

TESTIRADAN TOIMINTAVAR- MUUDEN PARANTAMINEN

Iiro Ojala

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2014
Auto- ja kuljetustekniikka
Auto- ja korjaamotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma
Auto- ja korjaamotekniikka

Iiro Ojala:
Testiradan toimintavarmuuden parantaminen

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Maaliskuu 2014

Työntarkoituksena oli parantaa katsastusaseman, sään vaihteluille alttiina olevan, testiradan toimintavarmuutta ja lisätä mittatarkkuutta, sekä toistomahdollisuutta muuttuvista keliolosuhteista huolimatta. Testiradan korjauksen kohteena olevat osat olivat heilahduksenvaimentimien testauslaite ja jarrudynamometri.

Työssä käsiteltiin kyseisten mittalaitteiden toimintaperiaatteita, sekä niiden käytöstä aiheutuvaa kulumista. Varsinainen työ oli näiden mittalaitteiden kulumisesta aiheutuneiden mahdollisten mittaustarkkuuteen vaikuttavien tekijöiden poistaminen tai ainakin mittatarkkuuden heikkenemisen minimointi. Lisäksi tavoitteena oli parantaa laitteiden huollettavuutta, sekä pidentää niiden käyttöikää.

Parannusten jälkeiseen laitteiston toimivuuteen oltiin tyytyväisiä. Joitain kulumisen mukanaan tuomia mahdollisia puutteita tai uusia parannuskohteita ei korjauksen jälkeen pystytty arvioimaan lyhyestä seurantajaksosta johtuen.

Asiasanat: testiradan luotettavuus, heilahduksenvaimentajien testaus, jarrudynamometrin kuluminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automobile and Transport Engineering
Automotive – and Workshop Technology

Iiro Ojala:
Improving the reliability of the test track

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 6 pages
March 2014

The aim of the work was to improve inspection station`s reliability of the test track. It is exposed to variable weather conditions and sometimes in harsh Finnish winter, reliability of measuring brakes and shock absorbers is at stakes. Main goal is to minimize this risk of measuring errors and make testing repeatability higher. Parts of the test track that were repaired were brake dynamometer and shock absorber tester.

During this work, basic principles of how these instruments work are explained. Also the most common problems caused by wearing are presented and showed how they can be repaired. Or at least minimize the defect of the wear. Reliability and maintainability should be increased by these repairing`s

After repairs, functionality of the gadgets increased and reliability should come to higher level. Despite lack of time, during following period of surveying the most of the units of measure were just like they should have been after the repairs.

Key words: reliability of test track, shock absorber testing, wear of brake tester.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 5 |
| 2 | TYÖN TAUSTOJA..... | 6 |
| 3 | HEILAHDUKSENVAIMENTIMIEN TESTAUSLAITTEISTO..... | 7 |
| 3.1 | Heilahduksenvaimentimien testauslaitteen toimintaperiaate..... | 7 |
| 3.1.1 | EUSAMA periaatteella toimiva mittauslaitteisto | 7 |
| 3.1.2 | Amplitudiperiaatteella toimiva mittauslaitteisto..... | 8 |
| 3.2 | Käytössä olevan testauslaitteiston kulumisesta aiheutuvat ongelmat..... | 9 |
| 3.3 | Heilahduksenvaimentimien testauslaitteiston luotettavuuden parantaminen..... | 11 |
| 3.4 | Korjauksen onnistumisen matemaattinen tarkastelu..... | 16 |
| 4 | JARRUVOIMIEN MITTAUSLAITTEISTO | 17 |
| 4.1 | Jarrudynamometrin toimintaperiaatteet | 18 |
| 4.2 | Jarrudynamometrin toimintavarmuuden parantaminen | 20 |
| 4.3 | Välittömien muutosten arviointi telojen kitkamuutoksen kautta | 22 |
| 5 | PARANNUSTEN ONNISTUMISEN SEURANTA | 24 |
| 5.1 | Heilahduksenvaimentajien testauslaitteisto | 24 |
| 5.2 | Jarrudynamometri | 24 |
| 6 | POHDINTA..... | 26 |
| | LÄHTEET..... | 27 |
| | LIITTEET | 28 |
| | Liite 1, Laitevalmistajan ohje mittaustulosten tulkintaan. | 28 |
| | Liite 2. Välikappaleen työkuva..... | 29 |
| | Liite 3. M12-standardikierteellä oleva keskityspultti..... | 30 |
| | Liite 4. MathCad-laskentaohjelmalla toteutettu laskenta pintapaineen muutoksesta. | 31 |
| | Liite 5. Jarruvoimien tarkastelua, vertailuajoneuvo A | 32 |
| | Liite 6. Jarruvoimien tarkastelua, vertailuajoneuvo B | 33 |

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on parantaa katsastusaseman, säänvaihteluille alttiina olevan, testiradan toimintavarmuutta ja lisätä mittatarkkuutta, sekä toistomahdollisuutta muuttuvista keliolosuhteista huolimatta. Testiradan korjauksen kohteena olevat osat olivat heilahuksenvaimentajien testauslaite ja jarrudynamometri.

Työssä käsitellään kyseisten mittalaitteiden toimintaperiaatteita sekä niiden käytöstä aiheutuvaa kulumista. Varsinainen työ on näiden mittalaitteiden kulumisesta aiheutuneiden mahdollisten mittaustarkkuuteen vaikuttavien tekijöiden poistaminen tai ainakin mittatarkkuuden heikkenemisen minimointi. Lisäksi tavoitteena on parantaa laitteiden huollettavuutta, sekä pidentää niiden käyttöikää.

Työn taustalla on laki, joka määrittää katsastustoimintaan vaadittavat laitteet, sekä laitteiston huollon ja luotettavuuden seurannan.

2 TYÖN TAUSTOJA

Katsastustoimintaa säätelevään lakiin on kirjoitettu vaatimukset katsastuksessa käytössä oleville laitteistoille. Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen katsastusluvista määrittää ne laitteet joita katsastustoimintaa harjoittavalla yrityksellä tulee olla, sekä sen kuinka niiden kuntoa ja toimintaa tulee seurata.

Katsastuksen yhteydessä suoritettavat jarrujen sekä heilahduksenvaimentajien testaukset mittalaittein ovat arkipäivää. Heilahduksenvaimentajien koneellinen testaus on tullut pakolliseksi myöhemmin kuin jarrujen testaus dynamometrikokeena. Heilahduksenvaimentajien testaus on kuitenkin ollut osa katsastusprosessia jo kymmenen vuoden ajan, joten nämäkin laitteet ovat jo laajassa käytössä.

