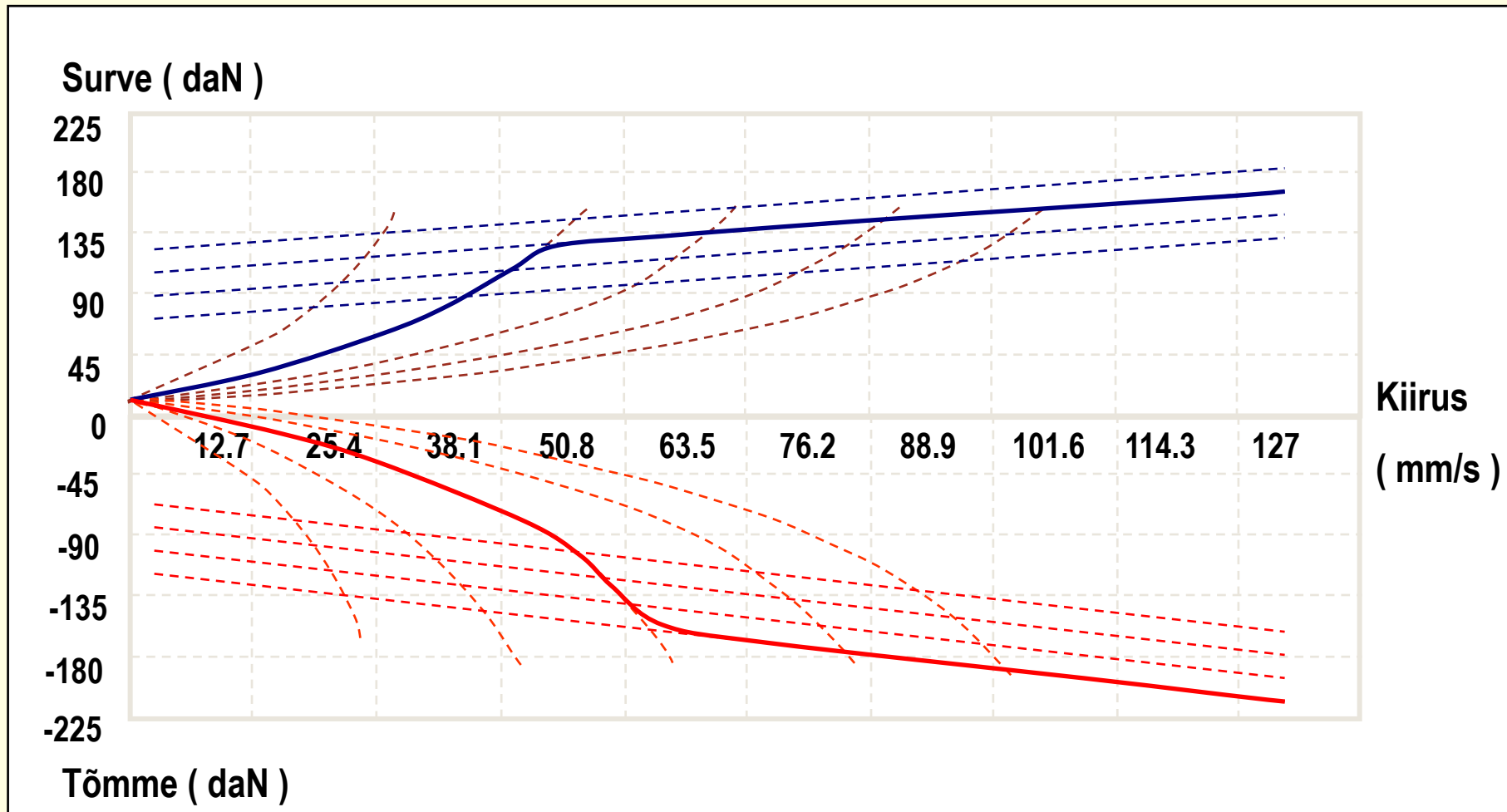


All on esitatud sumbuvus karakteristikud vedru jäikusest sõltuvalt. (konstantne eelpinge)



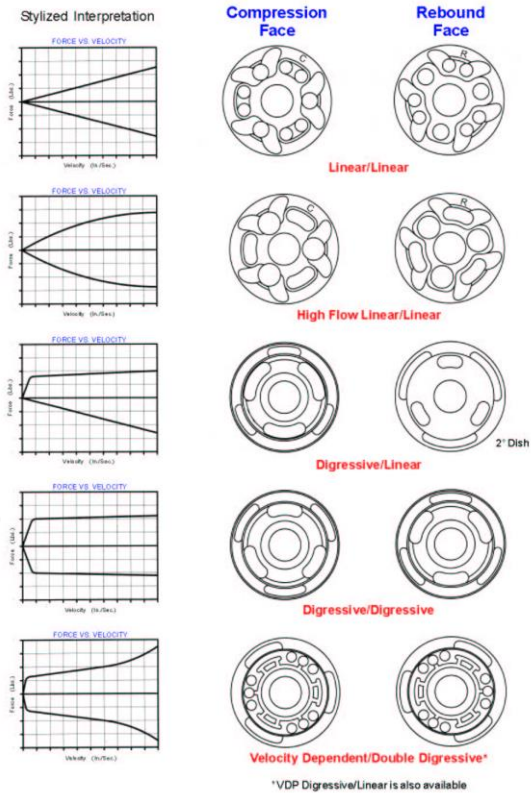
Juhul kui amortisaator on reguleeritav, toimub vajaliku karakteristiku saavutamine sarnaselt eelpool mainitule ning kanalite muutmine toimub reguleerikruvide abil

Olenevalt sellest missugust amortisaatori karakteristikut vajatakse, valitakse ka kolvid, konstantsete ristlõigete pindaladega kanalite suurused ning muutuva suurustega kanalite tarbeks vedru jäikused ja eelpinged.

