

# RASKAIDEN YHDISTELMÄAJONEUVOJEN RENGASPAINETUTKIMUS

Tapio Sundqvist

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2010

Logistiikka  
Tekniikka ja liikenne





Tekijä(t) SUNDQVIST, Tapio	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 05.05.2010
	Sivumäärä 70+26	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi RASKAIDEN YHDISTELMÄAJONEUVOJEN RENGASPAINETUTKIMUS		
Koulutusohjelma Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) KÄENMÄKI, Jouko		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän Ammattikorkeakoulu KANTANEN, Sami, Koulutuspäällikkö		
Tiivistelmä <p>Suomen maanteillä oli vuoden 2009 loppuun mennessä käytössä noin 111 000 kuorma-autoa, ja yli 750 kg painavia perävaunuja noin 122 000 kappaletta. Kuljetuskaluston suuresta määrästä johtuen teillämme ajaa joka päivä huomattava määrä raskaita ajoneuvoyhdistelmiä. Näiden yhdistelmien renkaissa olevan ilmanpainemäärän oikeellisuus on tärkeässä asemassa monien eri asioiden kannalta. Näitä ovat esimerkiksi polttoaineen kulutus ja päästöt, liikenneturvallisuus sekä taloudelliset kustannukset.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli mitata satunnaisesti valittujen, raskaiden ajoneuvoyhdistelmien rengaspaineet. Mitatun otoksen koko oli 44 ajoneuvoa. Mittaustulosten pohjalta analysoitiin rengaspaineiden nykytilaa, sekä kartoitettiin niiden tarkistamiseen ja ylläpitämiseen liittyviä ongelmakohtia. Työssä käsitellään myös ajoneuvon pyöräkokonaisuuteen liittyviä teoreettisia ja rakenteellisia asioita.</p> <p>Työn tuloksena todettiin, että noin 70 % mitatuista yhdistelmistä oli rengaspaineidensa osalta kunnossa. Rengaspaineiden tarkistamisen ja ylläpidon osalta havaittiin puutteita ajoneuvojen renkaiden paineilmaventtiileissä sekä mittauspaikoissa. Työn lopussa esitän mahdollisia parannusehdotuksia koskien oikeiden rengaspaineiden ylläpitoa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Ajoneuvoyhdistelmä, ilmanpaine, nykytila, tarkistaminen, ylläpito		
Muut tiedot -		



Author(s) SUNDQVIST, Tapio	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 05.05.2010
	Pages 70+26	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title SURVEY OF THE TYRE PRESSURE IN HEAVY SEMI-TRAILERS		
Degree Programme Logistics		
Tutor(s) KÄENMÄKI, Jouko		
Assigned by Jyväskylä University Of Applied Sciences KANTANEN, Sami, Head of Degree Programme		
Abstract <p>By the end of year 2009 about 111 000 trucks and 122 000 heavy trailers over 750 kg were operative on the Finnish roads. Due to the large number of transportation vehicles, there is a significant number of heavy semi-trailer combinations on our roads every day. The correct air pressure of the tires of these combinations plays an important role having an effect on many different aspects. These include, for example, fuel consumption and emissions, road safety and economic costs.</p> <p>The aim of this thesis was to measure the tire pressures of semi-trailer combinations which were selected at random. The measured sample size was 44 semi-trailers. The measurement results were analyzed on the basis of the current status of tire pressure, and problems concerning the checking and maintenance of the tires were charted. The study also addressed the theoretical and structural issues of the tire set.</p> <p>As a result, it was found that approximately 70 % of the transportation vehicles that were included this study had their tire pressures in good condition. As regards to checking and maintenance of the transportation vehicle tire pressures shortcomings were revealed in the pneumatic valves and at the measurement locations. Possible improvement proposals regarding the proper tire pressure maintenance are presented at the end of the study.</p>		
Keywords Semi-trailer, tyre pressure, present state, inspection, maintenance		
Miscellaneous -		

## Sisällysluettelo

<b>1 Johdanto</b> .....	4
1.1 Työn tavoite.....	4
1.2 Työn rajaus.....	5
1.3 Työn toteutus.....	5
<b>2 Pyöräkokonaisuus</b> .....	6
2.1 Levypyörät eli vanteet .....	7
2.1.1 Rakennetyypit .....	7
2.1.2 Raskaan kaluston vanteet.....	8
2.1.3 Vanteen merkinnät.....	8
2.1.4 Offset-mitta .....	9
2.2 Renkaat.....	10
2.2.1 Renkaan kudusrunko.....	13
2.2.2 Kantokyky .....	13
2.2.3 Kulutuspinta .....	14
2.2.4 Kulutuspinnan kuviointi .....	14
2.2.5 Renkaan kyljet .....	15
2.2.6 Välikerroskumi .....	15
2.2.7 Vyöpaketti.....	15
2.2.8 Renkaan jalkaosa .....	16
<b>3 Rengastyypit</b> .....	16
3.1 Ristikudosrengas.....	16
3.2 Vyörengas .....	17
3.3 Sisärenkaallinen vai sisärenkaaton rengas? .....	18
3.4 Renkaan pinnoittaminen.....	19
3.5 Renkaiden laatuluokitus .....	19
<b>4 Renkaan ominaisuudet</b> .....	20
4.1 Vierimisvastus .....	20
4.2 Renkaan lämpeneminen .....	21
4.3 Renkaan jarrutusominaisuudet.....	21
4.4 Vesiliirto.....	21

