

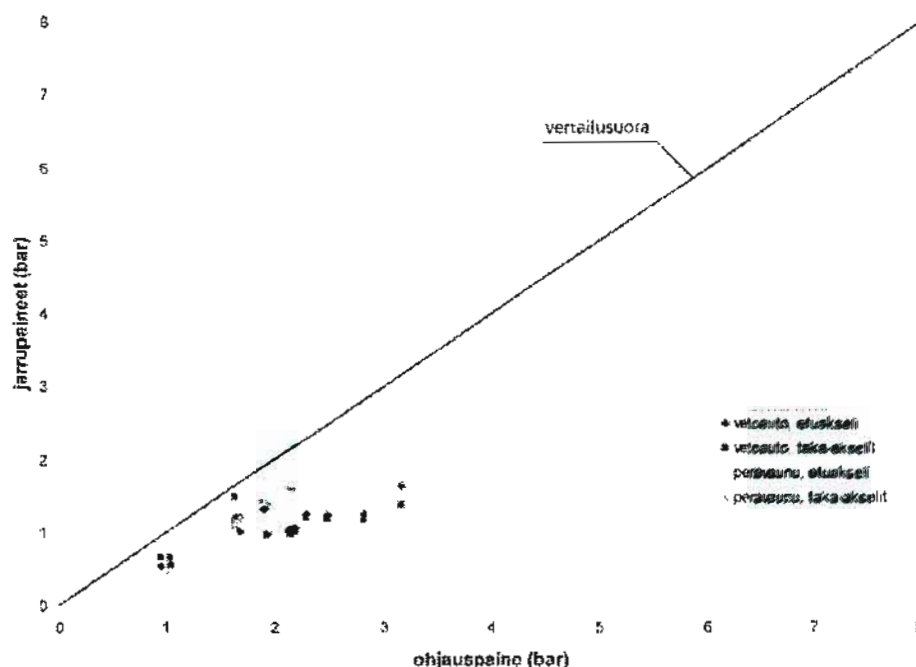
6. TULOKSET

Seuraavassa esitetään testattujen ajoneuvon tiehidastuvuusmittausten ja jarrudynamometrimittausten mukaisten jarrupaineiden jakaumien vastaavuudet sekä tiehidastuvuusmittausten ja jarrudynamometrimittausten perusteella määritettyjen jarrutussuhdekuvaajien vastaavuudet eri kuormavariaatioille.

6.1 Mercedes-Benz ja Kome KPV, kuormaamaton

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 19 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Kuorma-auton etu- ja tak aksleiden jarrupaineet nousevat 1,5bar:iin lineaarisesti lähes samansuuruisina ohjauspaineen alueella 1...3bar. Perävaunun jarrupaineet nousevat noin 2bar:iin samalla ohjauspainealueella.



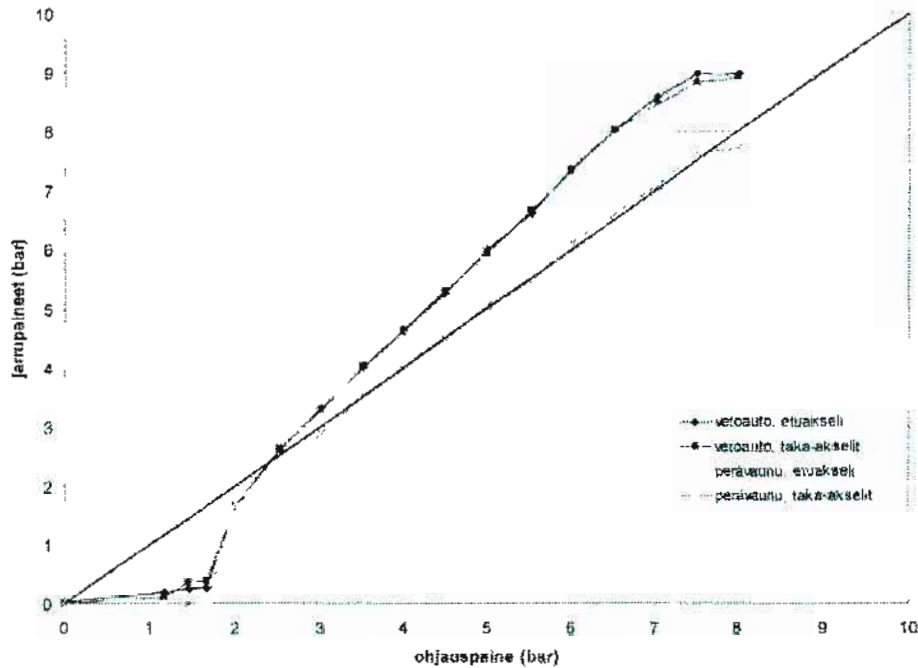
Kuva 19. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

ALB-testi suoritettiin jarrudynamometrillä virrattomana. Jarrupaineiden jakautuminen ALB-testissä on kuvassa 20. Vetoauton että perävaunun jarrupaineet alkavat kasvaa vasta ohjauspaineen arvolla 1.7bar, koska testi tehtiin virrattomana. Tämän jälkeen vetoauton etu- ja tak-akselien jarrupaineet ovat samansuuruisia ja kasvavat ohjauspainetta suuremmiksi 2.5bar kohdalla. Ohjauspaineella 7.5bar vetoauton jarrupaineet ovat 9bar. Perävaunun jarrupaineet kasvavat 2,5bar:in jälkeen ohjauspaineen suuruksina.

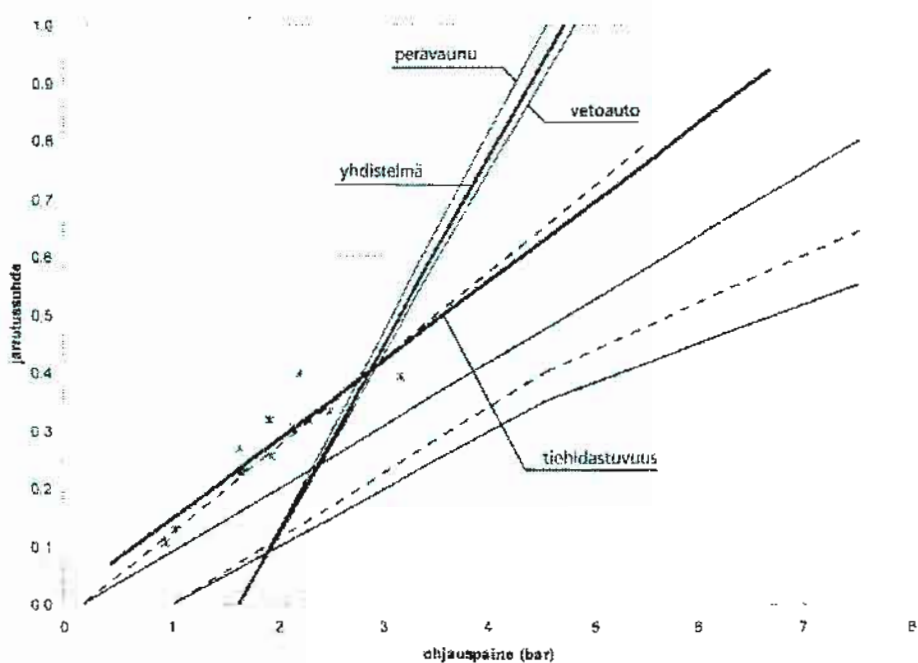
Kuvien 19 ja 20 perusteella havaitaan, että ALB-testin antamat jarrupaineet poikkeavat huomattavasti tiehidastuvuusmittauksissa saaduista tuloksista vetoauton osalta. Perävaunun ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten jarrupaineet vastaavat toisiaan. Ohjauspaineen kasvassa lähelle 3baria perävaunun jarrupaineet rajoittuvat ABS:n vuoksi pyörien tullessa lukkiutumisrajalle.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 21 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksen jarrutussuhdekuvaaja on aivan tyhjän ajoneuvon jarrukäytävän ylärajalla ja 2,5bar:iin asti jarrukäytävän yläpuolella. Tämä johtuu perävaunun suurista jarrutuspaineista, jotka aiheuttavat yhdistelmän liiallisen jarrutuksen.



Kuva 20. Jarrupaineiden jakautuminen virrattomana tehdyssä ALB-testissä.

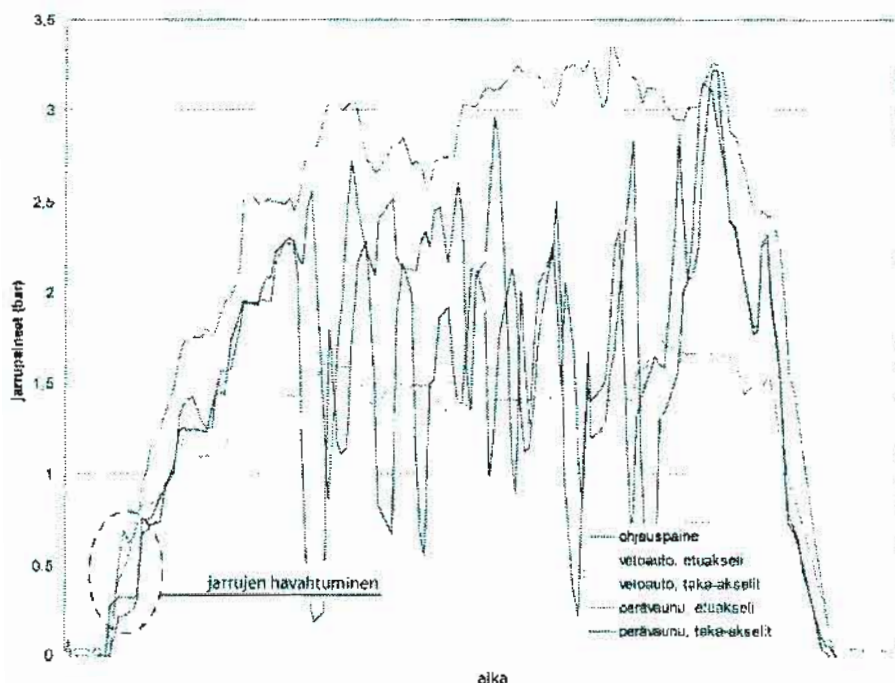


Kuva 21. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrillä määritetyt vetoauton ja perävaunun jarrutussuhdekuvaajat nousevat jyrkästi jarrukäytävän yläpuolelle. Tämä tarkoittaa sitä, että jarrupaineet ovat täydet eli kuormitusta ei oteta

huomioon, koska jarruvoimanjako tapahtuu vetoautossa luistoeron perusteella. Erityisesti kuvaajista on huomattava, että järjestelmä kykenee muuttamaan vetoauton havahtumispaineen perävaunun havahtumispainetta vastaavaksi.

Jarrutussuhdekuvaajia verratessa havaitaan, että ne poikkeavat toisistaan huomattavasti. Jarrudynamometrimittaus antaa jarrutussuhteen arvoksi 1,0 noin 4,5bar:in ohjauspaineella.



Kuva 22. Jarrupainekuvaaja kuormaamattomalla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

Kuvassa 22 on esitetty kuormaamattomalla Mercedes-Benz Actros ja Kome KPV – ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen jarrupainekuvaaja. Vetoauton ja perävaunun jarrusylinterien paineet jarrutuksen alkaessa olivat jarrudynamometrimittauksen perusteella 0,4...0,5bar. Kuvasta havaitaan, että perävaunu alkaa jarruttaa vetoautoa myöhemmin. Tämä on ristiriidassa jarrudynamometrimittauksen antaman tuloksen perusteella, että vetoauton ja perävaunun havahtuminen olisi yhtäaikaista. Sen sijaan virallisena tehdyn jarrudynamometrimittauksen antama havahtumispaine vastaa tiehidastuvuusmittauksen havahtumispainetta, joka oli noin 1,0bar.

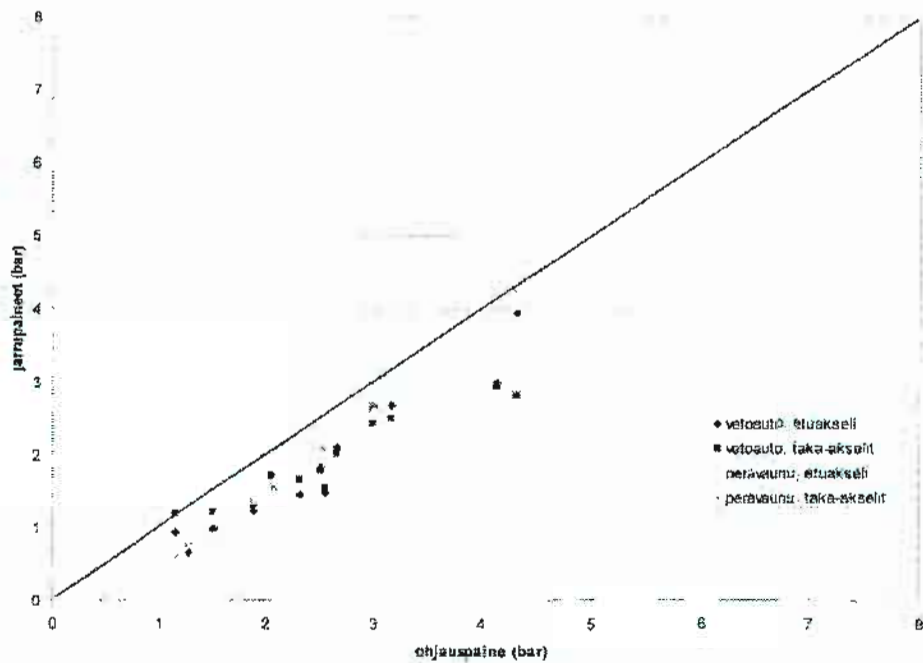
Lisäksi kuvasta 22 havaitaan jarrupainetasojen suuruudet: perävaunun jarrupaineet ovat lähes 1bar vetoauton jarrupaineita suuremmat. Perävaunu jarruttaa siis suurimman osan. Kyseisessä jarrutuksessa perävaunun taka-akselien jarrupainoiden erittäin suuri vaihtelu johtuu ABS:n toiminnasta. Tyhjän perävaunun taka-akselit saavuttivat lukkiutumisrajan.

6.2 Mercedes-Benz ja Kome KPV, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 23 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Vetoauton etuakselin jarrupaineet kasvavat 3,5bar:iin lineaarisesti ohjauspaineen alueella 1...4bar. Vetoauton taka-akselien jarrupaineet kasvavat 1bar:ista 3bar:iin samalla ohjauspainealueella. Etuakselin jarrupaineet kasvavat ohjauspaineen suurentuessa taka-akselien jarrupainetta suuremmiksi, joten vetoau-

ton jarruvoimanjako näyttää toimivan. Perävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti 4bar:iin ohjauspaineen alueella 1...4bar.



Kuva 23. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

ALB-testi tehtiin jarrudynamometrillä virrallisena. Jarrupaineiden jakautuminen ALB-testissä on esitetty kuvassa 24. Vetoauton jarrupaineet ovat pienemmät kuin ohjauspaine 2,5bar:iin asti ja sen jälkeen ohjauspainetta suuremmat. 7,5bar:in ohjauspaineella vetoauton jarrupaineet ovat 9,2bar. Perävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti samansuuruisina ohjauspaineen kanssa.

