

Ville Wessman

# Raskaan Autokaluston Jarrusovituksen Tutkiminen Eri Ohjelmistoilla

Opinnäytetyö  
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma  
T496SN

Tammikuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  15.1.2010	
<b>Tekijä(t)</b>  Ville Wessman	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma	
<b>Nimeke</b>  Raskaanajoneuvokaluston jarrusovituksen tutkiminen		
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Työn tarkoituksena oli tutkia kuorma-auton jarrusovitusta ja vertailla eri mittausohjelmistojen tuloksia. Työn alussa tutustuttiin kuorma-auton paineilmajarrujärjestelmään sekä komponentteihin, jotka ovat oleellisia jarrusovituksen kannalta. Lisäksi tarkasteltiin Ajoneuvohallintokeskuksen antamia raja-arvoja paineilmajarruilla varustetuille N2- ja N3 -kuorma-autoille ja niihin kytkettäville O3- ja O4 -perävaunuille.</p> <p>Työssä oli yhteistyökumppaneina mikkeliläisiä katsastusyriä, jotka suorittivat nykyaikaisin menetelmin jarrusovitusmittauksen Scania -kuorma-autoon. Lisäksi kuorma-autolla suoritettiin tiehidastuvuusmittaus VBOX -hidastuvuuslaitteistolla. Saatuja mittaustuloksia vertailtiin toisiinsa.</p> <p>Jarrusovitusmittauksissa oli selkeitä eroja. Myös tiehidastuvuusmittaus erosi selkeästi muista tuloksista. Erot johtuivat pääosin jarrujen lämpövaihtelusta ja siitä, että testattava ajoneuvo on ollut ajamattomana pitkän aikaa.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Kuorma-auto, paineilmajarrujärjestelmä, jarrusovitus		
<b>Sivumäärä</b>	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Kari Ehrnrooth	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>	

## DESCRIPTION

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences	<b>Date of the master's thesis</b>  15.1.2010	
<b>Author(s)</b> Ville Wessman	<b>Degree programme and option</b> Automotive engineering	
<b>Name of the master's thesis</b>  Brake adjust research of heavy vehicle		
<b>Abstract</b> The purpose of my bachelor's thesis was to study the compressed air brake system of heavy vehicles and their brake adjustment. I studied how the performance results of different MOT –stations differ.  I made an empirical study. I drove the truck to different MOT –stations and carried out the tests. The tests showed different results at different stations. The results depend at least on the temperature of the brakes.		
<b>Subject headings, (keywords)</b>		
<b>Pages</b>	<b>Language</b>	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	PAINEILMAJARRUJÄRJESTELMÄ.....	1
2.1	Jarrupiirit.....	2
2.1.1	Syöttöpiiri.....	2
2.1.2	Etujarrupiiri.....	3
2.1.3	Takajarrupiiri .....	3
2.1.4	Seisontajarrupiiri .....	3
2.1.5	Perävaunujarrupiiri.....	4
3	JARRUVOIMAAN VAIKUTTAVAT KOMPONENTIT .....	5
3.1	Pyöräjarrulaitteet .....	5
3.1.1	Rumpujarrut.....	5
3.1.2	Levyjarrut .....	8
3.1.3	Jarrusylinterit .....	9
3.1.4	Jarruvivut.....	10
3.2	Ajoneuvon perävaunun ohjausventtiili.....	11
3.3	Kuormantunteva venttiili (ALB) .....	11
3.4	Releventtiili .....	12
4	KUORMA-AUTON JARRUJA KOSKEVAT VAATIMUKSET.....	12
4.1	Perustarkastus .....	12
4.1.1	Perustarkastuksen sisältö.....	13
4.2	Laaja tarkastus .....	14
4.2.1	Laajan tarkastuksen sisältö .....	14
5	JARRUSOVITUS .....	15
5.1	Vääränlainen jarrusovitus.....	15
5.2	Jarrukäytävä.....	16
6	JARRUJEN SUORITUSARVOJEN LASKENTA.....	17
6.1	Jarrujen suoritusarvojen laskenta käsin.....	17
6.1.1	Kuormattu akseli.....	18
6.1.2	Tyhjä akseli.....	19
6.2	Jarrujen suoritusarvojen laskenta tietokoneavusteisesti.....	19

6.2.1	Etelä-Savon Katsastus.....	20
6.2.2	A-Katsastus.....	21
6.2.3	K1-Katsastajat.....	22
6.2.4	Itse suorittamani jarrutestaus Dymatic -ohjelmistolla.....	22
6.3	Jarrutestausraportin tulkitseminen.....	23
6.4	Jarrujen suorituskyvyn arviointi tiehidastuvuusmittauksella .....	26
6.5	Testaustulosten vertailu .....	26
6.5.1	Käsin laskennan ja tietokonelaskennan tulosten vertailua .....	29
7	ONGELMAT JARRUSOVITUS MITTAUKSISSA.....	31
8	YHTEENVETO.....	32

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

## **1 JOHDANTO**

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan eri menetelmien avulla kuorma-auton jarrusovitusta sekä niiden korrelaatiota. Olennaisena osana työhön kuuluu niin sanotun jarrukäytävän tulkitseminen sekä eri akseleiden jarruvoimien jakautumisen vaikutus jarrukäytävään. Jarrujen suorituskykyä analysoidaan teoreettisin laskelmin, jarrudynamometrimittauksin, erilaisten tietokoneavusteisten jarrujen mittaussjärjestelmin sekä tiehidastuvuusmittauksien perusteella. Työssä hyödynnetään mikkililäisiä katsastusasemia sekä korjaamoja, jotka omaavat jarrusovituksen tutkimiseen tarkoitettua tietokoneavusteiset laitteet. Lisäksi käytetään satelliitin kautta toimivaa hidastuvuusmittaria, jonka omistaa Mikkelin ammattikorkeakoulu Oy.

Työn alussa syvennytään kuorma-auton sekä varsinaisen perävaunun paineilmajärjestelmään sekä komponentteihin, jotka ovat oleellisia jarrusovituksen kannalta.

Työssä tutustutaan Ajoneuvohallintokeskuksen antamiin paineilmajarruin varustettujen kuorma-autojen sekä niihin kytkettävien perävaunujen jarrujärjestelmän tarkastusohjeisiin. Nämä edellä mainitut ohjeet pohjautuvat Liikenneministeriön määrittämiin vaatimuksiin.

Työssä kohdeautona on Scanian kuorma-auto, joka on varustettu perinteisellä paineilmajarrujärjestelmällä sekä kuormantunnistavalla mekaanisella venttiilillä. Auto oli kuormattuna riittävän jarrupaineen aikaansaamiseksi. Lisäksi tiehidastuvuusmittauksen yhteydessä mitattiin jokaisen pyörän lämpötila jarrurummun päältä.

## **2 PAINEILMAJARRUJÄRJESTELMÄ**

Paineilmajarrujärjestelmällä varustettuun raskaaseen ajoneuvoon on tehtävä jarrujen tarkastus vuosikatsastuksen yhteydessä. Paineilmajärjestelmän testaukseen ja tarkastamiseen on kehitetty laitteistoja, joilla voidaan vakuuttaa ajoneuvon jarrujen suorituskyvystä.

Paineilmajarrujärjestelmä on kehitetty nimenomaan raskaaseen ajoneuvokalustoon joutu-  
tuen suurista massoista. Kuljettaja ohjaa jalallaan poljinventtiiliä, joka päästää halutun  
määrän paineilmaa jarrusylintereihin. Tästä seuraa ajoneuvon hidastuminen, joka ei  
pelkällä jalkavoimalla onnistuisi. Seuraavissa kohdissa esitellään keskeisimmät paineil-  
majarrujärjestelmän komponentit.

## **2.1 Jarrupiirit**

Jarrujärjestelmä on jaettu viiteen jarrupiiriin; syöttöpiiri, etujarrupiiri, takajarrupiiri,  
seisontajarrupiiri sekä perävaunun vetoon tarkoitetuilla ajoneuvoilla perävaunun jarru-  
piiri. Nämä viisi eri jarrupiiriä voivat toimia täysin toisistaan riippumattomina vaikka  
yksi piiri olisikin vaurioitunut. Paineilmapiirejä voi olla enemmänkin, kuten ilmajousi-  
tukselle tai vaikkapa nousukapellille.

### **2.1.1 Syöttöpiiri**

Paineilma kuorma-autossa aikaansaadaan ilmakompressorilla. Ilmakompressori saa  
käyttövoimansa yleensä ajoneuvon moottorilta hammaspyörävälityksellä. Säiliöpaineen  
noustessa riittävän korkeaksi, paineensäädin ohjaa kompressorin niin kutsuttuun jouto-  
käyntivaiheeseen. Kun paine on laskenut raja-arvoon, kompressori puristaa jälleen il-  
maa järjestelmään. Jos esimerkiksi järjestelmään tulisi tukkeuma, on kompressorilta  
lähtevässä paineilmaputkessa oltava varoventtiili vaurion estämiseksi. /1, s. 75/

Paineilmajärjestelmän vakiopaineen säilyttämiseksi on kehitetty paineensäädin. Se on  
yleensä ilmankuivaimen yhteydessä ja se toimii lisäksi järjestelmän varoventtiilinä. Niin  
kuin jo edellä todettiin, paineen säädin ohjaa kompressoria järjestelmän paineen mu-  
kaan. /1, s. 75/

Ulkoilma sisältää aina jonkin verran kosteutta, ja sitä varten paineilmajärjestelmässä on  
ilmankuivain. Ilmankuivaimessa on raemaista ainetta, johon kompressorilta tuleva ilman  
kosteus imeytyy paineen vaihtelun vaikutuksesta. Kosteus tiivistyy lauhdevedeksi joka  
tyhjentyy kompressorin ollessa joutokäynnillä. Ilmankuivaimen pohjassa on sähkövas-  
tus joka pitää kosteuden sulana lämpötilan laskiessa alle nollan. Vanhemmissa kuorma-  
autoissa on pakkassuojalaite, joka pumppaa järjestelmään jäänestöainetta. Tämä neste

on aika ajoin tyhjennettävä painesäiliöiden pohjassa olevista vedenpoistiventtiileistä. /1, s. 56/

Nelipiirisuojaventtiili on ilmankuivaimen jälkeen. Se jakaa ilmaa eri piireihin tärkeys järjestyksessä. Jos jokin piiri vuotaa liikaa, sulkeutuu ilman syöttö siihen piiriin koko järjestelmän tyhjentämisen välttämiseksi. /1, s. 56/

### **2.1.2 Etujarrupiiri**

Nelipiirisuojaventtiililtä ilma siirtyy etupiirin paineilmasäiliöön, poljinventtiiliin sekä paineanturiin. Paineanturin yhteydessä on myös painevahti, joka varoittaa summerilla liian alhaisesta säiliöpaineesta. Kuljettajan ohjatesa poljinventtiiliä, käyttöpaine pääsee käyttäjarrusylintereihin aikaansaaden jarrutuksen. Perävaunun vetoon tarkoitettussa autossa ohjauspaine pääsee myös perävaununohjausventtiilille, joka siirtää paineilman perävaununohjauspaineletkuun. /1, s. 57/

### **2.1.3 Takajarrupiiri**

Takajarrupiirin säiliöön paine tulee niin ikään nelipiirisuojaventtiililtä. Ilma menee myös poljinventtiilille ja takajarrupiirin paineanturille sekä painevahdille. Poljinventtiiliä painettaessa ohjauspaine menee kuormantunnistavan venttiilin (ALB) kautta releventtiilille ja sieltä edelleen käyttäjarrusylinterille. Lukkiutumattomalla jarrujärjestelmällä varustettussa ajoneuvossa ABS -säätöventtiilit sijaitsevat releventtiilin ja käyttäjarrusylinterin välillä. /1, s. 58/

### **2.1.4 Seisontajarrupiiri**

Seisontajarru kytketään aina ajoneuvoa pysäköitäessä tai pysähdyttyä pitemmäksi aikaa. Kuorma-auton seisontajarrupiiri saa käyttövoimansa jäykistä jousista, jotka ovat jarrusylinterin sisällä. Tämä jousi toisin sanoen vapautetaan silloin kun kytketään seisontajarru päälle. Kun seisontajarru vapautetaan, jousijarrusylinterin jousen puoleiseen päähän ohjataan paineilma, joka pitää jousen puristuksissa. Jos seisontajarrupiiri vuotaa liikaa tai järjestelmäpaine laskee liian alhaiseksi, jousijarrusylinterin jouset vapautuvat aikaansaaden jarrutuksen.



Seisontajarrupiirin paine on rajoitettu paineenrajoitusventtiilillä 8 baariin tasaisen paineen takaamiseksi. Paineenrajoitusventtiilille ilma tulee nelipiirisuojaventtiililtä, josta se johdetaan seisontajarrupiirin ilmasäiliölle. Seisontajarrupiirin säiliönpaine on lisäksi varattu perävaunun jarruja varten. Matalapaineilmaisoin ilmoittaa varoitusvalolla ja summerilla liian alhaisen järjestelmäpaineen. /1, s.59/

Seisontajarrupiiri on varustettu varmistinventtiilillä, joka estää jarrujen tahattoman vapautumisen järjestelmän täytön aikana. Varmistinventtiili sijaitsee kuorma-auton hytissä seisontajarrunohjausvivun välittömässä läheisyydessä. Jos seisontajarruvipu on auki asennossa, varmistinventtiilin kytkin nousee yläasentoon järjestelmäpaineen ollessa liian alhainen. Järjestelmän täytyttyä jarrut vapautuvat painamalla varmistinventtiilin kytkin pohjaan.

### **2.1.5 Perävaunujarrupiiri**

Paineilmajarrujärjestelmällä varustettu ajoneuvo, jolla vedetään O3 – tai O4 –luokan perävaunua, on varustettava perävaunujarrupiirillä. Kuten jo edellä todettiin, perävaunujarrupiiri käyttää samaa paineilmasäiliötä seisontajarrupiirin kanssa. Ilma kulkee nelipiirisuojaventtiilin kautta paineenrajoittimelle ja sieltä edelleen perävaununohjausventtiilille. Perävaununohjausventtiiliin on yleensä integroitu releventtiili paineilman siirtymisen nopeuttamiseksi. /1, s.61/

Perävaununohjausventtiilistä lähtee kaksi putkea perävaunulle; toinen putki on syöttöputki ja toinen ohjauspaine putki. Syöttöputkessa on jatkuva paine perävaunun paineilmasäiliöiden täyttämiseksi. Ohjausputkessa on paine vain silloin kun painetaan jarrupoljinta. Perävaununohjauspaineputkeen paineilma tulee perävaununohjausventtiililtä. Lisäksi seisontajarrun käsisäätöventtiilin tai perävaunujarrujen käsisäätöventtiilin aikaan saama paineenaleneminen vaikuttavat paineen perävaununohjauspaineputkessa. Näin ollen on varsin monta mahdollisuutta jarruttaa perävaunua, vaikka jokin jarrupiireistä olisikin vioittunut. /1, s.61/

### 3 JARRUVOIMAAN VAIKUTTAVAT KOMPONENTIT

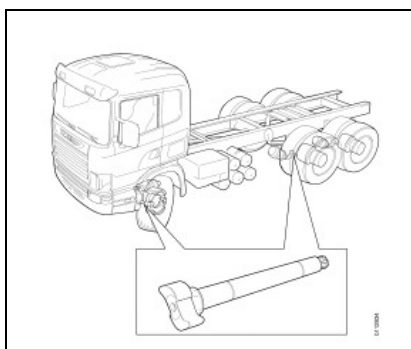
Raskaassa ajoneuvokalustossa riittävä jarrutusvoima on ehdottoman tärkeä jokaisella akselilla. Tämän vuoksi jarrulaitteiden huoltotyöt on tehtävä huolella ja ammattitaidolla. Jos esimerkiksi rasvaus on vähäinen jarrulaitteilla, ne helposti jumittuvat ja ruostuvat aiheuttaen jarrutusvoiman alenemisen. Myös ilmaputkivuodot käyttöjarrupiirissä tai jarrusylinterissä huonontavat jarruvoimaa, joten pienikin ilmavuoto olisi hyvä korjata pikimmiten. Paineilmajarruin varustettujen kuorma-autojen ja perävaunujen jarrujen korjaus on luvanvaraista toimintaa. Seuraavissa kohdissa esitellään eri komponentit, jotka vaikuttavat jarrutusvoimaan.