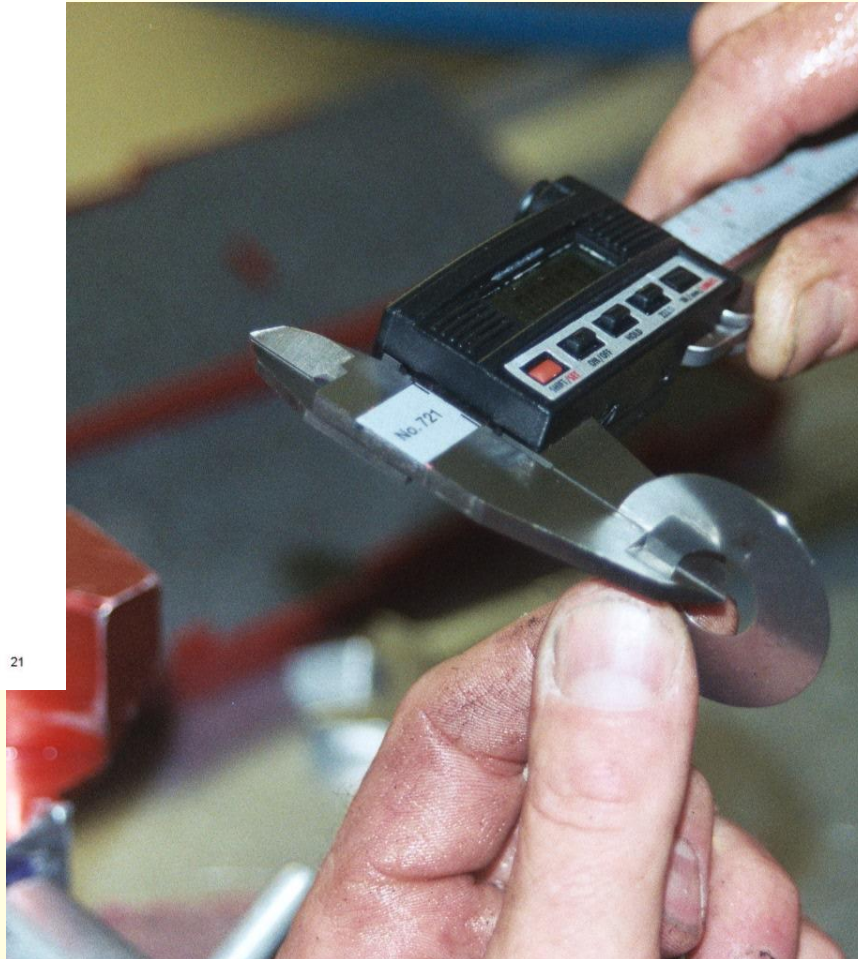


Amortisaatorite koostamine

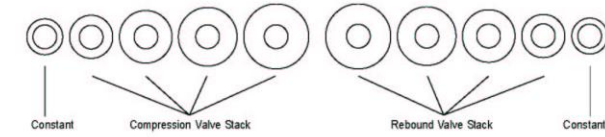
Piston Selection



21

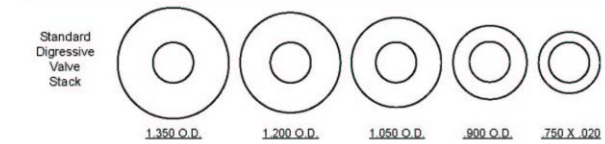


Valving



When referring to shock valving, (example: AB), (A) refers to the compression valve stack and (B) refers to the rebound valve stack.

Valve Stacks



Part #	AA	.004	.004	.004	.004	Constant
VS-AA	AA	.004	.004	.004	.004	Constant
VS-AAP	AA+	.004	.004	.006	.006	Constant
VS-AM	A-	.006	.006	.004	.004	Constant
VS-A	A	.006	.006	.006	.006	Constant
VS-AP	A+	.006	.006	.008	.008	Constant
VS-BM	B-	.008	.008	.006	.006	Constant
VS-B	B	.008	.008	.008	.008	Constant
VS-BP	B+	.008	.008	.010	.010	Constant
VS-CM	C-	.010	.010	.008	.008	Constant
VS-C	C	.010	.010	.010	.010	Constant
VS-CP	C+	.010	.010	.012	.012	Constant
VS-DM	D-	.012	.012	.010	.010	Constant
VS-D	D	.012	.012	.012	.012	Constant
VS-OP	D+	.012	.012	.015	.015	Constant
VS-EM	E-	.015	.015	.012	.012	Constant
VS-E	E	.015	.015	.015	.015	Constant
VS-EP	E+	.015	.015	.020	.020	Constant
VS-FM	F-	.020	.020	.015	.015	Constant
VS-F	F	.020	.020	.020	.020	Constant

18



Amortisaatorite kasutamisest

✓ Sõidua autod

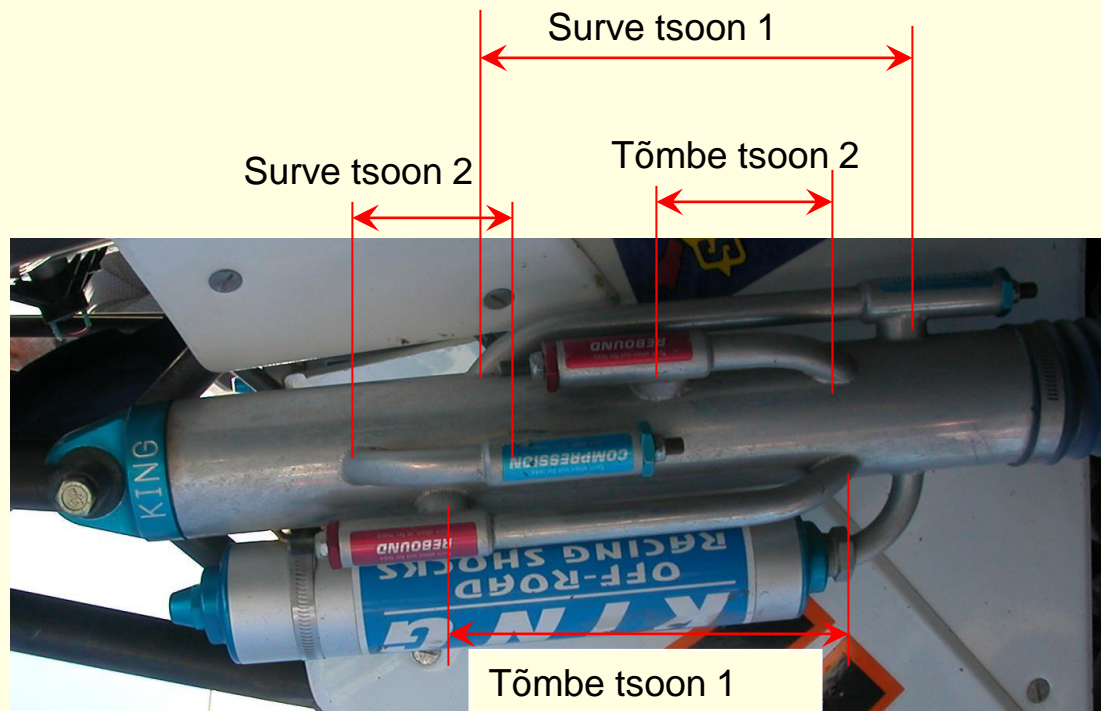
Amortisaatorid ei ole reguleeritavad.
Sumbuvuse suhtarv üldiselt vahemikus
0,3 - 0,7