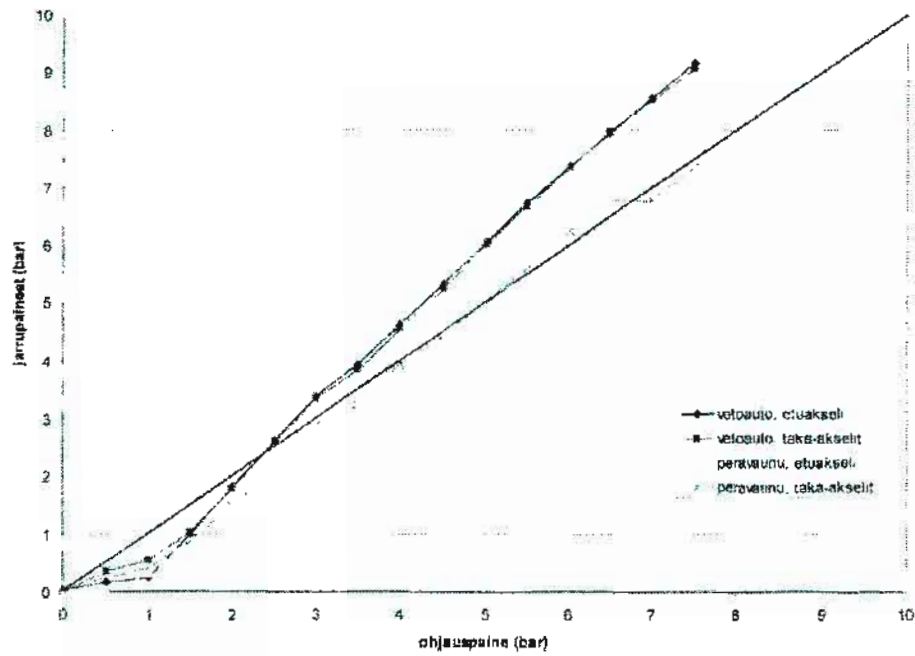
ALB-testissä saadut vetoauton jarrupaineet eivät vastaa tiehidastuvuusmittausten arvoja. Perävaunun osalta ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten jarrupaineet vastaavat toisiaan.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

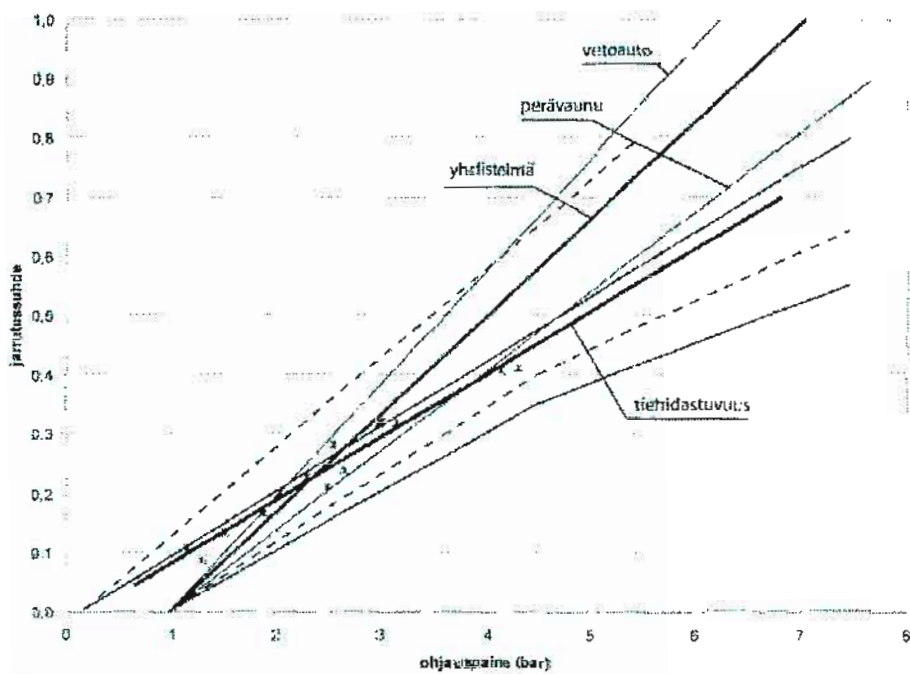
Kuvassa 25 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksista laskettu jarrutussuhdekuvaaja on kuormatun ajoneuvon jarrukäytävässä, aivan sen yläosassa.

Jarrudynamometrin mukaiset jarrutussuhdekuvaajista vetoauto kulkee jarrukäytävän yläpuolella ja perävaunun kuvaaja käytävän alapuolella. Havahtumispaine, 1bar, on vetoautossa ja perävaunussa samansuuruinen.

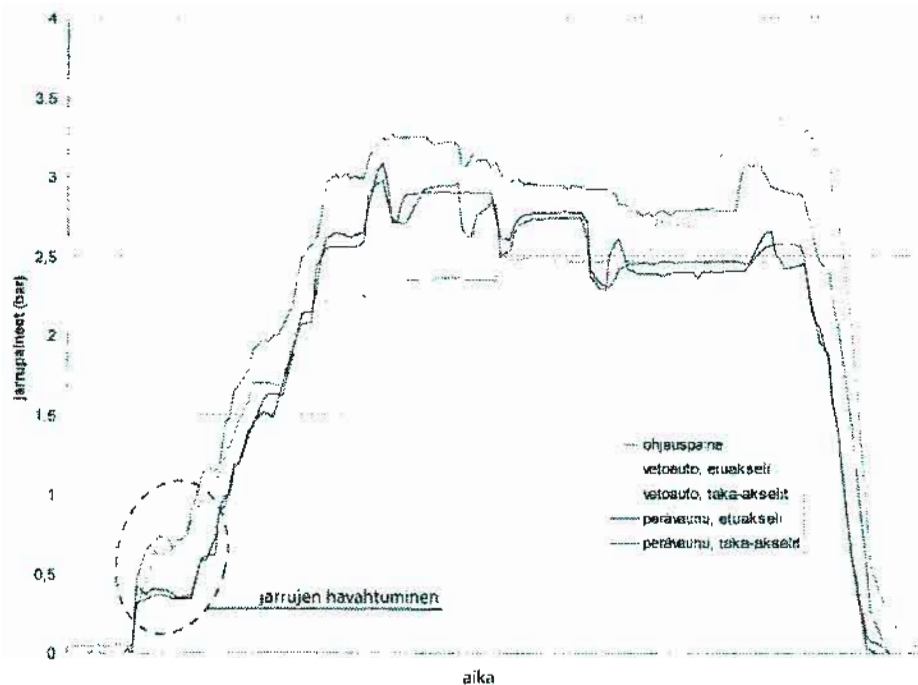
Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 0,70 jarrutussuhteeksi ohjauspaineella 7,0bar. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa ohjauspaineella 7,0bar jarrutussuhteeksi 1,0.



Kuva 24. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.



Kuva 25. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.



Kuva 26. Jarrupainekuvaaja kuormaamattomalla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

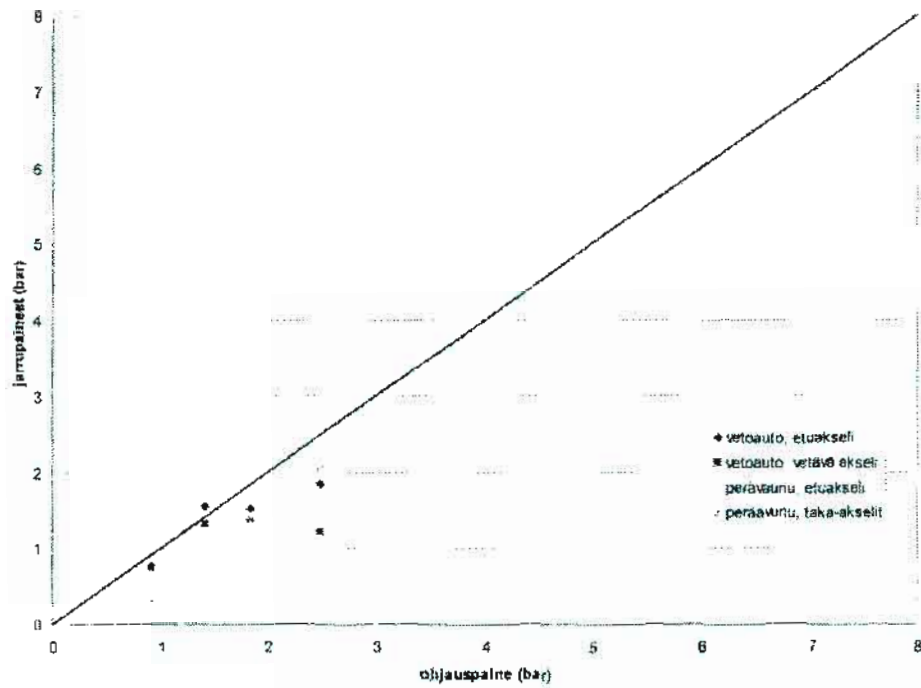
Kuvassa 26 on esitetty kuormatulla Mercedes-Benz Actros ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen jarrupainekuvaaja. Vetoauton ja perävaunun jarrusylinterien paineet jarrutuksen alkaessa olivat jarrudynamometrimittauksen perusteella 0,4...0,5bar. Kuvasta havaitaan, että perävaunu alkaa jarruttaa huomattavasti vetoautoa myöhemmin. Tämä on ristiriidassa jarrudynamometrimittausten antaman tuloksen perusteella, että vetoauton ja perävaunun havahtuminen olisi yhtäaikaista. Sen sijaan virallisena tehdyn jarrudynamometrimittauksen antama havahtumispaine vastaa tiehidastuvuusmittausten havahtumispainetta, noin 1,0bar, jolloin myös perävaunu alkaa jarruttaa (perävaunun jarrupaine 0,5bar).

6.3 Iveco Stralis (teli ylhäällä) ja Kome KPV, kuormaamon

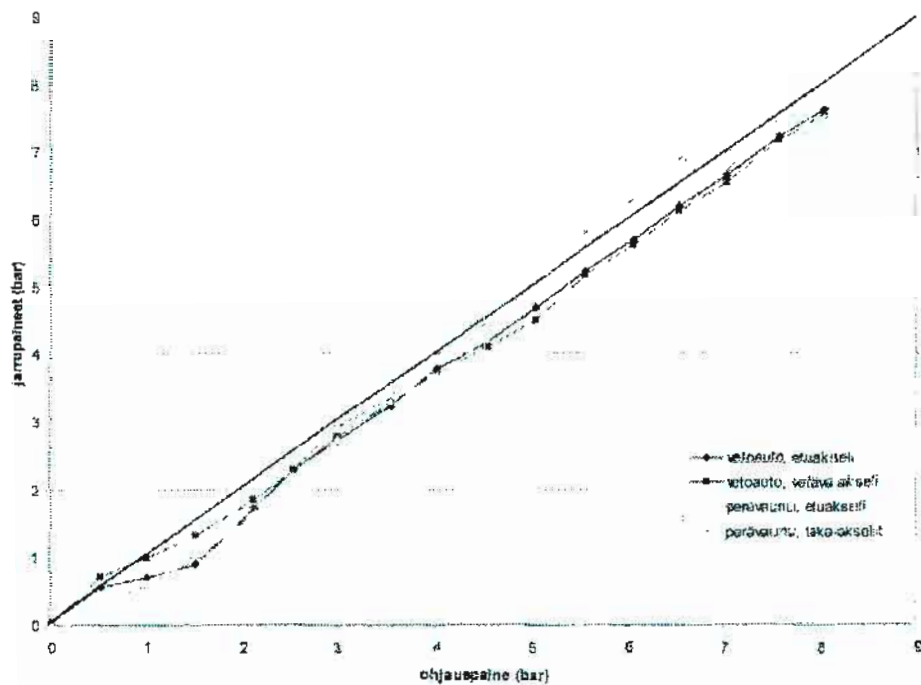
Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 27 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Kuorma-auton jarrupaineet ovat aluksi suuremmat kuin perävaunun jarrupaineet. Ohjauspaineen noustessa yli 2bar:n perävaunun jarrupaineet kasvavat suuremmiksi kuin vetoautossa. Perävaunun jarrupaineet kasvavat samansuuruisina lineaarisesti 0,5bar ohjauspainetta pienempänä.

ALB-testi suoritettiin virallisena sekä virrattomana. Jarrupaineiden jakautuminen virallisena tehdyssä ALB-testissä on kuvassa 28 ja virrattomana tehdyssä ALB-testissä kuvassa 29. Kaikkien akselien jarrupaineet kasvavat lineaarisesti lähes ohjauspaineen suuruusena.

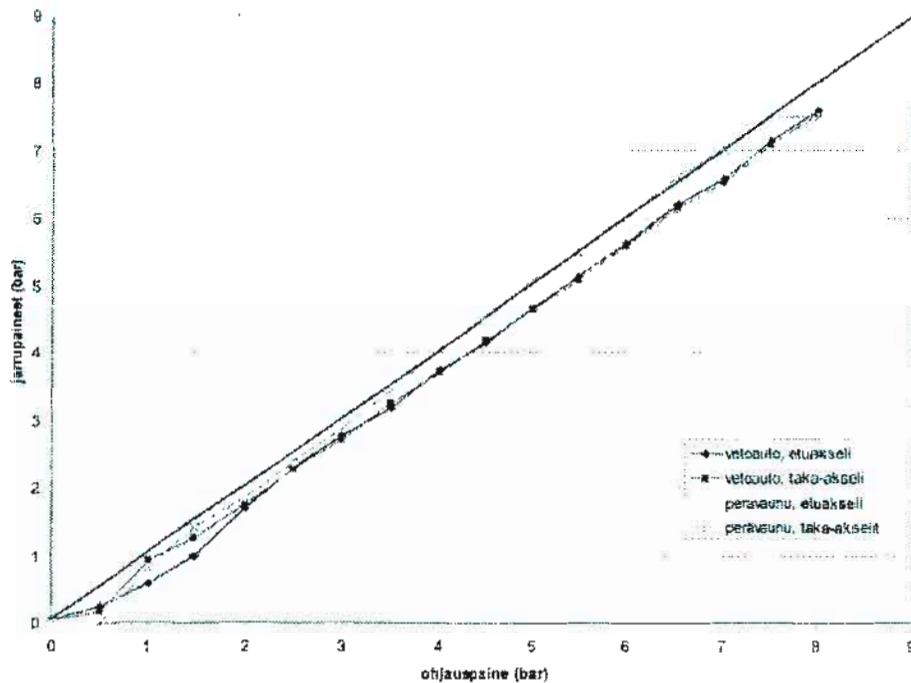


Kuva 27. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



Kuva 28. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisenä tehdyssä ALB-testissä.

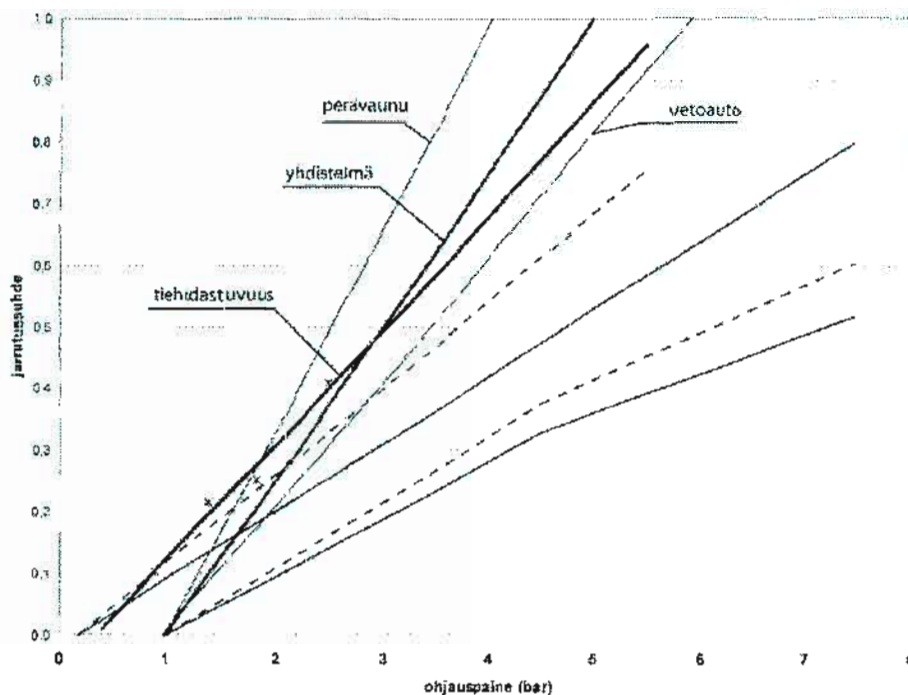
ALB-testissä saadut jarrupaineet eivät vastaa tiehidastuvuusmittausten arvoja vetoauton osalta. Vetoauton jarrupaineet ovat tiemittauksissa pienemmät kuin jarrudynamometrillä saadut arvot. Perävaunun osalta ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten jarrupaineet vastaavat toisiaan.



Kuva 29. Jarrupaineiden jakautuminen virrattomana tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

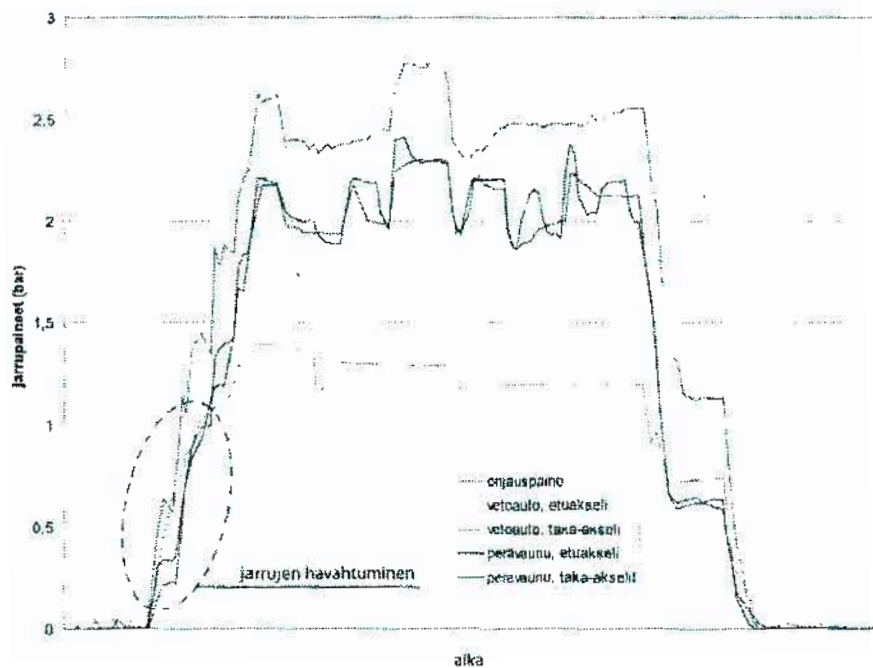
Kuvassa 30 on esitetty jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksista määritetty jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävästä, mutta on jo 1 bar:n ohjauspaineella sen yläpuolella. Koska perävaunu jarrupaineet ovat aivan liian suuret, ei jarrujärjestelmä kykene sovittamaan jarrutussuhdetta käytävään.