#### 3.1 Pyöräjarrulaitteet

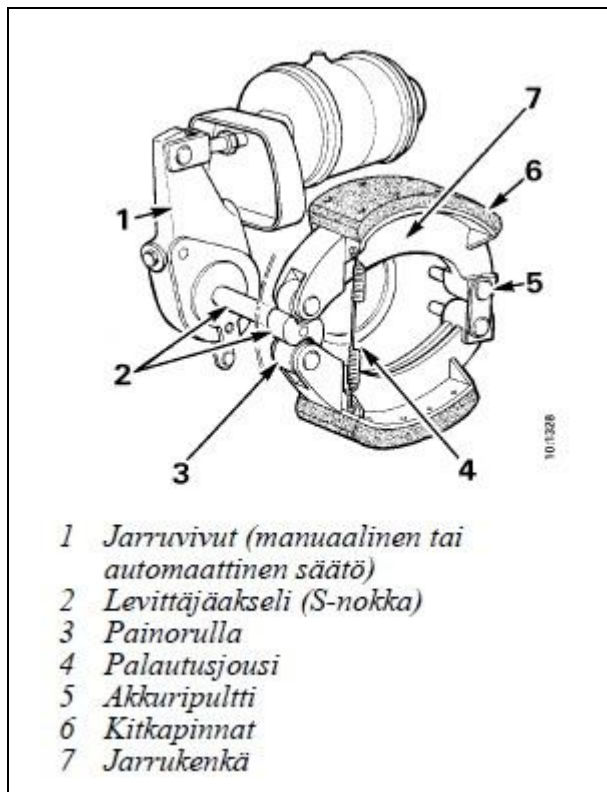
Pyöräjarrulaitteita on kahdenlaisia; rumpujarru ja levyjarru. Molemmilla jarrulaitteilla jarrutusvoima aikaansaadaan paineilmalla toimivalla jarrusylinterillä. Jarrulaitteiden ollessa kunnossa jarruvoima – jarrusylinterin paine –kuvaaja nousee lineaarisesti, eli jarruvoima nousee samassa suhteessa paineen kanssa. Nykypäivänä levyjarrut ovat yleistyneet raskaassa kalustossa valtavasti.

##### 3.1.1 Rumpujarrut

Useissa kuorma-autoissa ja perävaunuissa on s-nokka –tyyppinen rumpujarruratkaisu. Siinä s:n muotoinen levittäjäakseli painaa ylä- ja alapuolisen jarrukengän jarrurumpua vasten aikaansaaden jarrutuksen.



**KUVA 1. Scanian s-nokka akseli /4/**



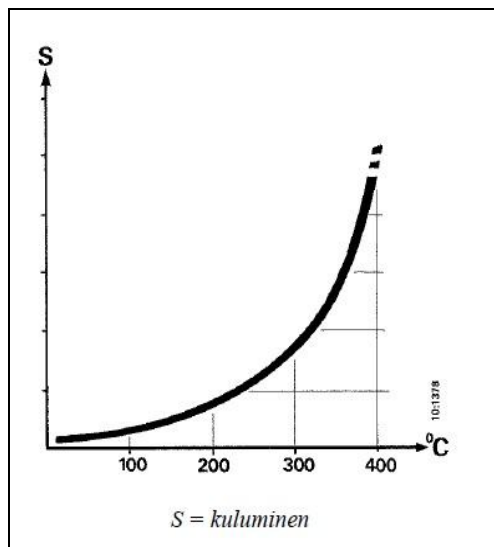
**KUVA 2. Scanian rumpujarrujen komponentit /4/**

Koska raskaassa ajoneuvokalustossa on suuret akselimassat, se asettaa jarrulaitteille suuret vaatimukset etenkin lämpörasituksissa. Ajoneuvon liike-energia muuttuu jarrutuksen yhteydessä lämmöksi. Tämä lämpö syntyy jarruhihnan, jarrukengän kitkapäällysteen ja jarrurummunvälisestä kosketuksesta. Mitä suurempi voima puristaa hihnaa rumpua vasten, sitä suurempi kuumuus syntyy. Tämän vuoksi käyttöjarrun apuna voidaan käyttää moottorijarrutusta ja mahdollisia hidastimia, esimerkiksi pakokaasujarrua.

Jarruhihnan ja -rummun materiaalivalinta on erittäin ratkaiseva jarrutuksessa syntyvässä lämpörasituksissa. Scanian jarruohjeessa todetaan, että hihnan valmistajat eivät paljasta tarkkaan jarruhihnojen täsmällistä koostumusta kilpailusyistä. /4/

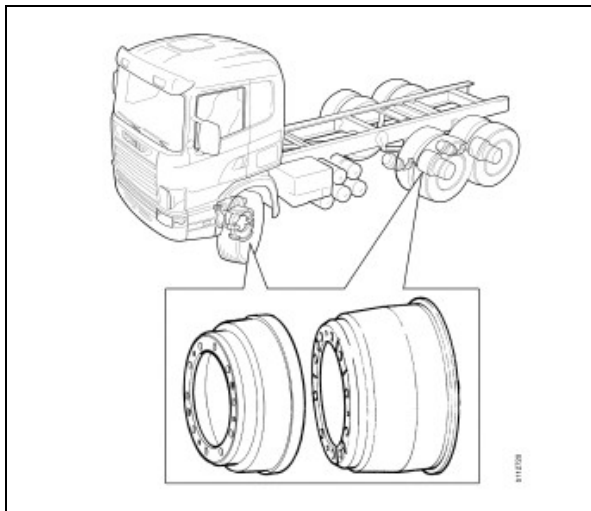
Jarruhihna jaetaan kolmeen eri pääkomponenttiin. Ensimmäinen komponentti on kitkamateriaali, joka vastaa jarruttamisesta. Sen osuus koko jarruhihnasta on noin 50-70 %. Materiaaleina käytetään esimerkiksi rautaa ja lasikuitua. Toinen komponentti on sidosaine, jonka tehtävänä on säilyttää jarruhihnan mitat. Sen osuus on 5-15 % jarruhihnasta. Kolmas komponentti, säätöaine, takaa jarruhihnan kitkan säilymisen korkeissa lämpötiloissa. Tämä muun muassa grafiitista ja hiekasta koostuva aine samalla voitelee päällystettä sekä vähentää liiallista jarrutusta. /4/

Pitkään jatkuvalla kevyellä jarruttamisella, jarruhihna menettää kitkan. Tätä ilmiötä kutsutaan lasittumiseksi ja se heikentää jarrutusvoimaa huomattavasti. Lasittumisessa voiteluaineet (säätöaineet) jarruhihnassa tiivistyvät päällysteen pinnalle. Näin tapahtuu kovemmassakin jarrutuksessa, mutta suurempi lämpötila polttaa pois päällysteen pinnalle tiivistyneen voiteluaineen ja kitka kohoaa normaaliin arvoonsa. Tutkimukset kuitenkin ovat osoittaneet jarruhihnan kulumisen olevan suurimmillaan korkeassa lämpötilassa. Tämän takia onkin tärkeää optimoida lämpötila jarrutuksessa edulliseksi kulumiselle ja toisaalta huomioida mahdollinen lasittuminen.



**KUVA 3. Kitkapintojen kuluminen lämpötilan mukaan /4/**

Jarrurummussa materiaalina käytetään runsasseosteista valurautaa, joka omaa mahdollisimman suuren grafiitti pitoisuuden. Grafiitti edistää lämmön haihtumista. Liian korkea lämpötila aiheuttaa jarrurummussa pintahalkeamia. Pienet halkeamat eivät Scania ohjeen mukaan ole haitallisia. Jos pintahalkeamia on paljon lähekkäin ja niiden syvyys on yli 1 mm, rumpu pitää uusia. Jarrurummun pinnassa saattaa esiintyä myös kuhmuja, jotka johtuvat liiallisesta lämmöstä. Rummun pinta kuumenee ja sen seurauksena pinta yrittää laajentua, mutta rummun materiaalin paksuudesta johtuen se ei voi laajentua. /4/



**KUVA 4. Scanian jarrurummut /4/**

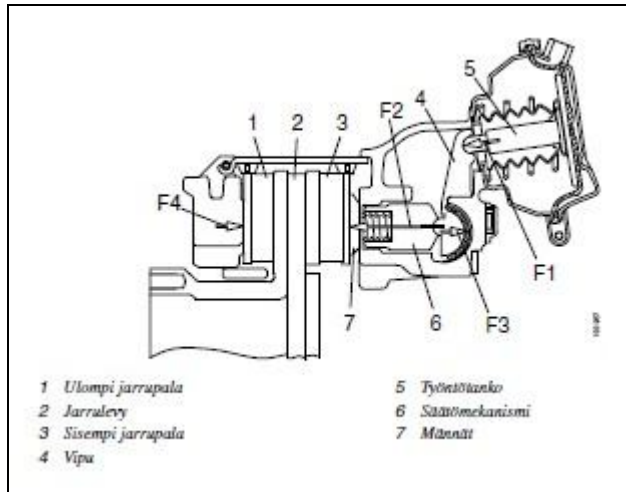
### 3.1.2 Levyjarrut

Levyjarrut ovat lisääntyneet merkittävästi raskaissa ajoneuvoissa viime vuosina. Etenkin maantieliikenteessä lähes kaikissa kuorma-autoissa ja uusimmissa perävaunuissa on levyjarrut. Kuitenkin erittäin raskaissa ajoneuvoissa, kuten tukki- ja sora-autoissa, on vieläkin rumpujarrut suuressa suosiossa. Kuljettajien mukaan rumpujarrut ovat paremmin suojassa kuin levyjarrut, ja siitä johtuen eivät ole niin herkät ulkopuoliselle lialle. Lisäksi rumpujarruissa pystytään helposti vaihtamaan kuluneita komponentteja, kun taas levyjarruissa jarrusatulan jumittuessa joudutaan yleensä vaihtamaan koko satula uuteen.

Levyjarrurakenteessa on jarrutusvoima suurempi kuin rumpujarrurakenteessa johtuen jarrusatulan vipusuhteesta. Siksi levyjarrussa on huomattavasti pienempi jarrusylinteri. Esimerkiksi useissa rumpujarruilla varustetuissa perävaunuissa, joissa etuakselin suurin sallittu massa on 9 tonnia, jarrusylinterin koko on yleensä 24-30 neliötuumaa. Vastavassa levyjarrurakenteessa riittää jopa 16 neliötuuman jarrusylinteri.

Levyjarrujen rakenne lähentelee hyvin paljon henkilöauton nesteellä toimivaa levyjarrurakennetta. Jarrulevy on yleensä tuuletettu ja jarrusatula on niinsanotusti uiva. Jarrusylinterin tuottama työntövoima kiristää uivan satulan jarrulevyä vasten aikaan saaden jarrutuksen.

Kuten jo nykyisissä rumpujarrurakenteissa, on levyjarrurakenteessakin jarrupalojen automaattinen välyksen säätö. Jarrupalan kuluessa, automaattisäätömekanismi säätää jatkuvasti välyksen sopivaksi.



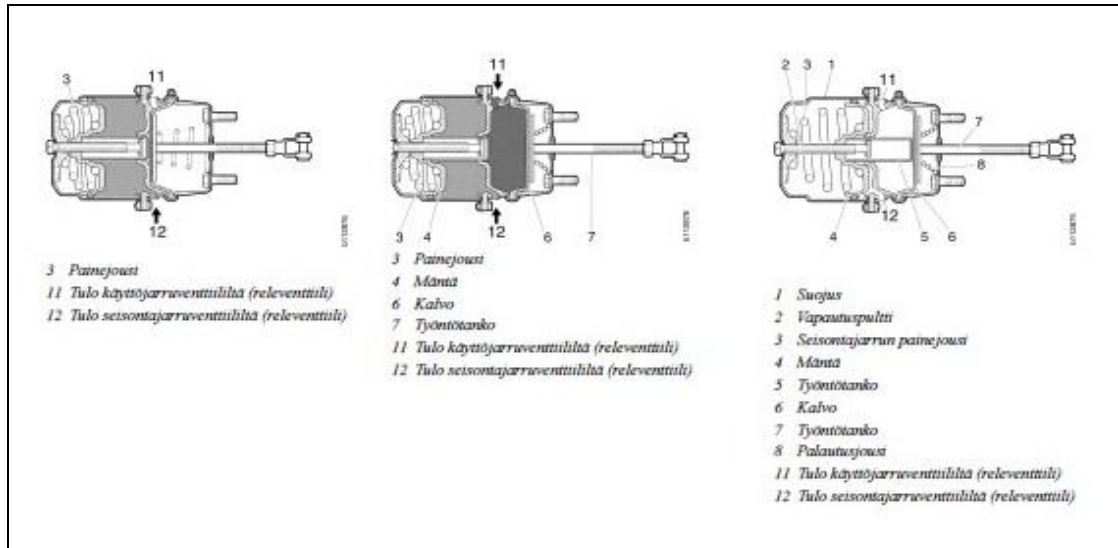
**KUVA 5. Levyjarrujen rakenne Scaniassa /4/**

### 3.1.3 Jarrusylinterit

Jarrusylinteriä kutsutaan kansankielellä jarrukelloiksi. Jarrusylinterissä on kalvo, joka työntää paineilman vaikutuksesta painetankoa ulos jarrusylinteristä aikaan saaden puristavan voiman jarrulaitteistolle. Jarrusylinteriä on monenkokoisia, 10 neliötuumasta 36 neliötuumaan. Yleisimmät jarrusylinterin koot ovat 20 - tai 24 neliötuumaa. Jarrusylinteriä on myös jousella varustettuja. Nämä jousijarrusylinterit toimivat seisontajarruventtiilin ohjauksella. Tällä on haluttu varmistaa ajoneuvon paikalla pysyminen, vaikka järjestelmän paine laskisi nolleen.

Jousijarrusylinteri on huomattavasti suurempi ulkoisilta mitoiltaan kuin tavallinen kalvosylinteri. Siinä on kaksi ilman sisäänmenokanavaa. Toinen kanava toimii käyttöjarrulla ja toinen silloin kun käytetään seisontajarrua. Seisontajarrupiiriosiossa jo todettiin, että paineilma pitää jousijarrusylinterin jousen kasassa. Eli normaali ajotilanteessa seisontajarrupiirissä on paine koko ajan pitämässä seisontajarrun vapaalla. Jos seisontajarrujärjestelmään tulee liian suuri vuoto, voivat jouset vapautua ja aikaansaada jarrutuksen. Tällöin on vuoto korjattava tai jousi kierrettävä jousijarrusylinterin ulkoseinämällä olevalla siihen soveltuvalla kierretangolla. Kierretangon päässä on mutteri johon käy 22

mm:n kiintoavain tai hylsy. Tämän jälkeen on muistettava että seisontajarrua käytettäessä kyseessä oleva pyörä on jarruton.

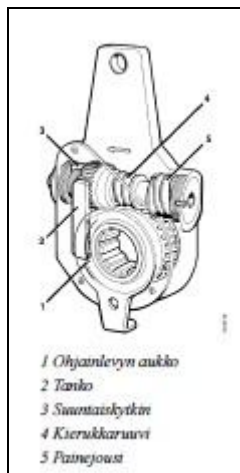


**KUVA 6. Jousijarrusylinterin komponentit ja toimintaperiaate /4/**

### 3.1.4 Jarruvivut

Rumpujarrujen vipurakenne on selvästi nähtävillä ja niiden pituutta on helppo muuttaa. Rumpujarrujen jarruvivut ovat pituudeltaan 100-180 mm. Jarrutusvoima kasvaa jarruvipua pidennettäessä, mutta sitä ei saa tehdä ilman ajoneuvon valmistajan lupaa. Levyjarruissa jarruvivut ovat jarrusatulan sisällä, eikä niiden säätöjä voi muuttaa.

Jarruvivut olivat ennen 1990 –lukua käsisäätöisiä. Nykyään on tullut pakolliseksi automaattisesti säätävät jarruvivut. Nämä automaattisesti säätävät vivut pitävät jarruhihnan ja rummun välyksen aina samana.