4.5	Rengasäänet.....	22
4.6	Renkaan muodonmuutos .....	23
4.7	Kaarreominaisuudet .....	24
4.8	Renkaiden ilmanpaine .....	24
4.9	Rengasmerkinnät .....	25
<b>5</b>	<b>Run Flat – Paineettomana ajettava rengas .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Rengaspaineiden valvontamenetelmät .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Typen käyttö renkaiden paineistuksessa.....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Rengasnormit .....</b>	<b>31</b>
8.1	Yleistietoja kuorma-autonrenkaista STRO:n mukaan.....	32
8.2	Tärkeimmät rengasmääräykset Suomessa .....	33
8.3	Lainsäädäntö koskien raskaan kaluston renkaiden käyttöä talvella .....	35
<b>9</b>	<b>Renkaiden kulumiseen vaikuttavat tekijät .....</b>	<b>35</b>
9.1	Renkaiden ilmanpaine.....	35
9.2	Kuinka ilmanpaine tarkistetaan?.....	37
9.3	Rengaspaineen vaikutus renkaan kulumiseen .....	38
9.4	Muita kulumiseen vaikuttavia tekijöitä .....	39
9.4.1	Pyörien sivukallistuma eli camber .....	39
9.4.2	Pyörien aeraus tai haritus .....	40
9.4.3	Akselien välinen yhdensuuntaisuusvirhe .....	41
9.4.4	Muita epätasaiseen kulumiseen johtavia syitä .....	41
9.5	Renkaiden oikeanlainen varastointi.....	42
<b>10</b>	<b>Mittaukset .....</b>	<b>43</b>
10.1	Mittausten suorittaminen .....	43
10.2	Mitattava kalusto .....	45
10.3	Mittavälineet.....	45
10.4	Mittausryhmä .....	49
10.5	Mittaustuloksien kirjaaminen .....	51
10.6	Mittauksissa havaitut ongelmat ja puutteet .....	52
<b>11</b>	<b>Mittaustulosten analysointi .....</b>	<b>53</b>
11.1	Oikea rengaspainealue .....	54
11.2	Mittaustulosten esittäminen.....	54

11.3	Mittauksien tulokset ja rengaspaineiden nykytila .....	59
<b>12</b>	<b>Oikean rengaspaineen merkitys .....</b>	<b>60</b>
12.1	Liikenneturvallisuus.....	61
12.2	Polttoainekustannukset.....	61
12.3	Maanteiden kuluminen .....	63
<b>13</b>	<b>Kehitysehdotuksia .....</b>	<b>64</b>
13.1	Ilmanpaineen tarkistaminen .....	64
13.2	Ilmanpaineen tarkistamiseen soveltuvat huoltoasemat .....	65

**LIITE 1.** Mittaustuloksien kuvaajat

**LIITE 2.** Mittauspöytäkirja

**LIITE 3.** Paineilmamittarin kalibrointitodistus

# 1 JOHDANTO

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin Tieliikenteen mukaan vuoden 2009 loppuun mennessä Suomen teillä oli käytössä 110638 kuorma-autoa, puoliperävaunuja oli rekisteröitynä 23190 kappaletta, sekä muita yli 750 kg painavia perävaunuja 99196 kappaletta.<sup>1</sup> Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että maanteillämme kuluttaa joka päivä kymmeniä tuhansia renkaita. Tästä johtuen oikeiden rengaspaineiden merkitystä näissä renkaissa ei voi sivuuttaa. Kyseistä aihetta ei ole kovin paljon tutkittu Suomessa raskaan kaluston osalta, joten tällaisen projektin tekeminen oli mielenkiintoinen niin aihealueensa kuin tulostensa perusteella.

## 1.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli mitata useammasta kymmenestä ajoneuvoyhdistelmästä koostuvan otoksen rengaspaineet, ja mittaustulosten pohjalta analysoida maanteillämme kulkevien ajoneuvoyhdistelmien rengaspaineiden nykytila. Työn toimeksiantajana oli Jyväskylän ammattikorkeakoulu, ja yhdyshenkilönä sieltä toimi logistiikan koulutusohjelman koulutuspäällikkö Sami Kantanen. Rengaspaineiden mittaamisen lisäksi renkaista mitattiin myös urasyvyys, lämpötila, rengaskoko sekä tarkistettiin yleiskunto. Mittaustuloksista tehtiin Excel-ohjelmistolla diagrammit, jotka helpommin selvittävät mittaustuloksia ja rengaspaineiden oikeellisuutta. Lisäksi työssä oli tavoitteena selvittää renkaihin oleellisesti liittyviä, teoreettisia asioita. Näitä olivat esimerkiksi rakenteelliset tiedot renkaista ja vanteista. Lisäksi tutkittiin renkaan erilaisia ominaisuuksia sekä rakennetyyppejä. Tulevaisuudessa mahdollisesti lisääntyvä tyypin käyttö renkaiden paineistuksessa on myös huomioitu.

---

<sup>1</sup> Ake 2009.

## **1.2 Työn rajaus**

Tutkimuksen kohteeksi valittuun otokseen otettiin vain kuorma-autoja (luokka N3) sekä näiden perävaunuja (luokka O4). Suurin osa oli yhdistelmiä, niin puoli- kuin varsinaisperävaunullisia. Mukana on muutama pelkkä kuorma-autokin. Otoksesta suurin osa on kotimaan liikenteessä olevia ajoneuvoyhdistelmiä, mutta mukaan otettiin kokeeksi myös muutama ulkomaalainen ajoneuvo. Tässä oli ongelmana vain hetkittäinen kielimuuri mittauslupaa pyydetessä. Ajoneuvoyhdistelmien renkaista otettavien tietojen määrä rajattiin tärkeimpiin arvoihin, joihin rengaspaine vaikuttaa. Näitä olivat itse rengaspaine, renkaan koko, renkaan lämpötila sekä urasyvyys. Renkaan ulkoinen kunto tarkistettiin silmämääräisesti.