Kuva 30. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittauksen antama yhdistelmän jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävästä, mutta nousee jyrkästi käytävän yläpuolelle jo 2 bar:n ohjauspaineella. Jarrujen havahtumispaine on mittauksen mukaan vetoautossa ja perävaunussa yhtä suuret.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät täysin vastaa toisiaan. Havahtumispaineen ero on noin 0,7bar. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteeksi ohjauspaineella 5,5bar. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteen arvoksi ohjauspaineella 5,0bar.



Kuva 31. Jarrupainekuvaaja kuormaamattomalla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

Kuvassa 31 on esitetty kuormaamattomalla Iveco Stralis ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen jarrupainekuvaaja. Vetoauton ja perävaunun jarrusylinterien paineet jarrutuksen alkaessa olivat jarrudynamometrimittauksen perusteella 0,4...0,5bar. Kuvasta havaitaan, että perävaunu alkaa jarruttaa hieman vetoautoa myöhemmin. Virrallisena tehdyn jarrudynamometrimittauksen antama havahtumispaine vastaa tiehidastuvuusmittausten havahtumispainetta, joka oli noin 1,0bar.

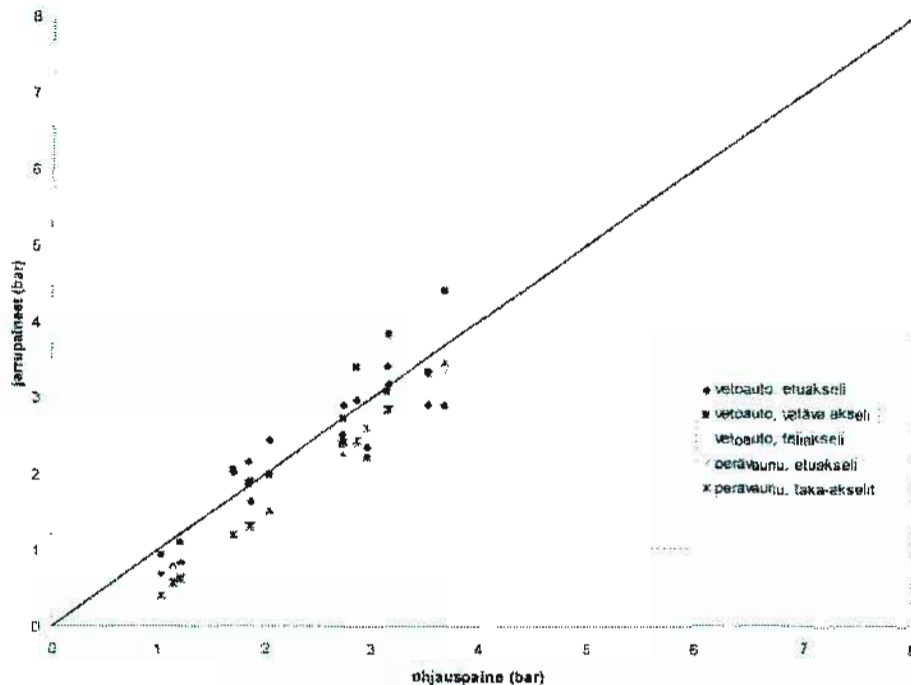
6.4 Iveco Stralis ja Kome KPV, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 32 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Sekä vetoauton että perävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti ohjauspaineen alueella 0...3,5bar. Vetoauton jarrupaineiden osalta on huomattava erittäin voimakas painearvojen hajonta: samalla ohjauspaineen arvolla jarrupaineet voivat vaihdella eri jarrutuksissa jopa yli 0,5bar. Teliakselille asennettu oma painelähetin osoitti, että alle 3,5bar ohjauspaineella jarrupaine pysyy havahtumisrajalla, jolloin akseli ei vielä jarruta. Tämä johtuu Ivecon ratkaisusta, jossa riittävän pienellä vetoauton kuormituksella ja riittävän pienellä hidastuvuudella, teliakselin jarruja ei käytetä.

ALB-testi tehtiin virrallisena. Jarrupaineiden jakautuminen ALB-testissä on esitetty kuvassa 33. Vetoauton jarrupaineet kasvavat lineaarisesti, mutta ovat vain puolet käytetystä ohjauspaineesta. Perävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti ohjauspaineen mukana.

ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten painekuvaajat poikkeavat täysin toisistaan vetoauton osalta. Tiemittauksissa saadut jarrupaineet ovat huomattavasti suuremmat kuin ALB-testin antamat arvot. Perävaunun osalta ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten jarrupaineet vastaavat toisiaan.



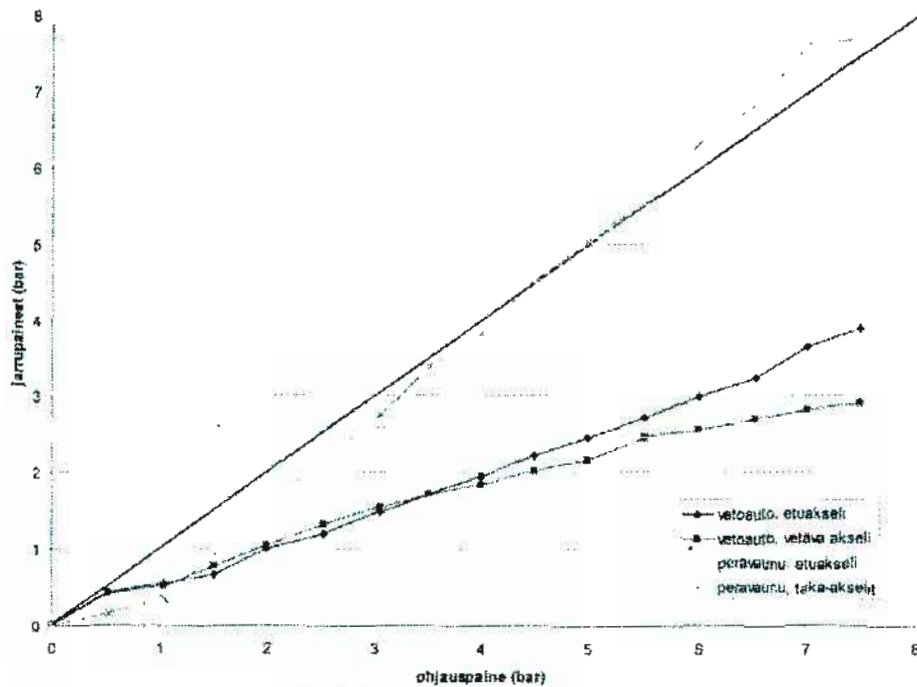
Kuva 32. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

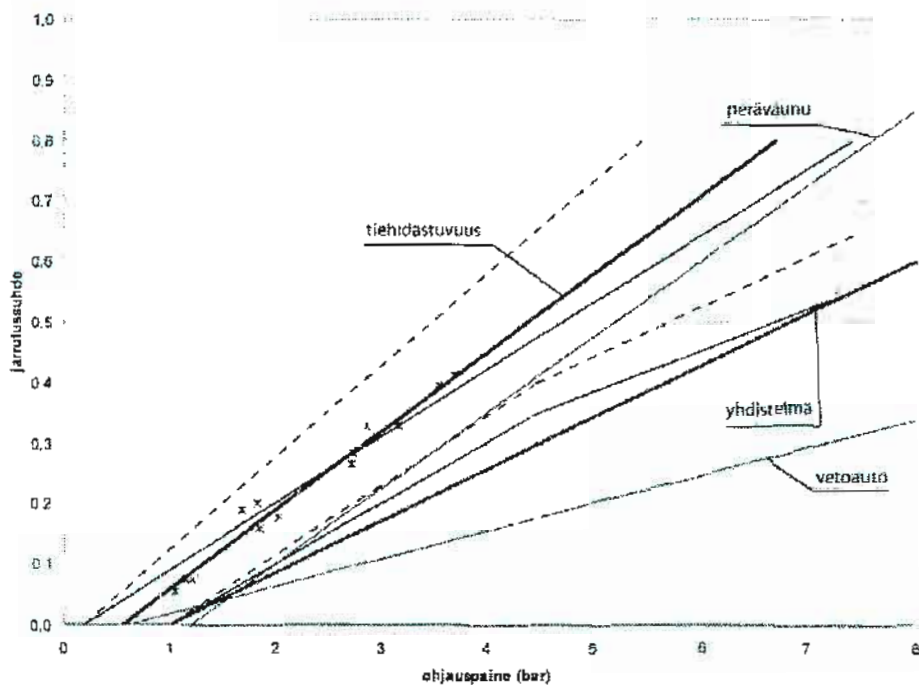
Kuvassa 34 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Kuormatun yhdistelmän tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävästä, mutta nousee sen yläpuolelle noin 2,5bar:n kohdalla. Tämä johtuu perävaunun suurista jarrupaineista suhteessa yhdistelmän kuormitukseen.

Jarrudynamometrimittausten antama yhdistelmän jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävän rajalta, mutta on koko ohjauspainealueella käytävän alapuolella. Tämä johtuu vetoauton pienestä jarrutussuhteesta: ALB-testissä vetoauton jarrupaineet olivat noin puolet vastaavasta ohjauspaineesta. Jarrujen havahtumispaineet ovat mittauksen mukaan vetoautossa ja perävaunussa erisuuruiset.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät täysin vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on pieni. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteen arvoksi ohjauspaineella 8,0bar. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa 8,0bar:in ohjauspaineella jarrutussuhteen arvoksi 0,60.



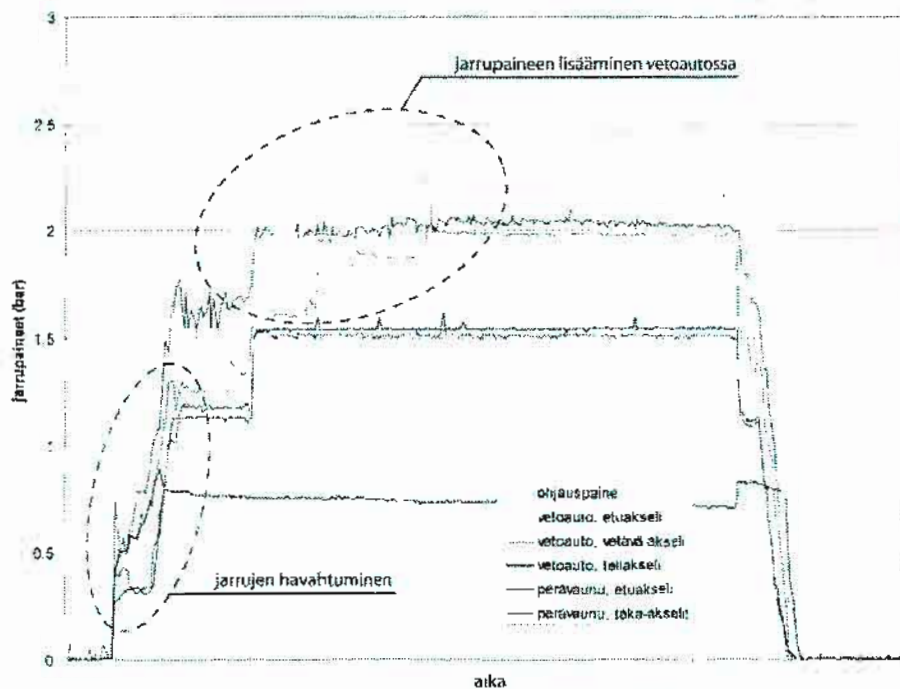
Kuva 33. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.



Kuva 34. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Kuvassa 35 on esitetty kuormatulla Iveco Stralis ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen jarrupaine kuvaaja. Jarrupaineiden noususta alkuvaiheessa huomataan, että perävaunun jarrupainoiden nousu viivästyy 0,3bar:in kohdalla vetoauton jarrupaineiden jatkaessa kasvuaan. Tämän vuoksi perävaunu alkaa jarruttaa noin sekuntia myöhemmin kuin vetoauto, minkä myös jarrudynamometrimittaus ennustaa. Jarrudynamometrimittauksen antamat havahtumispaineet, vetoautolle noin 0,6bar ja perävaunulle noin 1,2bar, vastaavat tiehidastuvuusmittausten havahtumispaineita.

Lisäksi kuvasta 35 havaitaan vetoauton jarrupaineiden kasvu ohjauspaineen ja perävaunun jarrupaineiden pysyessä muuttumattomina. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmä muuttaa (kolme kertaa) ajoneuvoyhdistelmän jarruvoimanjakoa lisäämällä vetoauton jarruvoimaa.



Kuva 35. Jarrupainekuvaaja kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

Erikoinen piirre vetoauton jarrujärjestelmän käyttäytymisessä havaittiin, kun perävaunu kytkettiin pois perästä. Heti tämän jälkeen vetoauton etuakseli lukkiutui aivan normaalissa jarrutustilanteessa määrällä tien pinnalla. Vetoauton jarrujärjestelmä on suunniteltu oppimaan kyseisen yhdistelmän käyttäytymistä. Tässä jarrujärjestelmä ei vielä ehtinyt sopeutumaan perävaunun pois kytkemiseen.

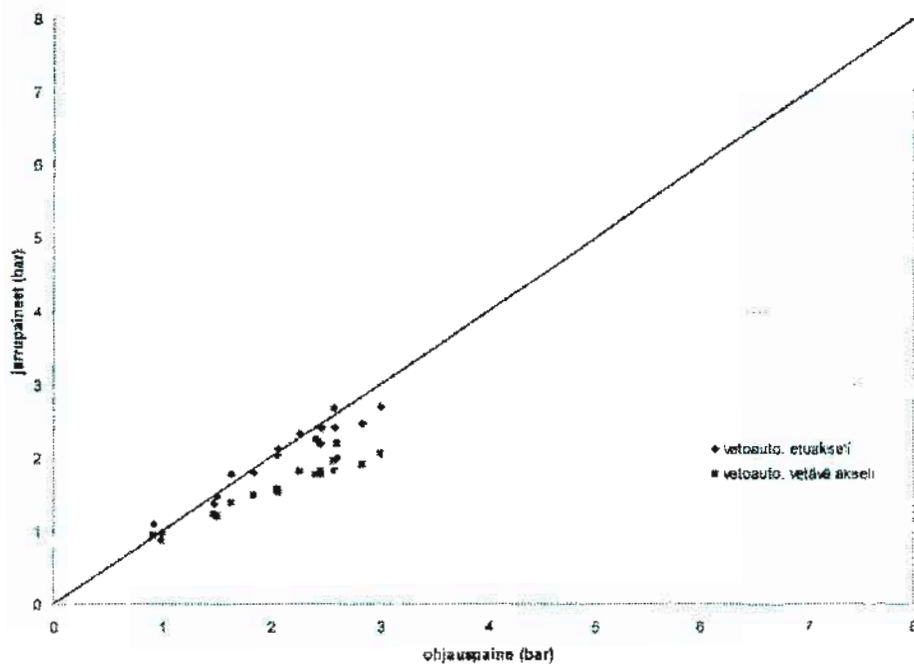
6.5 Iveco Stralis (teli ylhäällä), kuormaamaton

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometri mittauksissa

Kuvassa 36 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Jarrupaineet kasvavat lineaarisesti ohjauspaineen alueella 1...3bar. Etuakselin paine on 3bar:n ohjauspaineella noin 2,5bar ja taka-akselin jarrupaine 2,0bar.

ALB-testissä etu- ja taka-akselin jarrupaineet (kuvat 28 ja 29) kasvavat lineaarisesti noin 0,3bar ohjauspainetta pienempänä.

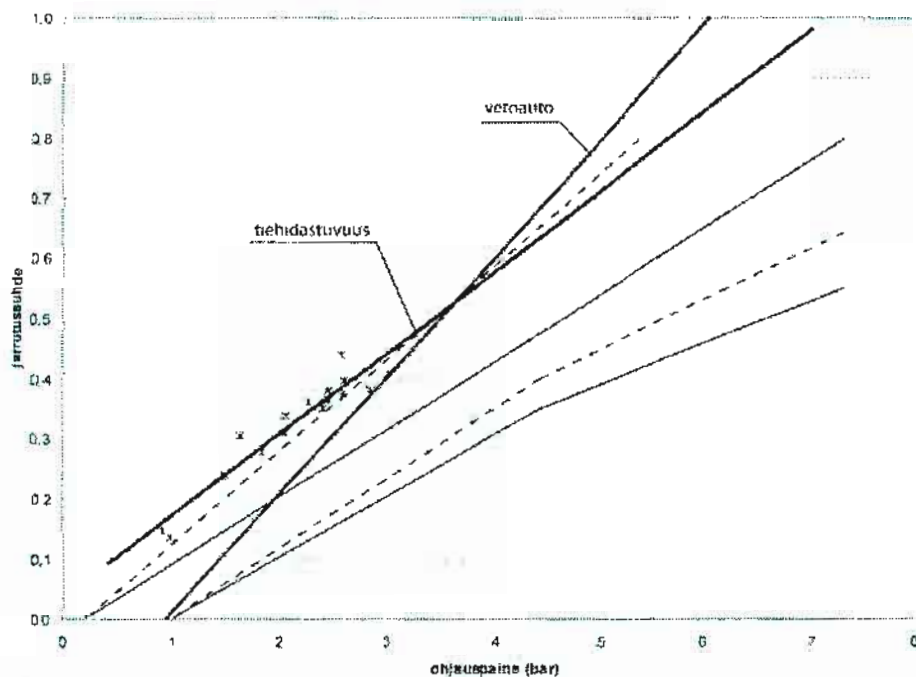
ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten painekuvaajat poikkeavat toisistaan. Tiemittauksissa saadut taka-akselin jarrupaineet ovat ohjauspaineen kasvaessa huomattavasti pienemmät kuin ALB-testin antamat arvot.