**KUVA 7. Automaattisesti säätävä jarruvipu /4/**

### 3.2 Ajoneuvon perävaunun ohjausventtiili

Perävaunun ohjausventtiilillä ohjataan perävaunun jarruja. Perävaunun ohjausventtiiliä kutsutaan myös perävaunun releventtiiliksi. Venttiili on liitetty seisonta- ja perävaunun jarrupiirin syöttöpaineeseen. Perävaunun jarruja ohjataan etu- ja takapiirin ohjauspaineilla sekä seisontajarrun ja käsisäätöventtiilin ohjauspaineella. /1, s. 118/

Venttiilissä on toiminto, joka vertaa vetoauton ohjauspainetta sekä perävaunun ohjauspainetta. Jos paine-ero on liian suuri, esimerkiksi perävaunun ohjauspaineletkun rikkoutuminen, releventtiili tyhjentää perävaunulle menevän syöttöputken aikaan saaden perävaunun hätäjarrutuksen. Näin ollen ajoneuvoyhdistelmällä on täysin mahdollista jarruttaa, vaikka ohjauspaineletku auton ja perävaunun väliltä olisi kokonaan poikki.

Scanian kuorma-autoissa, jotka on tarkoitettu perävaunun vetoon, on jo tehtaalla säädetty perävaunun releventtiilin ennakko 0,3 baariin. Tämä ennakko tarkoittaa sitä, että perävaunu jarruttaa 0,3 baaria aikaisemmin kuin vetäjä.

### 3.3 Kuormantunteva venttiili (ALB)

Kuormantunteva venttiili on sijoitettu ajoneuvon takapiiriin. Se säättää jarrupainetta suuremmalle, kun ajoneuvo on kuormattu. Kuormantunteva venttiili sijaitsee takapiirin ohjauspaineletkussa ennen releventtiiliä. Kuormantunteva venttiili tunnetaan myös ni-



mellä ALB –venttiili, joka tulee saksankielisistä sanoista Automatisch-Lastabhängige Bremskraftregler /1, s. 91/.

Kuormantuntevia venttiilejä on kahdenlaisia: mekaanisella vivulla varustettu venttiili, joka säätyy kuorman mukaan sekä pneumaattisesti ilmajousipalkeen paineen mukaan toimiva venttiili.

ALB –venttiilin toiminta ja säätö tarkastetaan vuosikatsastuksen yhteydessä. Jäljempänä käymme tarkemmin läpi ALB –venttiiliä koskevat määräykset.

### **3.4 Releventtiili**

Jotta taka-akselin jarrutus olisi etuakselin kanssa samanaikaista, on ajoneuvoon sijoitettava releventtiili johtuen pitkästä käyttöjarruventtiilin ja takimmaisen akselin jarrusylinterin etäisyydestä. Releventtiili nopeuttaa paineen kulkua jarrusylinterille. Siihen tulee ensin pieni ohjauspaine, jonka seurauksena jarrusylinterit saavat paineen suoraan säiliöltä. Kun jarrutus on päättynyt, paine poistuu releventtiilin pohjan kautta.

## **4 KUORMA-AUTON JARRUJA KOSKEVAT VAATIMUKSET**

Ajoneuvohallintokeskuksen toimittamassa raskaiden ajoneuvojen paineilmajarrujen tarkastusohjeessa kuorma-autot ja perävaunut jaetaan kahteen tarkastusluokkaan, perustarkastus ja laajatarkastus. Näiden ohjeiden mukaisesti katsastushenkilö voi suorittaa jarruille vaadittavan tarkastuksen. Ohjeen mukaisesti tehty jarrujen tarkastus osoittaa kuorma-auton tai ajoneuvoyhdistelmän hidastuvuuden ja hallittavuuden. Näiden tarkastustulosten perusteella ajoneuvon jarrujärjestelmä voidaan todeta hyväksytyksi vuosikatsastuksessa. Seuraavissa kohdissa tutustutaan perustarkastuksen ja laajan tarkastuksen sisältöön. /2, s. 5/

### **4.1 Perustarkastus**

Ajoneuvohallintokeskuksen ohjeen mukaan perustarkastus tehdään paineilmajarruin varustetuille 1.1.1973 tai sen jälkeen käyttöönotetuille ajoneuvoille. Perustarkastus

riittää museorekisteröidyille ajoneuvoille ja perävaunuille, joissa ei ole kuorman tuntevaa venttiiliä, sekä elektronisella jarrujärjestelmällä varustetuille kuorma-autoille ja perävaunuille. Myös kuorma-autoille riittää perustarkastus, jotka eivät ole varustettu O3- tai O4 –luokan perävaunun vetoon tarkoitettulla laitteistolla. /2, s. 5/

#### 4.1.1 Perustarkastuksen sisältö

Perustarkastuksessa ajoneuvon jokainen akseli käytetään jarrudynamometrillä ja tietokoneavusteisesti mitataan jarruvoimat sekä sylinteripaineet. Näistä tuloksista saadut hidastuvuusennusteet tulee toteutua taulukossa 1 olevissa minimihidastuvuus vaatimuksissa.

**TAULUKKO 1. Perustarkastuksen hyväksymisrajat katsastuksessa /2, s.16/**

Ajoneuvolaji	Z <sub>Mini- mi</sub>	Mitattu Z <sub>kokoajoneu- vo</sub>	Mitattu Z <sub>Etuakseli</sub>	Mitattu Z <sub>Muu akseli</sub>
<b>Luokka 2 ka ☹ 1.1.1989</b>	<b>43 %</b>	<b>43 %</b>	<b>43 %</b>	<b>34 %</b>
<b>Luokka 2 ka 1.1.1989 ☹</b>	<b>45 %</b>	<b>45 %</b>	<b>45 %</b>	<b>36 %</b>
<b>Luokka 1 la muut kuin alla-olevat</b>	<b>48 %</b>	<b>48 %</b>	<b>48 %</b>	<b>38 %</b>
<b>Luokka 1 la ABS tai 1.10.1991 ☹</b>	<b>50 %</b>	<b>50 %</b>	<b>50 %</b>	<b>40 %</b>

Tarkastuksessa on huomioitava havahtumisaineet, jotka tulee olla 0,3 - 0,8 bar sekä vierintävastus, joka ei saa olla kohtuuttoman suuri. Myöskään akselin oikean ja vasemman pyörän vierintävastus ei saa poiketa toisistaan kohtuuttomasti. /2, s. 6, 13/

Jarruvoimia mitattaessa tulee huomioida akselikohtainen jarruvoimien ero. Ero saa olla korkeintaan 30 % oikean ja vasemman pyörän välillä. Myös jarrurummun tai jarrulevyn jarruvoiman vaihtelu saa olla niin ikään 30 %. /2, s. 6, 13/

Jos ajoneuvossa on kuormantunteva venttiili (ALB), tulee sen toiminta tarkastaa ja mitata. /2, s. 6/ ALB –kilvestä, joka on yleensä kuorma-autossa apukuljettajan hansikaslokerossa tai perävaunussa pitkittäisrunkopalkissa, selviää venttiilin säätöarvo eri

akselipainoille. ALB –venttiiliin säätö saa poiketa  $\pm 0,5$  bar ohjearvosta. Jos ALB –venttiili on jumittunut asentoonsa, tulee se vaihtaa uuteen ja mittaus on suoritettava uudelleen.

Ajoneuvon jarrulaitteiden mekaaninen kunto tarkastetaan silmämääräisesti, kuten S-nokka-akselin laakerivälykset, jarrukellojen/vipujen kunto ja niiden mitoitus, jarruhihnojen kuluneisuus, automaattijarruvivun toiminta sekä jarrukilvet. /2, s. 6/

Jos jarrujärjestelmän toiminnassa ilmenee puutteita tai on epäilyksistä että se ei toimi kunnolla, tulee mitata kytkentä- ja vapautusviive siihen soveltuvilla laitteilla. Muutoin kytkentä- ja vapautusviiveen mittaus voidaan sivuuttaa perustarkastuksessa. /2, s. 6/

## **4.2 Laaja tarkastus**

Laaja tarkastus suoritetaan kaikille O3- ja O4 –luokan perävaunujen vetoon tarkoitetuille N2- ja N3 –luokan ajoneuvoille sekä O3- ja O4 –luokan perävaunuille, jotka on varustettu lukkiutumattomalla jarrujärjestelmällä ja/tai kuorman tunnistavalla venttiilillä. Laajassa tarkastuksessa tutkitaan perustarkastuksen lisäksi ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän jarrutuskäyttäytymistä.

/2, s. 5, 7/

### **4.2.1 Laajan tarkastuksen sisältö**

Laajassa tarkastuksessa sovelletaan niin sanottua jarrukäytävää. Jokaiselta akselilta mitataan jarrutusvoimat ja niitä vastaavat jarrukellojen paineet. Näistä tuloksista laskeetaan jarrutusuhde ja se sijoitetaan pienimmän neliösumman periaatteella jarrukäytäväkaavioon. Laajatarkastus koostuu kahdesta jarrukäytävästä; kuormattu - ja kuormamaton ajoneuvo. Lisäksi mitataan ALB –venttiilin säätöarvo ja säätöuhde sekä jarrujärjestelmän viive. Jotta ajoneuvo ja/tai perävaunu täyttää jarrukäytävävaatimuksen, tulisi hidastuvuus ohjauspaineen funktiona –kuvaajan sijoittua jarrukäytävän rajaamalle alueelle.

**TAULUKKO 2. Laajantarkastuksen hyväksymisrajat katsastuksessa /2, s. 16/**

Ajoneuvolaji	Z <sub>kokoajoneu- vo</sub>	Z <sub>Etuakseli(Min)</sub>	Z <sub>Muu akseli</sub>
<b>Luokka 2 ka 1.1.1989</b> ⌚	<b>Käytävä</b>	$\geq Z_{\text{kokoajoneu-vo}}$	<b>36 %</b>
<b>Luokat 2 ja 3 ka ⌚ 1.1.1989 pv 1.1.1989</b> ⌚	<b>Käytävä</b>	$\geq Z_{\text{kokoajoneu-vo}}$	<b>34 %</b>
<b>Luokka 3 pv ⌚ 1.1.1989</b>	<b>Käytävä</b>	$\geq Z_{\text{kokoajoneu-vo}}$	<b>32 %</b>

Seuraavissa kohdissa tarkastellaan jarrusovitusta käsitteenä sekä jarrukäytävää ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

## 5 JARRUSOVITUS

Jarrusovituksella tarkoitetaan sananmukaisesti jarrujen sovittamista ajoneuvoyhdistelmään. Käytännössä se toteutetaan mitoittamalla sopivat jarrusylinterit, vipuvarret ja jarruhihnat ajoneuvon kokonaisuudessaan mukaan. Akselitehtaalla on jo valmiiksi laskettu jarrutusvoimat tietyille akselipainoille. Onnistuneessa jarrusovituksessa jokainen akseli jarruttaa omalla paino-osuudellaan ajoneuvon painosta. Toisin sanoen ajoneuvolla ja perävaunulla on sama hidastuvuus kuivalla ajotiellä jarrutettaessa. /1, s. 209/

### 5.1 Vääränlainen jarrusovitus

Vääränlainen jarrusovitus johtaa ylikuormitettujen jarrujen liialliseen kulumiseen ja sen seurauksena voi tulla vakavia liikenneonnettomuuksia. Jos perävaunu tai vetoauto jarruttaa liikaa, seurauksena on kitkapintojen liiallinen kuluminen sekä jarrurumpujen tai –levyjen haitallinen vääristyminen. Yleensä liiallisessa jarrujen kuormituksessa jarrurumpuihin ja –levyihin syntyy lämpöhalkeamia, jotka heikentävät jarrutustehoa merkittävästi. Näiden lisäksi liiallinen kuumuus rasittaa pyörän laakereita, joka sekin on todella tärkeä asia liikkuvassa kalustossa.

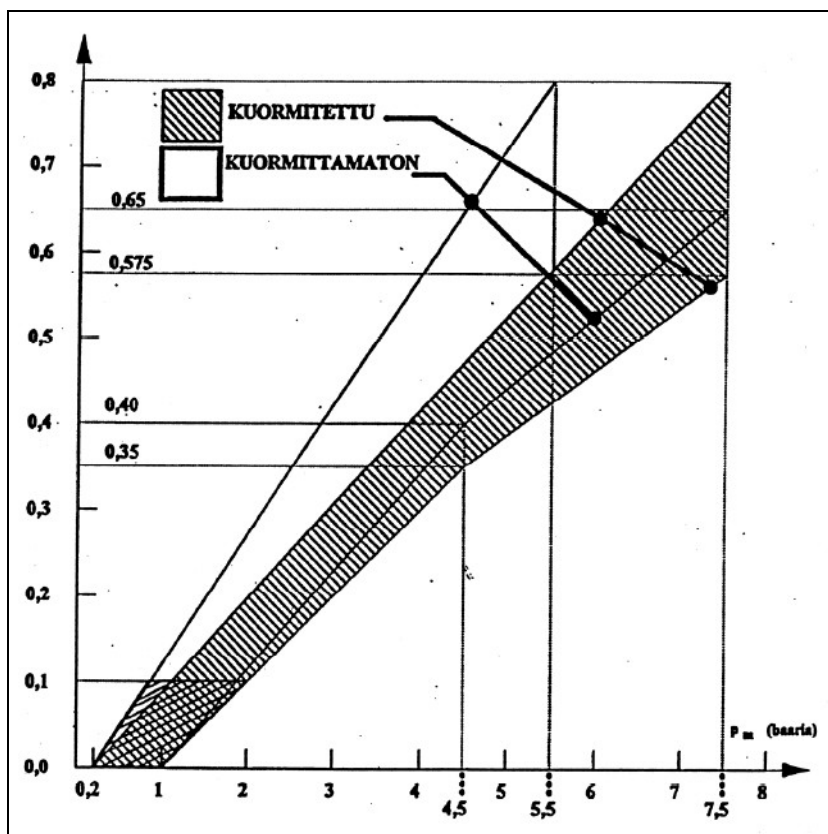
Alikuormitetut jarrut vastaavasti jumittuvat helposti vähäisen rasituksen myötä. Niin kuin edellä on jo todettu, jarrukengän/jarrupalan kitkapinta lasittuu jonka seurauksena

vaadittava hidastuvuus akselille jää saavuttamatta. Riittävän suuren hidastuvuuden saavuttamiseksi ainoaksi vaihtoehdoksi jää kitkapintojen uusiminen. Myös lika ja pöly vaikuttavat oleellisesti jarrutustehoon alentavasti.

Näiden vaikutuksien myötä jarrusovitus on erittäin merkittävä seikka raskaassa kalustossa. Jarrusovituksen tarkastelussa pienimmätkin epäkohdat tulisi ottaa huomioon, koska jarrujen käyttöikä pitenee merkittävästi säätöjen ollessa kohdallaan. Tästä seuraa kuljetustehokkuuden ja kuljetusyrittäjän kannattavuuden huomattava lisääntyminen.

## 5.2 Jarrukäytävä

Ajoneuvohallintokeskuksen laatima raskaan kaluston jarruohjeen mukaan jarrukäytävä on jarrutussuhteen sallittu vaihtelualue jarrujen ohjauspaine – jarrutussuhde - koordinaatistossa. /2, s. 3/ Jarrukäytävästä on helppo tulkita ajoneuvon jarrujen toiminta kulloisellakin ohjauspaineella. Jos mittaustuloksista saatu kuvaaja ei sijoitu jarrukäytävään, ajoneuvon jarrut eivät täytä katsastusmääräyksiä. Kuvassa 8 on esitetty jarrukäytävä tyhjälle ja kuormatulle ajoneuvolle.