Amortisaatorite kasutamisest

- ✓ Offroad autod

Amortisaatori reguleerimise puhul ei ole põhieesmärk mitte madala ja kõrge kiiruse karakteristikud, vaid erinevate tütsoonide karakteristikud



Amortisaatorite kasutamisest

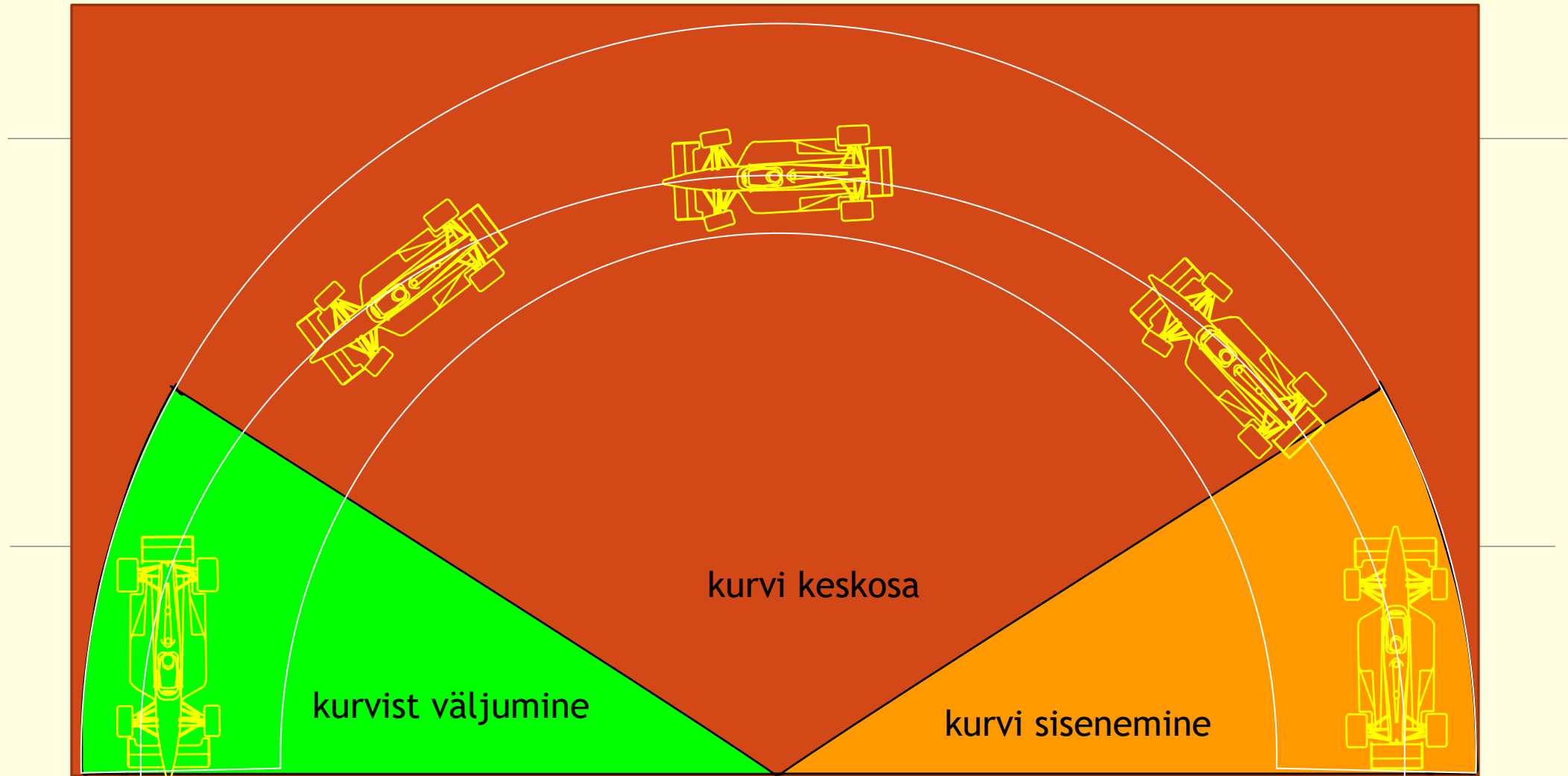
✓ Võidusõidu autod

Võidusõidu amortisaatorite puhul on oluline hoida hüsterees kontrolli all, saavutada suur reguleerimisulatus ning tagada soovitud karakteristik.