## **1.3 Työn toteutus**

Työ toteutettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun opiskelijoista kootulla ryhmällä, kahtena eri ajankohtana. Varsinaiset mittaukset suoritettiin Jyväskylässä sijaitsevalla Vaajakosken ABC-huoltoasemalla sekä Pandan makeistehtaan varastoalueen pihalla. Ryhmä harjoitteli mittauksia JAMK:n logistiikkalaboratoriossa ennen kuin varsinaiset mittaukset aloitettiin, jotta ongelmilta vältyttäisiin. Mittausajankohdat olivat keväällä ja syksyllä 2009. Ajankohtien takia mittauksissa vallinneet sääolosuhteet olivat vaihtelevat. Mittavälineet projektia varten hankki JAMK:n laboratorioinsinööri Esko Vainio. Mittavälineistöä täydennettiin syksyllä, koska keväällä suoritetuissa mittauksissa havaittiin puutteita välineistössä. Mitattavien yhdistelmien kuljettajilta kysyttiin lupa mittauksiin, ja jotta tutkimus saatiin pysymään yleisellä tasolla, ei myöskään kuljetusyritysten tietoja otettu ylös.

## 2 PYÖRÄKOKONAISUUS

Yksi tärkeimmistä tekijöistä tarkasteltaessa ajoneuvon ajokäyttämistä, on pyörä. Pyörällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jonka avulla ajoneuvo saa kosketuksensa ajoradan pintaan. Pyöräkokonaisuus (kuva 1) koostuu seuraavista osista:

- rengas
- vanne, joka koostuu vannekehästä sekä keskiölevystä
- koristekapseli



KUVA 1. Pyöräkokonaisuus

Lähde: Vannetukku 2009.

Pyöräkokonaisuudella on monia eri tehtäviä ajoneuvon liikkeen aikana. Yksi tärkeimmistä on välittää tiehen ajoneuvon kiihdytys-, jarrutus- ja ohjausvoimat. Pyöräkokonaisuus ottaa myös vastaan tien aikaansaamia voimia sekä vaikuttaa suuresti ajo-ominaisuuksiin, jotka ajoneuvossa vallitsee. Lisäksi kokonaisuus toimii jousena ja tästä johtuen vaikuttaa suoraan ajomukavuuteen. Jotta nämä asiat toteutuisivat käytännössä, on ne otettava huomioon jo pyöräkokonaisuutta suunniteltaessa. Suunnittelun eri osa-alueita ovat esimerkiksi kestävä rakennelujuus, jarrujen tuuletus, syöpmisen kesto, kokonaisuuden tasapainoisuus, pieni ilmanvastus sekä pyöräkokonaisuuden helppo ja varma keskitettävyys ajoneuvon pyörän navalle.<sup>2</sup>

## **2.1 Levypyörät eli vanteet**

Levypyörillä, jotka yleisesti tunnetaan nimellä vanteet, on monia eri ominaisuuksia. Seuraavassa kappaleessa on käyty läpi tarkemmin vanteisiin liittyviä asioita.

### **2.1.1 Rakennetyypit**

Ajoneuvoissa käytettävät vanteet jaotellaan rakenteensa ja käyttöominaisuuksiensa puolesta monella eri tavalla. Vanteet jakaantuvat henkilöautoissa käytettäviin, kuorma- ja linja-autoissa käytettäviin sekä erikoisajoneuvoissa käytettäviin. Jokaisessa eri ryhmässä vanteiden rakenne vaihtelee esimerkiksi vanteen tyypin, laipan rakenteen sekä kiinnitystavan vuoksi. Nykyään yleisimmin käytössä olevia eri vanteiden rakennetyyppejä ovat esimerkiksi teräsvanteet, teräspuolavanteet sekä alumiinivanteet (kuva 2).<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Hyvärinen ym. 1996, 118

<sup>3</sup> Hyvärinen ym. 1996, 118-119

### 2.1.2 Raskaan kaluston vanteet

Nykyään raskaassa kalustossa käytettävät vanteet valmistetaan useimmiten yksiosaisiksi. Tällä toimenpiteellä saavutetaan turvallisemmat käyttöominaisuudet ja asennustyö. Moniosaisia puolavanteita käytetään vähäisissä määrin erikoisrenkaissa. Käytössä on alumiinivanteita sekä teräsvanteita. Teräsvanteen eduksi voidaan katsoa sen hyvä kesto muodonmuutoksia vastaan murtumatta. Teräsvanne on valmistettu hitsaamalla ja sen esijännitystä ei saa pilata väärällä kiristyksellä. Alumiinista valmistetun vanteen etu on taas sen keveys. Haitoiksi lukeutuu sen syöpymisherkkyys ja jonkin verran kalliimpi hinta. Syöpymistä voidaan ehkäistä vanteen huolellisella hoidolla.<sup>4</sup>



KUVA 2. Alcoa- alumiinivanne Lähde: Alcoa 2009.

### 2.1.3 Vanteen merkinnät

Vanteissa olevat mitoitustiedot perustuvat STRO:n rengasnormin mitoitustandardiin. Näiden normien laatija määrää yhdessä ajoneuvon valmistajan kanssa vanteen mitat toleransseineen, ja renkaan valmistaja tekee tuotteensa vanteen normien mukaan. Renkaan valmistajan vastuulla on se, että renkaalla on tietty kireys ja muotosopivuus vanteelle ilmanpaineen pitävyyden varmistamiseksi.