Tässä työssä on perehdytty kahden, katsastusprosessin kannalta tärkeiden, mittalaitteiden toimintaperiaatteisiin ja niiden käytöstä aiheutuvaan kulumiseen.

Nämä molemmat testauslaitteet ovat vaadittujen laitteiden listalla, liikenneministeriön päätöksessä katsastusluvista. Päätöksessä määrätään, että katsastustoimipaikalta tulee löytyä selvitys, kuinka katsastuksissa käytettävien laitteiden huolto on järjestetty ja miten mittaustulosten luotettavuus on varmistettu.

Tässä työssä on perehdytty juuri laissa sanottuun mittaustulosten luotettavuuden varmistamiseen ja siihen kuinka tällainen voidaan toteuttaa testiradan osalta.

(Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen katsastusluvista)

3 HEILAHDUKSENSVAIMENTIMIEN TESTAUSLAITTEISTO

Heilahduksenvaimentajien koneellinen testaaminen on tullut pakolliseksi katsastuksessa 1.3.2004 alkaen. Vaimentimien testauksen luotettavuuden ja objektiivisen tarkastelun vuoksi laitteen tulee toimia koneellisesti ja tuottaa ravistelevaa pystysuuntaista, taajuusdeltaan muuttuvaa liikettä, jonka perusteella vaimentimien kunto arvioidaan. Tällä tavoin voidaan havainnoida useita ajotilanteita nopeasti ja saadaan mittatuloksetkin arvioitaviksi. Lisäksi mittaus nopeuttaa katsastusprosessia, sekä lisää objektiivista näkökulmaa heilahduksenvaimentimien kunnan arviointiin.

(Autoalan tiedostuskeskus)

3.1 Heilahduksenvaimentimien testauslaitteen toimintaperiaate

Perusidealtaan kaikki testauslaitteet ovat samanlaisia, mutta laite- ja valmistajakohtaisia eroja on silti. Tämän vuoksi kahdella eri mittalaitteella voidaan saada toisistaan poikkeavia arvoja mittauksessa, vaikka vaimentimissa tai alustassakaan ei olisi tapahtunut välillä minkäänlaisia muutoksia. Käytössä on kahta erilaista testausperiaatetta käyttävää testauslaitteistoa: EUSAMA- ja Amplitudiperiaatteella toimivat laitteistot. Molemmat antavat tarkastajalle lukuarvon ja myös prosenttiarvon, joita tarkastelemalla voidaan arvioida vaimentimien kuntoa.

3.1.1 EUSAMA periaatteella toimiva mittauslaitteisto

Mittauslaitteisto, joka toimii EUSAMA periaatteella, ravistaa jokaista pyörää yksitellen pystysuunnassa kuuden millimetrin mittaista liikettä. Ravistuksen taajuus alkaa 25 Hz:stä ja loppuu 0 Hz:n eli taajuutta pudotetaan tasaisesti ja laite ottaa mittaustulokset muistiinsa ja laskee niiden perusteella pyörän kosketusvoiman prosenttiarvona alussa mitatusta pyöräkuormasta. Alin kuormitustaso saavutetaan, kun ajoneuvon resonanssitaajuus osuu mittalaitteen tuottamaan värähtelytaajuuteen. Tämä testausmenetelmä on eurooppalaisten iskunvaimenninvalmistajien yhteistyössä kehittämä tarkastusmenetelmä, josta se on myös saanut nimensä.

(Paavola, A)

3.1.2 Amplitudiperiaatteella toimiva mittauslaitteisto

Amplitudityyppisessä testauksessa laite ravistelee jokaista pyörää yksitellen. Värähtelylevyn taajuus saatetaan 16 Hz:n tasolle yhdeksän millimetrin amplitudilla. Tämän jälkeen laite vapauttaa levyn ja värähtelyn vaimentuessa suurin amplitudin arvo saavutetaan ajoneuvon resonanssitaajuudessa. Laite mittaa ravistinlevyn pystysuuntaista liikettä, siis levyn liikematkaa. Tämä tarkoittaa, että mitä paremmin vaimennin vaimentaa, sitä pienempi on pystysuuntainen liike. Tulokset ilmoitetaan millimetreinä ja prosentuaalisena vaimennuskykyinä. Prosenttiarvo perustuu tilastotietoon ihanteellisesta arvosta. Laittevalmistajat antavat myös omat ohjearvonsa (liite 1) laitteen antaman tiedon tulkitsemiseksi.

(Paavola, A)

3.2 Käytössä olevan testauslaitteiston kulumisesta aiheutuvat ongelmat

Käytössä olevassa EUSAMA-periaatteella toimivassa mittauslaitteistossa tapahtui satunnaisesti mittaheittoja, jotka oli mahdollista havaita voimakkaasta kolahtelusta mittauksen aikana. Tällaisen havainnon tehtyään oli mahdollista suorittaa mittaus uudelleen ja tällä tavoin varmistaa mittaustuloksen luotettavuus, kun uusintamittauksessa ei edellä mainittua kolahtelua havaittu. Mittalaitteen levyssä, jonka päälle rengas mittausta varten ajettiin (kuva 1), havaittiin myös noin viiden millimetrin päittäisvälykset testauslaitteen runkoon nähden. Tästä välyksestä johtuen etenkin talviolosuhteissa levyn ja laitteenrunگون väliin pääsi kertymään jäätä ja lunta, jotka aiheuttivat näitä satunnaisia heittoa mittaustuloksissa.



KUVA 1, Auto testilaitteella

Laitteistoon syntynyttä välystä pystyttiin pienentämään kiristämällä laitteen rungossa ollutta keskityspulttia (kuva 2) siten, että välystä ei ollut enää havaittavissa. Pultin kiristämisen seurauksena kolina katosi, mutta satunnaisia mittaheittoja esiintyi silti. Mittauksen luotettavuuden varmistamiseksi, mikäli mittaustulosta yhtään epäili, oli tarpeen toistaa mittaus tuloksen oikeellisuuden varmistamiseksi.



KUVA 2, Keskityspultti

3.3 Heilahduksenvaimentimien testauslaitteiston luotettavuuden parantaminen

Ongelmana oli keskityspultin aiheuttama kuluminen levyssä (kuva 3). Syntynyt ura oli aiemmin korjattu hitsaamalla, mutta korjaus ei ollut kestänyt toivotulla tavalla ja ura oli syntynyt uudestaan aiheuttaen kolinaa ja satunnaisia mittaheittoja. Tämän vuoksi laitteiston luotettava toiminta vaati jatkuvaa seurantaa ja keskityspultin kiristämistä tarvittaessa välyksen poistamiseksi.