KUVA 8. Jarrukäytävä /5, s. 2/

## 6 JARRUJEN SUORITUSARVOJEN LASKENTA

Jarrujen suorituskyky ilmoitetaan hidastuvuuslaskelmissa jarrutussuhteena ( $z$ ). Jarrutussuhde on ajoneuvon kokonaisjarruvoiman suhde todellista kokonaispainoa vastaavaan painovoimaan [3, s. 627]. Jarrutussuhde voidaan laskea kaavalla  $z = B/G$ . Ajoneuvon hidastuvuus on jarrutussuhteen ja putoamiskihtiyyden tulo [3, s. 627]. Hidastuvuuslaskelmissa jarrutussuhde ilmoitetaan prosentteina, eli jarrutussuhde  $z$  kerrotaan 100 %:lla. Yksittäisen akselin jarrutussuhde saadaan jakamalla akselin jarruvoima painovoimaa vastaavalla massalla (mg).

Ajoneuvohallintokeskuksen jarruohjeen mukaan laajassa tarkastuksessa etuakselin jarrutussuhteen on oltava aina kokonaisjarrutussuhdetta suurempi tai yhtä suuri, jotta ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän hallittavuus olisi parempi. Perustarkastuksessa riittää etuakselin hidastuvuudeksi 43 %, vaikka kokonaishidastuvuus olisikin esimerkiksi 60 %.

### 6.1 Jarrujen suoritusarvojen laskenta käsin

Käytännön testaukset ovat osoittaneet että suurilla jarrupaineilla on lähes mahdoton tehdä jarrutestiä jarrudynamometrillä. AKE:n jarruohjeen mukaan suositusyläraja jarrudynamometritestauksessa jarruvoimalle on noin 12 kN. Korkean jarruvoiman johdosta renkaan pinta saattaa vaurioitua jarrudynamometrillä. Jos jarrusylinterissä on painetta 6 baria, jarruvoima saattaa tällöin nousta jopa 60 kN, edellytyksenä tietenkin on jarrujen moitteeton toiminta. Huonokuntoisissa jarruissa jarrutusvoima saadaan aikaan suurella paineella, kun taas hyväkuntoiset jarrut tarvitsevat vain vähän, noin 2 baria, kohtuulliseen jarrutusvoimaan. Tästä johtuen jarrutusvoima 6 barille lasketaan testauspaineesta. 6 baria on yleisesti käytetty laskentapaine. Jarrulaskennassa on myös huomioitava jarrujen havahtumispaine, vierintävastukset, jarruvoiman vaihtelu sekä oikean ja vasemman pyörän suhteellinen jarruvoiman vaihtelu. Seuraavassa on esimerkkilaskenta jarrutussuhteelle kuormatulle että tyhjälle akselille (huomioi, että paine ilmoitetaan MPa)

### 6.1.1 Kuormattu akseli

Kuormatun akselin hidastuvuuden laskennassa käytetään havahtumispainetta, vierintävastusta, lopullista jarruvoimaa sekä sitä vastaavaa painetta. Lisäksi lopputulokseen vaikuttaa akselille asetettu suurin tieliikenteessä sallittu massa. Akselien sallitut massat vaihtelevat normaaleissa olosuhteissa 6 ja 11,5 tonnin välillä.

Havahtumispaine oikea	0,04 MPa
Havahtumispaine vasen	0,04 MPa
Vierintävastus oikea	0,8 kN
Vierintävastus vasen	0,6 kN
Jarruvoima oikea	12,5 kN
Jarruvoima vasen	11,0 kN
Jarruvoimaa vastaava paine	0,25 MPa

- Jarruvoimien summasta vähennetään vierinvastuksien summa  
 $12,5 \text{ kN} + 11,0 \text{ kN} - (0,8 \text{ kN} + 0,6 \text{ kN}) = 22,1 \text{ kN}$
- Jarruvoimaa vastaavasta paineesta vähennetään havahtumispaineiden keskiarvo  
 $0,25 \text{ MPa} - ((0,04 \text{ MPa} + 0,04 \text{ MPa})/2) = 0,21 \text{ MPa}$
- Saatu voima (22,1 kN) jaetaan saadulla paineella (0,21 MPa) ja sen jälkeen kerrotaan laskentapaineella (yleensä 6 bar = 0,6 MPa)  
 $(22 \text{ 100 N} / 0,21 \text{ MPa}) \times 0,6 \text{ MPa} = 63 \text{ 142,86 N}$
- Jarrutussuhde saadaan jakamalla jarruvoima (63 142,86 N) akselipainon (ol-koon tässä tapauksessa 11 500 kg) ja putoamiskiihtyvyyden (g) tulolla  
 $63 \text{ 142,86 N} / (11 \text{ 500 kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) = 0,56$
- Lopputulos ilmoitetaan prosentteina  
 $0,56 \times 100 \% = 56,0 \%$
- Koko ajoneuvon jarrutussuhde saadaan kaikkien akselien jarruvoimien summasta jaettuna kokonaismassan ja putoamiskiihtyvyyden tulolla. /1, s. 216-217/

Jarrutussuhde riippuu edellä olevan laskelman mukaan jarruvoiman ja jarruvoimaa vastaavan paineen suhteesta. Jos jarruvoimaa vastaava paine on hyvin korkea, esimerkiksi 0,35 MPa, jarrutussuhde on samoilla arvoilla laskettuna 43,5 %. Havahtumispaine, joka sai vaihdella 0,3 ja 0,8 barin välillä, vaikuttaa myös jarrutussuhteeseen erittäin paljon. Korkea havahtumispaine vaikuttaa jarrutussuhteeseen nousevasti. Edellä olevan laskun mukaan alkupaineen kaksinkertaistuksessa, jarrutussuhde kasvaa 69,1 %:iin, joten nousua on noin 23,5 %.

### 6.1.2 Tyhjä akseli

Tyhjän akselin laskenta tapahtuu lähes samalla tavalla kuin kuormattu akseli. Ero kuormatun akselin laskennassa on että tyhjän akselin laskennassa on otettava huomioon ALB –venttiilin säätöarvo ja säätösuhde. ALB –venttiilin säätöarvo määrää säätösuhteen. Säätösuhde saadaan jakamalla ohjauspaine vastaavalla jarrusylinteripaineella. Esimerkiksi jos ohjauspaine on 6 baria ja taka-akseliston jarrusylintereille menee painetta 3 baria, on ALB –venttiilin säätösuhde 2. Kuormatun akselin jarruvoima jaetaan säätösuhteella. Tulokseksi saadaan tyhjän akselin jarruvoima, joka jaetaan tyhjän akselin painon ja putoamiskiihtyvyyden tulolla.

1. Säätösuhde  $S = p_1/p_2 = 6 \text{ bar}/3 \text{ bar}/ = 2$
2. Kuormatun akselin jarruvoima (63 142,86 N) jaetaan säätösuhteella  
 $63\,142,86 \text{ N} / 2 = 31\,571,43 \text{ N}$
3. Tyhjän akselin jarruvoima jaetaan sitä vastaavan massan (olkoon tässä tapauksessa 5000 kg) ja putoamiskiihtyvyyden tulolla  
 $31\,571,43 \text{ N}/(5000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) \times 100\% = 64,4\% /1, \text{ s. } 217\text{-}218/$

## 6.2 Jarrujen suoritusarvojen laskenta tietokoneavusteisesti

Edellä olevat esimerkkilaskelmat eivät enää täytä nykypäivän vaatimuksia. Ajoneuvohallintokeskuksen laatiman jarruohjeen mukaan jarrusovitusmittaukset pitää tallentaa mittaustietokantaan mahdollista jälkitarkastusta varten. Tietokoneavusteinen jarrusovitukseen mittausjärjestelmä toimii yhdessä jarrudynamometrin ja tietokoneen kanssa. Testattavan ajoneuvon jarrujärjestelmään asennetaan painemittarit ja tämän jälkeen tehdään jarrutuskoe jarrudynamometrillä. Tietokoneohjelmisto laskee jarrutussuhteet ajoneuvol-



le ja/tai perävaunulle sekä piirtää hidastuvuus kuvaajan jarrukäytäväkaavioon. Testauslaajuudesta riippuen tehdään ALB –testi ja viivemittaus.

Jarrusovitustestaus suoritettiin Scania-kuorma-autolle Mikkelissä 27.10.2009 kolmessa eri kohteessa. Seuraavissa kohdissa käydään yksityiskohtaisesti eri katsastusasemien mittaustapahtumat ja tulokset.

### **6.2.1 Etelä-Savon Katsastus**

Jarrusovitusmittaus aloitettiin Etelä-Savon katsastuksen toimipisteellä Mikkelissä aamulla 27.10.2009. Etelä-Savon katsastuksella on Dymatic 200-PCV raskaanajoneuvo-kaluston jarruntestausjärjestelmä. Kyseinen järjestelmä on myös minulle itselleni tuttu, koska olen samalla järjestelmällä tehnyt mittauksia Korjaamo Variksen tiloissa.

Testattava ajoneuvo oli Scania R144 GB-6X2 vuosimallia 1997, joka on varustettu O3- ja O4 –luokan perävaunun vetoon tarkoitettulla vetokytkimellä sekä taka-akseliston kuorman tuntevalalla venttiilillä. Tästä johtuen ajoneuvon jarrutestauksessa on sovellettava luvussa 4 mainittuja laajan tarkastuksen ohjeita. Ajoneuvon soralavalle oli nostettu multakuorma painoksi, jotta renkaiden ja jarrudynamometrirullien kitka olisi riittävä, erityisesti kolmannella akselilla.

Jarrutestaus aloitettiin ajoneuvon alkutietojen syöttämisellä mittaustietokantaan. Tämän jälkeen asennettiin langattomasti toimivat painemittarit ajoneuvon paineilma järjestelmään: etujarrupiirin käyttöpaine, takajarrupiirin käyttöpaine, takajarrujen ohjauspaine sekä ennakkopaine perävaunun Duomatic –liittimestä. Painemittareiden toimivuuden tarkastamisen jälkeen aloitettiin varsinainen jarrutestaus. Jarrutestauksen onnistumisessa ehdoton edellytys on paineilmajärjestelmän riittävä paine. Jarrutestaus koostuu kolmesta pääkohdasta:

### 1. ALB –testi

- ALB –testi ilmaisee taka-akselin ALB –venttiilin säädön. Tämän mittaustuloksen perusteella lasketun säätösuhteen avulla ohjelma laskee hidastuvuuden tyhjälle ajoneuvolle. Lisäksi testissä mitataan ennakkopaineen arvo, joka vaikuttaa jarrukäytävä –kuvaajaan.

### 2. Akselien yksilöllinen testaus jarrudynamometrillä

- Akselin testauksessa painetaan jarrupoljinta ja samalla seurataan tietokoneen näytöltä nousevaa painetta jarrusylinterissä.
- Testauspaineen tulisi olla vähintään 1,2 bar suurempi kuin havahtumispaine. Esimerkiksi 0,5 bar havahtumispaineella testauspaineen on oltava vähintään 1,7 bar.
- Tietokoneohjelma rekisteröi akselintestauksessa jarrutestissä havahtumispaineet, laahausvoimat, loppupaineet, rummun tai levyn jarruvoiman vaihtelut, jarruvoiman vaihtelun oikean ja vasemman jarrun välillä sekä laskee hidastuvuusennusteen kuormatulle ja tyhjälle ajoneuvolle.
- Lisäksi testausohjelmisto laskee akselien väliset suhde-erot sekä hystereesikorjauksen.

### 3. Viivemittauksessa tarkistetaan jarrujärjestelmän kytkentä- ja vapautusviiveet

- Jos esimerkiksi releventtiilin pohja ei vapauta paineita kunnolla, se näkyy varmasti viivemittauksessa.

Jarrutestauksessa kului aikaa noin 1,5 tuntia. Yleensä kuorma-auton testauksessa menee noin 45 minuuttia, mutta tässä tapauksessa oli ongelmia painemittareiden yhteyden kanssa. Testituloksella jäi jarrutusasteen osalta liian alhaiseksi, joten sitä ei voida hyväksyä katsastuksen yhteydessä. Jarrurumpujen lämpötila on keskimäärin 30 celsius astetta. Testituloksella raportti on liitteenä työn lopussa.

#### **6.2.2 A-Katsastus**

Kun testaus oli suoritettu Etelä-Savon katsastuksella loppuun, siirryttiin välittömästi A-Katsastuksen tiloihin. A-Katsastus suorittaa kuorma-autojen jarrumittaukset ja katsastukset Raskone Oyj:n tiloissa Mikkelissä. Testauslaitteisto Raskoneella on Cartec. Tes-

taus tapahtui pääpiirteittäin samalla tavalla kuin Etelä-Savon katsastuksella. Laitteiden fyysisissä mitoissa sekä testausraportin ulkoasussa oli eroja. Cartec:n järjestelmässä on oma erillinen tietokoneyksikkö, johon syötetään tarvittavat tiedot ajoneuvosta. Dymatic-järjestelmään verrattuna Cartec erosi sen verran, että siinä oli irrotettava kosketusnäyttö, kun taas Dymatic –testauksessa koko tietokone pidetään mukana testauksessa.

Paineanturit asennettiin samalla tavalla kuin Etelä-Savon katsastuksella. Testaus eteni myös samalla tavalla: ensin ALB –testi, akseleiden yksilöllinen testaus ja viivemittaus. Mittaustulos hieman poikkesi Etelä-Savon katsastuksen tuloksesta, mutta ei kuitenkaan merkittävästi. Jarrurumpujen lämpötilat olivat edelleen samaa luokkaa kuin ensimmäisessä testauspaikassa. Testituloraportti on liitteenä työn lopussa.

### **6.2.3 K1-Katsastajat**

Kolmas jarrutestauspaikka oli Korjaamo Varis, jossa K1-Katsastajat suorittavat raskeankaluston jarrumittaukset ja katsastukset. Variksen käytössä oli sama järjestelmä kuin Etelä-Savon katsastuksella. Jarrumittaus tapahtui samalla tavalla kuin edellisissä paikoissa. Jarrutesti osoittautui huomattavasti paremmaksi kuin kahdessa edellisessä paikassa. Testaus toistettiin uudelleen varmuuden vuoksi, eikä muutoksia ollut havaittavissa. Testituloraportti on liitteenä työn lopussa.

### **6.2.4 Itse suorittamani jarrutestaus Dymatic -ohjelmistolla**

Samana päivänä iltana suoritin itse jarrutestauksen Scania kuorma-autoon Korjaamo Variksen tiloissa. Testattava ajoneuvo oli ollut pysäköitynä koko illan, joten jarrut olivat kylmät. Jarrutestaus eteni samalla tavalla kuin edellä olevat testaukset. Jarrutestin tulos poikkesi selvästi K1-Katsastuksen tekemästä testistä. K1-Katsastuksen testitulos olisi ollut hyväksyttävä katsastuksen yhteydessä, kun taas edellä mainittu tulos jäi selvästikin alakanttiin. Tämän jälkeen lähdin suorittamaan tiemittauksia Hirolan varalaskupaikalle apuna käyttäen VBOX –hidastuvuus mittalaitetta. Jarruttelun jälkeen etujarrurumpujen lämpötila oli reilut 200 celsius astetta. Tämän jälkeen palasin Variksen korjaamolle tekemään uutta jarrutestiä Dymatic laitteistolla. Testitulos oli selvästikin edellistä parempi ja se olisi hyväksytty katsastuksen yhteydessä.

### 6.3 Jarrutestausraportin tulkitseminen

Ajoneuvohallintokeskuksen myöntämän jarruohjeen mukaan jarrujen suoritusarvoa ilmaistaan jarrutussuhteella, joka on muutettu prosenteiksi. Työn tarkoituksena olikin juuri tutkia, miten jarrutussuhde eroaa eri katsastusasemien välillä. Seuraavassa kohdassa on esitelty K1-katsastajien jarrutestausraportin tärkeimmät kohdat.