Kuva 36. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 37 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksista määritetty jarrutussuhdekuvaaja kulkee lähes koko ohjauspainealueen hieman jarrukäytävän yläpuolella. Tämä osoittaa, että vetoauton jarrujärjestelmä ei ole sovittanut kuvaajaa käytävän keskelle.



Kuva 37. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittauksen antama jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävästä, mutta nousee käytävän yläpuolelle 3,5bar:in ohjauspainella.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on suuri. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteen arvoksi ohjauspaineella 7,0bar. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa jarrutussuhteen arvoksi 1,0 ohjauspaineella 6,0bar.

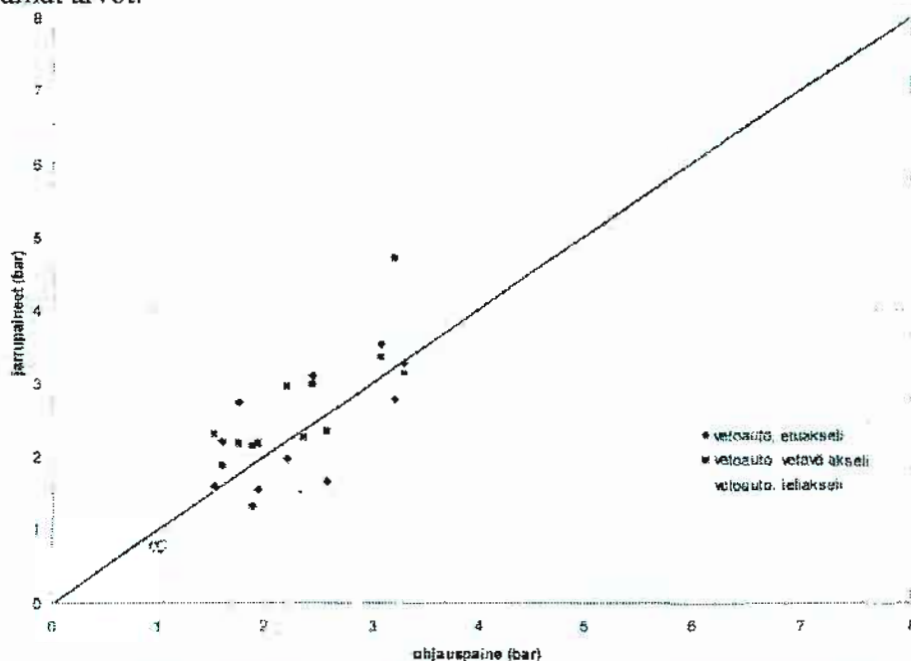
6.6 Iveco Stralis, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 38 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Jarrupaineet kasvavat lineaarisesti ohjauspaineen mukana, mutta hajonta on jälleen voimakasta, jopa 1,0bar. Tällöin myös saavutetut hidastuvuudet tietyllä ohjauspaineella vaihtelevat suuresti.

ALB-testissä vetoauton jarrupaineet kasvavat lineaarisesti (kuva 33), mutta ovat vain puolet käytetystä ohjauspaineesta.

ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten painekuvaajat poikkeavat toisistaan. ALB-testissä saadut etu- ja taka-akselin jarrupaineet ovat ohjauspaineen kasvaessa huomattavasti pienemmät kuin tiehidastuvuusmittausten antamat arvot.



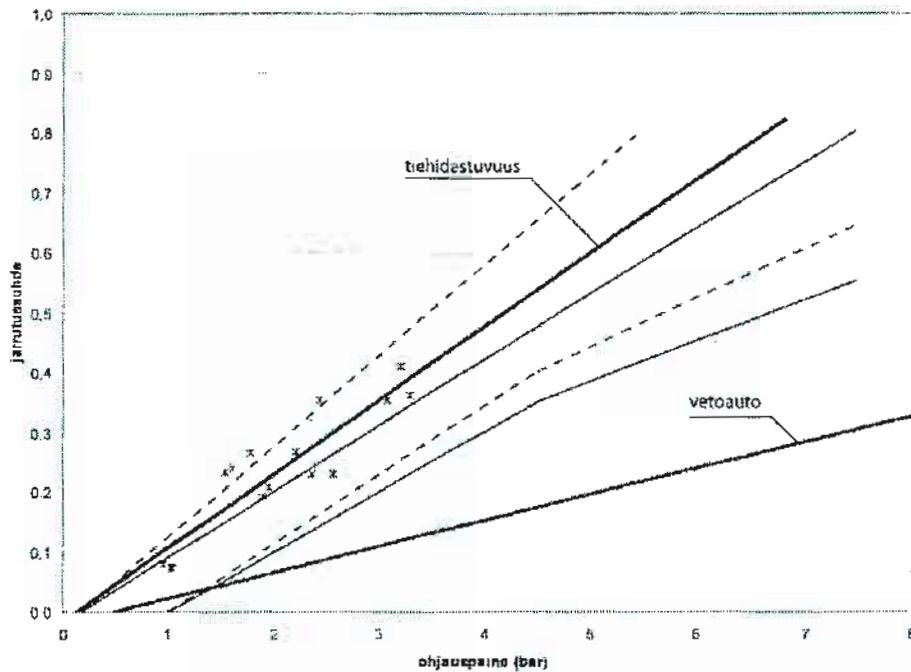
Kuva 38. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 39 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksista määritetty jarrutussuhdekuvaaja kulkee lähes koko ohjauspainealueen jarrukäytävän yläpuolella.

Jarrudynamometrimittauksen antama jarrutussuhdekuvaaja alkaa jarrukäytävästä, mutta jää käytävän alapuolelle.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on pieni. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteen arvoksi ohjauspaineella 8,0bar. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa jarrutussuhteen arvoksi 0,33 ohjauspaineella 8,0bar.



Kuva 39. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

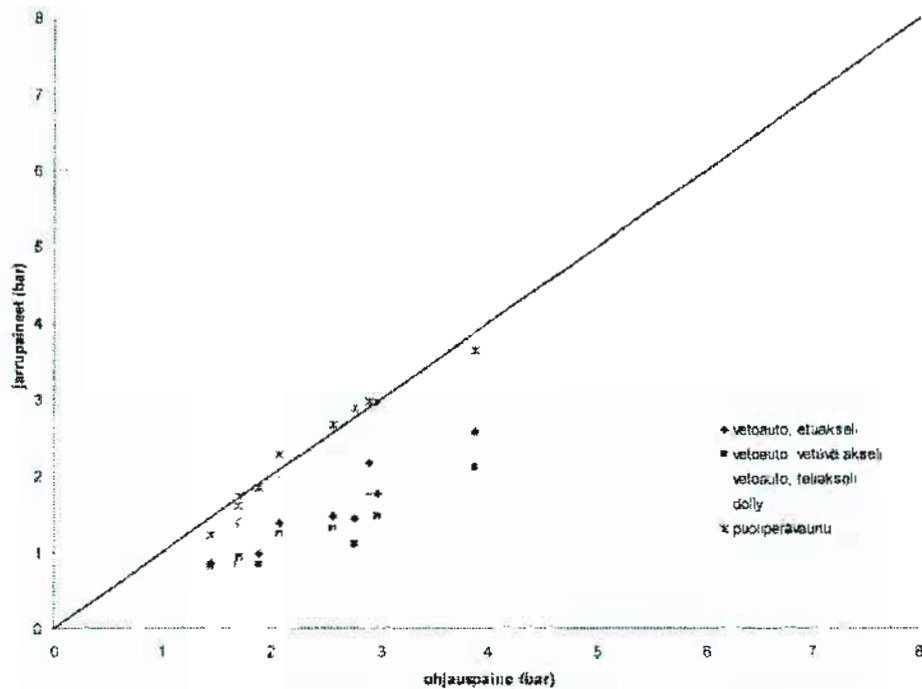
6.7 Scania R470, Tyllis dolly ja Krone PPV, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

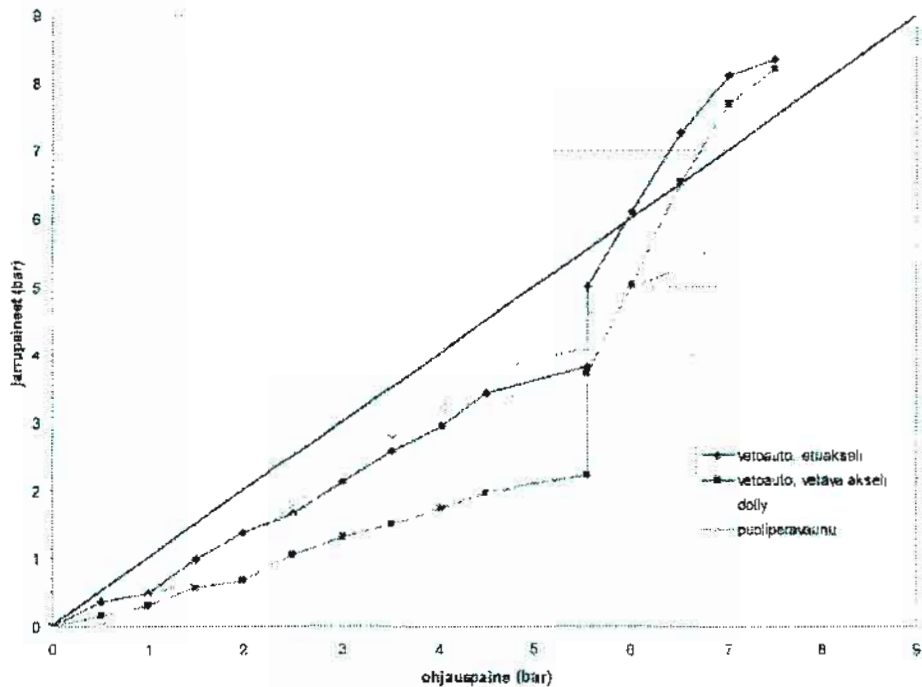
Kuvassa 40 on esitetty jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Jarrupaineiden arvoista nähdään, että jarruvoimanjako on erittäin epätasainen. Dollyn ja puoliperävaunun jarrupaineiden kasvaessa ohjauspaineen mukana 4bar:iin jää vetoauton jarrupaineet vain alle 2,5bar:n. Tällöin perävaunun jarruttaa huomattavasti enemmän kuin vetoauto, joten vetoaisavoimat ovat suuria.

ALB-testi suoritettiin virrallisenä. ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma on esitetty kuvassa 41. Vetoauton jarrupaineet kasvavat lineaarisesti siten, että 5,5bar:n ohjauspaineella etuakselin jarrupaine on 3,8bar ja taka-akselien jarrupaine 2,2bar. Tämän jälkeen painearvot nousevat hyvin nopeasti ohjauspainetta suuremmaksi. Dollyn ja puoliperävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti siten, että 7,5bar:n ohjauspaineella dollyn jarrupaine on 5,5bar ja puoliperävaunun 6,2bar.

ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten painekuvaajat vastaavat vetoauton osalta toisistaan. Dollyn ja puoliperävaunun ALB-testissä saadut jarrupaineet ovat pienempiä kuin tiemittausten antamat arvot. Dollyn ja puoliperävaunun ALB-testin antamien jarrupaineiden arvot ovat hämmästyttävän pieniä. Puoliperävaunun kuormitus oli täysi, joten ALB-venttiilin tulisi antaa täysi paine. Kuitenkin 7,5bar:n ohjauspaineella dollyn jarrupaine on 5,5bar ja puoliperävaunun 6,2bar. Tiehidastuvuusmittauksessa jarrupaineet sen sijaan kasvavat paremmin ohjauspaineen mukana.



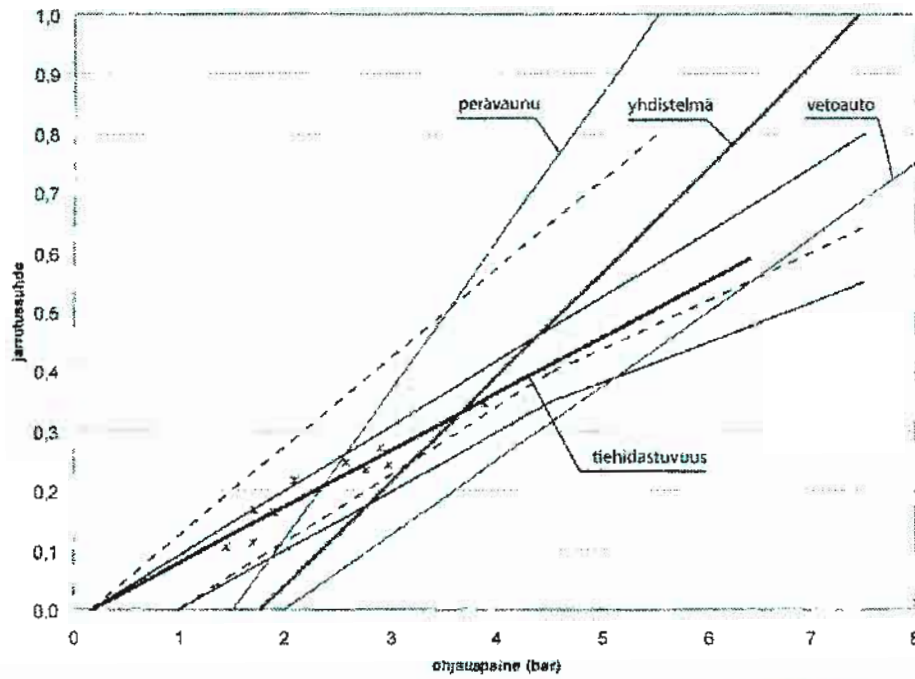
Kuva 40. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



Kuva 41. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

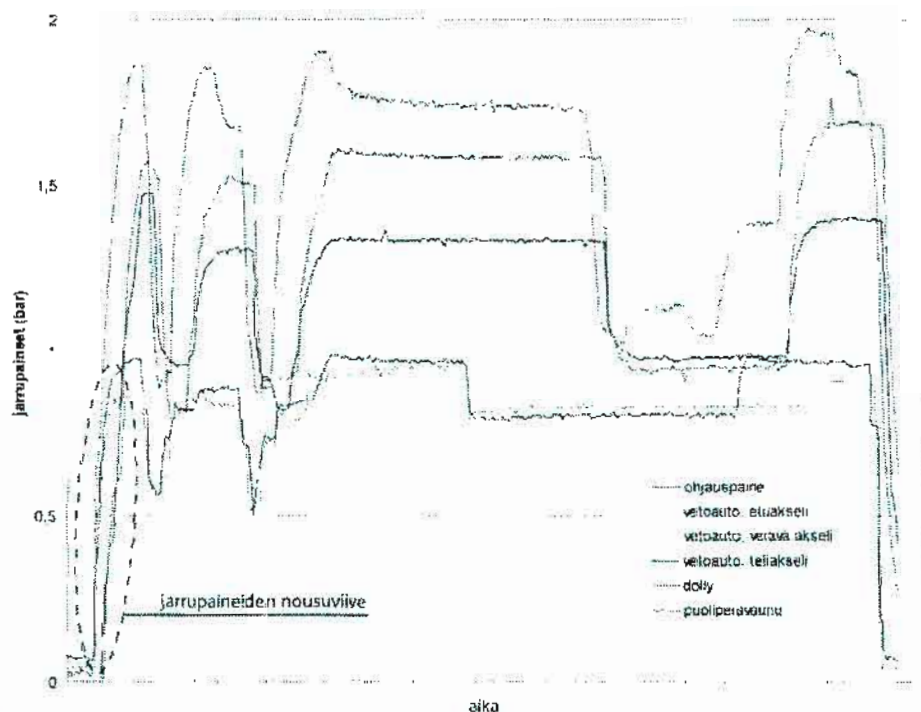
Kuvassa 42 on esitetty jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksen jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävän yläosasta, mutta suuremmilla paineilla se on lähes keskellä käytävää. Jarrujärjestelmä toimii hyvin: suuremmilla ohjauspaine tasoilla yhdistelmän jarrutussuhdekuvaaja on keskellä käytävää. Koska perävaunun jarruvoimat ovat hyvin suuret, on vetoauton jarruvoimien oltava vastaavasti pienemmät, jotta jarrumääräys täyttyy.



Kuva 42. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittauksen antaman jarrutussuhdekuvaajan havahtumispaine on noin 1,7bar. Kuvaaja nousee jyrkästi käytävän yläpuolelle.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on suuri, 1,5bar. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 8,0bar ohjauspaineella 0,75 jarrutussuhteen arvoksi. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa jarrutussuhteen arvoksi 1,0 ohjauspaineella 7,5bar.