Korjausta varten hahmoteltiin erilaisia vaihtoehtoja, joista valittiin lopulta yksinkertaisin ja oletettavasti helpoimmin huollettava sekä toimintavarmin vaihtoehto.



KUVA 3, Hankauksesta aiheutunut kolo levyssä

Suunnitelmana oli täytehitsata levyyn kulunut ura ja lisätä levyyn kulutuspintaa aiempaa kovemmassa materiaalista. Tästä kuitenkin luovuttiin, koska ei haluttu lisätä mittalaitteen levyyn ylimääräistä painoa. Lisäksi levyn ja laitteen rungon väliin ei olisi ollut mahdollista kiinnittää ylimääräistä kappaletta pultein, vaan se olisi pitänyt hitsata kiinni.

Tällaisessa tilanteessa kulumisesta aiheutuvan välyksen korjaaminen olisi vaatinut koko testauslaitteiston purkamisen uudelleen, jotta syntynyt kuluminen olisi saatu asianmukaisesti korjattua. Tämän vuoksi tästä suunnitelmasta luovuttiin ja kehitettiin toisenlainen korjausmenetelmä.

Toteutettu korjaustapa poikkesi edellä esitellystä huomattavasti. Valitun korjaustoimenpiteen tarkoituksena oli pienentää levyyn aiheutuvaa hankausta pienentämällä pintapainetta sekä vähentämällä kitkaa keskityspultin ja levyn välissä.

Toteutustavaksi valittiin erillisen kulutuspalan (liite 2) teetättäminen levyä pehmeämmästä metallista ja lisäämällä keskityspulttiin rasvakanava (liite 3) hankautuvien pintojen välin rasvaamista varten. Alkuperäisistä keskityspulteista toinen oli kulunut huomattavan paljon (kuva 4).

Pultin pituus oli lyhentynyt viisi millimetriä ja sen kärki oli kulunut teräväksi, edesauttaen levyyn syntyneen uran syvenemistä.



KUVA 4, Kulunut ja ehjä keskityspultti

Valitulla korjaustavalla pyrittiin vähentämään kulumista ja pidentämään tällä tavoin laitteen käyttöikä. Lisäksi suunnitelmissa oli levyille ajamisesta aiheutuvan kuormituksen vähentäminen lisäämällä erillinen koroke levyn eteen. Korokkeen tarkoituksena olisi ollut vähentää tärähdystä levyssä, kun rengas työntää sitä ennen kuin nousee sen päälle mittausta varten.

Korotuspalan lisäämisestä kuitenkin luovuttiin, koska se olisi saattanut aiheuttaa lisää jään ja lumen kertymistä levyn ja laitteenrungon väliin, joten se todettiin lyhyen pohdinnan tuloksena tarpeettomaksi. Näillä korjauksilla pyrittiin lisäämään toimintavarmuutta olosuhteiden muuttuessa, sekä helpottamaan mahdollisten uusien kulumisesta aiheutuvien välysten korjaamista.

Korjauksen yhteydessä levyyn kulunut ura hitsattiin umpeen, Hervannan ammattiopistolla teetätettiin välikappale ja porautettiin reikä pulteista läpi ja niihin teetätettiin kierresvanippaa varten (kuvat 5; 6).



KUVA 5, Kulutuspaala, keskityspultti ja kokoasetelma kasattuna



KUVA 6, Keskitinpultti ja kulutuspaala

Korjausta varten täristinlevyä ei tarvinnut irrottaa rungosta, vaan riitti, että se saatiin nostettua mekanisminsa salliman liikkeen verran ylös asennusmontustaan. Tällöin levyyn kulunut kolo tuli riittävän hyvin näkyviin ja se oli mahdollista hitsata umpeen. Samalla oli mahdollista vaihtaa keskityspultit ja lisätä kulutuspalat levyn sisäpuolelle (kuva 7) ennen levyn paikalleen laskemista.



KUVA 7, Uudet pultit ja kulutuspalat kiinnitettynä runkoon

Kolon täyteen hitsaamisen jälkeen pinta tasoitettiin mahdollisimman sileäksi, jotta kulumista ei tapahtuisi pinnan epätasaisuuden vuoksi. Kosketuspintojen tasoittamisen jälkeen pulttien rasvakanavat täytettiin ja levyasetelma laskettiin paikalleen.

Laitetta kasattaessa törmättiin pieneen ongelmaan, koska uudet pultit olivat hieman pidempiä kuin alkuperäiset (kuva 8). Tämän vuoksi niitä jouduttiin lyhentämään hieman alkuperäisiä lyhyemmiksi 55 millimetrin mittaisiksi, jotta ne mahtuisivat olemaan paikallaan, kun mekanismi on kasattuna paikalleen. Mekanismin toimivuuden kannalta erittäin tärkeä osa on paineanturi ja sitä vasten painautuva varsi. Näistä paineanturin päälle asetettu varsi olisi ottanut kiinni pultteihin ja todennäköisesti aiheuttanut häiriötä, mikäli niitä ei olisi lyhennetty ja näin saatu riittävästi liikkumatilaa mekanismille.



KUVA 8, Toimintakunnossa oleva asetelma, alkuperäisillä pulteilla

3.4 Korjauksen onnistumisen matemaattinen tarkastelu

Kuormitustilanteiden muutoksista johtuen ainoat kulumiseen vaikuttavat tekijät ovat pinta-ala ja kitka. Korjausta suunniteltaessa tehtiin yksinkertainen pintapainelaskelma (liite 4), jolla todettiin paineen laskevan viidennekseen alkuperäisestä ja näin olen edesauttavan korjauksen pitkäkestoisuutta.

Lisäksi kitkaa pystyttiin pienentämään lisäämällä rasvakanava pulttiin, joten oletettavissa oleva kestoikä kasvaa tällä tavoin huomattavasti. Ainoa pieni ajan saatossa nähtäväksi jäävä asia on, kuinka paksuhko rasva kitkapintojen välissä käyttäytyy kylmissä olosuhteissa. Tätä vaikutusta täytyy seurata ilman kylmetessä ja tarvittaessa korvata rasva vähemmän paksulla, jotta laitteiston toiminta pysyy luotettavana. Välittömästi korjauksen jälkeen laitteiston toimivuudessa ei havaittu puutteita lämpötilan ollessa lähellä nol-
laa.

4 JARRUVOIMIEN MITTAUSLAITTEISTO

Liikenneturvallisuuden kannalta on erittäin tärkeää, että ajoneuvojen jarrut tarkastetaan määrääjain asianmukaisin koemenettelyin. Tämän koestuksen suorittamiseksi jarrudynamometri on erinomainen työkalu. Sen avulla saadaan mittaustuloksia, joita tulkitsemalla pystytään ennakoimaan tai tarvittaessa korjaamaan jarrujärjestelmissä olevia vikoja sekä puutteita. Mittauksessa jarruvoima mitataan pyöränkehältä (kuva 9), jolloin kitka pääsee vaikuttamaan mittaustulokseen.