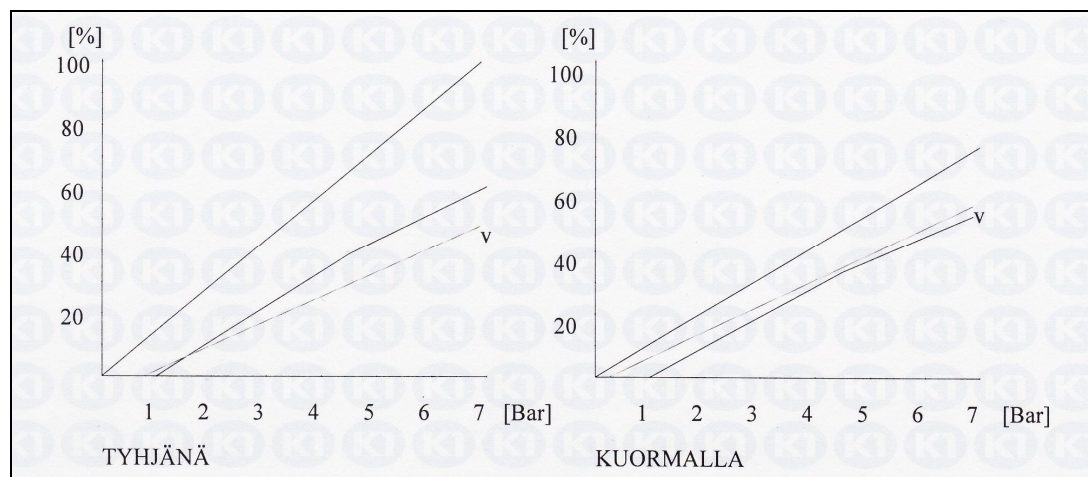
*** D Y M A T I C ***													Versio: dym 2.1	
Sovitustesti vars.vetovaunu														
Korjaamo S ja V Varis						TESTAAJA						2009-10-27 13:21		
AJONEUVON HALTIJA						Ruonakangas Eero								
Korjaamo S & V Varis														
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997														
AKSELI	1	2	3	4	5	YHT	1	2	3	4	5	YHT		
ALKUP.VAS/Bar	0.34	0.31	0.31			****								
ALKUP.OIK/Bar	0.34	0.31	0.40			****								
MAX.ERO.VAS/%	13	5	13			****								
MAX.ERO.OIK/%	8	6	14			****								
MAX.ERO.AKS/%	5	9	30			****								
LAAH.VAS/kN	0.9	1.3	0.8			****								
LAAH.OIK/kN	0.8	1.0	1.1			****								
JARRUV.VAS/kN	10.8	10.9	9.3			****								
JARRUV.OIK/kN	11.4	9.8	6.4			****								
O/V-YHT/kN	22.3	20.7	15.7			****								
LASK.PAIN/Bar	6.00	6.00	6.00			****								
LOPPUP/Bar	2.45	2.46	2.78			****								
MAX.VOIMA/kN	50.2	44.2	31.7			126.1								
AP/KRM/ton	7.50	10.30	8.70			26.00								
KUORMA%	67	42	36			48								
SUHDE-ERO%	39	-12	-25			****								
HYST.KORJ/%	0	0	0			0								
ENN.VV/Bar	0.17						ENN.PV/Bar	0.00						
TYHJÄNÄ														
ALB_NUMERO	1	2	2			****								
ALKUP.DM/Bar	0.83	1.12	1.12			****								
MAX.VOIMA/kN	44.8	20.7	13.8			79.3								
AP/TJA/ton	5.75	7.00	5.90			18.65								
TYHJA%	78	29	23			42								
SUHDE-ERO%	85	-30	-45			****								
HYST.KORJ/%	0	0	0			0								
JOUSIKELLO 1/0	1	1	0			****								
JARRUV.VAS/kN	9.7	11.6				****								
JARRUV.OIK/kN	11.6	8.4				****								
VIPUVARSI/mm	165	165	130			****								
KELLOKOKO/"	24	24	20			****								
ALLEVIVATTUJEN RAJAT														
ALKUPAKS < 0.3 > 0.8 (LOPPUP - ALKUP) < 1.2 DUOM > 1.5 PENN +0.5 (Bar) MAX.EROT +30%														
SUHDEKRM VV/PV < 45% > 63% SUHDETYH VV/PV < 52% > 87%														
SUHDE-EROT 1-AKSELIT VARS.YHD VV < 0% PV < 0% SEURAAVAT AKSELIT +-30%														
KALIBROINTI pvm 2000-01-01														
HIDASTUVUUDET LASKETTU {M O N I P I S T E} MENETELMÄLLÄ														
VAKUUDEKSI														

KUVA 8. K1-Katsastajien jarrutestausraportin ensimmäinen sivu

Jarrutestausraportin yläreunassa on jarrutestauksen laatu. Tässä tapauksessa on ”sovitustesti vars. vetovaunu”, joka tarkoittaa laajaa jarrusovitustarkastelua. Raportissa on eritelty jokaiselta akselilta mitatut arvot pystysarakkeisiin.

Vihreällä ympäröidyt arvot ovat eri akselien laskennallisia maksimi jarruvoimia. Tämä jarruvoima on laskettu kuuden barin paineelle. Tästä jarruvoimasta on saatu jarrutussuhde jakamalla se akselimassan ja putoamiskiihtyvyyden tulolla. Jarrutussuhde ilmoitetaan tässä Dymatic:n testausraportissa ”kuorma%”, joka on ympäröity punaisella viivalla. Tietokone on laskenut kuorma% jokaiselle akselille erikseen. Oikeassa reunassa on kaikkien akselien kuorma% keskiarvo. Kuorma% keskiarvo, eli koko ajoneuvon jarrutussuhde määrää jarrukäytäväkaavion muodon. Koska jarrutussuhde on 48 %, se on riittävä jarrukäytävä vaatimukseen. Lisäksi on muistettava se, että kyseessä on laajan tarkastuksen piiriin kuuluva ajoneuvo, ja tämän takia ensimmäisen akselin kuorma% on oltava kuorma% keskiarvoa suurempi tai yhtä suuri.

Ohjelma laskee myös tyhjälle autolle jarrutussuhteen sitä vastaaville akselipainoille. Tämän takia auto on punnittava tarkasti, jotta saadaan luotettava tulos. Tyhjän puolen kokonaisjarrutussuhde jää liian alhaiseksi johtuen ALB –venttiilin virheellisestä säädöstä. Ajoneuvon akseli massat näkyvät kuorma% ja tyhjä% yläpuolella tonneina. Kuorma% akselimassat ovat ajoneuvon rekisteriotteesta otetut maksimi kuormitukset. Ajoneuvon suurin sallittu kokonaismassa on niin ikään rekisteriotteesta. Seuraava kuva on jarrutestausraportin toiselta sivulta, jossa on kuorma% ohjauspaineen funktiona tyhjänä että kuormattuna.



**KUVA 9. K1-Katsastajien jarrutestausraportin jarrukäytäväkaaviot**

Niin kuin jo edellä todettiin, tyhjän puolen jarrutussuhde ei täytä jarrukäytävä vaatimusta. Sen sijaan kuormattuna jarrutussuhde on hyväksyttävä. Tyhjän puolen jarrutussuhde on riippuvainen vallitsevasta akselipainosta sekä ALB –venttiilin säätöarvosta ja säätösuhteesta. Säätösuhteen suurentuessa tyhjän puolen jarrutussuhde pienenee. Seuraava kuva on K1 –katsastajien jarrutestausraportin ALB -testi.

ALB	NRO	NRO	NRO	NRO	NRO	ENNVV	ENNPV
0	1	2	x3	x4	x5		
TP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)
6.00	6.00	5.00					
<==AUTO /ALB							
<== PERÄVAUNU /ALB							
0.00	0.00	0.00				0.00	
0.51	0.00	0.00				0.00	
1.00	0.65	0.30				1.13	
1.54	1.11	0.62				1.65	
2.08	1.62	0.86				2.13	
2.51	2.13	1.13				2.65	
3.00	2.51	1.32				3.13	
3.57	3.16	1.65				3.68	
4.03	3.57	1.84				4.16	
4.57	4.08	2.08				4.76	
5.05	4.57	2.32				5.24	
5.51	5.16	2.65				5.78	
6.03	5.49	2.81				6.19	
6.54	6.13	3.11				6.73	
7.00	6.59	3.32				7.22	
7.54	7.08	3.62				7.73	
8.03	7.59	3.86				8.03	
JAKOS.	1.09	2.13				ENN 0.17	

### KUVA 10. K1-Katsastajien ALB-testi

Kuvassa 10 on ALB –testin tulos. Testi tehdään nousevalla paineella määrättyyn tarkastuspaineeseen saakka. Scanian ohjeiden mukaan tarkastuspaine on 6 baria. Vasemman puoleisin sarake kuvaa taka-akselin ohjauspaineen nousua, keskimäinen etuakselin jarrusylinterin paineen nousua ja kolmas sarake taka-akseliston jarrusylinterien paineen nousua. Oikean puoleisin sarake kuvaa perävaunulle menevää paine-ennakkoa. Punaisen viivan mukaan voidaan tarkistaa paineen jakautuminen etu- ja taka-akselistolle. 6,03 barin ohjauspaineella etuakselin jarrusylinterillä vallitsee 5,49 barin paine ja taka-akselistolla 2,81 barin paine. Vihreä viiva kuvaa ohjelmaan syötettyjä painearvoja kullekin akselille. Nämä painerajat voidaan tarkistaa ajoneuvon ALB –kilvestä joka löytyy Scaniasta apukuljettajan yläpuolisesta hansikaslokerosta. Niin kuin edellä todettiin, taka-akseliston jarrusylinterille tuli liian vähän painetta. Tämä paineen vähäisyys johtui ALB –venttiilin virheellisestä säädöstä. Taka-akseliston yhteenlaskettu paino on 12,9 tonnia. ALB –kilvestä lukemalla voidaan todeta, että 12,9 tonnia vastaava jarrusylinteripaine olisi oltava 6 barin ohjauspaineella noin 5 baria.

Testausraportin kolmannen sivun alareunassa on viivetestit. Viivetestissä testataan jarrujärjestelmän kytkentä- ja vapautusviiveet. Jos saadut tulokset ylittävät lain määräämät raja-arvot, Dymatic –ohjelma värjää nämä arvot punaiseksi. Vetoauton jarrusylinterin kytkentäviiveen raja-arvo 0,8 sekuntia ja vapautusviive 1,0 sekuntia. Ohjauspaineen kytkentäviive on 0,6 sekuntia ja vapautusviive 0,8 sekuntia. /2, s. 14/

#### **6.4 Jarrujen suorituskyvyn arviointi tiehidastuvuusmittauksella**

Jarrujen suorituskykyä voidaan myös arvioida tiehidastuvuuskokein. Tässä kokeessa käytettiin Mikkelin Ammattikorkeakoulun omistamaa VBOX –hidastuvuus mittalaitetta. VBOX toimii satelliittien välityksellä, ja näin ollen antaa erittäin tarkan tuloksen hidastuvuudesta. Tiemittaus ajankohta 27.10.2009 kello 22-23 välisenä aikana. Sää oli sateinen ja ilman lämpötila noin 2 celsiusastetta.

Tiemittaus aloitettiin asentamalla ajoneuvon ohjauspaine liittimeen paineilmaletku, joka johdettiin ajoneuvon ohjaamoon. Letkun päähän laitettiin analoginen painemittari. VBOX asennettiin kaikkine tarvikkeineen ajoneuvoon ja aloitettiin tiehidastuvuuskoet. Jarrutustilanteessa hidastuvuusarvot vaihtelivat huomattavasti. Jarrutusmittaus tehtiin 70 km/h:n ja 40 km/h:n välillä. VBOX tallensi hidastuvuusarvot tietokoneelle. Hidastuvuuden keskiarvoksi saatiin kahdella otannalla 3,48 m/s<sup>2</sup> ja 3,45 m/s<sup>2</sup>. Ohjauspaine oli tällöin noin 5 baria.

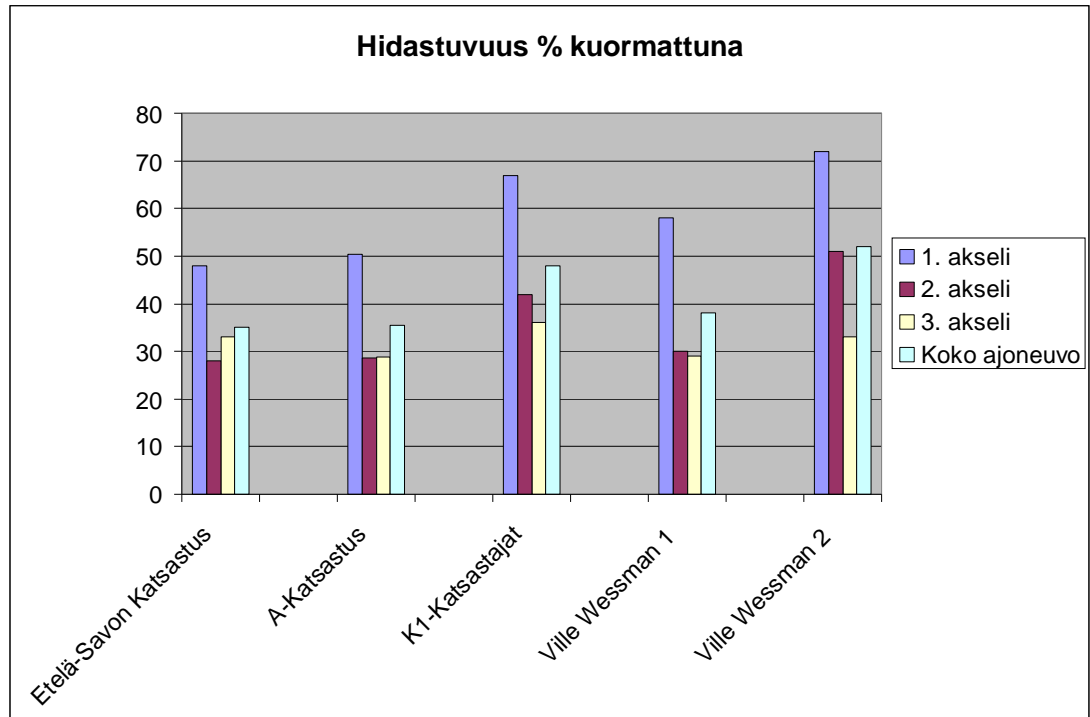
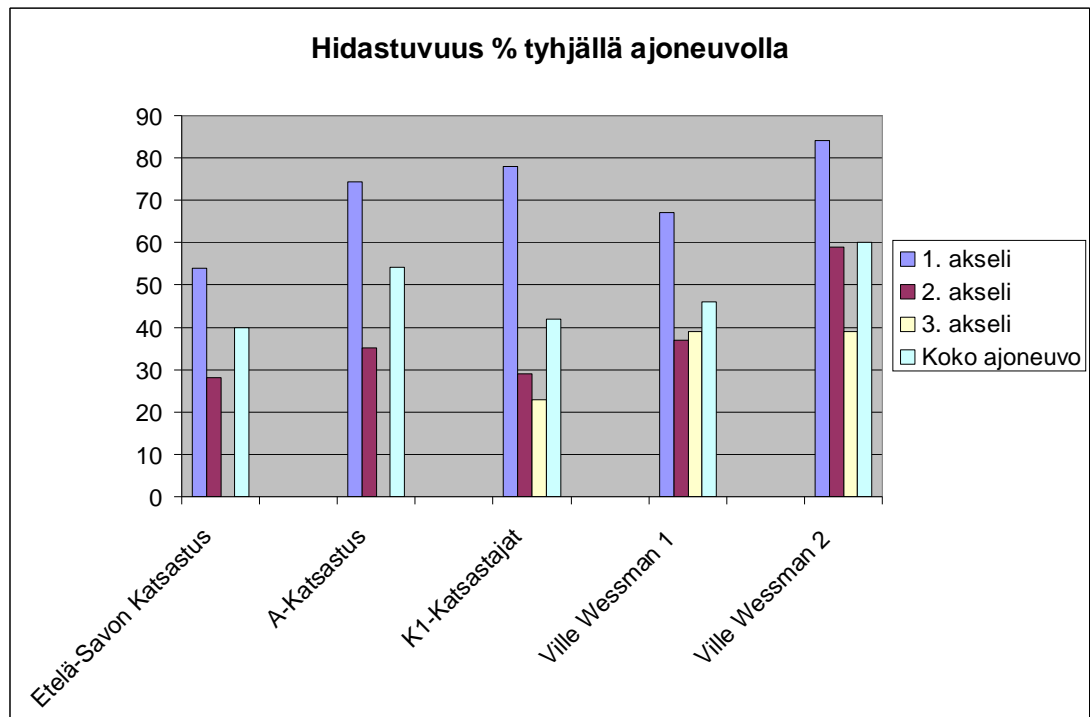
#### **6.5 Testaustulosten vertailu**

Jarrutuloksissa oli selvää eroavaisuutta, mikä osittain selittyy sillä että mittalaitteet eivät voi olla absoluuttisen tarkkoja. Myös jarrurummut lämpisivät testauksien aikana, mikä muuttaa jarrutestin tulosta. Lisäksi kostea sää vaikuttaa jarrutuloksiin. Mielenkiintoista erikoisesti oli K1-katsastajien jarrutulos, mikä oli selkeästi muita parempi. Myös itse tekemäni jarrumittaus oli selvästi parempi muihin tuloksiin verrattuna. Etelä-Savon Katsastuksen ja A-Katsastuksen jarrutestausraportti olisi saanut hylkäävän päätöksen katsastuksen yhteydessä. K1-Katsastajien jarrutestausraportti oli taas selkeästi parempi kahteen edeltävään verrattuna ja se olisi hyväksytty katsastuksessa lukuun ottamatta tyhjän puolen jarrutussuhdetta. Seuraavassa taulukossa on jarrutussuhteet eri katsastusasemilta kuormattuna että tyhjänä. Lisäksi sama taulukko on graafisena esityksenä.

