

# BrakeWIN

Ja teoreettinen jarrulaskenta

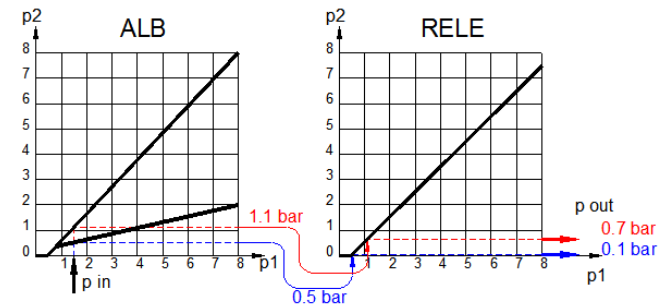
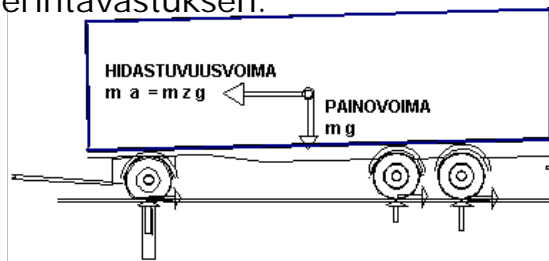


# Teoreettinen jarrulaskenta

Pyritään saamaan oikea jarrutussuhde autojen ja perävaunujen välille. Lisäksi pyritään suhteuttamaan jarrutehot akselikohtaisesti.

Laskenta ottaa huomioon mm seuraavat seikat:

- Painon siirtyminen jarrutettaessa perävaunun etuakselistolle.
- Akseleiden tuentatavan vaikutus.
- Telirakenteessa tapahtuva jarrumomenteista johtuva telin akselien välinen painon siirtymä.
- Em. Painon siirtymästä aiheutuvat telien painopisteiden siirtymät ja näiden vaikutus edellä mainittuihin asioihin.
- Järjestelmän venttiilien toimintakuvaajat ja säätöarvot sekä niiden yhteisvaikutuksen.
- Jarrujen "heräämispaineet" akseleilla ja kalvosylintereissä.
- Rengaskoot.
- Vierintävastuksen.



## BrakeWIN

# Tarvittavat lähtötiedot

Laskentatapa on matemaattisesti melko monimutkainen esim. 4-akselisen perävaunun laskennassa ohjelma ratkaisee mm. 8 tuntemattoman ja 8 yhtälön yhtälöryhmän 38 kertaa.

Laskennan lähtötiedoiksi tarvitaan seuraavat asiat:

- Perävaunun akseliväli, telivälit
- Akselipainot (akselimassat) kuormattuna ja ilman kuormaa
- Painopisteen korkeus kuormattuna ja ilman kuormaa
- Teliakselistojen tuentarakenne
- Akselien jarrutiedot
- Rengaskoko
- Kalvosylinterit ja jarruvivut
- Venttiilit ja niiden toimintakuvaajat
- ALB-venttiileille asetettavat säätösuhteet / EBS venttiilin säädöt
- Seisontajarrun tiedot

The image shows a technical document for a 3-axle trailer. It includes a hydraulic diagram of the braking system and a data entry form. The diagram is labeled '3-akselisen puoliperävaunun jarrutiedot' and shows three axles with various components like valves and cylinders. The form includes fields for axle data, brake types, and EBS/ALB settings.

**2.2 In case of vehicles of category O<sub>1</sub>**  
*(Bei Fahrzeugen der Klasse O<sub>1</sub>, Pour des véhicules de catégorie O<sub>1</sub>, Per i veicoli della categoria O<sub>1</sub>, Et en cas de los vehículos de categoría O<sub>1</sub>, No caso dos veículos de categoria O<sub>1</sub>)*

Test type: <i>Arvosteluajatus / Tipo d'essai / Tipo di prova</i>	0	III
Annex 11, Appendix 2 point 1 <i>Allegato 11, appendice 2 punto 1</i>	3.5.1.2	3.5.3.1
Annex 11, Appendix 2 point 2 <i>Allegato 11, appendice 2 punto 2</i>	3.5.3.2	3.5.3.2

**Test speed**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Brake actuator position**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Number of brake**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Duration of one brake**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Brake force decay**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Brake efficiency**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Actuator stroke**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**Brake input torque**  
*Arvosteluvälihuippu / Vitesse d'essai / Velocità di prova / Velocidade de ensaio / Velocidade de ensaio*

**3-akselisen puoliperävaunun jarrutiedot**

**1** Diagram showing the hydraulic system for three axles. Components include valves, cylinders, and lines. Labels include 'Tilattu' and 'Lähtö'.