Kuva 43. Jarrupaineokuvaaja kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

Kuvassa 43 on esitetty kuormatulla Scania, Tyllis dolly ja Krone puoliperävaunu – ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen painekuvaaaja. Perävaunu alkaa jarruttaa hieman myö-

hemmin kuin vetoauto. Tämä on ristiriidassa jarrudynamometrimittauksen ennusteeseen, jonka mukaan perävaunu alkaisi jarruttaa vetoauto ennen. Lisäksi kuvaajasta huomataan perävaunun jarrupaineiden nousuviive verrattuna sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustetun vetoauton jarrupaineisiin.

Kuva 43 osoittaa vetoauton jarrupaineiden picnuuden verrattuna dollyn ja puoliperävaunun jarrupaineisiin. Jarrusovitus on todella huono, perävaunu jarruttaa suurimman osan. Kyseisellä yhdistelmällä oli hyvin vaikea jarruttaa tasaisesti. Koska perävaunun jarrut olivat erittäin ottavat, oli jarrutustapahtuma nykivä. Tasaisen ohjauspaineen saaminen oli lähes mahdotonta.

6.8 Scania R470, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

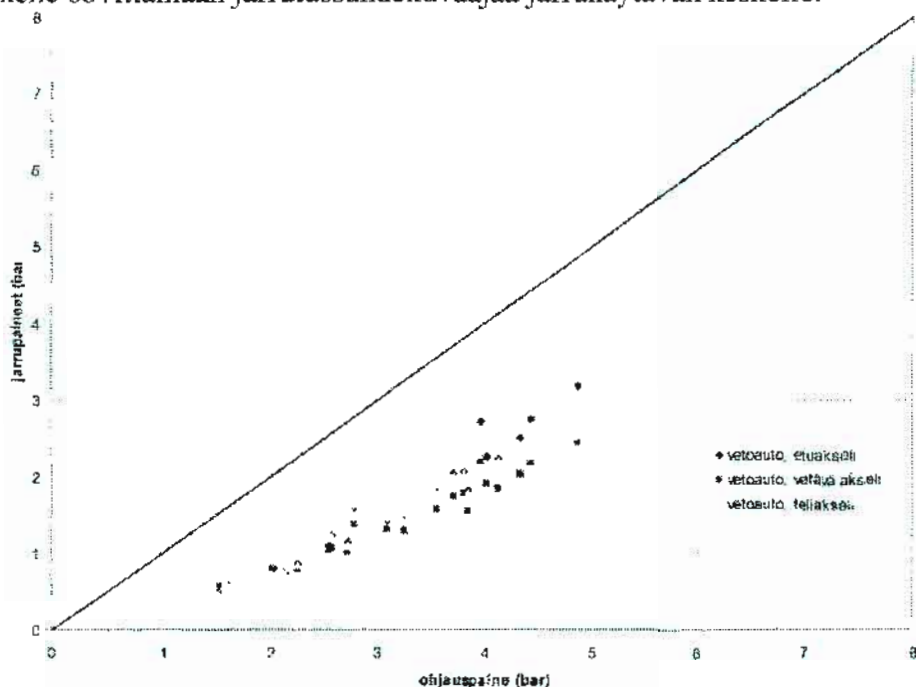
Kuvassa 44 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Jarrupaineet kasvavat lineaarisesti. Kaikille aksleille asennetut painelähettimet osoittavat, että ohjauspaineen ollessa 5bar on etuakselin jarrupaine 3bar, vetävän akselin 2,5bar ja teliakselin 2,7bar. Jarrupaineet pelkällä vetoautolla ajettaessa ovat erityisen pieniä. On huomattava, että millään muulla testatulla ajoneuvolla ei ohjauspainetta pystynyt nostamaan lähellekään 5bar, mutta Scanialla se onnistui helposti.

ALB-testin antamat vetoauton jarrupaineet (kuva 41) kasvavat lineaarisesti siten, että 5,5bar:n ohjauspaineella etuakselin jarrupaine on 3,8bar ja taka-akselien jarrupaine 2,2bar. Tämän jälkeen painearvot nousevat hyvin nopeasti ohjauspainetta suuremmaksi.

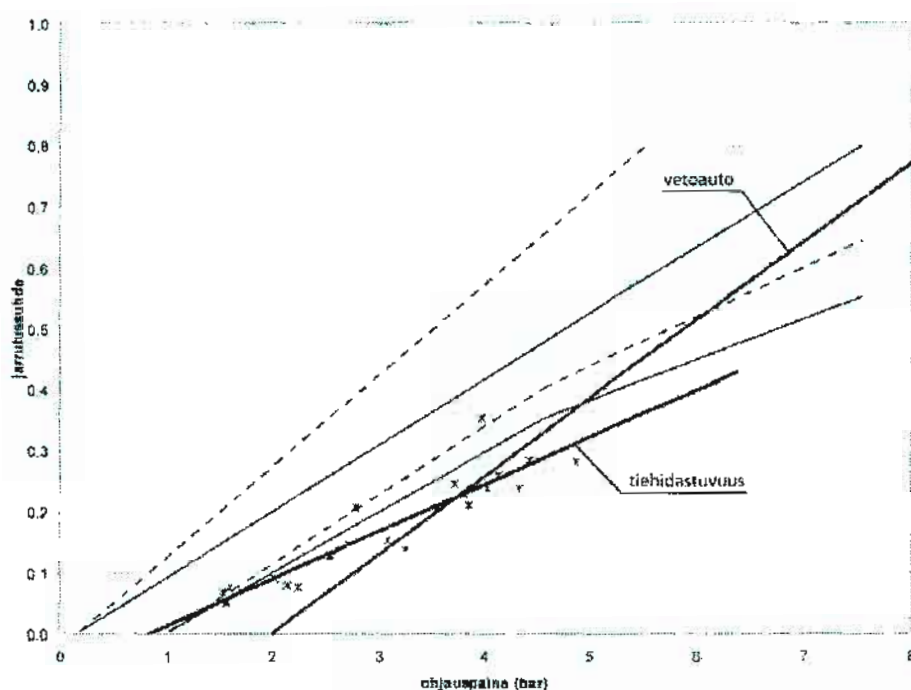
ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten painekuvaajat vastaavat vetoauton osalta toisistaan.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 45 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaaja alkaa jarrukäytävän alaosasta, mutta jää heti käytävän alapuolelle. Tämä on pienien jarrupaineiden perusteella aivan oletettavaa. Vetoauton jarrujärjestelmä ei kykene sovittamaan jarrutussuhdekuvaajaa jarrukäytävän keskelle.



Kuva 44. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



Kuva 45. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittauksen antaman jarrutussuhdekuvaajan havahtumispaine on 2,0bar. Jarrutussuhdekuvaaja nousee tiehidastuvuusmittausten antamaa kuvaajaa jyrkemmin.

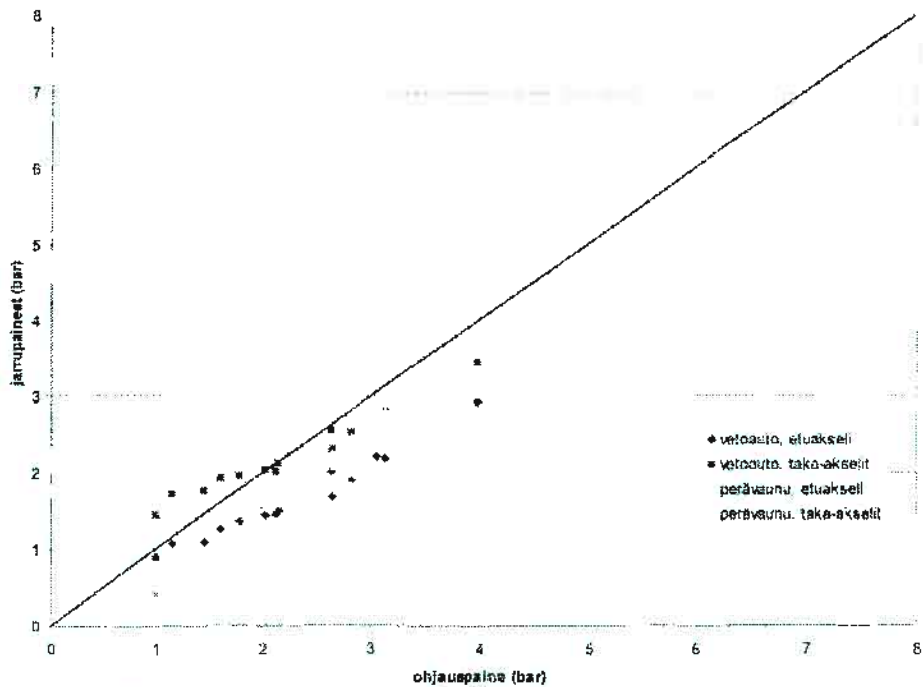
Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on suuri, yli 1bar. Tiehidastuvuusmittauksen mukainen kuvaaja antaa 8bar ohjauspaineella noin 0,5 jarrutussuhteen arvoksi. Jarrudynamometrimittauksen kuvaaja antaa jarrutussuhteen arvoksi 0,77 ohjauspaineella 8,0bar.

Tiehidastuvuusmittausten jarrupainekuvaajien mukainen havahtumispaine on noin 1,5bar, joka poikkeaa jarrudynamometrimittausten ennustamasta havahtumispaineesta 0,5bar.

6.9 MAN TGA (teli ylhäällä) ja Kome KPV, kuormaamon

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

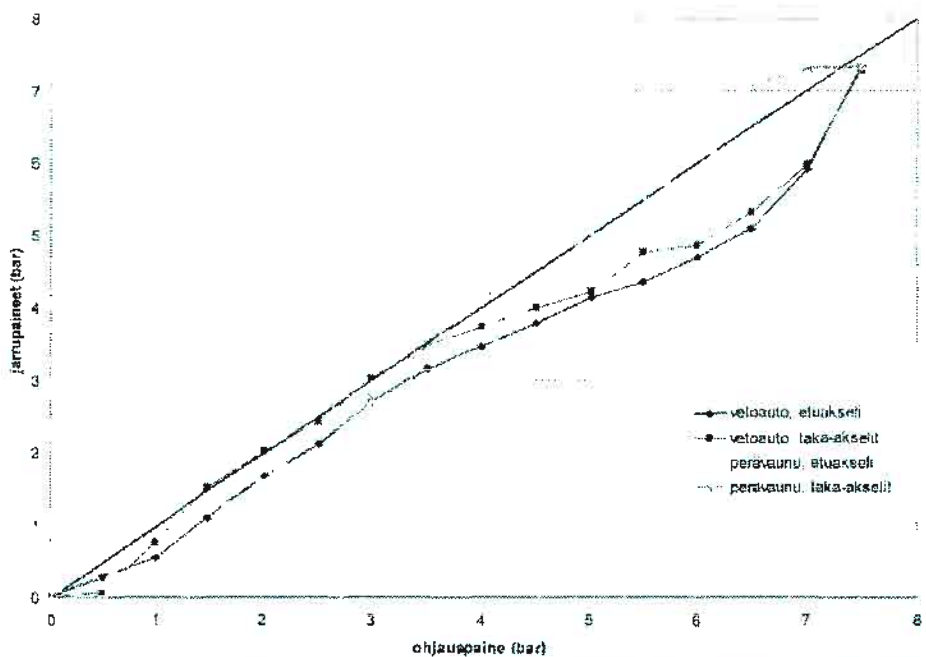
Kuvassa 46 on jarrupainoiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Vetoauton jarrupaineet kasvavat lineaarisesti, mutta hitaammin kuin ohjauspaine. Ohjauspainealucella 1...4bar etuakselin paine kasvaa 1,5...3,5bar:n ja taka-akselien paine 1,0...3,0bar:iin. Vetoautossa taka-akselien jarrupaineet ovat siis kauttaaltaan noin 0,5bar etuakselin paineita korkeammat. Perävaunun jarrupaineet kasvavat aluksi lineaarisesti ohjauspaineen mukana, mutta ohjauspaineen ollessa yli 3bar perävaunun taka-akselien jarrupaineet jäävät noin 1,7bar:n tasolle. Tässä vaiheessa takapyörät tulivat lukkiutumiskrajalle, jolloin ABS-toiminto rajoitti jarrupaineita.



Kuva 46. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

Kuvassa 47 on jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä. Vetoauton jarrupaineet kasvavat lähes ohjauspaineen mukana, kuitenkin 4...7bar:n kohdalla tapahtuu noin 1bar:n notkahdus. Vastaavassa kohdassa perävaunun jarrupaineet kasvavat ohjauspainetta korkeammaksi.

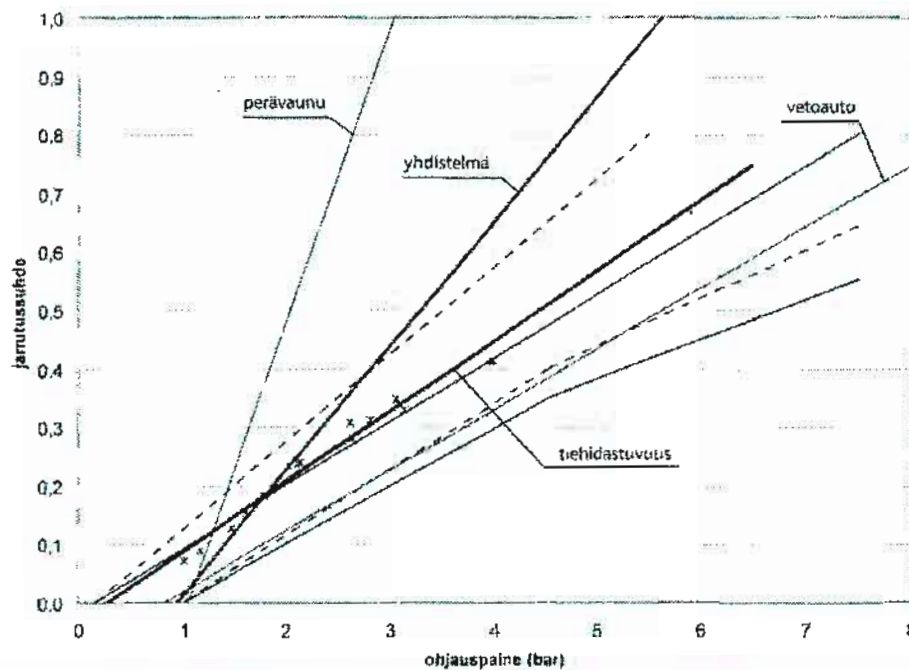
Jarrupaineiden mittaukset eivät vastaa toisiaan vetoauton osalta: sekä etu- että taka-akselien jarrupaineet kasvoivat tiemittauksissa hitaammin kuin ALB-testissä. Lisäksi taka-akselien jarrupaine oli tiemittauksissa alle 2bar:n ohjauspaineella suurempi ja yli 2bar:n paineella pienempi kuin ohjauspaine. Perävaunun osalta ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten antamat jarrupaineet vastaavat toisiaan.



Kuva 47. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

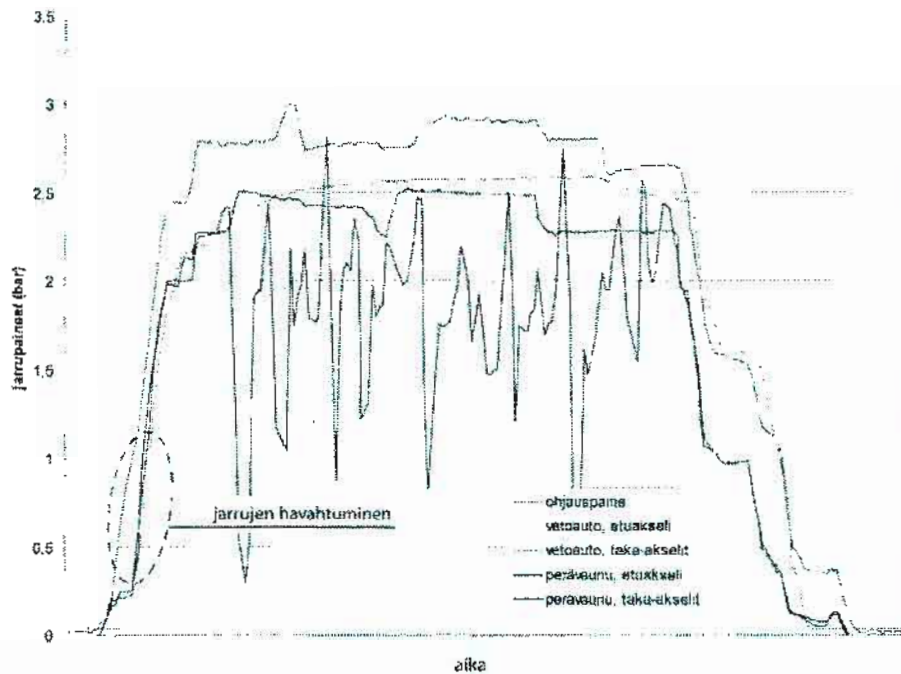
Kuvassa 48 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittausten antama jarrutussuhdekuvaaja on todella hyvin käytävässä, suuremmilla paineilla aivan keskellä. Vetoauton jarrujärjestelmä pystyy siis kompensoimaan ylijarruttavan perävaunun. Jarruvoimajako ei kuitenkaan ole optimaalinen: pienillä jarrutuksilla vetoauto jarruttaa enemmän ja suuremmilla hidastuvuuksilla vastaavasti perävaunu jarruttaa enemmän. Vetoaisavoimat ovat tämän vuoksi huomattavan korkeita.