**TAULUKKO 3. Jarrutussuhteiden vertailu**

<b>Kuormattuna</b>				
	1. akseli	2. akseli	3. akseli	Ajoneuvo
Etelä-Savon Katsastus	48	28	33	35
A-Katsastus	50,3	28,6	28,8	35,5
K1-Katsastajat	67	42	36	48
Ville Wessman 1	58	30	29	38
Ville Wessman 2	72	51	33	52
<b>Tyhjänä</b>				
	1. akseli	2. akseli	3. akseli	Ajoneuvo
Etelä-Savon Katsastus	54	28	0	40
A-Katsastus	74,4	35,2	0	54,2
K1-Katsastajat	78	29	23	42
Ville Wessman 1	67	37	39	46
Ville Wessman 2	84	59	39	60



**Kaavio 1. Hidastuvuus % kuormattuna****Kaavio 2. Hidastuvuus % tyhjällä ajoneuvolla**

Taulukossa 3 on selkeästi kaksi poikkeavaa mittaustulosta: K1-Katsastajat ja Ville Wessman 2. Edellä mainitut mittaukset suoritettiin Korjaamo Variksen tiloissa. Lisäksi Ville Wessman 1 suoritettiin Korjaamo Variksen tiloissa kylmillä jarruilla. Mittaustulos Ville Wessman 2 suoritettiin kuumilla jarruilla, jolloin niiden lämpötila oli noin 200

celsiusastetta. K1-Katsastuksen testaushetkellä jarrut olivat hieman lämminneet päivän aikana, mutta eivät olleet kovin kuumat. Lämpötilaa ei mitattu lämpömittarilla.

Mielenkiintoista testaustuloksissa oli etenkin K1-katsastuksen tekemä testaus. Ensimmäisenä herää epäily mittalaitteiston tarkkuudesta. Mittalaitteiden tarkkuus kuitenkin on oltava jollain lailla samaa tasoa, koska Ville Wessman 1 –mittaustulos oli hyvin lähellä Etelä-Savon Katsastuksen ja A-Katsastuksen tuloksia. Jarrutestausraportin tulos selvästikin nousi jarrujen lämpötilan kohotessa. Ajoneuvo oli pääasiassa seissyt koko kesän ja tästä johtuen jarrujen suorituskyky olikin hieman alhainen, vaikka kaikkien jarrujen kitkapinnat olivat riittävät.

Tiehidastuvuusmittauksista saadut tulokset 5 barin ohjauspaineella olivat  $3,45 \text{ m/s}^2$  ja  $3,48 \text{ m/s}^2$ . Tarkasteltaessa esimerkiksi itse tekemääni mittausta kuumilla jarruilla (Ville Wessman 2), 5 barin vastaava hidastuvuus on noin  $4,8 \text{ m/s}^2$ . Tästä päätellen hidastuvuustulokset eivät vastaa toisiaan. Jarrusovitusmittaus perustuu todellakin hidastuvuusennusteeseen, joka on laskettu esimerkiksi 2 barin testauspaineesta 6 baria vastaavaksi hidastuvuudeksi. Näin ollen ei voida olla varmoja, että pysähtyykö ajoneuvo ennusteen mukaisella hidastuvuudella. Mielestäni ei ole edes tarpeellista tarkastella jarrujen suorituskykyä niinkin kovalla paineella kuin 6 baria. Yleensä keskivertojarrutukset raskaalla kalustolla ovat alueella 2-4 baria, joten 6 barin laskentapaine ei ole tarpeellinen. Itse tekemäni testaus osoitti, että jarrutus 5 barin ohjauspaineella osoittautui todella voimakkaaksi. Itse olen toiminut yhdistelmäajoneuvon kuljettajana useita vuosia, enkä ole koskaan joutunut tekemään edellä mainittua jarrutusta.

### **6.5.1 Käsien laskennan ja tietokonelaskennan tulosten vertailua**

Tässä osiossa vertailemme jarrujen suoritusarvoja käsin laskennan ja tietokonelaskennan tulosten pohjalta. Käsien laskenta toteutetaan kappaleen 6 mukaisella esimerkki laskelmalla. Muuttujina käytetään tietokonelaskennassa saatuja arvoja. Tietokonelaskennan vertailuarvoina käytetään itse tekemääni mittaustulosta (Ville Wessman 2).

Käsin laskennan taulukossa käytettyjen lyhenteiden selvennykset:

PH (MPa)	Havahtumispaine (oikean vasemman keskiarvo)
FR (N)	Vierintävastus
FM (N)	Jarruvoima
F (N)	Jarruvoiman ja vierintävastuksen erotus
PM (MPa)	Jarruvoimaa vastaava paine
P (N)	Paine, josta vähennetty havahtumispaine
PL (N)	Laskentapaine
FL (N)	Laskentapaineella saatu jarruvoima
AP (Kg)	Akselipaino
Z (%)	Hidastuvuus
S	ALB –venttiilin säätösuhde

**Taulukko 4. Mittaustulos Ville Wessman 2**

	1. akseli	2. akseli	3. akseli	Ajoneuvo
Ville Wessman 2	72	51	33	52

**Taulukko 5. Käsien laskenta Ville Wessman 2 muuttujilla**

Akseli	1	2	3		Ajoneuvo
PH	0,037	0,037	0,0565		
FR (O)	500	700	800		
FR (V)	600	900	600		
FM (O)	12700	10300	5700		
FM (V)	10900	10400	7400		
FM yht	23600	20700	13100		
FR yht	1100	1600	1400		
F	22500	19100	11700		
PM	0,265	0,27	0,266		
PH	0,037	0,037	0,0565		
P	0,228	0,233	0,2095		
PL	0,6	0,6	0,6		
FL	59211	49185	33508		141903
AP	7500	10300	8700		26500
<b>z (%)</b>	<b>80,476</b>	<b>48,677</b>	<b>39,261</b>		<b>56,138</b>
S	1,0929	2,1352	2,1352		
FL : S	54178	23035	15693		92905
AP	5750	7000	5900		18650
<b>z (%)</b>	<b>96,047</b>	<b>33,544</b>	<b>27,114</b>		<b>52,235</b>

Edellä olevista tuloksista ilmenee selkeästi, että käsien laskettu hidastuvuus on jonkin verran suurempi tietokoneavusteiseen mittaukseen verrattuna.

## 7 ONGELMAT JARRUSOVITUS MITTAUKSISSA

Jarrusovituslaskelmat on jo ajoneuvotehtaalla laskettu ja mitoitettu vastaamaan ajoneuvon kokonaisuutta. Toisin sanoen tavallisen huoltokorjaamon ei ole tarvetta suorittaa jarruille sovittua pelkästään sillä syyllä, että jarrutusvoima on joko liian iso tai pieni. Korjaamo Variksen mukaan kuitenkin eräillä perävaunun valmistajilla jarrutusvoimat nousevat uusissa rumpujarruilla varustetuissa perävaunuissa sisäänajon jälkeen liian suuriksi. Levyjarruilla varustetuissa ajoneuvoissa tätä ongelmaa ei ole havaittu. Jarruohjeen mukaan laajantarkastuksen piiriin kuuluvilla ajoneuvoilla ja perävaunuilla on sekä ala- että yläraja jarrutusuhteissa. Kuormatulla ajoneuvolla yläraja on 63 % ja ala-

raja on 46 % 6 barin laskentapaineella. Jos ajoneuvon kokonaisjarrutussuhde on korkeampi kuin 63 %, ajoneuvo saa hylkäävän päätöksen.

Yksi merkittävä syy jarrujen ylitehoisuuteen on Jyki Oy:n mukaan jarruhihnan kitkama-  
teriaali sekä jarrupöly. Nykyisin jarrurummut on suojattu jarrukilvellä todella hyvin ja  
tämän seurauksena jarrupöly jää pyörimään rummun sisälle aiheuttaen ylitehoisuutta.  
Jyki Oy:n työnjohtajan mukaan ylitehoiset jarrut on saatu lämmittämällä jarrut todella  
kuumaksi sekä huuhtelemalla lämpimällä vedellä rummun ja jarrukilven välistä. Maan-  
tiesuola taas vaikuttaa jarrutustehoon alentavasti Jyki Oy:n työnjohtajan mukaan.  
Maantiesuola voidaan niin ikään poistaa lämpimällä vedellä.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia mahdollisia eroavaisuuksia eri mittausohjelmis-  
tojen välillä. Tutkimus onnistui mielestäni hyvin, koska saadut mittaustulokset pystyt-  
tiin suorittamaan saman päivän aikana. Jarrujen lämpötila oli lähes sama kaikissa mitta-  
uksissa. Ainoastaan itse tekemissäni mittauksissa jarrujen lämpötila oli yli 200 celsius-  
astetta. Lisäksi ensimmäisessä mittauksessa jarrut olivat normaalia kylmemmät, koska  
autolla ei ajettu ennen testauksen aloitusta.

Jarrutuloksissa oli kohtalaisia eroja, mikä osittain selittyy sillä, että ajoneuvo oli seissyt  
pitkän aikaa ja tästä syystä jarrujen suorituskyky parani loppua kohden lämpötilan  
noustessa. Lisäksi painemittareiden tarkkuus vaikuttaa suuresti tuloksiin. Kappaleessa  
6 laskettiin jarrutussuhdetta, mikä on riippuvainen vallitsevasta paineesta. Raskone  
Oyj:n jarrutestauslaitteisto oli kalibroitu marraskuun alussa, joten teoriassa A-  
Katsastuksen tulosta voisi pitää tarkimpana. Erikoisen mielenkiintoista oli itse tekemäni  
jarrutestaus kylmillä ja kuumilla jarruilla, koska jarrutestaus tulos parani huomattavasti  
jarrujen ollessa kuumat. Kylmien jarrujen tulos oli samaa luokkaa kuin Etelä-Savon  
Katsastuksen ja A-Katsastuksen testauksessa.

## LÄHDELUETTELO

1. Mylläri, Atte. Rantala, Jouko. Sirola, Jarkko. Auto- ja kuljetustekniikan erikoistumisoppi: Alusta- ja hallintalaitteet 2. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy. 2003.
2. Ajoneuvohallintokeskus 2008. Raskaiden ajoneuvojen jarrujen tarkastus katsastuksessa. Verkkodokumentti. [http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/5F8B0CE9-7F0F-41AA-AF6A-C80F7C280CC3/0/15492082008\\_Jarruohje.pdf](http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/5F8B0CE9-7F0F-41AA-AF6A-C80F7C280CC3/0/15492082008_Jarruohje.pdf). Päivitetty 15.12.2008. Luettu 29.1.2010.
3. Kahri, Kristiina. Reini, Matti. 2009. Tieliikennelait 2009. Helsinki: Talentum Media Oy. 2009.
4. Scanian arkistot. 2009. Intranet. Ei saatavilla.
5. Ajoneuvohallintokeskus. 2008. Jarrujärjestelmät: Liitteet 1-9. Verkkodokumentti. [http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/361B472E-D3BD-4F0F-BE8D-9DA0DD8D4FFD/0/15492082008\\_Liitteet\\_19\\_.pdf](http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/361B472E-D3BD-4F0F-BE8D-9DA0DD8D4FFD/0/15492082008_Liitteet_19_.pdf). Luettu 29.1.2010.

*** D Y M A T I C ***											Versio: dym 2.1			
Sovitus testi vars.vetovaunu														
ETELÄ-SAVON KATSASTUS											2009-10-27 08:58			
AJONEUVON HALTIJA					TESTAAJA									
VARIS					ESA VALJAKKA									
AUTO GIA-841 SCANIA R144 1997														
AKSELI	1	2	3	4	5	YHT	1	2	3	4	5	YHT		
ALKUP.VAS/Bar	0.46	0.48	0.65			****								
ALKUP.OIK/Bar	0.44	0.50	0.33			****								
MAX.ERO.VAS/%	13	8	16			****								
MAX.ERO.OIK/%	13	11	20			****								
MAX.ERO.AKS/%	3	0	16			****								
LAAH.VAS/kN	0.5	0.7	0.6			****								
LAAH.OIK/kN	0.5	0.7	0.7			****								
JARRUV.VAS/kN	5.9	5.5	5.0			****								
JARRUV.OIK/kN	6.1	5.5	4.1			****								
O/V-YHT/kN	12.0	11.0	9.1			****								
LASK.PAIN/Bar	6.00	6.00	6.00			****								
LOPPUP/Bar	1.94	2.09	1.90			****								
MAX.VOIMA/kN	36.6	28.9	29.4			94.9								
AP/KRM/ton	7.50	10.30	8.70			26.50								
KUORMA%	48	28	33			35								
SUHDE-ERO%	37	-20	-5			****								
HYST.KORJ/%	0	0	0			0								
ENN.VV/Bar	0.22					ENN.PV/Bar 0.00								
TYHJÄNÄ														
ALB_NUMERO	4	3	3			****								
ALKUP.DM/Bar	0.56	0.68	0.89			****								
MAX.VOIMA/kN	34.6	20.0				54.6								
AP/TJA/ton	6.38	7.09				13.47								
TYHJA%	54	28				40								
SUHDE-ERO%	35	-30				****								
HYST.KORJ/%	0	0				0								
JOUSIKELLO I/0	1	1	0			****								
JARRUV.VAS/kN	0.0	0.0				****								
JARRUV.OIK/kN	0.0	0.0				****								
VIPUVARSI/mm	16	16	13			****								
KELLOKOKO"	24	24	20			****								
ALLEVIIVATTUJEN RAJAT														
ALKUPAKS < 0.3 > 0.8 (LOPPUP - ALKUP) < 1.2 DUOM > 1.5 PENN +0.5 (Bar) MAX.EROT +30%														
SUHDEKRM VV/PV < 45% > 63% SUHDETYH VV/PV < 52% > 87%														
SUHDE-EROT I-AKSELIT VARS.YHD VV < 0% PV < 0% SEURAAVAT AKSELIT +30%														
KALIBROINTI pvm 2008-11-21														
HIDASTUVUUDET LASKETTU (M O N I P I S T E) MENETELMÄLLÄ														
VAKUUDEKSI _____														