**2** Data entry form for axle information. Fields include 'Akseli 1', 'Akseli 2', and 'Akseli 3'. Sub-sections include 'Jarrutyyppi' (Brake type) and 'Seisontajarru' (Parking brake).

**3** Data entry form for EBS and ALB settings. Fields include 'EBS venttiili' (EBS valve) and 'ALB venttiili' (ALB valve).

**4** Data entry form for brake air venting. Fields include 'Jarruakseli' (Brake axle) and 'Venttiili' (Valve).

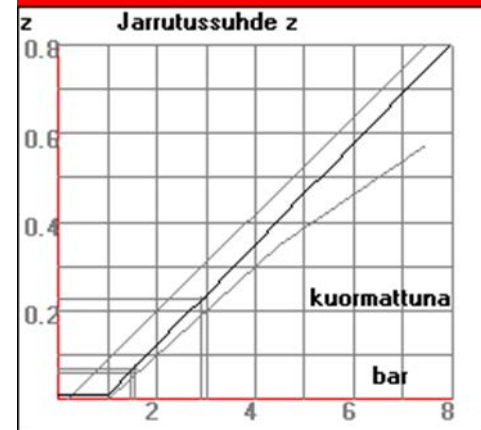
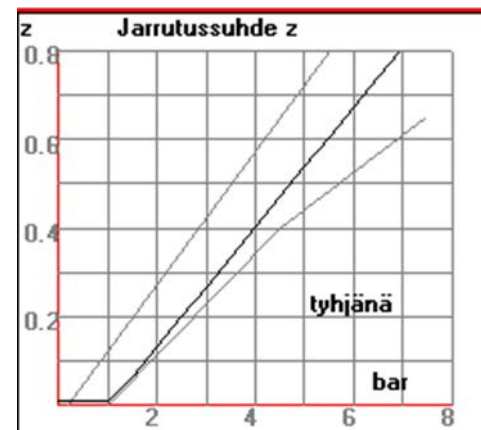
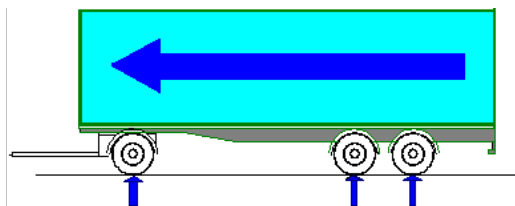
**5** Data entry form for parking brake. Fields include 'Vaihtoväli' (Gear range) and 'Säätösuhteet' (Adjustment ratios).

# Teoreettinen jarrulaskenta

## Jarrukäytävät

- Kaikki perävaunut sopivat jarrujen puolesta kaikkiin vetoautoihin, kunhan kuvaajat pysyvät jarrukäytävissä
- Perävaunun jarrutussuhde  $z$  tarkoittaa perävaunun kaikilta pyöriltä yhteenlasketun jarruvoiman suhdetta perävaunun koko painoon eri ohjauspaineilla.
- Jarrutussuhdekuvaajien pitää kokonaisuudessaan asettua säännöissä määriteltyjen rajojen väliin eli ns. jarrukäytävään. Jarrukäytävä on määritelty erikseen kuormatulle ja tyhjälle perävaunulle.
- Puoliperävaunun jarrukäytävä ei ole aina sama vakiokäytävä, vaan se lasketaan perävaunun mittojen mukaan. Tällä otetaan huomioon painon siirtyminen perävaunusta vetoautoon.

$$z = \frac{\text{jarruvoimien summa (N)}}{\text{perävaunun paino (N)}} = \frac{J}{G}$$