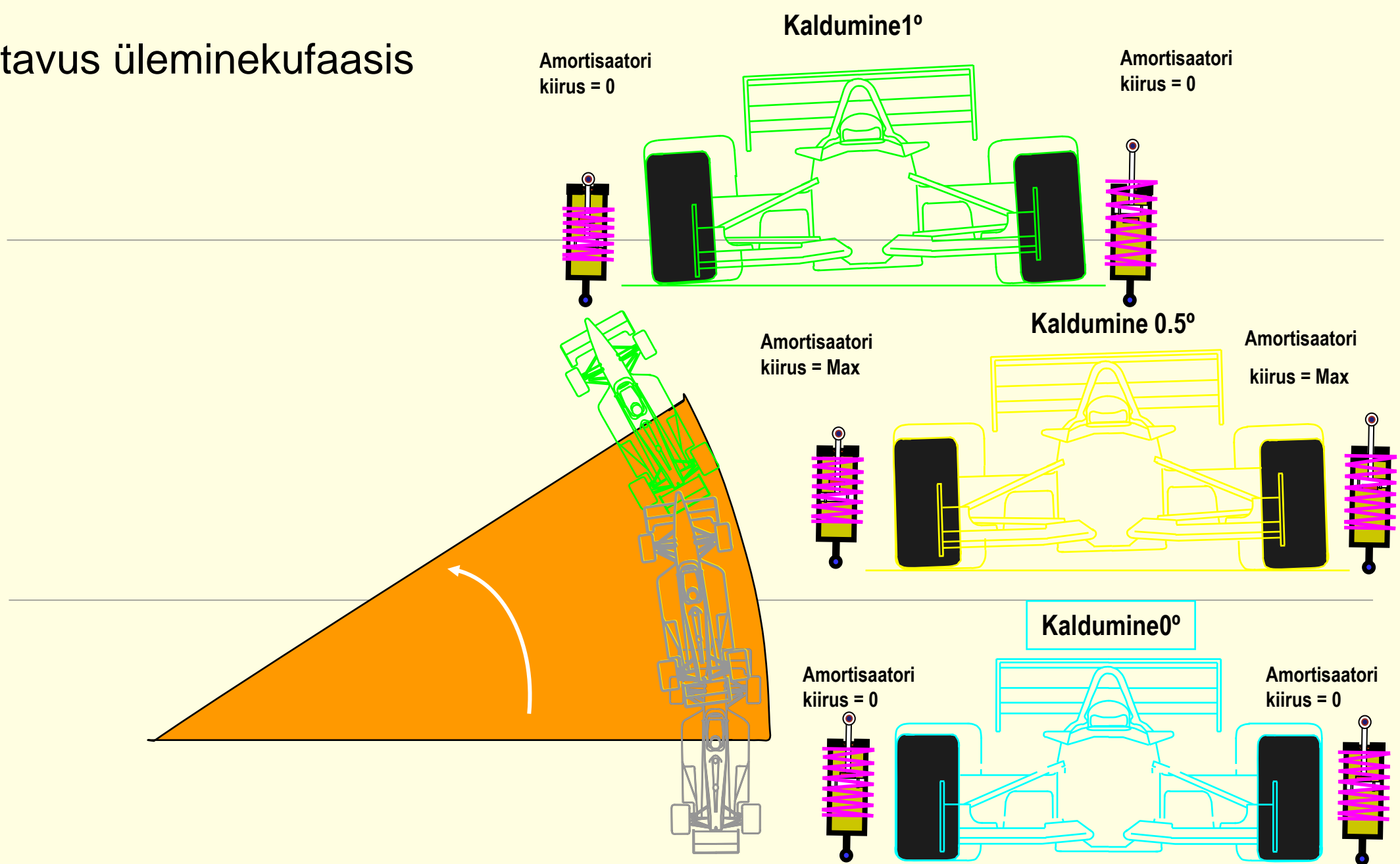
Vähese aerodünaamilise survejõuga autodel kasutatakse madala amortisaatori kiiruse jaoks sumbuvuse suhtarvu 0,7 – 1,2