SOVITUS\_KUVAAJAT

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

ETELÄ-SAVON KATSASTUS

2009-10-27 08:58

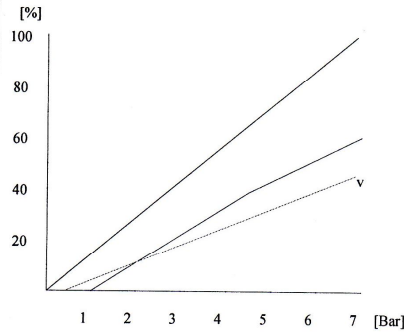
AJONEUVON HALTIJA

TESTAAJA

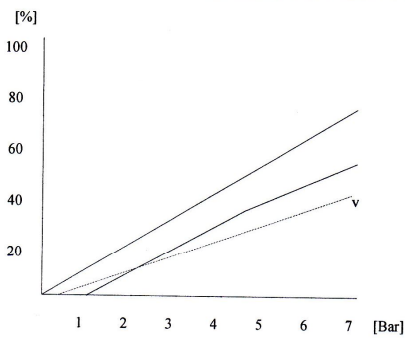
VARIS

ESA VALJAKKA

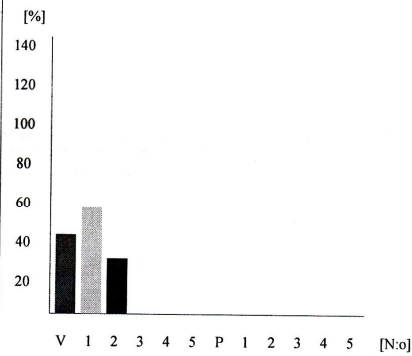
AUTO GIA-841 SCANIA R144 1997



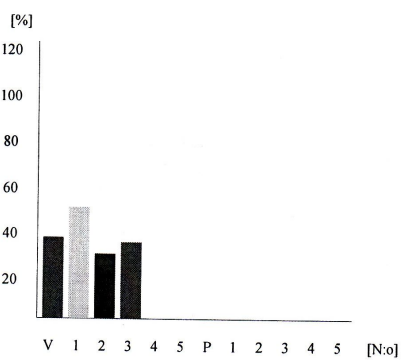
TYHJÄNÄ



KUORMALLA



AKSELEITTAIN



AKSELEITTAIN



*** D Y M A T I C ***								Versio: dym 2.1
ALB-TESTI								
ETELÄ-SAVON KATSASTUS							2009-10-27 08:58	
AJONEUVON HALTIJA				TESTAAJA				
VARIS				ESA VALJAKKA				
AUTO GIA-841 SCANIA R144 1997								
ALB	NRO	NRO	NRO	NRO	NRO	ENNVV	ENNPV	
0	x1	x2	3	4	x5			
TP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	
6.00						<==AUTO /ALB		
						<== PERÄVAUNU /ALB		
0.00			0.00	0.00		0.00		
0.48			0.00	0.12		0.40		
1.00			0.56	0.72		1.12		
1.52			0.88	1.28		1.64		
2.00			1.24	1.72		2.12		
2.48			1.64	2.24		2.64		
3.00			2.04	2.76		3.16		
3.48			2.40	3.28		3.68		
4.00			2.80	3.80		4.20		
4.48			3.20	4.28		4.72		
5.00			3.52	4.76		5.24		
5.52			4.00	5.32		5.80		
6.00			4.32	5.72		6.24		
6.52			4.80	6.32		6.76		
7.00			5.20	6.84		7.28		
7.48			5.52	7.24		7.80		
8.00			5.96	7.80		7.96		
JAKOS.			1.37	1.04		ENN 0.22		

*** D Y M A T I C ***								Versio: dym 2.1
VIIVE-TESTI								
ETELÄ-SAVON KATSASTUS							2009-10-27 08:58	
AJONEUVON HALTIJA				TESTAAJA				
VARIS				ESA VALJAKKA				
AUTO GIA-841 SCANIA R144 1997								
NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)				NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)				
KANAVA1								
KANAVA2								
KANAVADM	151		178					
KANAVA3	427		480					
KANAVA4	525		729					
KANAVA5								
HYV.RAJAT NOUSU VETOVAUNU < 800 DUOMP < 600								
HYV.RAJAT LASKU VETOVAUNU <1000 DUOMP < 800								
MITTAUSAIKA (0-2440) ms								

## \*\*\* CARTEC \*\*\*

Ohjelman nimi ja versionro SW-V 2.10 FIN(XP) COSBC V 4,52  
Mittausajankohta: 27.10.2009, 10:42:54 Viimeisin kalibrointi: 29.09.2009

Testipaikka RASKONE MIKKELI / A-Katsastus Oy Merkki/malli: Scania R 144GB  
MIKKELI  
Katuosoite Insinöörikatu 6 / Yrittäjäkatu 23 Rek.tun./valm.nro: GIA-841  
Kunta 50100 MIKKELI / 50130 MIKKELI Käyttöönottovuosi: 1997  
Puh. Haltija/omistaja: Ville Wessman  
Jarruluvan numero 3694/310-94

Testaaja Taito Liukko

Käyttötarkoitus/ajoneuvolaji: LUOKKA Laaja tark. ka 1.1.1989-> :

KUORMATTU		1	2	3	4	5	YHT
Havaht. paine vasen	Bar	0,5	0,4	0,5			****
Havaht. paine oikea	Bar	0,5	0,4	0,9			****
Soikeus vasen	%	10	3	11			****
Jarruvoima soikeusmitt. vasen	N	10326	9606	7942			****
Soikeus oikea	%	5	5	12			****
Jarruvoima soikeusmitt.oikea	N	11036	10033	5886			****
Vierintävastus vasen	N	735	1113	795			****
Vierintävastus oikea	N	676	914	993			****
Jarruvoima vasen	N	10848	9745	8483			****
Jarruvoima oikea	N	11364	10311	6248			****
Jarruvoimaero oik./vas	%	5	5	26			****
Yhteensä oik./vas.	N	22212	20056	14732			****
Laskentapaine	Bar	6,0	6,0	6,0			****
Mittauspaine	Bar	3,1	3,1	3,1			****
Maksimivoima	N	39449	34183	24589			98221
Akselipaino	ton	7,50	10,30	8,70			26,00
Hidastavuus kuormattuna	%	53,6	33,8	28,8			38,5
Suhde-ero	%	39	-12	-25			****
Jarrusuhde A% P%	-	Paine-ennakko / Bar 0,3					

TYHJÄ							
Painemittauskanava	*2	6	1	1			****
Maksimivoima	N	47528	24073				71601
Akselipaino	ton	6,51	6,96	5,84			13,47
Hidastavuus tyhjänä	%	74,4	35,2				54,2
Suhde-ero	%	37	-35	^^^			****
Jarrusuhde A% P%	-						

VIPUVARSI	mm	165	165	130			****
KELLOKOKO	"	24	24	20			****

Seisontajarru		1	2	3	4	5	
Jarruvoima vas.	N	11901	13113				****
Jarruvoima oik.	N	12477	11752				****
Lukkiutumisero	%	5	10				****

Hidastavuus testauspainolla [%] 37  
Hidastavuus kokonaispainolla [%] 19

VAKUUDEKSI \_\_\_\_\_

Taito Liukko

## \*\*\* CARTEC \*\*\*

Ohjelman nimi ja versionro *SW-V 2.10 FIN(XP)* COSBC *V 4,52*  
 Mittausajankohta: *27.10.2009, 10:42:54* Viimeisin kalibrointi: *29.09.2009*

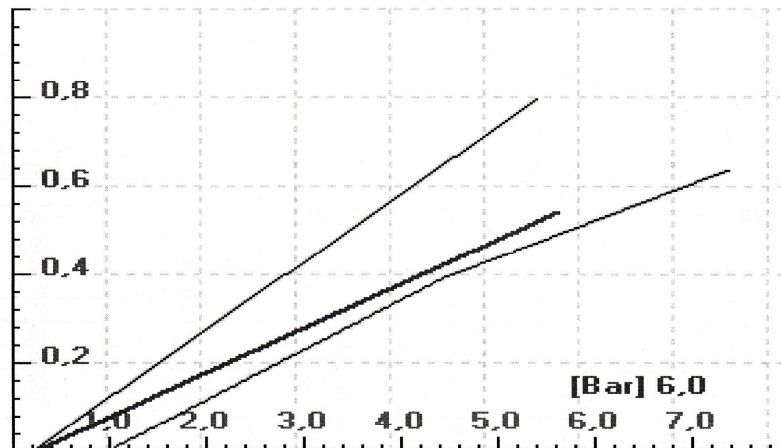
Testipaikka *RASKONE MIKKELI / A-Katsastus Oy* Merkki/malli: *Scania R 144GB*  
*MIKKELI*

Katuosoite *Insinöörinkatu 6 / Yrittäjänkatu 23* Rek.tun./valm.nro: *GIA-841*  
 Kunta *50100 MIKKELI / 50130 MIKKELI* Käyttöönottovuosi: *1997*  
 Puh. Haltija/omistaja: *Ville Wessman*  
 Jarruluvan numero *3694/310-94*

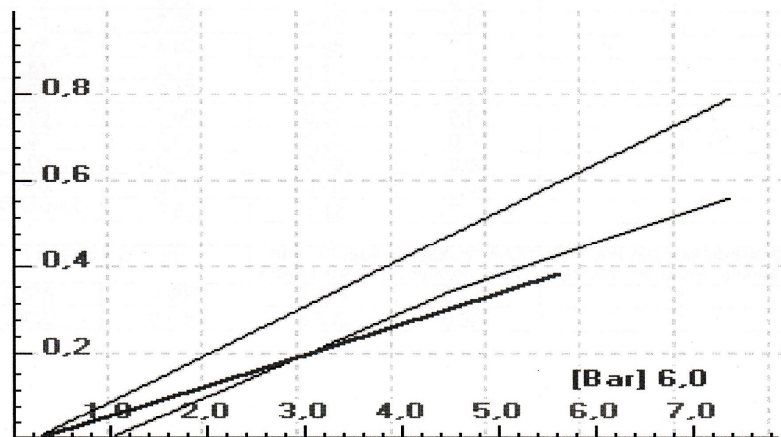
Testaaja *Taito Liukko*

**Jarrusuhdekuvaajat** *LUOKKA Laaja tark. ka 1.1.1989-> :*

**Jarrusuhde tyhjänä**



**Jarrusuhde kuormattuna**



# CARTEC

ALB-TESTI



## AUTO

Mittausajankohta	27.10.2009 10:41:07		
Testipaikka	RASKONE MIKKELI / A-Katsastus Oy MIKKELI		
Katusoite	Insinöörinkatu 6 / Yrittäjänkatu 23		
Kunta	50100 MIKKELI / 50130 MIKKELI		
Merkki/Malli	Scania R 144GB		
Rek./valm.nro	GIA-841		
Ko.vuosi	1997		
Haltija/omistaja	Ville Wessman		
Paine-ennakko [Bar]	0,3		
Alb1 T/L [Bar]	06,0	00,0 /	00,00 to
Alb2 T/L [Bar]	06,0	05,0 /	00,00 to
Testaaja	Taito Liukko		

PM	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6
0,00	0,18	0,00	0,19			
0,55	1,00	0,27	0,94			
0,99	1,44	0,72	1,28			
1,73	2,21	1,22	2,02			
1,91	2,55	1,37	2,20			
2,29	2,88	1,62	2,61			
2,82	3,49	2,00	3,16			
3,50	4,17	2,45	3,78			
3,89	4,56	2,74	4,19			
4,50	5,12	3,17	4,69			
4,88	5,62	3,42	5,22			
5,49	6,18	3,78	5,74			
5,96	6,72	4,12	6,29			
6,51	7,35	4,49	6,89			
7,25	8,02	4,95	7,59			
7,51	8,12	5,15	7,78			
8,00	8,17	5,61	8,24			
0,00	0,00	0,00	0,00			
0,00	0,00	0,00	0,00			
0,00	0,00	0,00	0,00			
0,00	0,00	0,00	0,00			
SAATÖSUHDE	0,83	1,42	--- PC1 ---			

VIIVETESTI		1.RIVI: NOUSUAJAT SEKUNTIA ANTUREITTAIN 75% MAKSIMPAINEESTA				
		2.RIVI: LASKUAJAT SEKUNTIA ANTUREITTAIN 10% MAKSIMPAINEESTA				
0,575	4,400	0,475	0,275			
0,750	0,650	0,600	0,325			

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## Sovitustesti vars.vetovaunu

Korjaamo S ja V Varis

2009-10-27 13:21

AJONEUVON HALTIJA

TESTAAJA

Korjaamo S &amp; V Varis

Ruonakangas Eero

AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

AKSELI	1	2	3	4	5	YHT	1	2	3	4	5	YHT
ALKUP.VAS/Bar	0.34	0.31	0.31			****						
ALKUP.OIK/Bar	0.34	0.31	0.40			****						
MAX.ERO.VAS/%	13	5	13			****						
MAX.ERO.OIK/%	8	6	14			****						
MAX.ERO.AKS/%	5	9	30			****						
LAAH.VAS/kN	0.9	1.3	0.8			****						
LAAH.OIK/kN	0.8	1.0	1.1			****						
JARRUV.VAS/kN	10.8	10.9	9.3			****						
JARRUV.OIK/kN	11.4	9.8	6.4			****						
O/V-YHT/kN	22.3	20.7	15.7			****						
LASK.PAIN/Bar	6.00	6.00	6.00			****						
LOPPUP/Bar	2.45	2.46	2.78			****						
MAX.VOIMA/kN	50.2	44.2	31.7			126.1						
AP/KRM/ton	7.50	10.30	8.70			26.00						
KUORMA%	67	42	36			48						
SUHDE-ERO%	39	-12	-25			****						
HYST.KORJ/%	0	0	0			0						

ENN.VV/Bar 0.17

ENN.PV/Bar 0.00

TYHJÄNÄ

ALB_NUMERO	1	2	2			****						
ALKUP.DM/Bar	0.83	1.12	1.12			****						
MAX.VOIMA/kN	44.8	20.7	13.8			79.3						
AP/TJA/ton	5.75	7.00	5.90			18.65						
TYHJA%	78	29	23			42						
SUHDE-ERO%	85	-30	-45			****						
HYST.KORJ/%	0	0	0			0						
JOUSIKELLO 1/0	1	1	0			****						
JARRUV.VAS/kN	9.7	11.6				****						
JARRUV.OIK/kN	11.6	8.4				****						
VIPUVARSI/mm	165	165	130			****						
KELLOKOKO/"	24	24	20			****						

ALLEVIIVATTUJEN RAJAT

ALKUPAKS &lt; 0.3 &gt; 0.8 (LOPPUP - ALKUP) &lt; 1.2 DUOM &gt; 1.5 PENN +0.5 (Bar) MAX.EROT +30%

SUHDEKRM VV/PV &lt; 45% &gt; 63% SUHDETYH VV/PV &lt; 52% &gt; 87%

SUHDE-EROT 1-AKSELIT VARS.YHD VV &lt; 0% PV &lt; 0% SEURAAVAT AKSELIT +30%

KALIBROINTI pvm 2000-01-01

HIDASTUVUUDET LASKETTU {M O N I P I S T E} MENETELMÄLLÄ

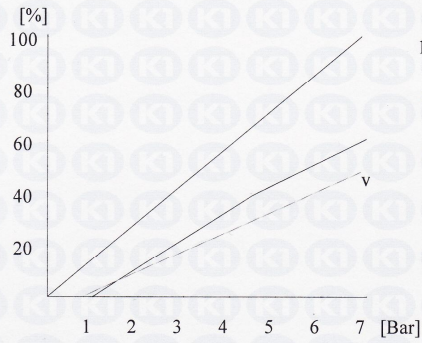
VAKUUDEKSI

SOVITUS\_KUVAAJAT

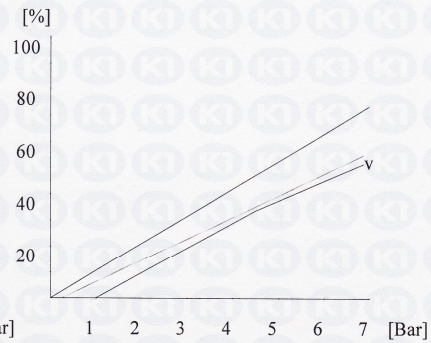
\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

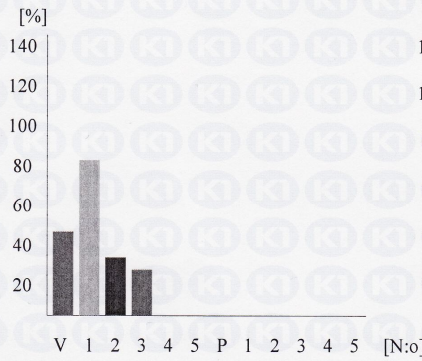
Korjaamo S ja V Varis	2009-10-27 13:21
AJONEUVON HALTIJA	TESTAAJA
Korjaamo S & V Varis	Ruonakangas Eero
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997	