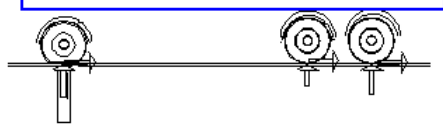
# Jarrutussuhde

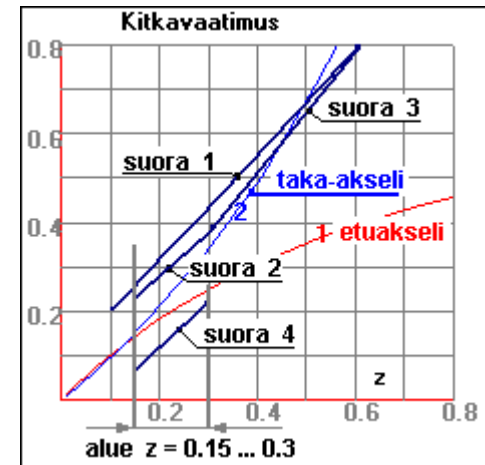
# Kitkan tarve jarrutuksessa

Kitkavaatimuskuvaajat näyttävät kunkin akselin osalta erikseen, miten suuri tien ja renkaan välisen kitkan on vähintään oltava, ettei akseli lukkiutuisi.

1. Etu- ja taka-akselin lukkiutumisraja on ylempi rajaviiva, suora 1. Akselien kitkakuvaajat eivät saa mennä tämän ylärajaviivan yli (ainakin yhden akselin telistä on pysyttävä viivan alapuolella)
2. Alueella jarrutussuhde  $z = 0.15 - 0.3$  etupyörien tulee lukkiutua ennen takapyöriä. Tällä alueella etuakselin kuvaajan pitää olla ylempänä kuin taka-akselin kuvaajan.
3. Ellei kohdan 2 ehto täyty; pitää akselikohtaisten kuvaajien olla 2 ja 4 välisellä alueella, eikä taka-akselin kuvaaja saa myöskään ylittää viivaa 3.

Kohtien 2 ja 3 lukkiutumisjärjestystä koskevan ehdon katsotaan täyttyvän, jos vähintään yhden etuakselin ja yhden taka-akselin pyörät täyttävät vaaditut rajat

$$\text{kitkavaatimus} = \frac{\text{akselin jarruvoima}}{\text{akselipaino}}$$




# Kitkavaatimus

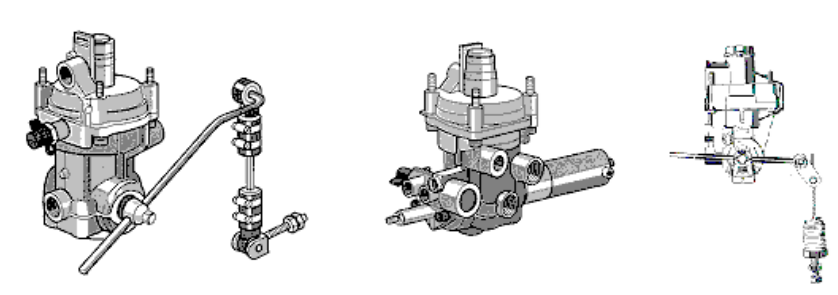
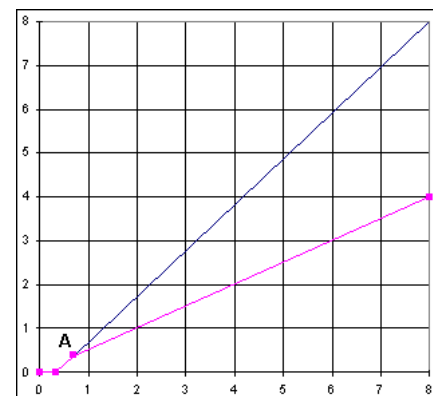
## ALB säätösuhde

- Säätösuhteen  $i$  ja paineiden yhteys on eri venttiileillä erilainen, esimerkiksi viereisen kaavan mukainen
- Säätösuhde ei siis ole pelkästään sisään tulevan paineen suhde ulostulevaan paineeseen, paitsi niillä venttiileillä, joilla kuvaajan taitepiste A on kohdassa 0,0 .
- Kaavasta seuraa, että näin laskettu säätösuhde voi olla lukuarvoltaan pienempi kuin 1, esim 0,93, vaikkei venttiili pystykään lisäämään painetta.
- Venttiiliä asennettaessa huomioitavaa:  
**Säätösuhde ei ole sama asia kuin ulostuleva paine.**

$$i = \frac{p_1 - 0.7}{p_2 - 0.4}$$

$p_1$  = sisääntuleva paine

$p_2$  = ulostuleva paine



# ALB venttiilit

- EBS venttiileissä voidaan vaikuttaa käyrään paljon tarkemmin
- EBS jarruilla varustetun perävaunun ei tarvitse täyttää jarrukäytävä vaatimuksia tyhjälle perävaunulle. BrakeWIN ohjelmassa rajaviivat kuitenkin näytetään himmeänä.
- Kun aloitetaan uusi laskenta EBS-perävaunulle BrakeWIN:issä on otettava heti alusta lähtien malliksi EBS-vaunu.