Kuva 48. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrillä mitattu jarrutussuhdekuvaaja vetoautolle on aivan käytävän alareunassa. Perävaunun kuvaaja sen sijaan nousee jyrkästi käytävän yläpuolelle. Näin ollen perävaunu jarruttaa huomattavasti enemmän. Havahtumispaineet eivät ole vetoautossa ja perävaunussa samat.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on noin 0,5bar. Jarrudynamometrimittauksen antama jarrutussuhteen arvo on 1,0 ohjuspaineella 5,5bar. Tiemittauksista määritetty arvo samansuuruisella ohjuspaineella on 0,65.



Kuva 49. Jarrupainekuvaaja kuormaamattomalla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

Kuvassa 49 on esitetty kuormaamattomalla MAN TGA ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä tehdyn jarrutuksen jarrupainekuvaaja. Jarrujen havahtuminen on vetoautossa ja perävaunussa on samanaikaista. Jarrudynamometrimittauksen antamat havahtumispaineet eivät täysin vastaa tichidastuvuusmittausten havahtumispaineita.

Kuvan 49 esittämässä jarrutuksessa perävaunun taka-akselit tulivat lukkiutumisrajalle, jolloin ABS-järjestelmä toiminta aiheuttaa jarrupaineiden suuren vaihtelun.

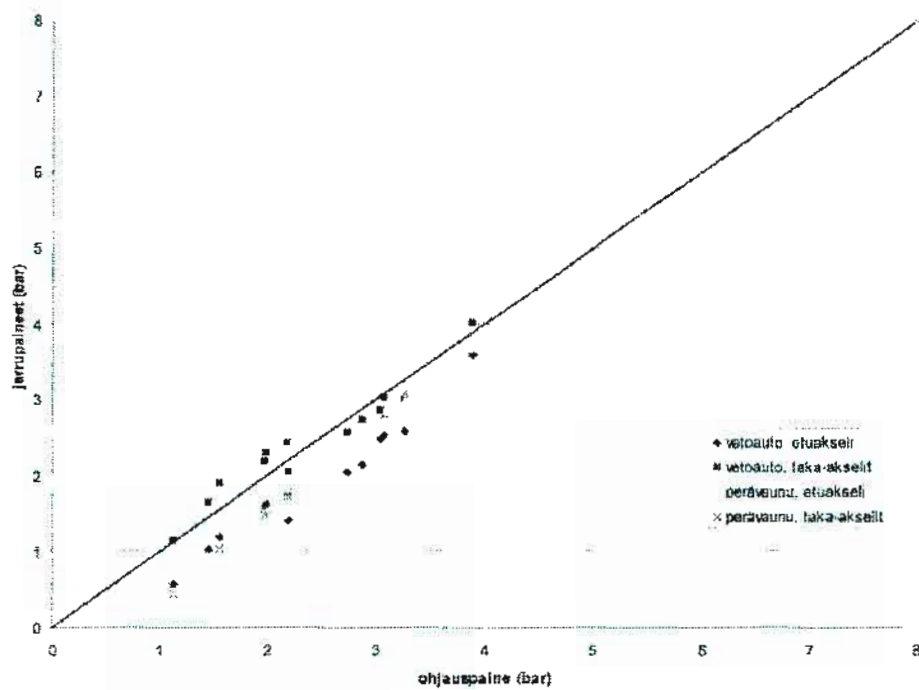
6.10 MAN TGA ja Kome KPV, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tichidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

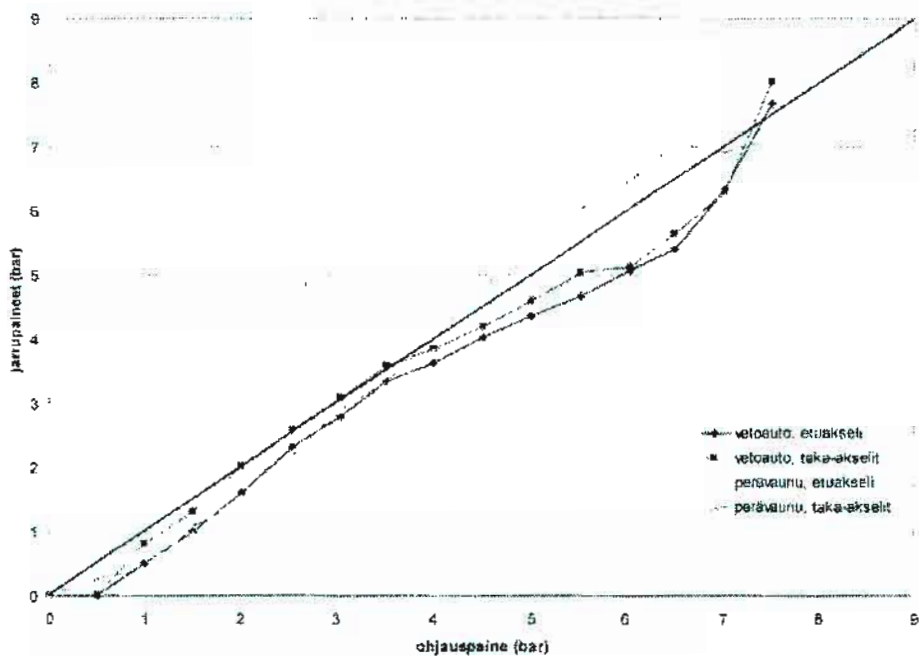
Kuvassa 50 on jarrupaineiden jakautuminen tichidastuvuusmittauksessa. Jarrupaineet kasvavat sekä vetoautossa että perävaunussa lähes ohjauspaineen mukana. Vetoautossa taka-akselien paineet ovat jälleen noin 0,5bar etuakselin paineita korkeammat.

ALB-testi suoritettiin virrallisenä. ALB-testin antama jarrupaineiden jakautuma on esitetty kuvassa 51. Kuvaaja on samanlainen kuin kuormaamattoman yhdistelmän tapauksessa. Vetoauton jarrupaineet kasvavat lähes ohjauspaineen mukana, kuitenkin 4...7bar:n kohdalla tapahtuu noin 1bar:n notkahdus. Vastaavassa kohdassa perävaunun jarrupaineet kasvavat ohjauspainetta korkeammaksi.

ALB-testin ja tichidastuvuusmittausten antamat jarrupainekuvaajat vastaavat toisiaan.



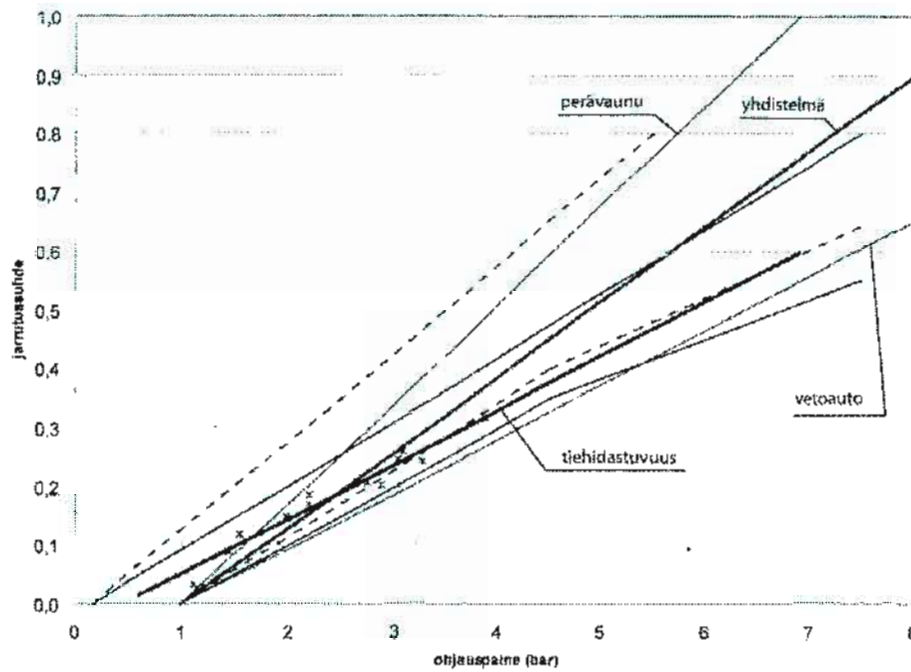
Kuva 50. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



Kuva 51. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 52 on esitetty jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaaja on jarrukäytävässä, hieman käytävän keskkitason alapuolella. Vaikka jarrupaineiden jakautumisen perusteella voisi jarruvoimajaon olettaa olevan lähellä optimaalista, se ei kuitenkaan ole. Jarrudynamometrimittausten antamien jarruvoimien perusteella arvioitu vetoaisavoima ei ole nolla muuta kuin tietyllä ohjauspaineen arvolla.



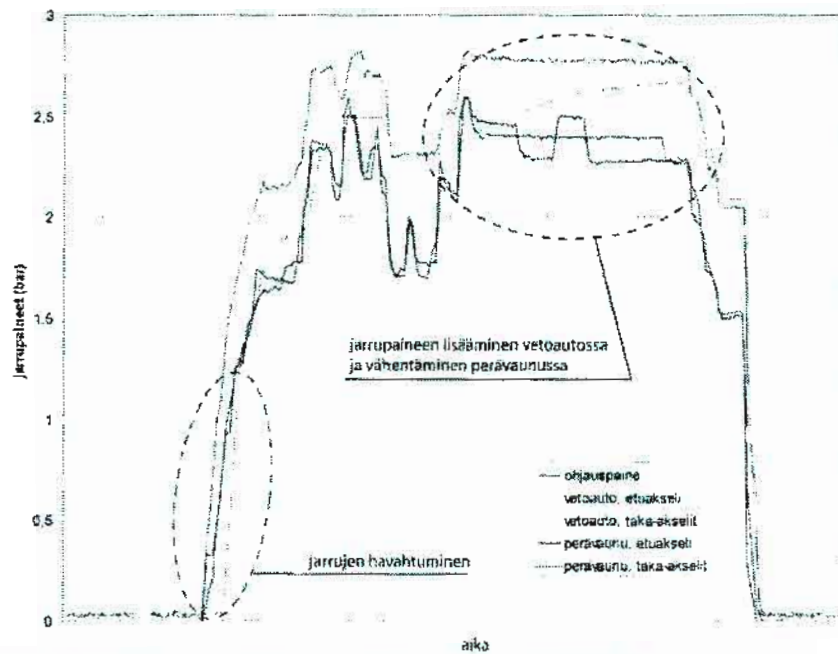
Kuva 52. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittauksen mukainen vetoauton jarrutussuhdekuvaaja on jarrukäytävän alarajalla ja perävaunun kuvaaja aivan käytävän yläosassa. Havahtumispaineet ovat vetoautossa ja perävaunussa samansuuruiset.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät täysin vastaa toisistaan. Havahtumispaineiden ero on noin 0,6bar. Jarrudynamometrimittauksen antama jarrutussuhteen arvo 8,0bar:n ohjauspainella on 0,90. Tiehidastuvuusmittauksen perusteella määritetty arvo samansuuruisella ohjauspainella on 0,70.

Kuvassa 53 on kuormatulla MAN TGA ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä suoritettun jarrutuksen painekuvaaja. Jarrutuksen alkamisesta huomataan, että perävaunu alkaa jarruttaa hieman vetoautoa ennen. Lisäksi kuvaajasta huomataan vetoauton taka-akselien jarrupaineiden kasvu sekä perävaunun taka-akselien jarrupaineiden pienentyminen ohjauspaineen pysyessä muuttumattomana. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmä muuttaa ajoneuvoyhdistelmän jarruvoimanjakoa lisäämällä vetoauton ja vähentämällä perävaunun jarruvoimaa.

Yleisesti kuormaamattomalla MAN TGA ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä jarrujen havahtuminen oli vetoautossa ja perävaunussa yhtäaikaista. Kuormattuna sen sijaan perävaunu alkoi jarruttaa vetoautoa ennen.



Kuva 53. Jarrupainekuvaaja kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

6.10 MAN TGA, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 54 on jarrupainciden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Vetoauton taka-akselien jarrupaineet kasvavat ohjauspaineen mukana ja etuakselin jarrupaineet noin 0,5bar ohjauspainetta pienempinä.

ALB-testissä vetoauton jarrupaineet kasvavat lähes ohjauspaineen mukana (kuva 51), kuitenkin 4...7bar:n kohdalla tapahtuu noin 1bar:n notkahdus.

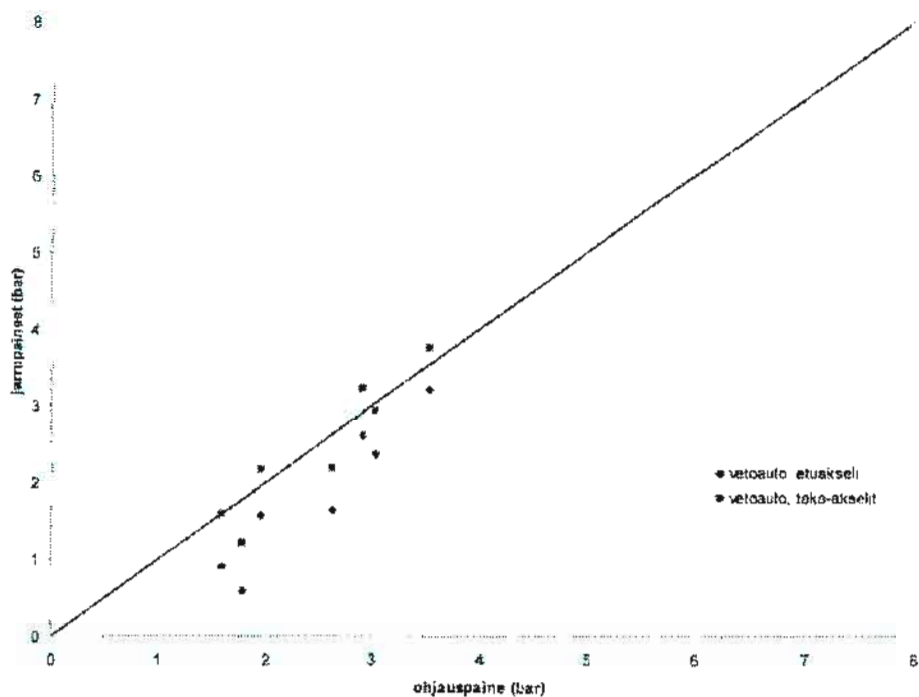
ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten antamat jarrupainekuvaajat vastaavat toisiaan.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

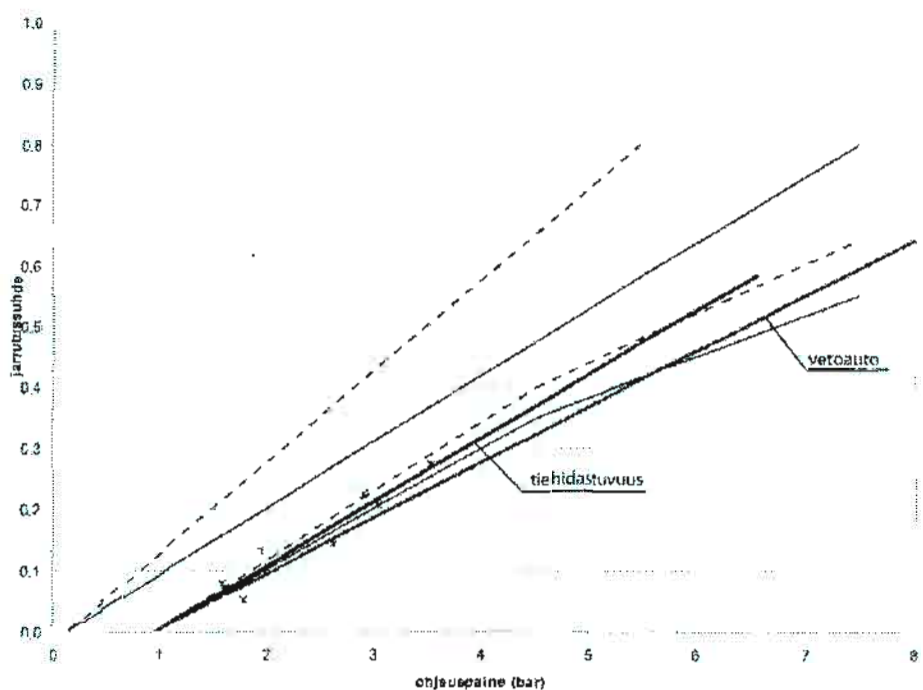
Kuvassa 55 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaaja on jarrukäytävän alarajalla.

Jarrudynamometrimittausten antama jarrutussuhdekuvaaja on hieman jarrukäytävän alarajan alapuolella.

Jarrutussuhdekuvaajat vastaavat toisistaan. Havahtumispaineet ovat samat. Jarrudynamometrimittauksen antama jarrutussuhteen arvo 8.0bar:n ohjauspaineella on 0,65. Tiehidastuvuusmittauksista määritetty arvo samansuuruisella ohjauspaineella on 0,75.