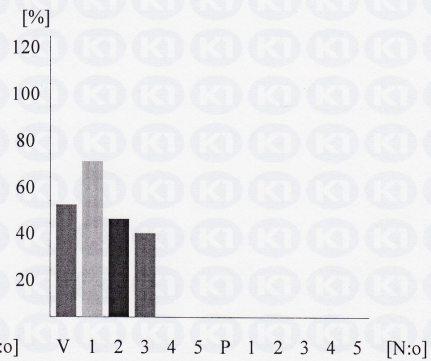
TYHJÄNÄ



KUORMALLA



AKSELEITTAIN



AKSELEITTAIN

## ALB-TESTI

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

Korjaamo S ja V Varis	2009-10-27 13:21
AJONEUVON HALTIJA	TESTAAJA
Korjaamo S & V Varis	Ruonakangas Eero
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997	

ALB	NRO	NRO	NRO	NRO	NRO	ENNVV	ENNPV
0	1	2	x3	x4	x5		
TP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)
6.00	6.00	5.00					
							<==AUTO /ALB
							<== PERÄVAUNU /ALB
0.00	0.00	0.00					0.00
0.51	0.00	0.00					0.00
1.00	0.65	0.30					1.13
1.54	1.11	0.62					1.65
2.08	1.62	0.86					2.13
2.51	2.13	1.13					2.65
3.00	2.51	1.32					3.13
3.57	3.16	1.65					3.68
4.03	3.57	1.84					4.16
4.57	4.08	2.08					4.76
5.05	4.57	2.32					5.24
5.51	5.16	2.65					5.78
6.03	5.49	2.81					6.19
6.54	6.13	3.11					6.73
7.00	6.59	3.32					7.22
7.54	7.08	3.62					7.73
8.03	7.59	3.86					8.03
JAKOS.	1.09	2.13					ENN 0.17

## VIIVE-TESTI

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

Korjaamo S ja V Varis	2009-10-27 13:21
AJONEUVON HALTIJA	TESTAAJA
Korjaamo S & V Varis	Ruonakangas Eero
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997	

	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)
KANAVA1	560	898
KANAVA2	542	738
KANAVADM	249	382
KANAVA3		
KANAVA4		
KANAVA5		
HYV.RAJAT NOUSU VETOVAUNU < 800 DUOMP < 600		
HYV.RAJAT LASKU VETOVAUNU < 1000 DUOMP < 800		
MITTAUSAIKA (0-2440) ms		

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## Sovitustesti vars.vetovaunu

Korjaamo S ja V Varis

2009-10-27 13:52

AJONEUVON HALTIJA

TESTAAJA

Korjaamo S &amp; V Varis

Ville Wessman

AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

AKSELI	1	2	3	4	5	YHT	1	2	3	4	5	YHT
ALKUP.VAS/Bar	0.34	0.34	0.31			****						
ALKUP.OIK/Bar	0.34	0.40	0.31			****						
MAX.ERO.VAS/%	15	13	12			****						
MAX.ERO.OIK/%	11	8	17			****						
MAX.ERO.AKS/%	8	13	28			****						
LAAH.VAS/kN	0.9	1.2	0.8			****						
LAAH.OIK/kN	0.8	1.0	1.0			****						
JARRUV.VAS/kN	8.0	6.6	7.6			****						
JARRUV.OIK/kN	8.7	5.8	5.4			****						
O/V-YHT/kN	16.7	12.4	13.0			****						
LASK.PAIN/Bar	6.00	6.00	6.00			****						
LOPPUP/Bar	2.08	2.05	2.08			****						
MAX.VOIMA/kN	42.6	31.7	25.8			100.2						
AP/KRM/ton	7.50	10.30	8.70			26.00						
KUORMA%	58	30	29			38						
SUHDE-ERO%	52	-21	-23			****						
HYST.KORJ/%	1	0	0			0						
ENN.VV/Bar	0.14						ENN.PV/Bar		0.00			

## TYHJÄNÄ

ALB_NUMERO	1	2	2			****						
ALKUP.DM/Bar	0.91	0.81	0.70			****						
MAX.VOIMA/kN	37.6	25.9	23.1			86.6						
AP/TJA/ton	5.75	7.00	5.90			18.65						
TYHJA%	67	37	39			46						
SUHDE-ERO%	45	-19	-15			****						
HYST.KORJ/%	2	0	0			0						
JOUSIKELLO 1/0	1	1	0			****						
JARRUV.VAS/kN	10.9	11.6				****						
JARRUV.OIK/kN	11.6	8.3				****						
VIPUVARSI/mm	165	165	130			****						
KEI.I.OKOKO"	24	24	20			****						

## ALLEVIIVATTUJEN RAJAT

ALKUPAKS &lt; 0.3 &gt; 0.8 (LOPPUP - ALKUP) &lt; 1.2 DUOM &gt; 1.5 PENN +0.5 (Bar) MAX.EROT +-30%

SUHDEKRM VV/PV &lt; 45% &gt; 63% SUHDETYH VV/PV &lt; 52% &gt; 87%

SUHDE-EROT I-AKSELIT VARS.YHD VV &lt; 0% PV &lt; 0% SEURAAVAT AKSELIT +-30%

KALIBROINTI pvm 2000-01-01

HIDASTUVUUDET LASKETTU {M O N I P I S T E} MENETELMÄLLÄ

VAKUUDEKSI \_\_\_\_\_

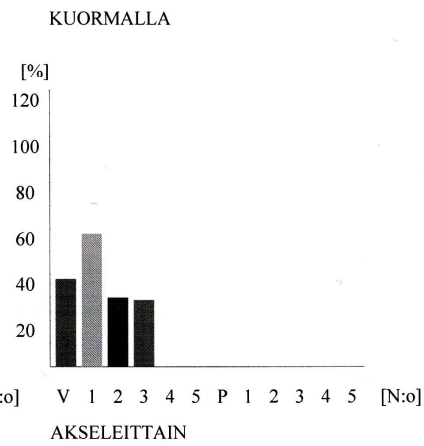
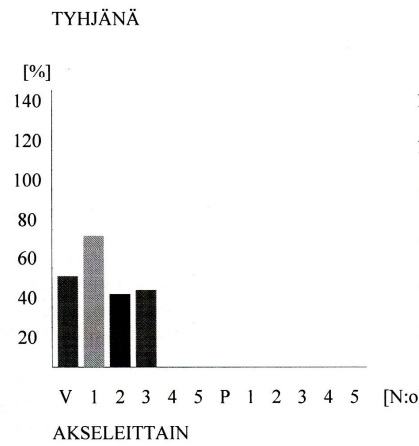
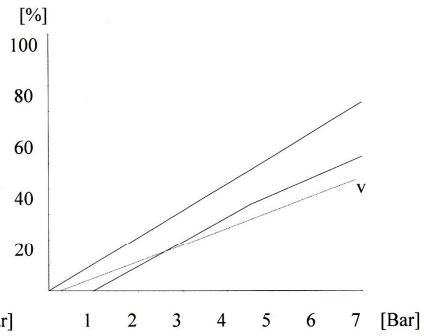
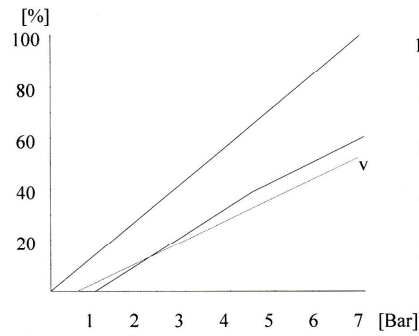


\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

SOVITUS\_KUVAAJAT

Korjaamo S ja V Varis	2009-10-27 13:52
AJONEUVON HALTIJA	TESTAAJA
Korjaamo S & V Varis	Ville Wessman
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997	



## \*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## ALB-TESTI

Korjaamo S ja V Varis 2009-10-27 13:52

AJONEUVON HALTIJA TESTAAJA

Korjaamo S &amp; V Varis Ville Wessman

AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

ALB	NRO	NRO	NRO	NRO	NRO	ENNVV	ENNPV
0	1	2	x3	x4	x5		
TP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)
6.00	6.00	5.00					
						<==AUTO /ALB	
						<== PERÄVAUNU /ALB	
0.00	0.00	0.00				0.00	
0.51	0.00	0.24				0.51	
1.00	0.56	0.65				1.13	
1.54	1.11	1.08				1.57	
2.03	1.54	1.51				2.08	
2.51	2.03	1.94				2.59	
3.00	2.59	2.41				3.11	
3.51	3.00	2.84				3.59	
4.05	3.57	3.32				4.16	
4.54	4.05	3.73				4.67	
5.11	4.57	4.19				5.21	
5.51	5.00	4.65				5.67	
6.00	5.54	5.08				6.16	
6.54	6.11	5.59				6.78	
7.00	6.59	6.03				7.24	
JAKOS.	1.09	1.18				ENN 0.14	

## \*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## VIIVE-TESTI

Korjaamo S ja V Varis 2009-10-27 13:52

AJONEUVON HALTIJA TESTAAJA

Korjaamo S &amp; V Varis Ville Wessman

AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)
KANAVA1	560	898
KANAVA2	542	738
KANAVADM	249	382
KANAVA3		
KANAVA4		
KANAVA5		
HYV.RAJAT NOUSU VETOVAUNU < 800 DUOMP < 600		
HYV.RAJAT LASKU VETOVAUNU <1000 DUOMP < 800		
MITTAUSAIKA (0-2440) ms		

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## Sovitustesti vars.vetovaunu

Korjaamo S ja V Varis

2009-10-27 19:52

AJONEUVON HALTIJA

TESTAAJA

Korjaamo S &amp; V Varis

Ville Wessman

AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

AKSELI	1	2	3	4	5	YHT	1	2	3	4	5	YHT
ALKUP.VAS/Bar	0.40	0.40	0.51			****						
ALKUP.OIK/Bar	0.34	0.34	0.62			****						
MAX.ERO.VAS/%	10	7	11			****						
MAX.ERO.OIK/%	7	4	8			****						
MAX.ERO.AKS/%	14	1	22			****						
LAAH.VAS/kN	0.6	0.9	0.6			****						
LAAH.OIK/kN	0.5	0.7	0.8			****						
JARRUV.VAS/kN	10.9	10.4	7.4			****						
JARRUV.OIK/kN	12.7	10.3	5.7			****						
O/V-YHT/kN	23.5	20.7	13.1			****						
LASK.PAIN/Bar	6.00	6.00	6.00			****						
LOPPUP/Bar	2.65	2.70	2.66			****						
MAX.VOIMA/kN	54.5	52.6	29.4			136.5						
AP/KRM/ton	7.50	10.30	8.70			26.00						
KUORMA%	72	51	33			52						
SUHDE-ERO%	38	-1	-36			****						
HYST.KORJ/%	0	0	0			0						
ENN.VV/Bar	0.14						ENN.PV/Bar	0.00				
TYHJÄNÄ												
ALB_NUMERO	1	2	2			****						
ALKUP.DM/Bar	0.81	0.81	1.01			****						
MAX.VOIMA/kN	48.6	41.7	23.1			113.3						
AP/TJA/ton	5.75	7.00	5.90			18.65						
TYHJA%	84	59	39			60						
SUHDE-ERO%	40	-1	-35			****						
HYST.KORJ/%	0	0	0			0						
JOUSIKELLO 1/0	1	1	0			****						
JARRUV.VAS/kN	10.9	1.5				****						
JARRUV.OIK/kN	11.6	1.2				****						
VIPUVARSI/mm	165	165	130			****						
KELLOKOKO/"	24	24	20			****						

## ALLEVIIVATTUJEN RAJAT

ALKUPAKS &lt; 0.3 &gt; 0.8 (LOPPUP - ALKUP) &lt; 1.2 DUOM &gt; 1.5 PENN +/- 0.5 (Bar) MAX.EROT +/- 30%

SUHDEKRM VV/PV &lt; 45% &gt; 63% SUHDETYH VV/PV &lt; 52% &gt; 87%

SUHDE-EROT 1-AKSELIT VARS.YHD VV &lt; 0% PV &lt; 0% SEURAAVAT AKSELIT +/- 30%

KALIBROINTI pvm 2000-01-01

HIDASTUVUUDET LASKETTU {M O N I P I S T E} MENETELMÄLLÄ

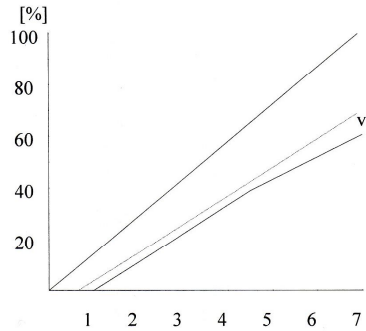
VAKUUDEKSI \_\_\_\_\_

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

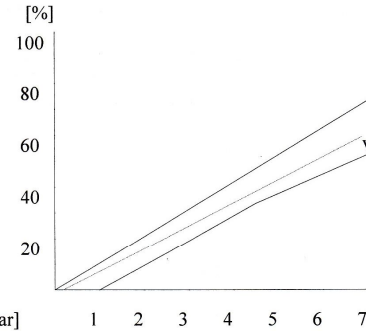
Versio: dym 2.1

SOVITUS\_KUVAAJAT

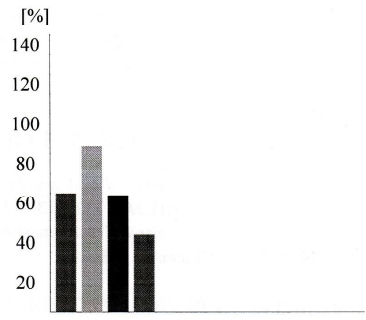
Korjaamo S ja V Varis		2009-10-27 19:52
AJONEUVON HALTIJA	TESTAAJA	
Korjaamo S & V Varis	Ville Wessman	
AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997		



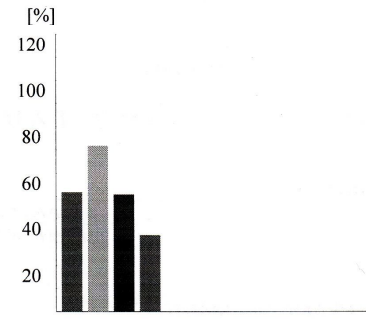
TYHJÄNÄ



KUORMALLA



AKSELEITTAIN



AKSELEITTAIN

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## ALB-TESTI

Korjaamo S ja V Varis 2009-10-27 19:52  
 AJONEUVON HALTIJA TESTAAJA  
 Korjaamo S & V Varis Ville Wessman  
 AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

ALB	NRO	NRO	NRO	NRO	NRO	ENNVV	ENNPV
0	1	2	x3	x4	x5		
TP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)	LP(Bar)
6.00	6.00	5.00					
						<== AUTO /ALB	
						<== PERÄVAUNU /ALB	
0.00	0.00	0.00					0.00
0.51	0.00	0.00					0.38
1.00	0.65	0.67					1.11
1.54	1.13	1.05					1.59
2.11	1.62	1.51					2.13
2.51	2.13	1.97					2.62
3.03	2.59	2.43					3.11
3.57	3.16	2.89					3.65
4.03	3.57	3.24					4.16
4.54	4.08	3.73					4.73
5.05	4.62	4.19					5.21
5.51	5.13	4.67					5.70
6.03	5.54	5.00					6.19
6.54	6.21	5.62					6.78
JAKOS.	1.08	1.19					ENN 0.14

\*\*\* D Y M A T I C \*\*\*

Versio: dym 2.1

## VIIVE-TESTI

Korjaamo S ja V Varis 2009-10-27 19:52  
 AJONEUVON HALTIJA TESTAAJA  
 Korjaamo S & V Varis Ville Wessman  
 AUTO GIA-841 Scania R144 6x2 1997

	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)	NOUSU 75%/LASKU 10% MAX.PAIN.(ms)
KANAVA1	560	898
KANAVA2	542	738
KANAVADM	249	382
KANAVA3		
KANAVA4		
KANAVA5		
HYV.RAJAT NOUSU VETOVAUNU < 800 DUOMP < 600		
HYV.RAJAT LASKU VETOVAUNU <1000 DUOMP < 800		
MITTAUSAIKA (0-2440) ms		