EBS

KNORR TEBS ES2050

Ohjauspaine pm [bar] 6.5

Akseli	akselipaino tyhjänä	jousipalkkeiden paine	Jarrupaine tyhjänä
1	2750		2.2
2	2750		2.2
3	2500		2.2
4	2500		2.2

Ohjauspaine pm [bar] 0.8 2 6.5

akselipaino kuormattuna	jousipalkkeiden paine	Jarrupaine kuormattuna
9000		0.5 1.5 6
9000		0.5 1.5 6
10000		0.5 1.5 6
10000		0.5 1.5 6

Default values data ok

OK

Avaa laskelmaa

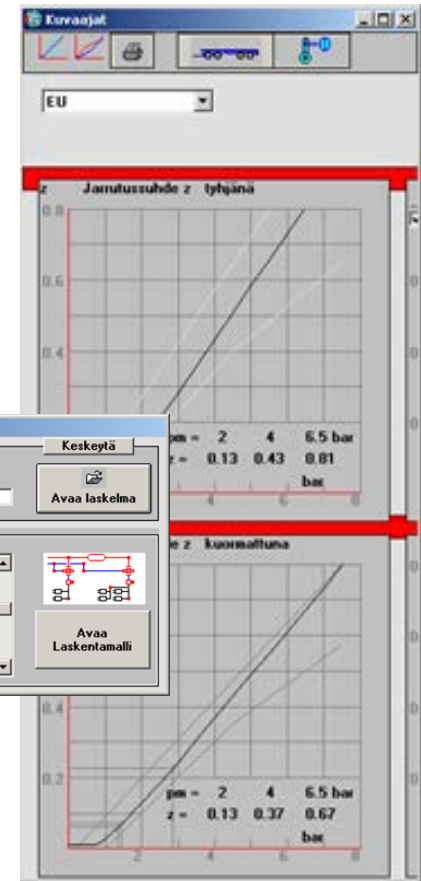
Keskeytä

Avaa laskelmaa

BrakeWIN Laskentamalli:

- 2-akselinen varsinainen perävaunu (lehtijousitus)
- 2-akselinen varsinainen perävaunu KNORR EBS
- 2-akselinen varsinainen perävaunu WABCO EBS
- 3-akselinen varsinainen perävaunu (ilmajousitus)
- 3-akselinen varsinainen perävaunu (lehtijousitus)
- 3-akselinen varsinainen perävaunu KNORR EBS
- 3-akselinen varsinainen perävaunu WABCO EBS