---

<sup>4</sup> Hyvärinen ym. 1996, 120-121

Normi ei määrää vanteen kantavuutta, vaan sen valmistaja on vastuussa siitä että se on sopiva kyseisen ajoneuvon akselimassalle ja teholukemille. Rengasnormikirjoissa ilmoitetaan, mikä on kyseessä olevalle rengaskoolle sopiva vanneko-ko ja malli. Vanteista pitää löytyä seuraavat merkinnät: kokomerkintä, vanneuran leveys tuumina, reunasarven muoto ja korkeus kirjaimella, vanteen pohjan muoto, vanteen pohjan halkaisija tuumina, valmistaja, valmistusaika (kuukausi ja vuosi) sekä valmistajan tuotekoodi. Vanteissa on myös muita eroja. Tällaisia on esimerkiksi keskiviivan symmetrisyys, kiinnityspinnan ja vanteen keskiviivan etäisyys eli offset-mitta sekä vanteen kiinnitysreikien jako.<sup>5</sup>

#### **2.1.4 Offset-mitta**

Ajoneuvon vanteen offset-mitalla tarkoitetaan vanteen keskiviivan ja kiinnitystason välistä etäisyyttä. Offset-mitta voi olla positiivinen (=inset) tai negatiivinen (=outset). Jos vanteen kiinnitystaso on lähempänä vanteen ulko- kuin sisäreunaa, kyseessä on positiivinen offset. Päinvastaisessa tapauksessa kyseessä on negatiivinen offset. Offset-mitta on suoraan yhteydessä ajoneuvon raideväliin. Näin ollen se tulee säilyttää mahdollisimman lähellä alkuperäistä, jotta ajoneuvon ajo-ominaisuudet eivät muutu. Raidevälin muutos kuormittaa enemmän pyöräntuenta sekä ohjaus- ja jarrutuslaitteistoa.<sup>6</sup>

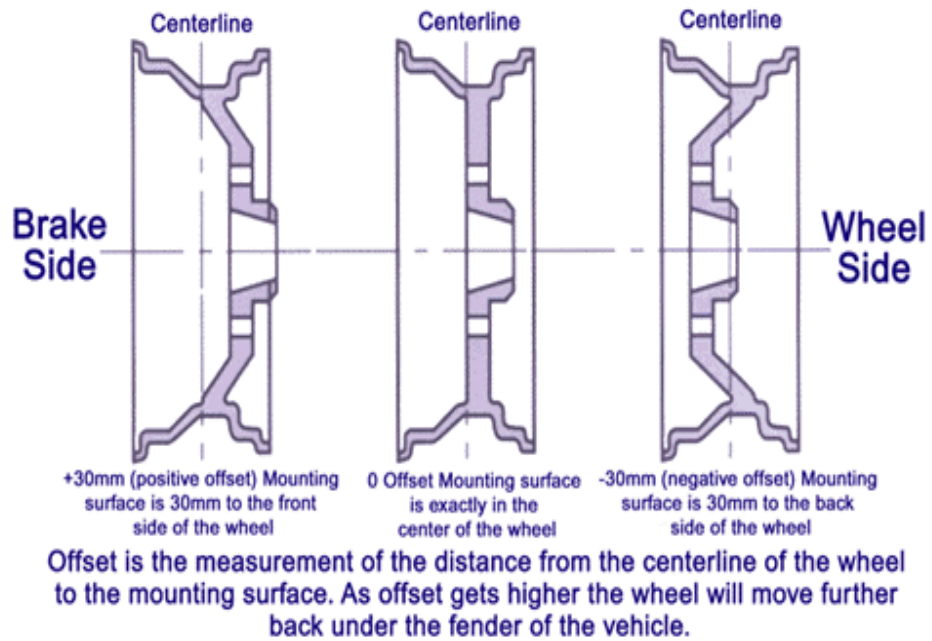
Seuraavan sivun kuva 3. selventää Offset- mittaa.

---

<sup>5</sup> Hyvärinen ym. 1996, 122-123

<sup>6</sup> Hyvärinen ym. 1996, 123

This represents a side cutaway view of a wheel to help explain how offset is measured.



KUVA 3. Offset- mitta

Lähde: Bimmerpost 2010

## 2.2 Renkaat

Renkaat ovat ainoa ajoneuvon ja tien välillä oleva yhteys. Sen takia kaikissa olosuhteissa turvallisuus on kiinni reilun neljän kymmenen kokoisesta renkaan ja maantien kosketuspinnasta.<sup>7</sup> Rengas ei ole pelkkää kumia, vaan se koostuu useasta eri osasta. Näillä osilla on kaikilla omat tehtävänsä.