Juhitavus üleminekufaasis

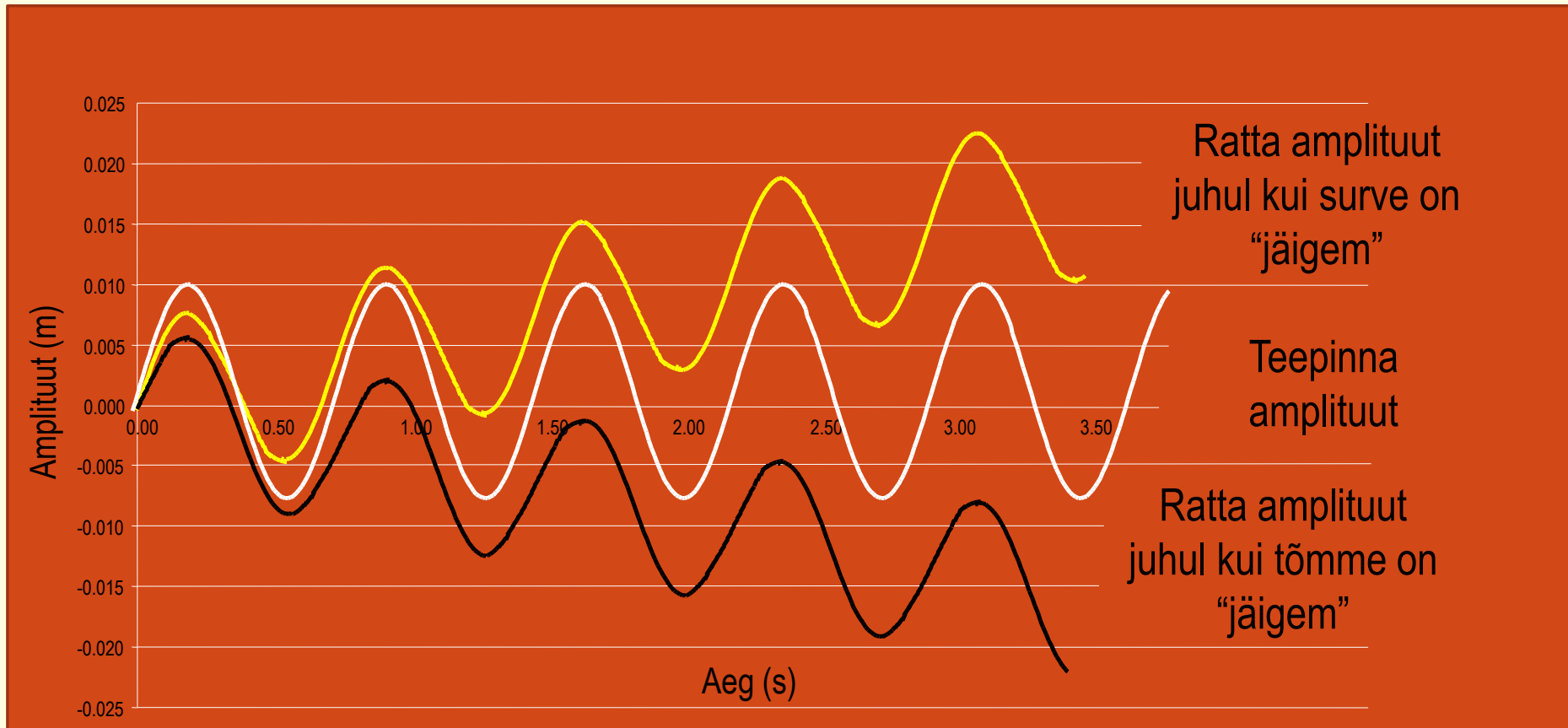


Juhitavus üleminekufaasis



Amortisaatorite seadistamine

- ✓ Juhul kui amortisaatori “tõmbe” osa on jäigem, siis pidevate teekonaruste korral autokere (vedrustatud mass) langeb
- ✓ Juhul kui amortisaatori “surve” osa on jäigem, siis pidevate teekonaruste korral autokere (vedrustatud mass) tõuseb



Amortisaatorite seadistamine

Amortisaatorite ülesanded:

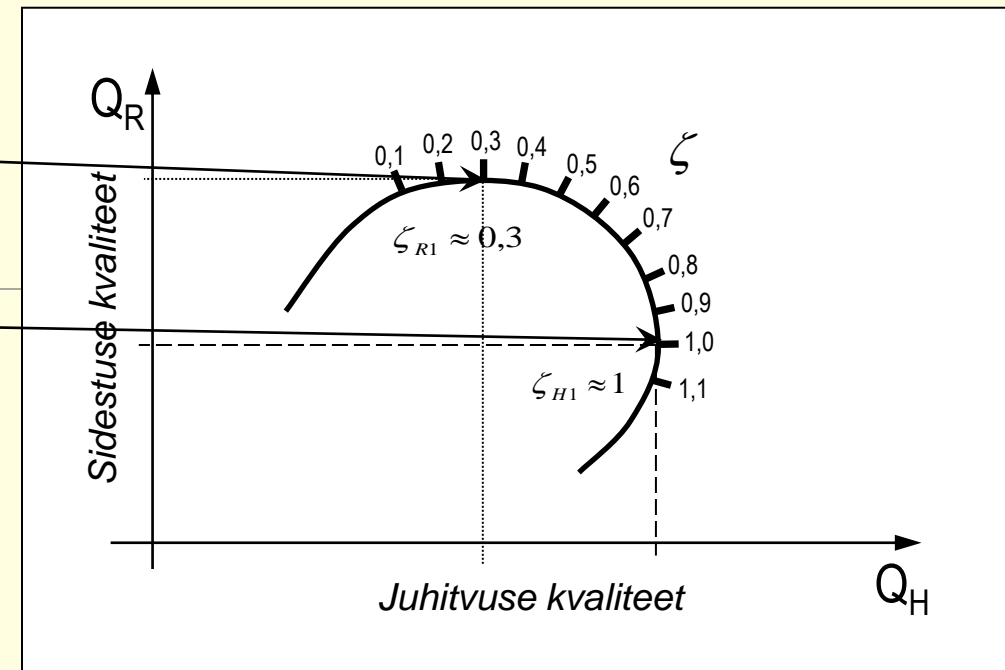
1. Võnkumiste summutamine maksimaalse sidestuse saavutamiseks. Eesmärgiks on tagada võimalikult ühtlane rehvi ja teepinna vaheline vertikaaljõud
2. Võnkumiste summutamine sõidumugavuse saavutamiseks
3. Juhitavuse tagamine

Kuidas mida saavutada???

Parim sidestus on sumbuvus suhtarvu 0,3 korral

Parim juhitevus on sumbuvus suhtarvu 1,0 korral

Olenevalt teekatte kvaliteedist, juhi oskustest ja tee iseloomust võivad ideaalsed sumbuvus suhtarvud ka muutuda. Seega on amortisaatorite seadistamine alati kompromiss ning ideallset seadet ei ole olemas!