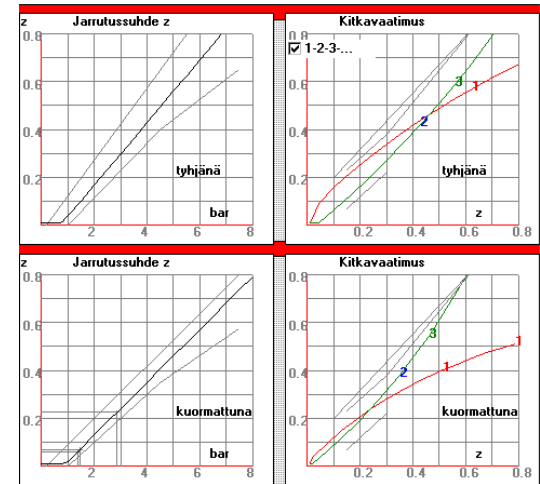
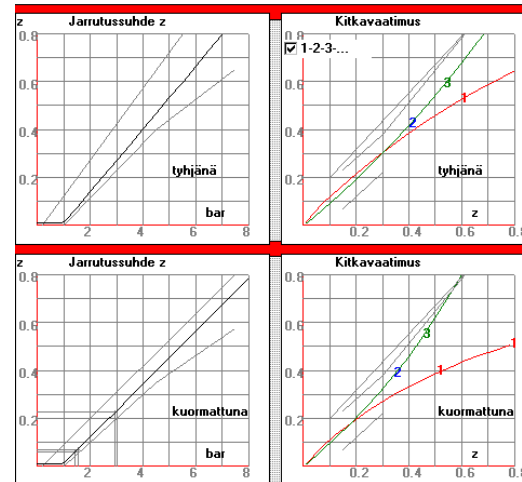
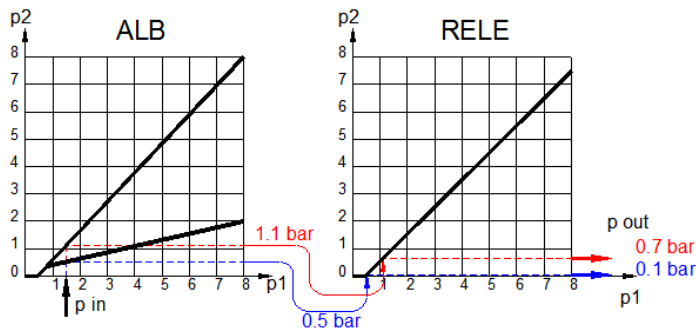
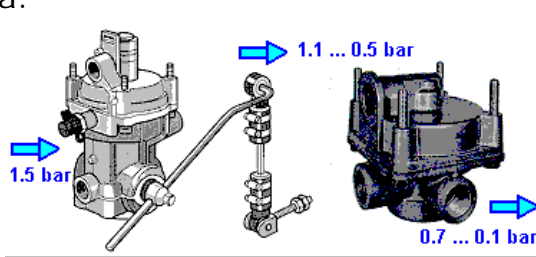
Avaa Laskentamalli



# EBS vaunut

# Erilaiset venttiilit

- Jarrujen käyttäytymiseen vaikuttaa koko venttiiliketju
- Erityyppisten venttiilien asennus eteen ja taakse voi tuottaa yllättäviä tuloksia jarrukäytäviin
- Ylhäällä samanlaiset rele-venttiilit edessä ja takana, alemmassa erityyppiset releventtiilit takana.



# Venttiiliketjun yhteisvaikutus

# L81/55 18.3.98 Jarrujen häipymistesti

*1.1. Tämän liitteen 1.4 kohdan mukaisesti tyyppi I- ja tyyppi III -häipymistesteistä voidaan luopua ajoneuvon tyyppihyväksynnän aikana, jos jarrujärjestelmän osat noudattavat tämän lisäyksen vaatimuksia ja ennakoitu jarrutusteho täyttää tämän direktiivin vaatimukset asianomaiselle ajoneuvoluokalle.*

- Test Type 0 (1.2.1.1.) Jarrujen on oltava kylmät. Jarrun katsotaan olevan kylmä, kun jarrulevystä tai jarrurummun ulkopinnalta mitattu lämpötila on alle 100 °C.
- Test Type I (1.3.1.) Testi toistuvien jarrutuksien annetun ohjeen mukaisesti
- Test Type II (1.4.1.) Mäkitesti. Jarruihin syötettävän energiamäärä vastaa alamäkiajoa 6% kaltevuudessa, 30 km/h:n keskinopeudella 6 km:n matkan
- Test Type III (1.6.) Häipymistesti. Mitataan jäljellä olevaa jarrutustehoa kovan jarrurasituksen jälkeen. 20 kerran kovassa jarrutustilanteessa (60 s yhtäjaksoinen jarrutus 60 km/h vauhdista, jarrutus vastaa  $3\text{m/s}^2$  perävaunun hidastuvuutta)

## Anhang VII

# BrakeWIN

## • Anhang VII tulostus

### ANHANG VII Calculation

Axle 1 SAF Z11-4220 TDB 0456  
Prüfbericht: TDB 0456  
Axle 2 SAF Z11-4220 TDB 0456  
Prüfbericht: TDB 0456  
Axle 3 SAF Z11-4220 TDB 0456  
Prüfbericht: TDB 0456  
Axle 4 SAF Z11-4220 TDB 0456  
Prüfbericht: TDB 0456