(Autoteknillinen taskukirja)

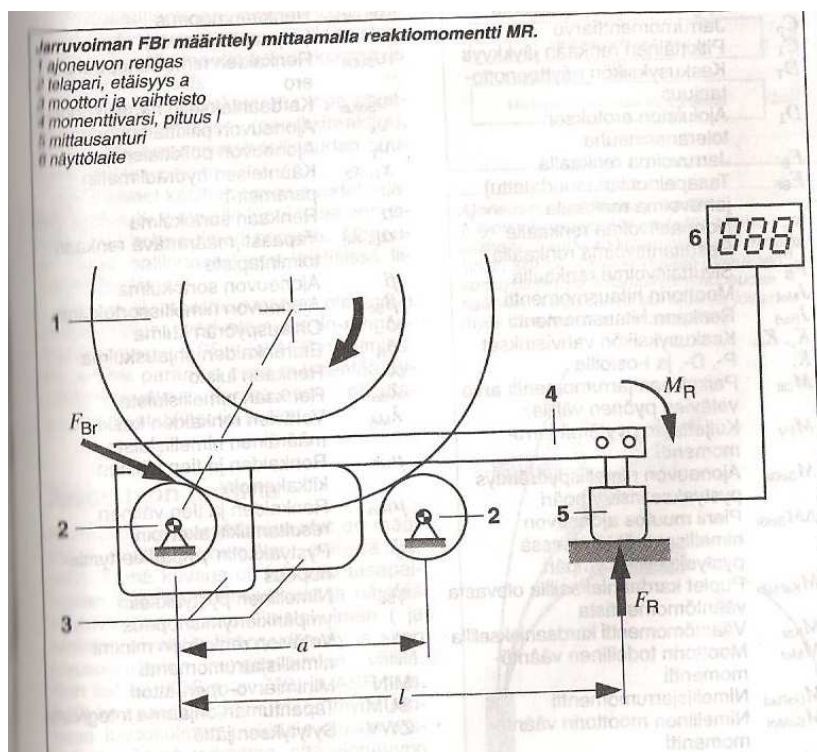


KUVA 9, Henkilöauton rengas dynamometrin teloilla.

4.1 Jarrudynamometrin toimintaperiaatteet

Jarrudynamometri koostuu pääasiassa kahdesta telasta, jotka ovat kytkettynä toisiinsa ketjulla ja muodostaen tällä tavoin yhdensuuntaisen telaparin, jotka pyörivät samaa nopeutta. Perinteinen dynamometri on akselikohtainen ja molemmilla pyörillä on oma telaparinsa, joille pyörät ajetaan mittausta varten.

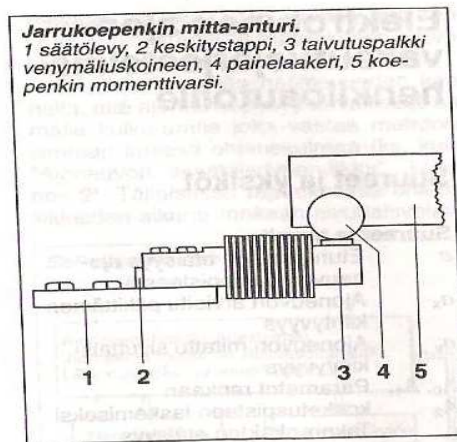
Vetotela on kytketty vaihteiston avulla sähkömoottoriin ja vaihteisto on kiinnitetty laakeroidusti telaan (kuva 10). Tämä mahdollistaa vaihteistolta lähtevän vipuvarren kääntymisen ja vääntömomentin mittaamisen vipuvarren päässä olevan voimamittausyksikön avulla.



KUVA 10, Jarrudynamon toimintaperiaate (Autoteknillinen taskukirja)

Voimamittausyksiköitä on erilaisia. Sähköisissä mittausyksiköissä esimerkiksi venymäliuskalla varustettu taivutuspalkki (kuva 11) tai induktiivinen anturi, joka mittaa tukisauvan suoraviivaista venymää. Mitta-arvoja käsitellään tietokoneavusteisesti ja näytölle esiintyy jo käsitelty tieto helposti ymmärrettävässä muodossa.

(Autoteknillinen taskukirja)

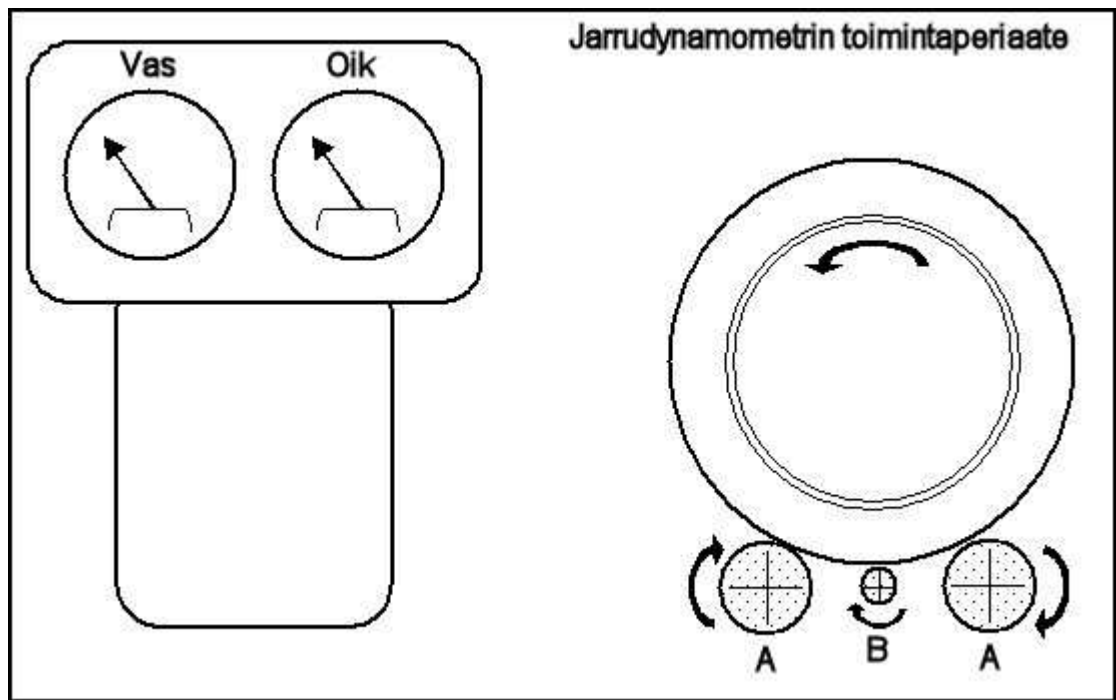


KUVA 11, Jarrudynamometrin mitta-anturi (Autoteknillinen taskukirja)

Toisena mittausyksikkötyyppinä käytetään hydraulikkajärjestelmään liitettyä painerasiaa, joka vaikuttaa suoraan näytön viisareihin. Tällaisen dynamometrin viisareiden liike on tarkoin kalibroitu näyttämään jarruvoima Newtonina ja näin pystytään saamaan luotettavia mitta-arvoja.