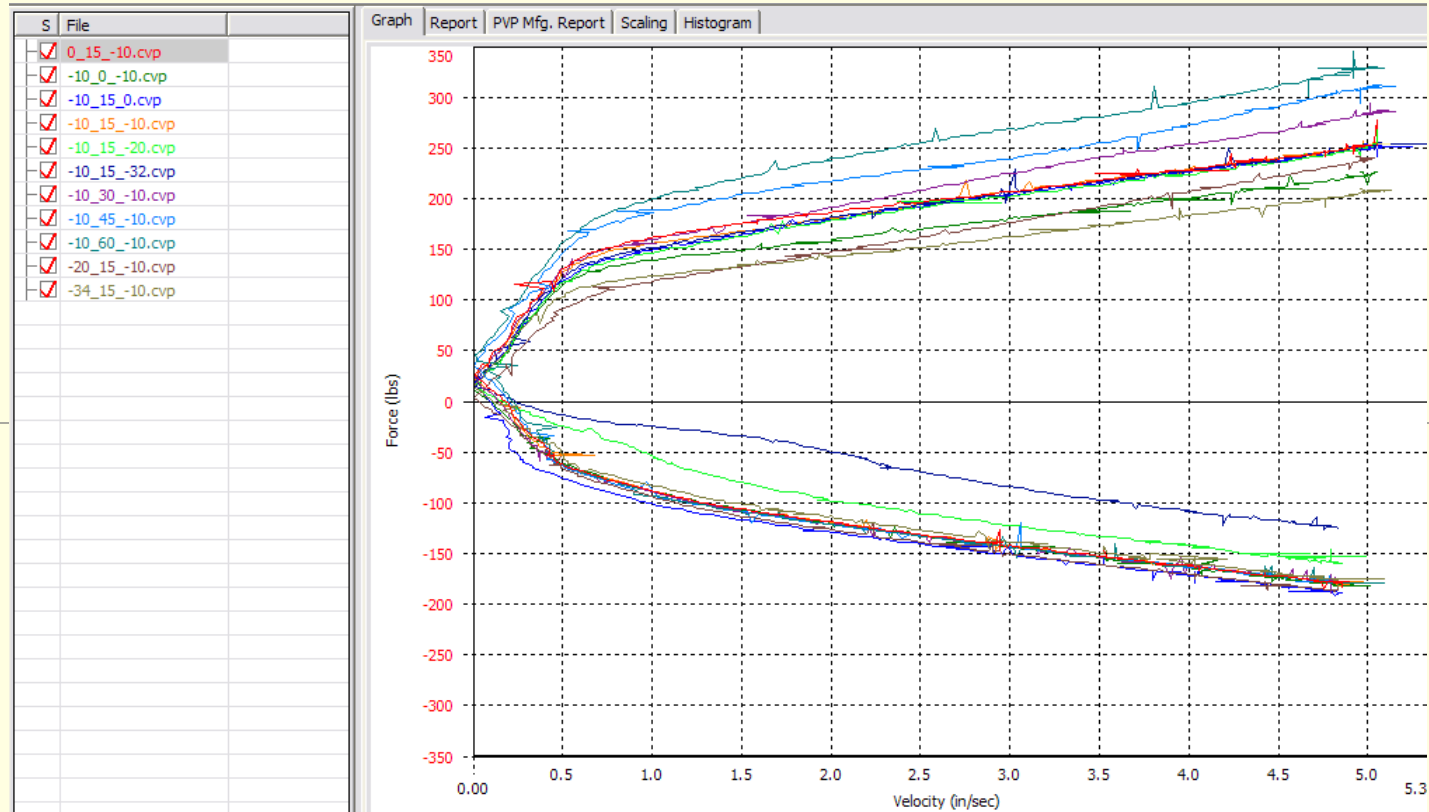
Amortisaatorite seadistamine

- ✓ Juhitavuse tagamiseks peavad amortisaatorid kontrolli all hoidma auto kere kaldumise kiirust ning kaalu ümberjaotumist.
 - ✓ Mida “jäigemad” on amortisaatorid, seda aeglasemalt ja vähem auto kere kurvis kaldub ning seda kiirem on kaalu ümberjaotumine ja külgsidestuse teke. Eriti mõjutab see auto käitumist kurvi sisenemisel ning kurvist väljumisel.
 - ✓ Eriti oluline on amortisaatorite osa juhitavuses kiiretes S kurvides, kus iga kurvi osa kestab väga lühikest aega ning “pehmete” amortisaatorite korral ei jõua ühe kurvi kaalu ümberjaotumine veel lõppeda kui toimub sisenemine järgmisesse kurvi. Selle vältimiseks kasutatakse tihtipeale sumbumise suhtarvu >1 .
-