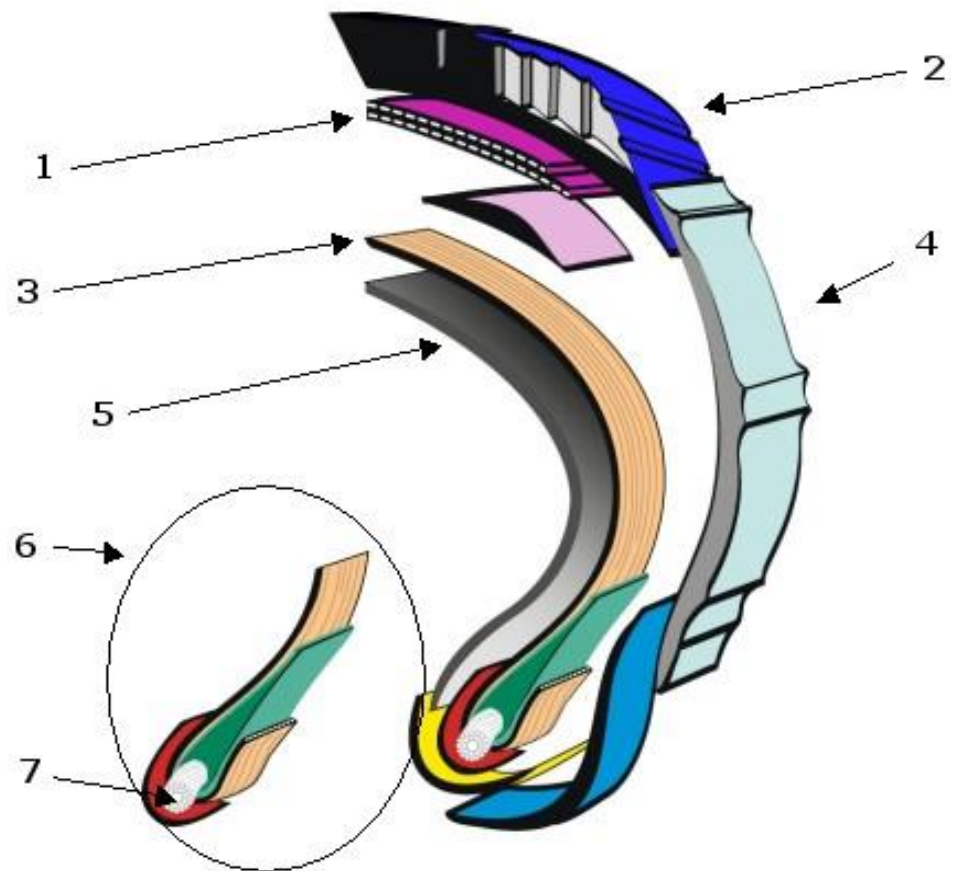
<sup>7</sup> Autorengasliitto 2009

- Kulutuspinna, tien pintaa vasten painuva renkaan ulkokehän pinna.
- Kylkiosa, ei kosketa tietä mutta tukee rengasta.
- Olkapää, kulutuspinnan ja renkaan sivun liittymiskohta.
- Reunavaijeri, teräslangoista koostuva vahvike, joka estää renkaan jalkaosan venymisen ja sitä kautta renkaan luiskahtamisen vanteelta.
- Vaijerin täytekuusi, kumikerros vaijerin ja sen suojakudoksen välillä.
- Vaijerin suojakudos, suojaa reunavaijeria.
- Kudusrunko, kantaa renkaaseen kohdistuvat kuormitukset.
- Ura, kulutuspinnaan tehty syvennys
- Välikerroskuusi, kudusrungon ja pintakumiin välissä oleva yhtenäinen kumikerros.
- Kantapää, renkaan reunan alakulma, joka nojaa vanteen pohjaa vasten.
- Jalkapohja, renkaan alin osa joka on vannetta vasten.
- Varvas, jalkapohjan sisäkulma
- Jalkaosa, kokonaisuus johon kuuluvat reuna, kantapää jalkapohja ja varvas.
- Vyöpaketti (jos kysymyksessä on vyörengas).<sup>8</sup>

Seuraavan sivun kuva 4. näyttää renkaan rakennetta ja sen eri osia.

---

<sup>8</sup> Hyvärinen ym. 1996, 128-129; Michelin 2009



KUVA 4. Vyörenkaan rakenne Lähde: Michelintransport 2010

1. Vyöpaketti
2. Kulutuspinta
3. Runkokudos
4. Sivun
5. Tubeless - kalvo
6. Jalkaosa
7. Reunavaijerit

Seuraavassa on selvitetty tarkemmin jokaisen renkaan eri osan rakennetta ja toimintaa.

### **2.2.1 Renkaan kudusrunko**

Renkaan perustana toimii kudusrunko. Sen tehtävänä on välittää ajoneuvon kiihdytyksestä ja jarruttamisesta aiheutuvat kehävoimat vanteen ja kulutuspinnan välillä. Lisäksi se ottaa vastaan sivuvoimista aiheutuvat aksiaalisvoimat, tien epätasaisuuksista johtuvat iskut sekä pyöräkuormasta johtuvat radiaalivoimat. Kudusrunko antaa renkaalle muodon ja pitää sen kasassa. Lisäksi rengaspaineen kanssa kudusrunko antaa renkaalle tietyn kantokyvyn. Kudusrunko koostuu kerroksittain yhdensuuntaisesti asetetuista kudoslangoista, jotka on liitetty toisiinsa kiinni kumilla. Kantokyky, joka renkaalla on, määräytyy käytetystä rengaspaineesta, ja käytetyn paineen yläraja määräytyy kudusrungon lujuudesta. Tästä johtuen tärkeä kriteeri renkaan kantokyvyn kannalta on kudusrungon lujuus ja ominaisuudet. Rengasnormistoissa esitettävät kantavuudet määräytyvät siis rengaspaineen ja kudokerrosten vahvuuden mukaisesti.<sup>9</sup>

### **2.2.2 Kantokyky**

Kuten jo aiemmin todettiin, on renkaan kantokyky suoraan verrannollinen rengaspaineeseen. Koska renkaan kykyyn kestää painetta vaikuttaa kudusrakenteen lujuus, kudusrakenteen lujuusominaisuudet ovat myös renkaan kantokyvyn kriteereitä. Aikaisemmin renkaan kudospinnoitteenä käytettiin puuvillaa, ja silloin kudokerrosten lukumäärä ilmoitettiin ply-lukuna (ply rating), esimerkiksi 4 ply. Tämä tarkoitti että kudokerroksia oli neljä kappaletta. Koska nykyään kudospinnoitteet ovat kehittyneet ja tästä johtuen lujuusominaisuudet ovat suurentuneet, niin kudokerrosten lukumäärää pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Tällä saavutetaan vähäisempi renkaan lämpiäminen ja parempi ajomukavuus. Nykyään kudokerrosten lukumäärän ilmaisuun käytetään PR-lukua, esimerkiksi 4