Kuva 54. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



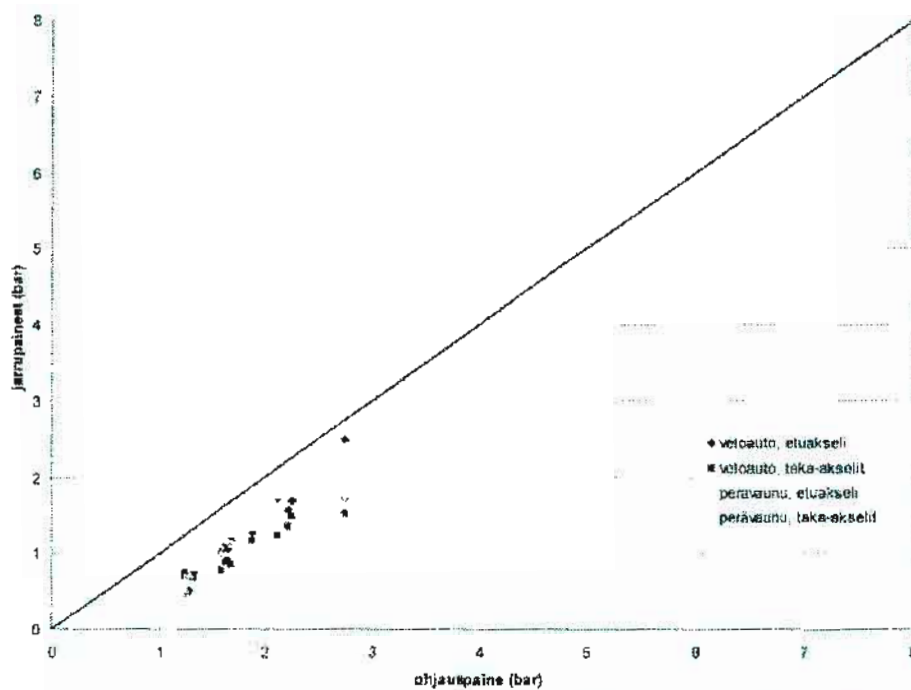
Kuva 55. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

6.11 Volvo FH16 (telit ylhäällä) ja Kome KPV, kuormaamaton

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 56 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Vetoauton ja perävaunun etuakseleiden jarrupaineet kasvavat lineaarisesti noin 2,5bar:n ohjauspaineen kasvassa 3,0bar:n. Vetoauton takapiirin paine sen sijaan jää 1,5bar:n ohjauspaineella 3bar. Perävaunun taka-akselit

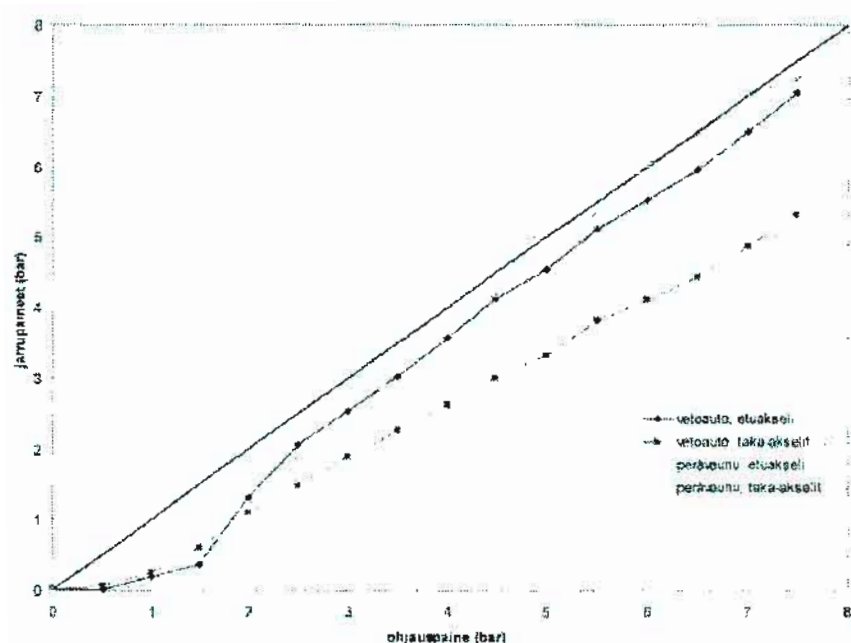
tulivat 3,0bar:n ohjauspaineilla jo lukkiutumisrajalle, joten ABS-toiminto rajoitti jarrupaineen noin 1,6bar:iin.



Kuva 56. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.

Kuvassa 57 on esitetty ALB-testin antama jarrupaineiden jakautuma. ALB-testi osoittaa, että vetoauto käyttäytyy, kuten kuormantuntevalla jarruvoimansäätimellä varustetun jarrujärjestelmän kuuluakin. Etuakselin painetta puolitetaan taittoventtiilillä 2bar ohjaukseen asti. Vetoauton takapiirin jarrupaine kasvaa jakosuhteella 1,4, joka on trippelialustaiselle sora-autolle hyvin tyypillinen arvo. Perävaunun etuakselin jarrupaine on lähes sama kuin ohjauspaine. Taka-akseleiden paine kasvaa aluksi hitaammin kuin ohjauspaine.

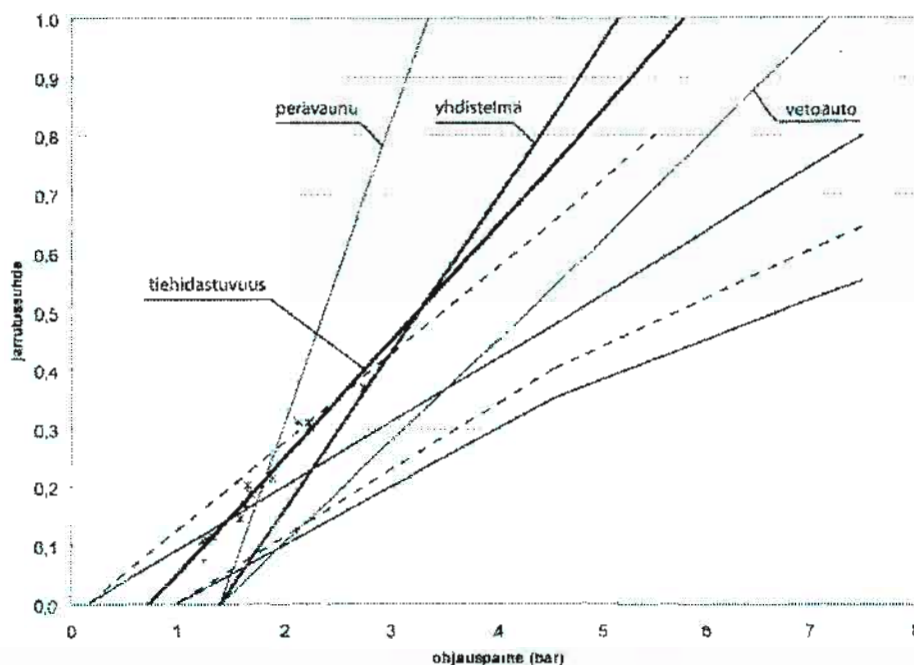
ALB-testissä ja tiehidastuvuusmittauksissa saadut jarrupaineet vastaavat toisiaan.



Kuva 57. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

Kuvassa 58 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittauksista määritetty jarrutussuhdekuvaaja lähtee jarrukäytävästä, mutta noin 2,5bar:n kohdalla nousee käytävän yläpuolelle. Koska perävaunun kuormituskentunnistus ei toimi, ei perävaunun jarrujärjestelmä pysty sovittamaan jarruvoimaa vetoauton jarrutussuhteelle sopivaksi. Kevyillä jarrutuksilla perävaunu jarruttaa lähes koko yhdistelmää, joten jarrusovitus ei ole optimaalinen.

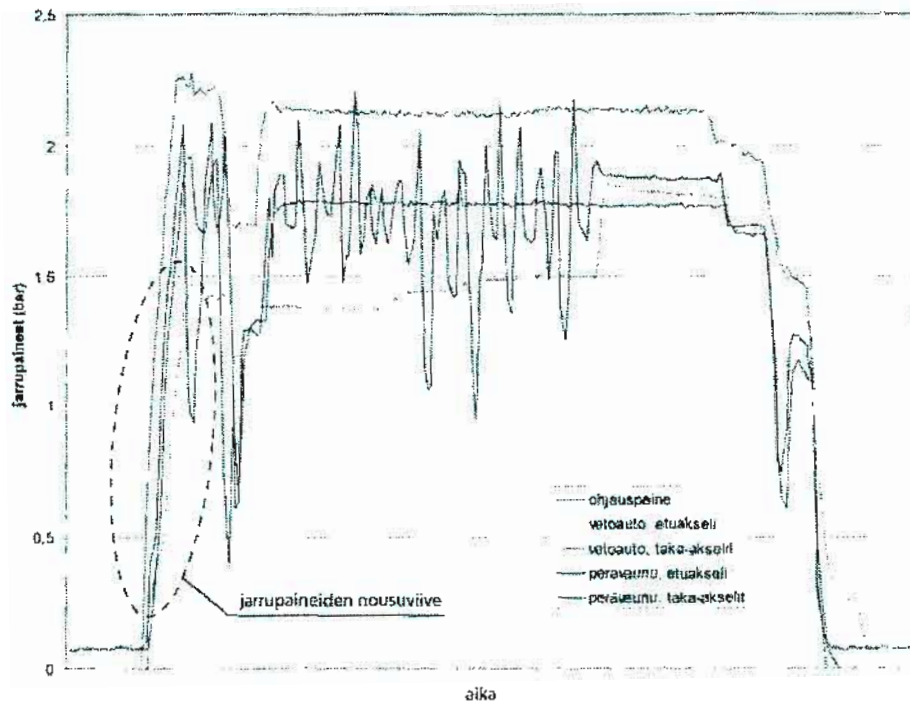


Kuva 58. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrimittausten perusteella laskettu jarrutussuhdekuvaaja vetoautolle on käytävässä, mutta perävaunun kuvaaja nousee jyrkästi käytävän yläpuolelle. Havahtumispaineet vetoautolle ja perävaunulle ovat samansuuruiset.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät täysin vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on noin 0,7bar. Jarrudynamometrimittauksen jarrutussuhdekuvaaja antaa 1,0 arvoksi 5bar:in ohjauspaineella. Tiehidastuvuusmittausten kuvaaja antaa 1,0 jarrutussuhteen arvoksi 5,5bar:in ohjauspaineella.

Kuvassa 59 on esitetty kuormaamattomalla Volvo FH16 ja Komc KPV –ajoneuvoyhdistelmällä suoritetun jarrutuksen painekuvaja. Jarrutuksen alkamisesta huomataan, että vetoauto ja perävaunu alkavat jarruttaa yhtäaikaaisesti. Tämä vastaa jarrudynamometrimittauksen ennustetta. Havahtumispaine on noin 1,5bar, joka vastaa jarrudynamometrimittausten ennustamaa havahtumispainetta. Perävaunun sähköisesti ohjatun jarrujärjestelmän jarrupaineet nousevat nopeammin kuin vetoauton jarrupaineet. Kuvassa 59 perävaunun taka-akselien jarrupaineiden voimakas vaihtelu johtuu ABS:n toiminnasta.



Kuva 59. Jarrupainekuvaaja kuormaamattomalla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

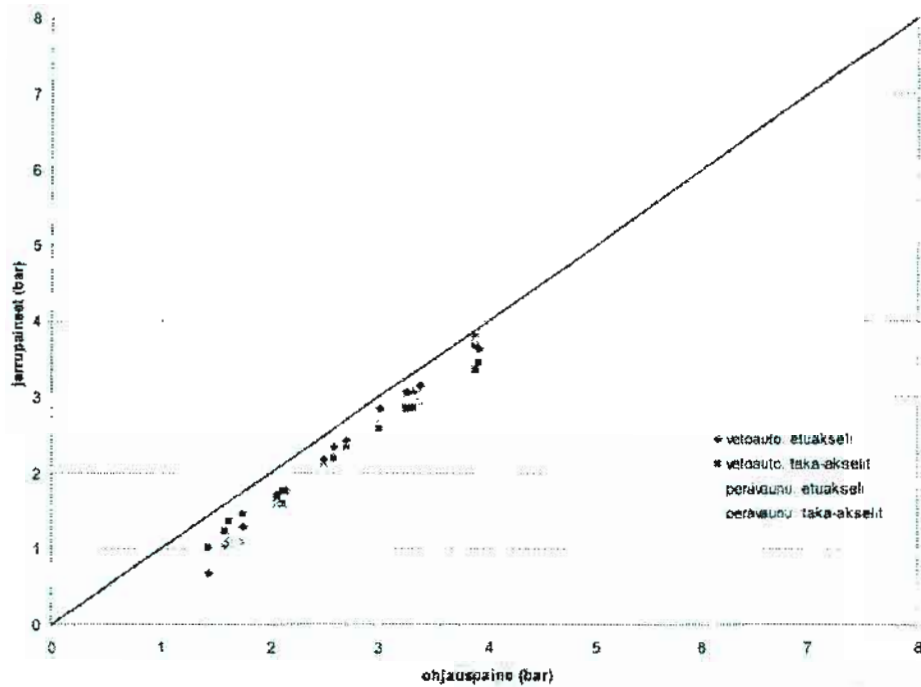
6.12 Volvo FH16 ja Kome KPV, kuormattu

Jarrupaineen jakautuminen tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

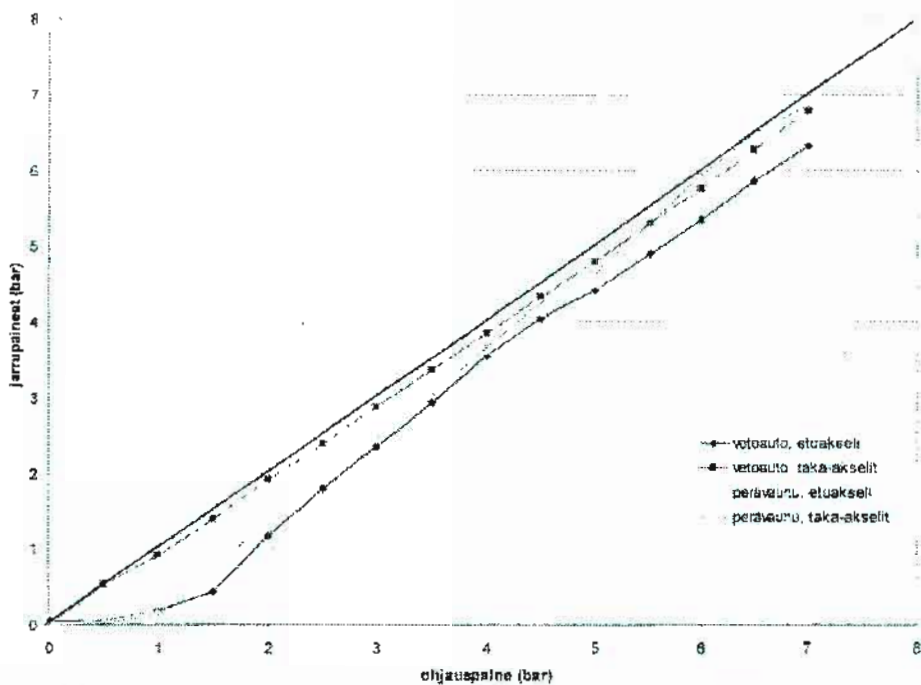
Kuvassa 60 on jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa. Kaikkien jarrupiirien paineet sekä vetoautossa että perävaunussa nousevat lineaarisesti ohjauspaineen mukana. Paineitaso on noin 0,5bar ohjauspainetta alhaisempi.

Jarrupaineiden jakautuminen ALB-testissä on esitetty kuvassa 61. ALB-testin tuloksista havaitaan jälleen vetoauton etuakselin taittoventtiilin vaikutus. Takapiirin jarrupaine kasvaa tarkasti ohjauspaineen mukana. Perävaunun jarrupaineet kasvavat lineaarisesti ohjauspaineen mukana noin 0,5bar pienemmillä arvoilla.

ALB-testin ja tiehidastuvuusmittausten jarrupainejakaumat vastaavat toisiaan.



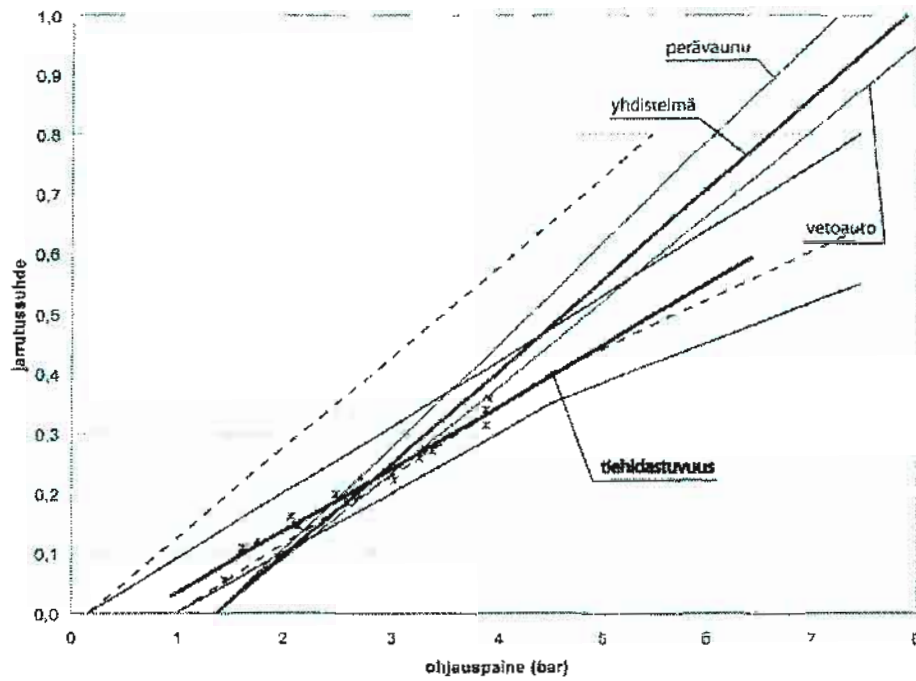
Kuva 60. Jarrupaineiden jakautuminen tiehidastuvuusmittauksessa.