Mittauksen aikana sähkömoottori pyörittää teloja tasaisella nopeudella (kuva 12, telat A) vapaana olevan pyörän pyöriessä niiden päällä.

Testilaitteisiin on usein asennettu tuntotela, joka havaitsee pyörän saapumisen teloille ja mahdollisen luistamisen mittauksen aikana. Renkaan vaurioitumisen estämiseksi laite seuraa koko mittauksen ajan vetotelan ja seurantatelan (kuvassa 12 B-tela) liikkeitä. Renkaan alkaessa luistaa ja nousta teloilta automatiikka pysäyttää telat ja näyttölaitteesta voidaan lukea mitta-arvot.



KUVA 12 Jarrudynamometrin toimintaperiaate (Paavola)

4.2 Jarrudynamometrin toimintavarmuuden parantaminen

Dynamometrin telojenkitkapinnat kuluvat käytössä ja tästä johtuen mittauksesta saata-
vat jarruvoimat saattavat alkaa heiketä ilman, että autojen jarruissa olisikaan mitään
oikeaa vikaa. Lisäksi käytössä olleet tehdasrullat menettivät huomattavan paljon pitoaan
jo vähäisestä vesimäärästä telan pinnassa. Alkuperäisillä teloilla kitkakerroin saattoi
vaihdella 0,9:n ja 0,5:n välillä jo uutenakin. Tästä kitkamuutoksesta haluttiin saada pie-
nempi ja talven varalta minimoida kitkakertoimen vaikutus mittaustuloksiin. Dynamo-
metri sijaitsee ulkokatoksessa, jossa säätilan vaihtelut pääsevät vaikuttamaan telojen
kitkan suuruuteen, joten paremmin pitävillä teloilla päästään parempiin mittatarkkuuk-
siin olosuhteista riippumatta.

(Rollenbremsenprüfstand - Cartec BDE 2304 K)

Telojen kitkaominaisuuksien parantamiseksi pyydettiin tarjous uusista telarullista. Tar-
jous pyydettiin laitteen maahantuojalta ja myyjältä, sekä MYPE Oy:ltä, joka markkinoi
kunnostettuja, sekä ainakin markkinoinnin perusteella hyvin kitkaominaisuuksin varus-
tettuja teloja. Maahantuojan tarjoamat telat olisivat olleet samanlaiset kuin aiemmat,
joten niiden pito-ominaisuudet olisivat olleet samaa luokkaa kuin alkuperäisissä.

MYPE Oy:n tarjoamat kunnostetut rullat ovat aiempien kokemusten perusteella olleet

erittäin hyviä pito-ominaisuuksiensa puolesta ja lisäksi vaihdettaessa telat kunnostettuihin, vanhat käytössä olleet pystyi palauttamaan toimittajalle ja saamaan ”panttimaksun” takaisin, joten niiden hintakin oli edullisempi kuin alkuperäisten.

Päädymme tilaamaan kunnostetut telat MYPE Oy:ltä. Tosin hieman selvitystyötä oli tehtävä ennen tilauksen tekemistä, koska MYPEllä olleet telat olivat laitteesta Cartec BDE2304K. Oli siis tarpeen varmistaa telojen olevan samanlaiset tai ainakin mitoiltaan vastaavat kuin käytössä olevassa laitteistossa. Katsastusasemalla käytössä oleva laitteisto on malliltaan BDE2304E.

Valmistajan sivuilta löytyi tieto, jonka perusteella pystyttiin varmistumaan, että mallimerkinnässä telaston koko on BDE2304 sarjassa kaikissa sama, mutta jälkimmäinen kirjain kertoo varustetasosta, jolla kyseinen laite on alun perin hankittu. Lisävarmuuden vuoksi telat mitattiin ennen tilauksen tekemistä ja varmistuttiin niiden yhteensopivuudesta tilattavien kunnostettujen telojen kanssa (taulukko 1). Yhteensopivuuden varmistumisen jälkeen tilattiin kunnostetut telat MYPE Oy:ltä. Vuosihuollon yhteydessä asennukseen valtuutettu huoltaja suoritti telojen asennuksen ja mittauslaitteiston kalibroinnin.

(BDE 2304 - Roller Brake Tester for Cars and Vans)

Taulukko 1, Jarrydynamon telojen sopivuuden tarkastelu

| | Uudet/kunnostetut telat | Vanhat/alkuperäiset telat |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Akselin halkaisija (mm) | 36 | 36 |
| Telan pituus (mm) | 700 | 700 |
| Laakeripukin kiinnikkeet (mm) | 120 | 120 |
| Telan halkaisija (mm) | 196 | 212 |
| Telan kehämitta (mm) | 619,36 | 669,92 |
| Kehämittojen ero | 7 % | - |

Asennusvaiheessa telojen mukana olleet laakeripukit olivat hieman alkuperäisistä poikkeavan kokoisia. Tämä ei kuitenkaan tehnyt asennuksesta ylitsepääsemätöntä, vaan pienellä sovittamisella uudet laakeripukit sopivat paikalleen.

4.3 Välittömien muutosten arviointi telojen kitkamuutoksen kautta

Ennen dynamon telojen vaihtamista suoritettiin muutamia koemittauksia, joiden avulla voidaan verrata muutoksia kitkassa erilaisissa olosuhteissa. Mittaukset toteutettiin kahdella jatkuvassa käytössä olevalla autolla, joista molempien jarrut olivat vasta huolletut ja tarkastettu kunnossa oleviksi. Mittaus suoritettiin ottamalla numeeriset arvot dynamometrillä ennen telojen vaihtoa, sekä kuivina että märkinä. Pito-ominaisuuksien erot olivat huomattavat kuivien ja märkápintaisten rullien välillä (Liite 5 ja 6). Arvioitaessa jarruvoimia vasemman ja oikean pyörän jarruvoiman ero ei ole tässä mittauksessa merkityksellinen, vaan kokonaisjarruvoiman muutos kuivalla ja märällä, sekä samat mittaukset uusilla kunnostetuilla teloilla. Näiden mittaustulosten pohjalta voimme tehdä päätelmät ja todeta saavutetun hyödyn kunnostuksesta.