---

<sup>9</sup> Hyvärinen ym. 1996, 128

PR, joka kertoo kudosterrosten lukumäärän sellaisessa puuvillakudoksisessa vertailurenkaassa, jonka kantokyky on sama kuin kyseisellä renkaalla.<sup>10</sup>

### 2.2.3 Kulutuspinna

Kulutuspinnan tehtävä on suojata kudoserakennetta kulumiselta ja tienpinnan aiheuttamilta vaurioilta. Lisäksi se kehittää kitkavoiman, jonka välityksellä auton veto- ja jarrutusvoimat sekä sivuttaisvoimat ohjataan tiehen. Kulutuspinnaassa oleva kuviointi muodostuu pintaan tehdyistä urista, jotka suunnitellaan renkaan käyttö-tarkoituksen mukaan.<sup>11</sup>

### 2.2.4 Kulutuspinna kuviointi

Kulutuspinnan kuvioinnin tärkeimmät tehtävät on poistaa vettä renkaan ja tien välistä mahdollisimman tehokkaasti sekä kehittää kitkaa. Lisäksi sen täytyy soveltua erilaisiin tieolosuhteisiin ja saada niissä aikaan hyvä pitokyky. Seuraavassa on esitelty muutamia kuviomalleja.

Poikittaisurituksessa urat ovat suunnilleen kohtisuorassa renkaan kehään nähden. Tällaista kuviointia käytetään työkoneissa ja raskaassa kalustossa, jolla ajetaan paljon päällystämättömillä teillä. Ominaisuuksina tällä kuvioinnilla on hyvä pitkittäispito, suurehko vierimisvastus, huono sivuttaispito, epätasaisen kulumisen herkkyys sekä voimakkaat rengasäänet.

Pitkittäisurituksen kuvio muodostuu useista yhdensuuntaisista urista, jotka kulkevat renkaan kehää pitkin. Tämä kuvio on tarkoitettu päällystetyille teille. Ominaisuuksiin kuuluu pieni vierimisvastus, hyvä sivuttaispito ja näin ollen parempi ajoneuvon hallittavuus, huono pitkittäispito sekä matalat rengasäänet.

---

<sup>10</sup> Niemi & Nieminen, 2001

<sup>11</sup> Hyvärinen ym. 1996, 128

Yhdistelmäkuvio on sekoitus kahdesta edellisestä kuviosta. Sillä on pyritty saavuttamaan tasaisemmat ominaisuudet sekä päällystetyllä että päällystämättömällä tiellä.

Palakuviointia käytetään erityisesti talvirenkaissa. Kuvio koostuu useista eri palasista. Ominaisuuksiin lukeutuu paremmat veto- ja jarrutusominaisuudet, parempi pito mudassa ja lumessa, vierimisvastus on suuri sekä kulutuspinnan kuluminen nopeampaa kuin edellisissä esimerkeissä.<sup>12</sup>

### **2.2.5 Renkaan kyljet**

Renkaan kyljet muodostuvat useista kumikerroksista. Niiden tehtävänä on suojata runkoa ulkopuolisilta vaurioilta. Kyljet joustavat ajon aikana kuormituksen vaihdellessa. Kylkiin myös merkataan kaikki rengasnormien mukaiset tiedot kyseisestä renkaasta.<sup>13</sup>

### **2.2.6 Välikerroskumi**

Välikerroskumin tarkoituksena on pitää kudusrunko ja kulutuspinta kiinni toisistaan ja vaimentaa tiestä kudusrunkoon välittyviä voimia. Välikerros valmistetaan nylonista tai polyesteristä.<sup>14</sup>

### **2.2.7 Vyöpaketti**

Vyöpaketti koostuu teräsvöistä, joiden valmistukseen on käytetty vahvoja teräslankoja. Näistä muodostuu kaksi (tai useampia) toistensa päällä limittäin kulkevaa vyökerrosta. Nämä kerrokset ovat määrättyssä kulmassa toisiinsa nähden. Teräslangat risteävät runkokerroksen lankojen kanssa ja näin muodostuu tuettuja kolmioita. Näiden tehtävänä on muodostaa niin sanottuja kolmiovöitä, jotka pitävät

---

<sup>12</sup> Hyvärinen ym. 1996, 130 -131

<sup>13</sup> Hyvärinen ym. 1996, 129

<sup>14</sup> Hyvärinen ym. 1996, 129

renkaan kulutuspinna jäykkänä. Voiden tehtävä on varsin monimutkainen. Vyöt ympäröivät renkaan kulutuspintaa kokonaan, ja siksi niiden on oltava renkaan vierintäkehän suunnassa niin jäykkiä, ettei keskipakovoima pääse venyttämään niitä. Kun tämä toteutuu, niin samalla varmistuu renkaan halkaisijan säilyminen ennallaan kaikissa olosuhteissa. Toisaalta kaarreajo asettaa vöille myös toisenlaisia vaatimuksia. Niiden on oltava sivusuunnassa riittävän jäykkiä ja pystysuunnassa riittävän joustavia. Kun nämä kaikki seikat toteutuvat, on rengas optimaalinen ajoneuvon ajettavuuden kannalta.<sup>15</sup>

### 2.2.8 Renkaan jalkaosa

Renkaan jalkaosan tehtävänä on pitää rengas vanteella. Kudoslankojen päät on kierretty tukevan teräslangoista valmistetun reunavaijerin ympärille. Kun renkaan sisälle laitetaan ilmanpaine, painaa se renkaan jalkaosan vannetta vasten ja pitää renkaan tukevasti paikallaan. Jotta jalkaosan ja vanteen välistä hankautumista ei tapahtuisi, on jalkaosa päällystetty kovalla reunakumituksella.<sup>16</sup>

## 3 RENGASTYYPIT

Erilaiset rengastyypit jaotellaan niiden kudusrungon rakenteen perusteella. Yleisimmät kolme tyyppiä ovat ristikudosrengas, vyörengas sekä näiden yhdistelmä ristikudosvyörengas. Seuraavassa on kerrottu tarkemmin kustakin rengastyypistä.