1

Test Type III z = 30% (pm = 3,77) 2

Braking forces in Test I and Test II  
Achse 1 Pe=12000kg : T III = 27224 N = 23,13%Pe (Te = 53500 N)  
Achse 2 Pe=12000kg : T III = 31968 N = 27,16%Pe (Te = 53500 N)  
Achse 3 Pe=12000kg : T III = 27322 N = 23,21%Pe (Te = 53500 N)  
Achse 4 Pe=12000kg : T III = 25133 N = 21,35%Pe (Te = 53500 N)

3

Calculated actuator stroke (mm)

Achse 1 sp=75 s=68 mm  
Achse 2 sp=75 s=80 mm  
s > sp !!  
Achse 3 sp=75 s=68 mm  
Achse 4 sp=75 s=63 mm

4

Actuator force (N) pm=6.5 bar

Axle 1 pz=6,3bar ThA = 7458N  
Axle 2 pz=6,3bar ThA = 7458N  
Axle 3 pz=6,3bar ThA = 7458N  
Axle 4 pz=6,3bar ThA = 7458N

5

Brake force (N)

Axle 1 T = 36793 N  
Axle 2 T = 36793 N  
Axle 3 T = 36891 N  
Axle 4 T = 36891 N

6

Braking rate of the vehicle

Test Type 0 z= 0.52 (=E) Test Type III z= 0.40 7  
>= 0.40  
>= 0,60 E = 0.31 8

## Lukujen tulkinta L81/55->(18.3.98)

1. Akselin tyyppi ja hyväksyntä nro
2. 30% hidastuvuuteen vastaava mittauspaine pm
3. Pe on akselivalmistajan sallima massa. T III = kehitetty jarruvoima vastaavalla mittauspaineella (pm), oltava pienempi kuin Te 53500 N. Kohdassa O4 jarrujen testiprotokollissa (§ 4.2.1.)
4. S = laskettu jarrusylinterin iskupituus joka vastaa laskennassa valittua jarruvipua  
Sp = Suurin sallittu iskupituus jonka jarrusylinterin valmistaja sallii (§ 4.3.1.1.)
5. Jarrusylinteristä saatava maksimi työntövoima (ThA) testiprotokollan antamalla ohjauspaineella, pz = sylinteripaine (§ 4.3.1.2.). Tarkistetaan myös nokkaan kohdistuva momentti. Tämä ei saa ylittää jarrulle suurinta sallittua momenttia.
6. Jarrujen lasketut jarrutustehot kohdassa 5 saaduilla sylinterivoimilla. Lisäksi renkaan säde R ei saa olla pienempi kuin  $0.8 \times R_e$  (testin aikana käytetty renkaan säde). Virhe suomenkielisessä käänöksessä (§ 4.3.1.4.)
7. Perävaunun hidastuvuus kohdassa 6 lasketuilla nokkaan kohdistuvasta momentista sekä  $T_0$  että  $T_{III}$  testiարջոյն mukaan laskettuna.
8. Hidastuvuus z on oltava  $\geq 0.4$  (§ 1.6.2.) sekä kuumajarrutusteho ( $T_{III}$ )  $\geq 0.6 \times T_0$  mukaan lasketusta hidastuvuudesta (§ 1.3.3.1.)

# Anhang VII laskenta

The image displays the BrakeWIN software interface, which is used for calculating and configuring brake systems. The main window shows a list of axle configurations (e.g., 3-axle, 2-axle, 3-axle) and their corresponding parameters. A secondary window allows for selecting axle types (e.g., SNF 420x200, SAF RS 11242) and configuring their properties, such as axle spacing and weight. A third window shows the selection of a cylinder (e.g., KNORR BZ-76.. 30/30) and its specifications. The bottom right window displays a grid of graphs showing the relationship between various parameters (e.g., pressure, force, cylinder pressure) for different axle configurations. The graphs are labeled with 'tyhjänsä' (empty) and 'kuormattuna' (loaded). The bottom right window also displays the calculated results for the selected configuration.

**Valittu akseli**

**Jarruvivun pituus**  
30 / 127 => 44180 N

**Sylinterin merkki**  
KNORR  
BZ-76.. 30/30 (11500N)

**Jarrusylinterin v**

**Suositusvoima**  
46000

**Curves**

$p(z = 62) = 1.47$   
 $p(z = 73) = 1.56$   
 $p(z = 22.5z) = 2.92$   
 Seinontajavaroitus OK!  
 kikkalava OK!

 **BrakeWIN**

**BrakeWIN**