Vanhat käytössä olleet telat olivat silminnähden jo kuluneet (kuva 13) ja mittauksissa saadut tulokset eivät yllättäneet. Uudet telat olivat ennen käytön aloittamista erittäin karkeapintaisen näköiset (kuva 14) ja niiden pito-ominaisuudet ylittivät odotukset mittauksissa.



KUVA 13, Kulunut tela



KUVA 14, Kunnostettu hitsipinnoitettu tela

Liitteissä 4 ja 5 esiintyvistä tuloksista nähdään, että kokonaisjarruvoiman muutos oli märällä pinnalla lähes 30-prosenttia parempaan suuntaan ja mittauksissa päästiin huomattavasti parempiin lukuarvoihin. Autojen välisen eron selittää osaltaan autoissa olleet renkaat. Vertailuajoneuvossa A oli alla lähes uudet talvirenkaat, kun vertailuajoneuvossa B alla oli jo hieman kovettuneet ja kuluneet nastattomat talvirenkaat.

5 PARANNUSTEN ONNISTUMISEN SEURANTA

Tällaisten toimintavarmuuden parantamisten onnistumisten seuranta on pitkäjänteinen prosessi, joka jää osittain katsastusaseman vastuulle. Voimme tässä arvioida vain dynamometrin kulutuskestävyyttä, koska uudet telat ovat olleet jo jonkin aikaa käytössä.

Heilahduksenvaimentajien testauslaitteisto ei ole ehtinyt olemaan niin pitkää aikaa käytössä parannusten jälkeen, jotta kulumista olisi ehtinyt tapahtua. Työtä varten piirretyt kuvat kulutuspalasta ja pultista jätetään asemalle, jotta tarvittaessa uudet osat on mahdollista tilata.

5.1 Heilahduksenvaimentajien testauslaitteisto

Käytännössä korjauksen onnistuminen selviää vasta riittävän pitkän tarkasteluajan jälkeen. Välittömiä hyötyjä on kuitenkin muutamia. Korjauksen seurauksena pultti ei suoraan pääse hankautumaan ja kuluttamaan levyä, vaan välissä on kulutuspala. Lisäksi kitka, pintojen välissä, on alentunut ja näin vähentää kulumista ja mahdollistaa pidemmän käyttöiän.

5.2 Jarrudynamometri

Testauslaitteiston kitkapinnat ovat olleet käytössä kolme kuukautta. Niiden toimivuus määrissä olosuhteissa on saanut kiitosta muiden työntekijöiden osalta. Mittauksissa saadut tulokset ovat erittäin lähellä samoja, kuin kuivalla kelillä saaduissa tuloksissa. Tältä osin korjauksesta on saatu huomattavan paljon hyötyä ja mittatarkkuus on parantunut. Seurattaessa telojen käyttäytymistä erilaisissa olosuhteissa on havaittu kuitenkin yksi pienoinen haaste.

Telojen pintaan kertyy herkästi lunta ja tästä johtuen satunnaisesti aiheutuu kitkan heikkenemistä ja jarruista saatavat mitta-arvot eivät yllä samoihin tuloksiin, kuin sulalla kelillä. Telojen pinnan jäätyksen estämiseksi mittauslaitteistoon asennutettiin lisäläm-

mittimet, joiden lämmitysteho riittää pitämään telat sulana kylmemmilläkin keleillä (kuva 15 seurantatelan alla).

Telojen pinnassa on ollut havaittavissa jo pientä kulumista ja hitsipinnoitteen pinnan rikkoutumista (kuva 15). Tämä kuluminen on edesauttanut pitoa märällä, mutta lisännyt myös lumen kertymistä telaan.



Kuva 15, Käytössä olleet kunnostetut telat

6 POHDINTA

Työn ensisijaisena tarkoituksena oli löytää ratkaisu heilahduksenvaimentimien testauslaitteistosta aiheutuvaan kolinaan ja satunnaisiin mittavirheisiin. Korjausta suunniteltaessa ja äänen aiheuttajaa selvittäessä havaittiin vian olevan enemmän kuin pelkästä säädön ”karkaamisesta” johtuvaa. Samalla todettiin, että laitevalmistajan pitäisi ottaa tällainen kuluminen huomioon testauslaitteistoa suunniteltaessa ja pystyä toteuttamaan se niin, että tällaisiin valmiin tuotteen korjauksiin ei olisi tarvetta.

On tosin huomioitava se tosiasia, että katsastustoiminnassa laitteisto on kovalla kuormituksella. Valmistaja luonnollisesti on antanut takuun laitteilleen, mutta tuotantolaitteeksi luokiteltavalta laitteelta odottaisi hiukan pidempää kestoikää kuin tässä on ollut.

Jarrudynamometrin osalta telojen uusiminen olisi ollut mahdollista toteuttaa laitevalmistajan toimittamilla ensiasennusteloilla, mutta aiempien kokemusten vuoksi päädyttiin kunnostettuihin. Lisäksi oletuksena oli, että kunnostetut rullat kestävät pidempään ja antavat paremmat pito-ominaisuudet vaihtelevissa olosuhteissa. Jälkeenpäin ajateltuna laitevalmistajan toimittamat telat olisi voineet olla kannattavat hankkia, mutta ne olisivat olleet kalliimmat. Niiden laakeripukeissa tosin olisi välttytty pieniltä epätarkkuuksilta, ainakin oletettavasti.

Uusittuihin teloihin ovat kaikki työntekijät olleet tyytyväisiä. Talven vesikelit toivat kunnostettujen rullien hyödyt niin hyvin esiin, että pienistä asennuksessa olleista haasteista huolimatta niihin ollaan oltu tyytyväisiä.