### 3.1 Ristikudosrengas

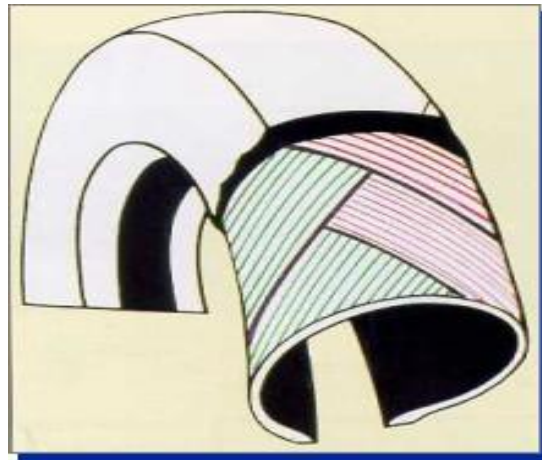
Ristikudosrengas (kuva 5) on ollut yleisin rengastyyppi, mutta nykyään uudet ja kehittyneemmät kudusrakenteet ovat syrjäyttäneet sen osuutta merkittävästi. Tätä rengastyyppiä käytetään lähinnä työkoneissa ja erikoisrenkaissa. Ristikudos-

---

<sup>15</sup> Michelin 2009

<sup>16</sup> Hyvärinen ym. 1996, 129

renkaan hinta on halvempi kuin esimerkiksi vyörenkaan. Tällainen rengastyyppe sopii huonokuntoisille teille sekä muuhun hitaaseen ajoon. Ristikudosrenkaan runko rakentuu päällekkäin olevista kudosterroksista, joilla on määrätty kulma toisiinsa nähden. Kudoslankojen, joista kudosterros muodostuu, muodostama kulma renkaan keskiviivaan nähden vaihtelee välillä  $40^{\circ}$ ... $22^{\circ}$ . Tämä vaihtelu riippuu renkaan käyttötarkoituksesta ja halutuista ominaisuuksista. Mitä suurempi kulma on, sitä jäykempi on rengas. Ristikudosrenkaan sivut ovat tukevat ja jäykät sekä kulutuspinta melko taipuisa.<sup>17</sup>



KUVA 5. Ristikudosrengas

Lähde: Michelintransport 2010

### 3.2 Vyörengas

Vyörenkaassa (kuva 6) kudoslangat kulkevat poikittain eli radiaalisesti renkaan reunavaijerilta toiselle kulutuspintaan nähden. Tästä tulee myös renkaan nimitys Radial. Tämä radiaalikerros tuo renkaalle sen ajomukavuuden. Tämän kudusrungon päälle on asetettu useasta kerroksesta koostuva jäykkä vyö. Tämä vyökudos jäykistää kulutuspinnan ja mahdollistaa hyvän pitojäykkyyden. Tästä telaketju-maisesta vyöstä tulee renkaan nimitys vyörengas. Vyörenkaan ominaisuuksiin kuuluu pienempi lämpeneminen sekä vierimisvastus tasaisella tiellä. Lisäksi sillä on huomattavasti parempi sivuttainen pitokyky kuin ristikudosrenkaalla. Ominaisuuksiensa puolesta vyörenkaalla saavutetaan siis paljon paremmat ajo-ominaisuudet kuin ristikudosrenkaalla. Juuri nämä mainitut sivuvoimien muodos-

<sup>17</sup> Stadia, n.d; Hyvärinen ym. 1996, 134

tumisten erot ovat johtaneet lainsäädännössä sanottuun sekarengastuksen kiel-  
tämiseen.<sup>18</sup>



KUVA 6. Kuorma-auton vyörensä

Lähde: Conti-Online 2010

### **3.3 Sisärenkaallinen vai sisärenkaaton rengas?**

Sisärenkaallisia renkaita ei nykyään käytetä enää ajoneuvokalustossa, paitsi jois-  
sain erikoisajoneuvoissa. Kevyessä kalustossa, kuten moottoripyörät, mopot ja  
polkupyörät, niitä vielä käytetään. Sisärenkas muodostaa renkaan sisälle erillisen  
ilmasäiliön, jonka ilmanpitävyys ei ole riippuvainen vanteesta tai ulkorengaasta.  
Tällaisen rakenteen haittana on lämpeneminen sekä rikkoutumisherkyys. Sisä-  
renkaallisen renkaan merkintätapa on Tube Type, eli sisärenkaallinen.