Amortisaatorite seadistamine

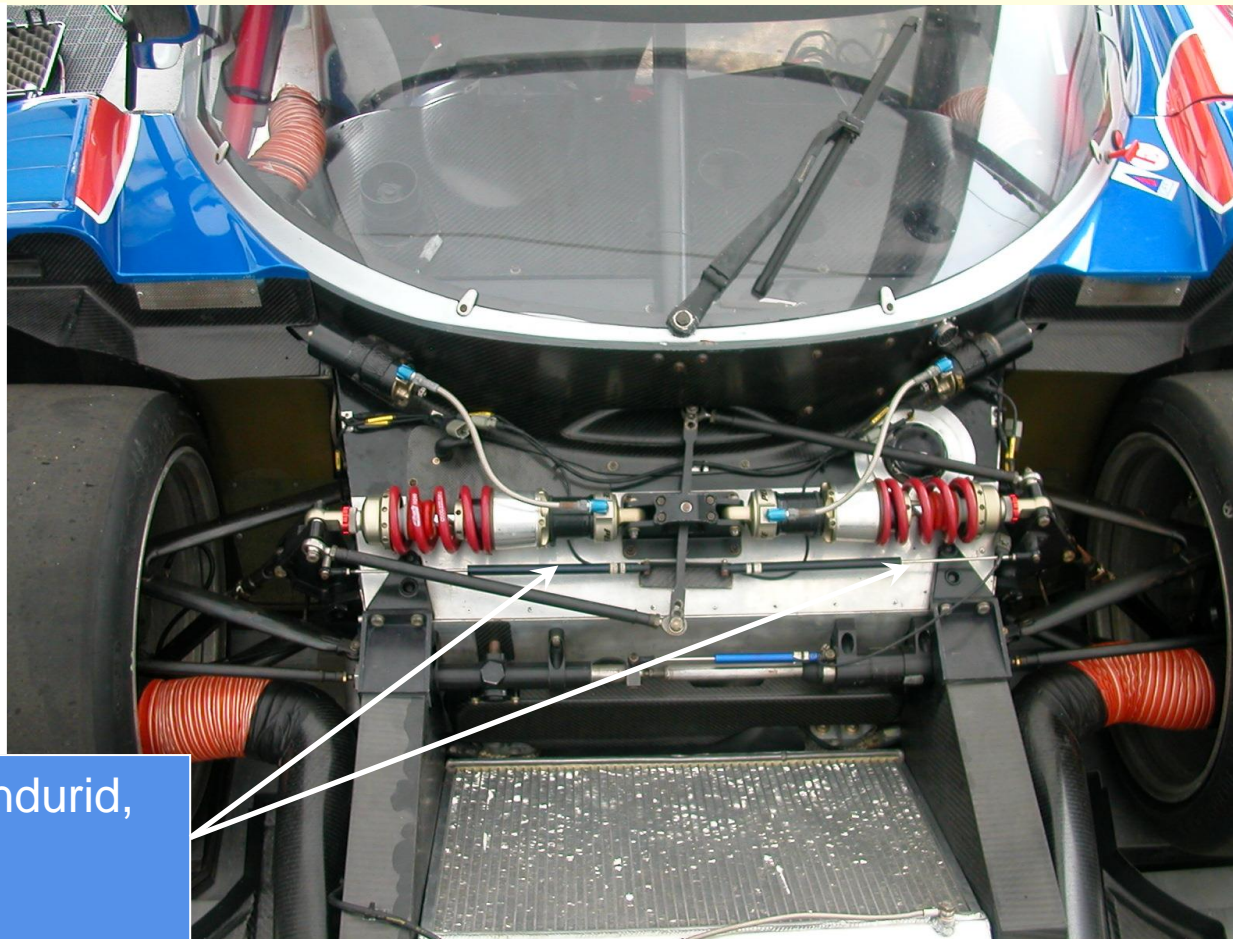


1. Amortisaatorid ehitatakse vastavalt etteantud karakteristikutele ja reguleerimisulatusesele.
2. Testitakse amortisaatori testipingis erinevate seadetega



Amortisaatorite seadistamine

3. Esmaseks amortisaatori seade valimiseks lähtutakse valitud vedrudest ja soovitud sumbuvuse suhtarvust.
4. Rajal testides seadistatakse amortisaatoreid lähtuvalt juhi tagasisidele, raja iseloomule ja vedrustuse analüüsile

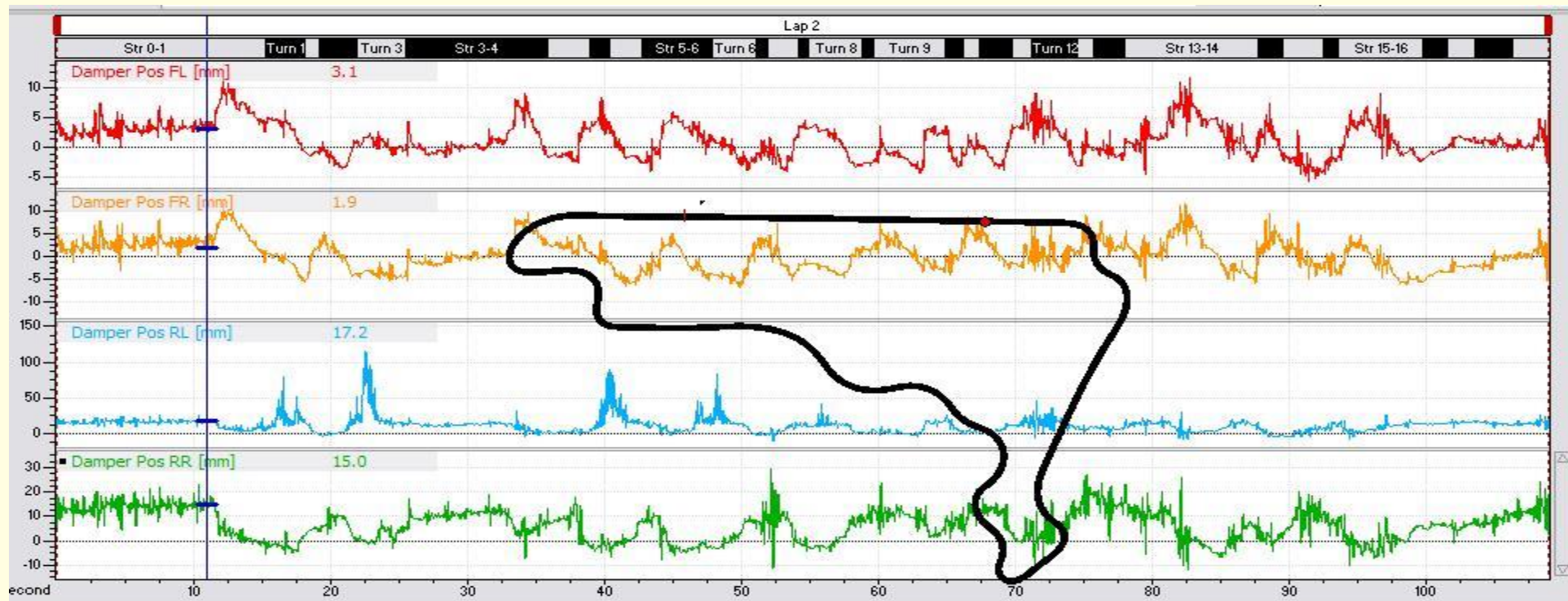


Vedrustuse jälgimiseks on andurid, millede näit läheb infot salvestavasse seadmesse