LÄHTEET

Autoalan tiedostuskeskus. 2004. Tiedote 20.02.2004. Julkaistu 20.02.2004. Luettu 03.12.2013.

http://www1.autoalanverkkopalvelu.fi/mediakone/aineistot/92/tiedote_iskunvaimentimen_testauksesta_260204.pdf?tiedosto=YWluZWlzdG90LzkyL3RpZWRvdGVfaXNrdW52YWltZW50aW1pZW5fdGVzdGF1a3Nlc3RhXzI2MDIwNC5wZGY&tyyppi=AP&jul_id=8957&ain_id=&suoj=&jul_nimi=Iskunvaimentimet+testataan+koneellisesti+katsastuksessa+1.3.2004+alkaen

Bauer, H. 2003. Autoteknillinen taskukirja. Suom. Autoalan Koulutuskeskus Oy. Jyväskylä: Gummerus. Alkuperäinen teos 2002, 768-769

BDE 2304 - Roller Brake Tester for Cars and Vans. 17.02.2013. Snap-on Equipment GmbH Testing Division. Luettu 17.02.2014. <http://www.cartec.snaponequipment.eu/product/82245>

Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen katsastusluvista. 01.03.1999/202


Paavola, A. Länsirannikon koulutus Oy WinNova. 15.03.2011. Henkilöauton alusta Luettu 17.02.2014 http://www.autotieto.net/ha_alusta/index.htm


Rollenbremsenprüfstand - Cartec BDE 2304 K. 17.03.2013. Stein & Partner Werkstatt-Technik. Luettu 17.02.2014. http://www.stein-werkstatt-technik.de/prod_psb_car_bde2204k-bde2304k.htm

LIITTEET

Liite 1, Laitevalmistajan ohje mittaustulosten tulkintaan.

Käyttö- ja huolto-ohjeet BDE 2204/2304 K, COMBIline 2204/2304

 **Tecalemit**
INDUSTRAL GROUP

 **CARTEC**
Fahrzeugsicherheit
mit System

sivuttaisvoimia eli renkaan pitokyvystä, joka puolestaan riippuu pyöräkuormituksesta ja kitkasta renkaan ja tien välillä.

Pyöräkuormituksen suuruuteen vaikuttavat eri ajotilanteissa auton massa ja sen jakautuminen, painopisteen korkeus, ohjaus akseliväli, raideväli, pyöräntuenta, jousitus, iskunvaimennus jne.

Mittaustulosten tulkinta

Tiekosketuskerroin arvona on riippumaton ajoneuvon merkistä ja mallista. Se ilmaisee suoraan, mikä on pyörän pitokyky eri ajotilanteissa. Seuraavia yleisiä arvoja voi käyttää tulosten tulkinnassa huomioiden jäljempänä mainitut poikkeukset. Mitään automerkki ja -mallikohtaisia vertailuarvoja ei tarvita.

| Tiekosketuskerroin % | Jousituksen ja iskunvaimennuksen |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 60% - 100% | Hyvä kunto |
| 45% - 59% | Hyvä tai tyydyttävä |
| 30% - 44% | Kevyillä ajoneuvoilla hyväksyttävä, suuremmilla akselipainoilla välttävä kunto |
| 20% - 29% | Heikkokuntoinen vaimennus, voidaan vielä hyväksyä erittäin kevyillä ja yksinkertaisilla akselistorakenteilla |
| 0% - 19% | Vaarallinen. Auto "lentää" hetimitään, käytettävissä oleva pitovoima vähäinen |

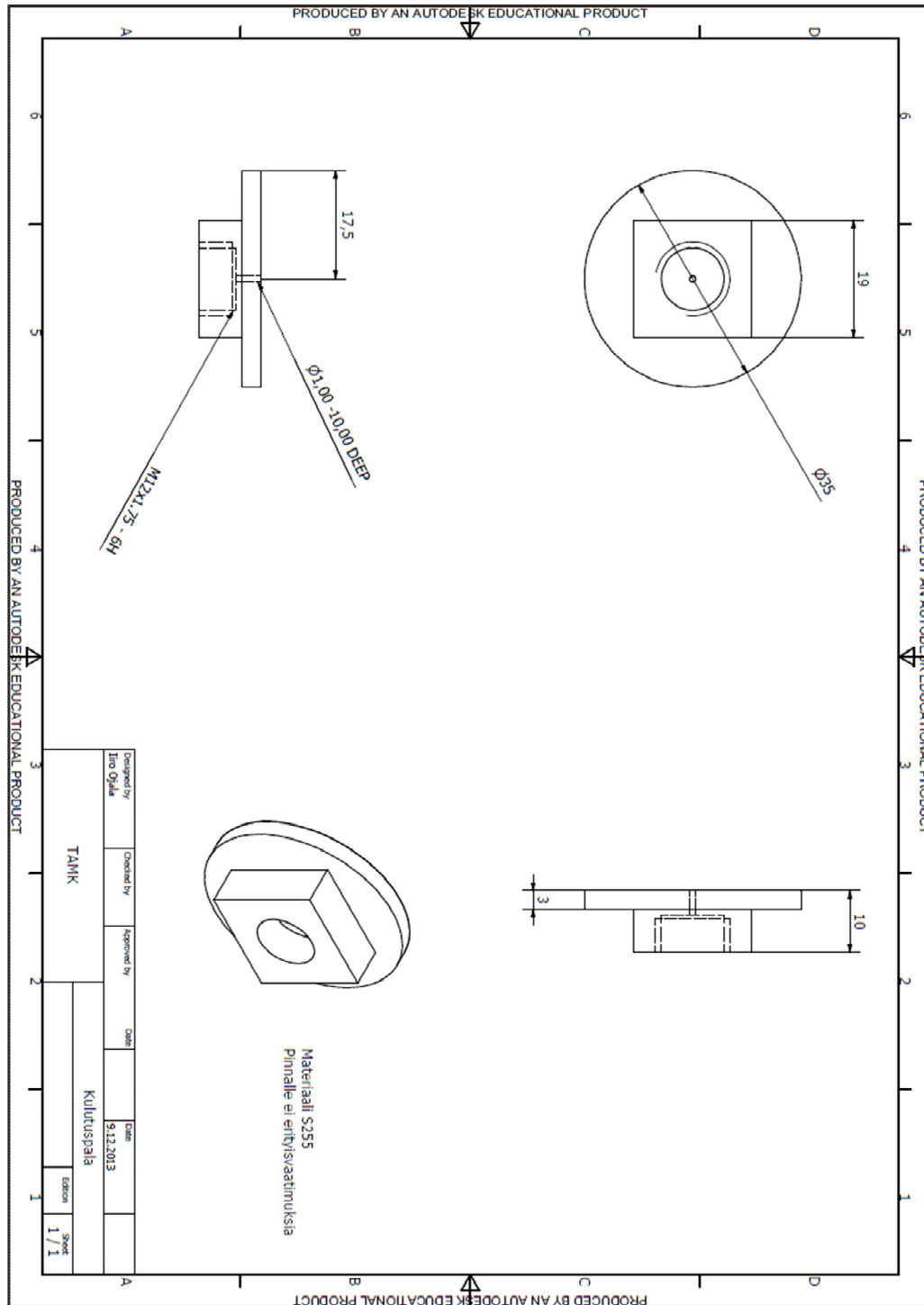
Tiekosketuskertoimen arvon lisäksi tulee huomioida ero saman akselin pyörien välillä. Ero saa olla enintään 15%.