Kuva 61. Jarrupaineiden jakautuminen virrallisena tehdyssä ALB-testissä.

Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksissa

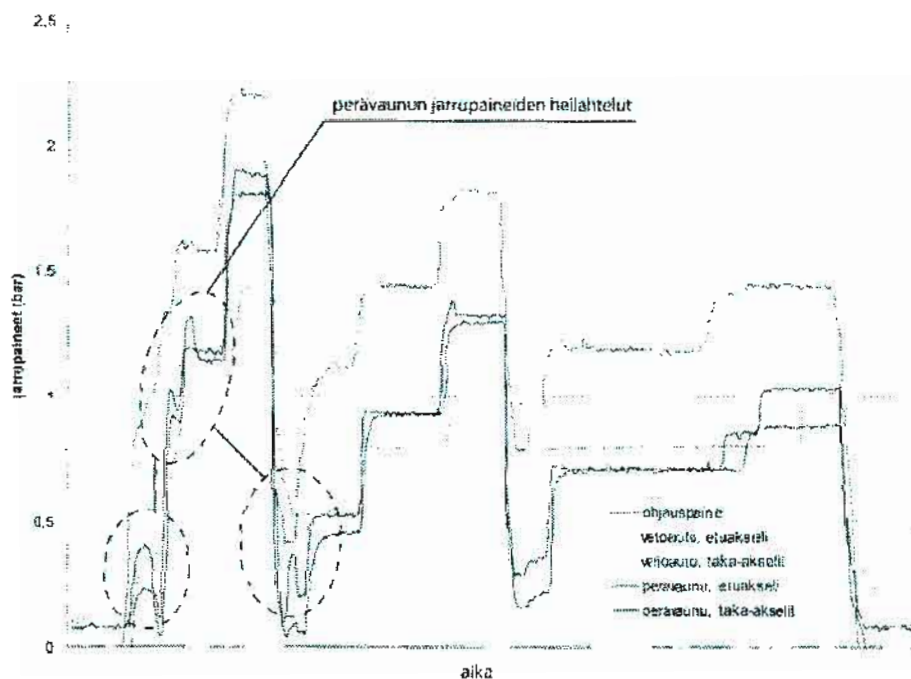
Kuvassa 62 on jarrudynamometrillä ja tiehidastuvuusmittauksista määritetyt jarrutussuhdekuvaajat. Tiehidastuvuusmittausten mukainen yhdistelmän jarrutussuhdekuvaaja on keskellä jarrukäytävää.



Kuva 62. Jarrutussuhdekuvaajat tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittauksesta.

Jarrudynamometrillä määritetyt jarrutussuhteen kuvaajat lähtevät jarrukäytävän alapuolelta ja nousevat sen yläpuolelle ohjauspaineella 4,5bar. Havahtumispaineet vetoautolle ja perävaunulle ovat samansuuruiset.

Jarrutussuhdekuvaajat eivät täysin vastaa toisiaan. Havahtumispaineiden ero on noin 1bar. Jarrudynamometrimittauksen jarrutussuhdekuvaajan arvo on 1,0 ohjauspaineella 8,0bar. Tiehidastuvuusmittausten kuvaaja antaa 8,0bar:in ohjauspaineella jarrutussuhteen arvoksi 0,75.



Kuva 63. Jarrupainekuvaaja kuormatulla ajoneuvoyhdistelmällä tehdystä jarrutuksesta.

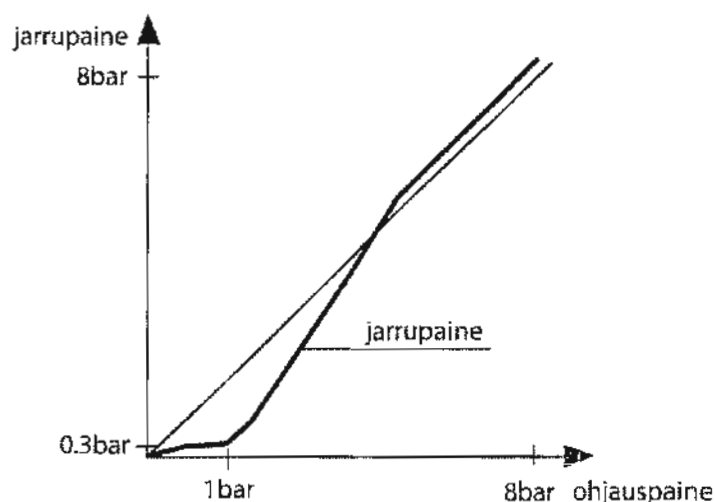
Kuvassa 63 on esitetty kuormatulla Volvo FH16 ja Kome KPV –ajoneuvoyhdistelmällä suoritettun jarrutuksen painekuvaaja. Jarrujen havahtuminen on vetoautossa ja perävaunussa samanaikaista. Havahtumispaine on noin 1,2bar. Nämä vastaavat jarrudynamometrimittausten antamia tuloksia.

Vedettäessä sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustettua Kome KPV:tä kuormantuntevalla jarruvoimansäätimellä varustetulla Volvolla, perävaunun jarrupaineiden muuttuessa havaittiin voimakkaita piikkejä ja kuoppia, jotka ilmenevät kuvasta 63. Nämä aiheutuvat perävaunun painemodu-laattorin säätöparametrien asetuksista.

7. HAVAINNOT

7.1 Huomioita mitattavana olleista ajoneuvoista

Sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustetun Kome KPV:n kuormituksen tunnistus ei toiminut. Jarrujärjestelmän keskusyksikköön kytketty Wabcon diagnoositesteri ei löytänyt kuormitusta mittaavaa anturia. Tämän vuoksi perävaunun jarrupaineet olivat samat kuormituksesta riippumatta. Kuva 64 havainnollistaa etu- ja taka-akseleiden jarrupaineiden nousua ALB-testissä. Jarrujärjestelmän käyttäytyminen oli kaikkien vetoautojen perässä samanlaista. Jarrupaineen nousun alkuvaiheessa on viive, joka rajoittaa jarrupaineen 0.3bar aina 1 bar:n ohjauspaineeseen asti. Tämän viiveen vuoksi Kome KPV alkoi lähes kaikkien vetoautojen perässä jarruttaa huomattavasti vetoautoa myöhemmin.



Kuva 64. Kome KPV –perävaunun jarrupaineiden nousu ALB-testissä.

Kome KPV oli mittaushetkellä kahdeksan kuukautta vanha ja sitä oli vedetty noin 150000km. ALB-toiminnon puuttumisen vuoksi perävaunu voi olla liukkaalla jarrutettaessa hyvin vaarallinen. ABS-toiminto on todennäköisesti saanut perävaunun myös talvikelissä jotenkin ajokelpoiseksi. Kuitenkin kostealla asfalttitiellä suoritetuilla jarrutuksilla kuormaamattoman Kome KPV:n takimmainen akseli lukkiutui uscasti. Perävaunussa pyörimisnopeusanturit olivat etummaisella ja keskimmaisella akselilla, joten keskimmäisen akselin tullessa lukkiutumisrajalle on takimmainen akseli jo lukossa.

Paineilmajarrujärjestelmillä (ABS/ALB) varustettujen Tyllis dollyn ja Krone puoliperävaunun jarruvoimat olivat todella suuria. Tämä johtuu kitkamateriaalin ominaisuuksista. Moduuliperävaunun ALB-venttiilin säätö ei ollut aivan kohdallaan. Perävaunun kuorma oli mittauksen aikana täysi, joten myös jarrupaineiden olisi täytynyt olla täydet. ALB-testi kuitenkin osoitti, että ALB-venttiili ei antanut täyttä painetta. On huomattava, että ALB-venttiilin oikea säätö olisi vain lisännyt perävaunun jarrupaineita ja jarruvoimia.

7.2 Sähköisesti ohjatun jarrujärjestelmän toimivuus mittausten perusteella

Sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustetun kuorma-auton (ilman perävaunua) tulisi kytä mukauttamaan jarruvoimat siten, että jarrutussuhdekuvaaja on keskellä käytävää. Tehdyistä tiehidasuusmittauksista havaitaan, että pelkkien vetoautojen jarrutussuhdekuvaajat eivät ole jarrukäy-

tävän keskellä. Tuloksiin voi osaltaan vaikuttaa vetoautojen jarrujärjestelmän sopeutuminen perävaunuun, jossa on liian suuret jarruvoimat. Kuitenkin järjestelmän tulisi pian huomata muuttunut tilanne, kun perävaunu kytketään pois perästä, ja kasvattaa jarrupaineita.

Sähköisen ohjausjärjestelmän ominaisuus muistaa eri akseloiden havahtumiseen tarvittavat jarrupaineet, auttaa akseleiden yhtäaikaisen jarrutuksen alkamiseen. Mitatuissa ajoneuvoissa, niin vetoautoissa kuin perävaunussa, eri akselit alkoivat ajoneuvokohtaisesti jarruttaa samanaikaisesti kaikkien ajoneuvojen osalta.

Vetoauton ohjausjärjestelmän kyky parantaa yhdistelmän jarrusovitusta muuttamalla vetoauton havahtumispaine perävaunun havahtumispainetta vastaavaksi toimi ALB-testin antamien tulosten mukaan hyvin. Tämä ei kuitenkaan tiehidastuvuusmittausten painekuvaajien perusteella tarkoita sitä, että jarrutuksen alkaminen olisi vetoautossa ja perävaunussa yhtäaikaista. Kaikissa testatuista sähköisesti ohjatuilla jarrujärjestelmillä varustetuista ajoneuvoyhdistelmillä suoritetuista jarrutuksista havaittiin tapauksia, joissa jarrutuksen alkaminen vetoauton ja perävaunun välillä ei ollut yhtäaikaista. Tämä voi kuitenkin johtua mitatun perävaunun säätöparametrien asetuksista, jotka eivät välttämättä olleet ohjearvoissa.

Vetoauton ohjausjärjestelmän kyky muuttaa yhdistelmän jarrusovitusta säätämällä vetoauton jarrupaineiden suuruutta osoitti mittausten perusteella ainakin toimivuutensa. Se, kuinka sopiva ajoneuvoyhdistelmien jarrusovitus on, ei mittausten perusteella selviä. MAN TGA ja Kome KPV – ajoneuvoyhdistelmän tapauksessa jarrupaineiden ja jarrudynamometrillä mitattujen jarruvoimien perusteella laskettu vetoaisavoima sai suuria arvoja. Pienillä ohjauspaineen arvoilla auto jarrutti enemmän kuin perävaunu. Ohjauspaineen kasvaessa yli 1,5bar:in perävaunu alkoi jarruttaa huomattavasti enemmän. On kuitenkin huomattava, että perävaunun ALB-toiminto ei toiminut, joten jarrusovituksen saaminen edes tyydyttäväksi oli mahdotonta.

Jarrujen kytkentäviiveet havaitaan sähköisesti ohjatussa järjestelmässä lyhyemmäksi kuin paineilmajarrujärjestelmässä. Tämä vahvistaa tietoa siitä, että **sähköinen ohjaus nopeuttaa jarrujärjestelmän toimintaa**.

7.3 Jarrudynamometrimittaus sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustetulle ajoneuvolle

Sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustetun vetoauton jarrudynamometrimittaus kertoo jarrujärjestelmän mekaanisen toimintakunnon eli pyöräjarrujen suorituskyvyn. Tällöin saadaan selville akselikohtaiset jarruvoimaerot, jotka eivät saa olla yli 30%.

Virrattomana tehty ALB-testi kertoo varajärjestelmän eli paineilmaohjauksella toimivan jarrujärjestelmän toimintakunnon.

ALB-testissä määritetään vetoautolle ja perävaunulle jarrujen havahtumispaine, joka lasketaan akselikohtaisten havahtumispaineiden keskiarvona. Näiden perusteella voidaan todeta vetoauton ja perävaunun jarrujen havahtumisen yhtäaikaisuus. Kaikkien sähköisesti ohjatulla jarrujärjestelmällä varustettujen vetoautojen ja perävaunujen tapauksessa jarrusovitustarkastelun perusteella määritetyn jarrutussuhdekuvaajan ennustama jarrujen havahtumispaine vastasi tiehidastuvuusmittauksista määritettyä havahtumispainetta. Tämä havahtumispaine on määritetty tiehidastuvuusmittausten jarrupainekuvaajista hetkellä, jolloin hidastuminen alkaa. Tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaajan ennustama havahtumispaine sen sijaan ei vastaa todellista havahtumispainetta.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Sähköisesti ohjattujen paineilmajarrujärjestelmien jarrudynamometri- ja tiehidastuvuusmittausten jarrutussuhdekuvaajien ja jarrupaineiden jakaumien vastaavuus

Johtopäätökset perustuvat vuosien 2004 ja 2003 mittauksiin.

8.1 Sähköisesti ohjatut paineilmajarrujärjestelmät sekä vetoautossa että perävaunussa

Vetoauton ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma ei vastaa todellista tieolosuhteissa saatavaa jarrupaineiden jakaumaa, koska vetoautojen jarruvoimanjako tapahtuu akselien luistoeron perusteella. Perävaunun ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma vastaa todellista tieolosuhteissa saatavaa jarrupaineiden jakaumaa, jos perävaunun jarruvoimanjako perustuu kuormituksen mittaamiseen. Ajoneuvoyhdistelmän jarrudynamometrimittauksella määritetty jarrutussuhdekuvaaja ei vastaa tiehidastuvuusmittausten perusteella määritettyä jarrutussuhdekuvaajaa. Tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittausten vastaavuus ei ole riittävä.

8.2 Sähköisesti ohjattu paineilmajarrujärjestelmä vetoautossa ja kuormantuntevalla jarruvoimansäätimellä varustettu lukkiutumaton paineilmajarrujärjestelmä perävaunussa

Vetoauton ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma ei vastaa todellista tieolosuhteissa saatavaa jarrupaineiden jakaumaa, jos vetoauton jarruvoimanjako tapahtuu akselien luistoeron perusteella. Perävaunun ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma vastaa todellista tieolosuhteissa saatavaa jarrupaineiden jakaumaa, koska perävaunun jarruvoimanjako perustuu kuormituksen mittaamiseen. Ajoneuvoyhdistelmän jarrudynamometrimittauksella määritetty jarrutussuhdekuvaaja ei vastaa tiehidastuvuusmittausten perusteella määritettyä jarrutussuhdekuvaajaa. Tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittausten vastaavuus ei ole riittävä.

8.3 Kuormantuntevalla jarruvoimansäätimellä varustettu lukkiutumaton paineilmajarrujärjestelmä vetoautossa ja sähköisesti ohjattu paineilmajarrujärjestelmä perävaunussa

Vetoauton että perävaunun ALB-testin antama jarrupaineiden jakauma vastaa todellista tieolosuhteissa saatavaa jarrupaineiden jakaumaa. Perävaunun sähköisesti ohjattua jarrujärjestelmää ohjataan vetoauton ohjauksella, joka perävaunun jarruventtiilin paineanturilla muutetaan sähköiseksi signaaliksi. Vetoauton jarruvoimanjako perustuu kuormituksen mittaamiseen. Jos myös perävaunun jarruvoimanjako perustuu kuormituksen mittaamiseen, niin ajoneuvoyhdistelmän jarrudynamometrimittauksella määritetty jarrutussuhdekuvaaja vastaa tiehidastuvuusmittausten perusteella määritettyä jarrutussuhdekuvaajaa. Tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittausten vastaavuus on riittävä.

Jos perävaunun jarruvoimanjako määritetään luistoeron perusteella, niin ajoneuvoyhdistelmän jarrudynamometrimittauksella määritetty jarrutussuhdekuvaaja ei vastaa tiehidastuvuusmittausten perusteella määritettyä jarrutussuhdekuvaajaa. Tiehidastuvuus- ja jarrudynamometrimittausten vastaavuus ei ole riittävä.

LÄHTEET

- 1 Automotive Handbook, Bosch, 5. edition, 2000.
- 2 Ajoneuvohallintokeskuksen ohje 36/3.3.2000, ”Raskaiden ajoneuvojen paineilmajarrujen tarkastus katsastuksessa”.
- 3 Liikenneministeriön päätös 631/29.3.1990, ”Paineilmajarruilla varustettujen autojen ja niihin kytkettävien perävaunujen jarrulaitteista”.
- 4 ”Sähköisesti ohjattu paineilmajarrujärjestelmä”, Wabco.