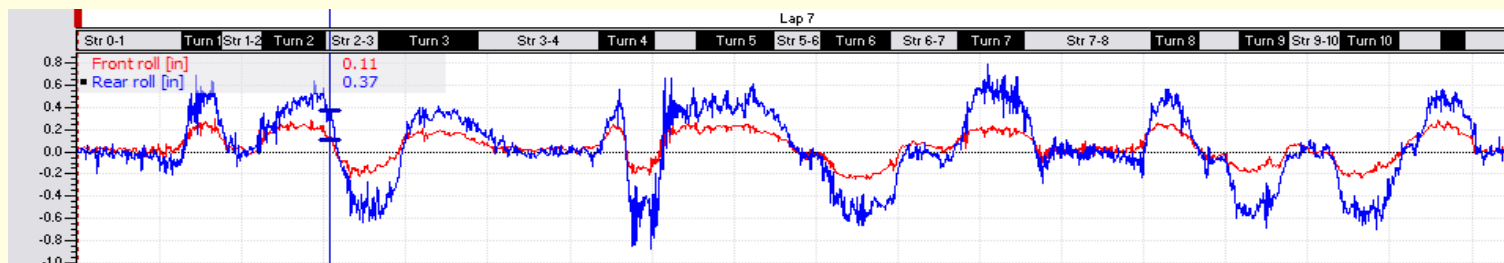


Amortisaatorite seadistamine

Vedrustuse liikumist on võimalik hiljem uurida ja analüüsida

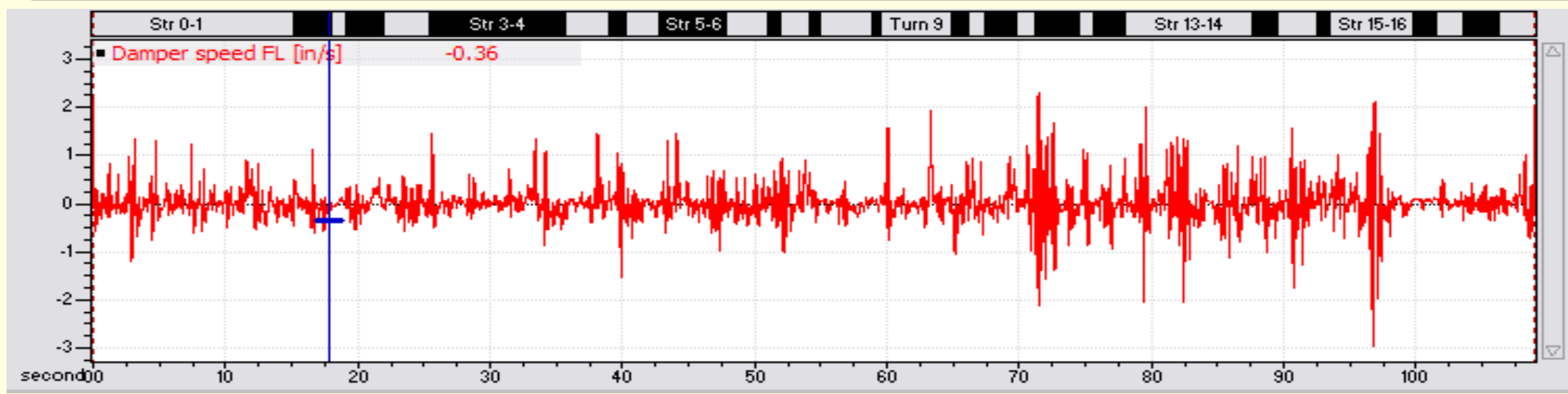


Üks lihtsamaid parameetreid mida arvutada on külgekaldumine. NB! Esi- ja tagatelje külgekaldumine ei ole võrdne.



Amortisaatorite seadistamine

Otsestelt amortisaatorite analüüsiks vaadeldakse amortisaatorite kiirusi ehk asendi muutumise kiirust (asendi tuletis)



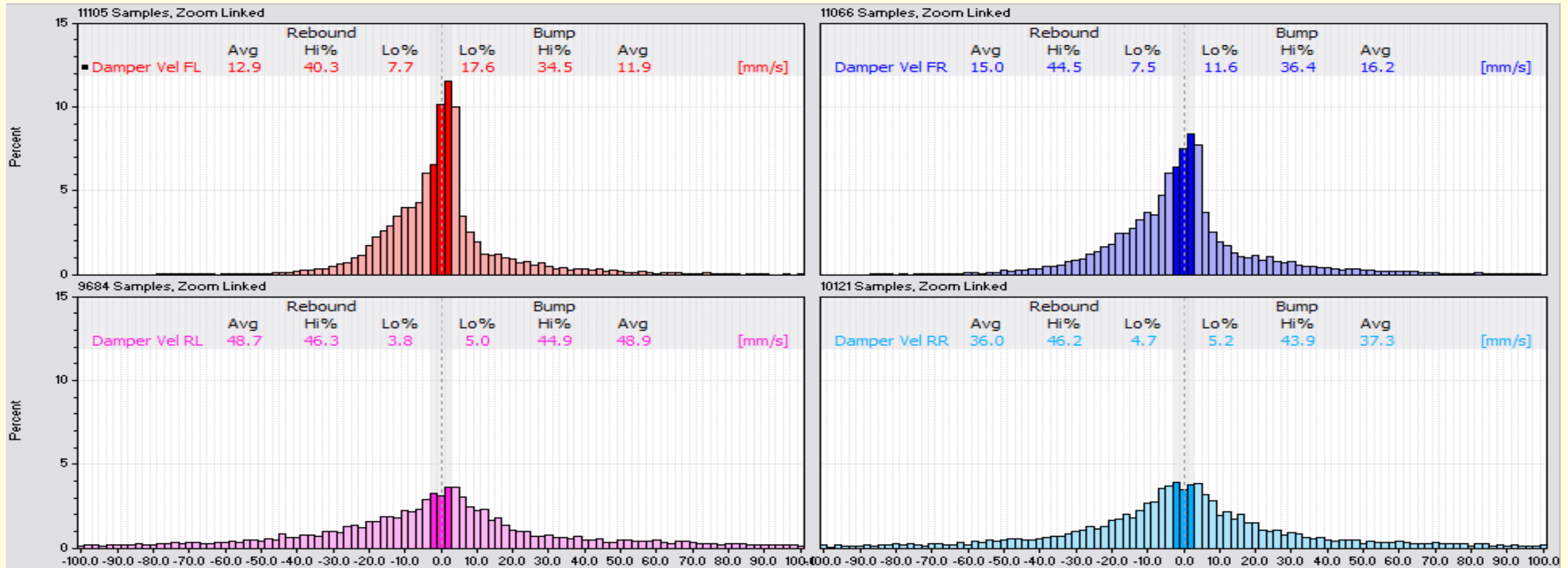
Kuna sellisel kujul infost on pea võimatu midagi kasulikku välja lugeda, siis esitatakse amortisaatorite dünaamikat histogrammidena



Amortisaatorite seadistamine

Vedrustuse histogrammi puhul püütakse tavajuhul saada histogrammi tõmbe ja surve pool võrdseks ehk et amort oleks statistiliselt tõmbel sama kaua aega kui surveel. Eriti oluline on madala kiiruse osa.

Madala ja kõrge kiiruse piiriks on võetud 25 mm/s.



Amortisaatorite seadistamine

- ✓ Amortisaatori kiirusest saab järeldada ka teekonaruste hulka ja/või iseloomu.