Pienet tiekosketuskertoimen arvot (30 ... 50 %) kevyiden etumoottoristen autojen taka-akseleilla (alhainen akselipaino) luokitellaan normaaleiksi. Tällaisten autojen ajoturvallisuuden arvioinnissa ei tule niinkään kiinnittää huomiota itse absoluuttiseen tiekosketuskertoimeen, vaan tiekosketuskerointen eroon.

Oikeus teknisiin muutoksiin pidätetään.
CARTEC GmbH, Konrad-Zuse-Strasse 1, D-84579 Unterneukirchen, Tel. +49-8634/622-0

39

Liite 2. Välikappaleen työkuva



Liite 4. MathCad-laskentaohjelmalla toteutettu laskenta pintapaineen muutoksesta.

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

p=paine
F=voima
A=pinta-ala

(Tekniikan kaavasto, Tammertekniikka 8.painos s.99)

$$F := m \cdot g$$

m=massa

$$g = 9.807 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

g=putoamiskiihtyvyyys

Kuormitus tilanteet:

Yhden renkaan aiheuttama kuormitus (arvioituna)

$$m := \frac{2500}{4} \text{kg}$$

$$F_1 := m \cdot g = 6.129 \times 10^3 \text{ N}$$

Levyyn pultin välityksellä kohdistuva paine:

$$p_1 := \frac{F_1}{A_1} = 24.841 \text{ MPa}$$

$$A_1 := \left[\pi \cdot \left(\frac{10}{2} \right) \cdot \text{mm} \right]^2$$

Kuormitus levyä kohtaan ei muutu -->

$$F_2 := F_1$$

Väliin tehdyn kappaleen aiheuttama paine levyä kohti:

$$A_2 := \pi \cdot \left(\frac{40 \text{ mm}}{2} \right)^2$$

$$p_2 := \frac{F_2}{A_2} = 4.877 \text{ MPa}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 19.635\%$$

Kuormitustilanteiden pysyessä vakioina vain pinta-alan muutoksella voidaan vaikuttaa paineen suuruuteen ja sitä kautta vähentää hankautumisesta aiheutuvaa kulumista.

Liite 5. Jarruvoimien tarkastelua, vertailuajoneuvo A

Ajoneuvo A

| Vanhoista rullista saadut jarruvoimat | | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| Kitkapintojen ollessa kuivat: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
| 1. Mittaus | 3 | 2,9 | 0,03333 | 5,9 |
| 2. Mittaus | 2,8 | 2,8 | 0 | 5,6 |
| 3. Mittaus | 3 | 3,1 | 0,03225 | 6,1 |
| Mittausten keskiarvo: | 2,933333 | 2,933333 | 0,02186 | 5,866666667 |

| Kitkapintojen ollessa märät: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 2,2 | 2,3 | 0,04347 | 4,5 |
| 2. Mittaus | 2,2 | 2,3 | 0,04347 | 4,5 |
| 3. Mittaus | 2,3 | 2,3 | 0 | 4,6 |
| Mittausten keskiarvo: | 2,233333 | 2,3 | 0,02898 | 4,533333333 |

| | |
|--------------------------|----------|
| Ero märällä/kuivalla (%) | 22,72727 |
|--------------------------|----------|

Uusilla rullilla saadut jarruvoimat:

| Kitkapintojen ollessa kuivat: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|-------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 3,5 | 3,4 | 0,02857 | 6,9 |
| 2. Mittaus | 3,5 | 3,3 | 0,05714 | 6,8 |
| 3. Mittaus | 3,4 | 3,5 | 0,02857 | 6,9 |
| Mittausten keskiarvo: | 3,466666 | 3,4 | 0,03809 | 6,866666667 |

| Kitkapintojen ollessa märät: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 3,3 | 3,4 | 0,02942 | 6,7 |
| 2. Mittaus | 3,3 | 3,3 | 0 | 6,6 |
| 3. Mittaus | 3,2 | 3,3 | 0,03030 | 6,5 |
| Mittausten keskiarvo: | 3,266666 | 3,333333 | 0,01990 | 6,6 |

| | |
|--------------------------|----------|
| Ero märällä/kuivalla (%) | 3,883495 |
|--------------------------|----------|

Liite 6. Jarruvoimien tarkastelua, vertailuajoneuvo B

Ajoneuvo B

| Vanhoista rullista saadut jarruvoimat | | | | |
|---------------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| Kitkapintojen ollessa kuivat: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
| 1. Mittaus | 2,4 | 2,4 | 0 | 4,8 |
| 2. Mittaus | 2,5 | 2,5 | 0 | 5 |
| 3. Mittaus | 2,6 | 2,6 | 0 | 5,2 |
| Mittausten keskiarvo: | 2,5 | 2,5 | 0 | 5 |

| Kitkapintojen ollessa märät: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|------------------------------|------------|------------|---------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 2,2 | 2,1 | 0,04545 | 4,3 |
| 2. Mittaus | 2,1 | 2 | 0,04761 | 4,1 |
| 3. Mittaus | 2,1 | 2,2 | 0,04545 | 4,3 |
| Mittausten keskiarvo: | 2,133333 | 2,1 | 0,04617 | 4,233333333 |

| | |
|--------------------------|----------|
| Ero märällä/kuivalla (%) | 15,33333 |
|--------------------------|----------|

Uusilla rullilla saadut jarruvoimat:

| Kitkapintojen ollessa kuivat: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|-------------------------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 3,2 | 3,1 | 0,03125 | 6,3 |
| 2. Mittaus | 3,2 | 3,3 | 0,03030 3 | 6,5 |
| 3. Mittaus | 3,3 | 3,2 | 0,03030 3 | 6,5 |
| Mittausten keskiarvo: | 3,233333 | 3,2 | 0,03061 | 6,433333333 |

| Kitkapintojen ollessa märät: | Vasen (kN) | Oikea (kN) | ero (%) | Kokonaisjarruvoima (kN) |
|------------------------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| 1. Mittaus | 3,1 | 2,8 | 0,10714 3 | 5,9 |
| 2. Mittaus | 3 | 2,7 | 0,1 | 5,7 |
| 3. Mittaus | 3,1 | 2,9 | 0,06451 | 6 |
| Mittausten keskiarvo: | 3,066666 | 2,8 | 0,09055 | 5,866666667 |

| | |
|--------------------------|----------|
| Ero märällä/kuivalla (%) | 8,808290 |
|--------------------------|----------|