Nykyään kevyessä ajoneuvokalustossa käytetään poikkeuksetta sisärenkaatto-  
mia eli merkinnältään Tubeless- renkaita. Raskaassa kalustossa Tubeless- ren-  
kaiden osuus on myös suuri. Tällaisessa rakenteessa renkaan venttiili kiinnittyy

<sup>18</sup> Stadia, n.d; Hyvärinen ym. 1996, 134

suoraan vanteeseen, ja ilmatila muodostuu kudusrungon sisäpinnalla olevasta kumikerroksesta ja tiiviistä vanteesta. Sisäkumitus on erittäin joustavaa, ja tämä mahdollistaa renkaan räjähtämättömyyden. Jos esimerkiksi naula tunkeutuu renkaan läpi ilmatilaan, kumiaines tiivistyy naulan ympärille niin hyvin että ilmaa vuotoa ei juuri tapahdu. Toki rengas silti tyhjenee, mutta huomattavasti hitaammin kuin Tube Type- rengas. Tämä on selvä ajoturvallisuutta parantava tekijä kovissa nopeuksissa. Muita etuja Tubeless- renkaalla on esimerkiksi äänettömyys, pehmeys ja se ei lämpiä niin paljon kuin sisärenkaallinen.<sup>19</sup>

### **3.4 Renkaan pinnoittaminen**

Renkaan pinnoittaminen tarkoittaa sitä, että siihen asennetaan uusi kulutuspinna. Tällä toimenpiteellä renkaan käyttöikä voidaan pidentää huomattavasti. Lisäksi sillä on ympäristöystävällisiä vaikutuksia jätteen määrän vähenemisen johdosta. Tästä syystä pinnoitettuja renkaita kutsutaan uusiorenkaiksi. Pinnoituksella on myös taloudellista merkitystä esimerkiksi raskaan kaluston ja työkoneiden rengaskustannusten alentamisessa. Pinnoitettu rengas on 50 % halvempi kuin uusi rengas, joten kuljetusyrittäjälle säästö on jo huomattava. Pinnoitettuun renkaaseen on tehtävä merkintä suoritetusta toimenpiteestä. Merkintä muodostuu sanasta "Pinnoitettu" ja lisäksi merkitään renkaan koko, kantokyky sekä pinnoittajan tunniste. Pinnoituksesta on laadittu E- säännöt YK:n Euroopan talouskomissiossa, ECE:ssä vuonna 1999. Säännöt koskevat henkilöauton ja kuorma-auton renkaiden pinnoittamista. Kyseiset säännöt koskevat ajoneuvojen ja laitteiden turvallisuutta.<sup>20</sup>

### **3.5 Renkaiden laatuluokitus**

Rengasvalmistaja luokittelee renkaat kolmeen eri laatuluokkaan sen mukaan, miten virheettömästi renkaan valmistus on onnistunut. Ensiluokkaiselle eli priima-

<sup>19</sup> Hyvärinen ym. 1996, 135 - 136

<sup>20</sup> Hyvärinen ym. 1996, 142; Autonrengasliitto 2009

renkaalle valmistaja antaa täyden takuun, ja silloin siinä on myös täydellinen renkasmerkintä. Kakkoslaadun renkaissa on pieniä virheitä, kuten tasapainovirhe tai ulkonäkövirhe verrattuna priimarenkaaseen. Tämä ei kuitenkaan tee niistä vaarallisia liikenteessä. Kakkoslaadun renkaat on merkitty paistamalla sen kylkeen muiden merkintöjen viereen joko roomalainen kakkonen tai DA- kirjaimet. Kolmosluokan renkaat eli sekundarenkaat on hylätty ja niitä ei saa käyttää moottoriajoneuvoissa tai niiden perävaunuissa. Renkaassa on paha muotovirhe tai rakennevika ja se on vaarallinen liikenteessä. Renkaasta on poistettu kaikki muut merkinnät paitsi renkaan koko, ja sen molempiin kylkiin on paistettu teksti ”Sekunda- ei moottoriajoneuvoihin”.<sup>21</sup>

## 4 RENKAAN OMINAISUUDET

Kun rengas pyörii ajoneuvon alla, siinä tapahtuu monenlaisia asioita ja tulee esille erilaisia ominaisuuksia. Seuraavassa on käsitelty joitakin tärkeimpiä.

### 4.1 Vierimisvastus

Silloin kun ajoneuvon renkaat pyörivät, niiden kulutuspinta ja sivut muuttavat jatkuvasti muotoaan. Tähän kuluu luonnollisesti osa renkaan pyörimisenergiasta, ja se muuttuu lämmöksi. Tätä ominaisuutta kutsutaan renkaan vierimisvastukseksi. Lämpötilan kohoaminen lyhentää taas renkaan kestoikää. Renkaan vierimisvastuksesta noin 90 % syntyy siinä tapahtuvista muodonmuutoksista. Vierimisvastus aiheutuu renkaan ja tien välillä olevasta kitkasta ja siitä kun rengas luistaa tien pintaa vasten. Sen suuruus vaihtelee välillä 5...10 % koko renkaan vierimisvastuksesta. Suuruuteen vaikuttaa tien kunto, renkaan kuviointi sekä renkaan raken-

---

<sup>21</sup> Hyvärinen ym. 1996, 142

ne. Muita vierimisvastukseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi rengaspaineet, ajonopeus ja renkaan profiilin (poikkileikkaussuhteen) muutos.<sup>22</sup>

## **4.2 Renkaan lämpeneminen**

Kun rengas ajoneuvon liikkeessä joustaa, muuttuu siihen tarvittava energia lämmöksi. Renkaan seosmateriaalin lämmönjohtokyky on huono, ja silloin renkaan tuottama lämpö varastoituu sen sisäosiin ja kohottaa sen lämpötilaa. Jos rengas pääsee kuumentamaan liikaa, se heikentää kumikerrosten ja kudoslankojen välistä sidoksia, jonka seurauksena kerrokset saattavat irrota toisistaan ja rengas räjähtää. Lämpenemiseen vaikuttavia tekijöitä on rengaspaine, kuormitus, ajonopeus sekä renkaan rakenne.<sup>23</sup>

## **4.3 Renkaan jarrutusominaisuudet**

Kitkakertoimella on suora vaikutus renkaan jarrutusominaisuuksiin. Kitkakerroin vaihtelee tien pinnan, renkaan rakenteen ja tyyppin ja muiden vaikuttavien tekijöiden mukaan. Mitä vähemmän ajoneuvon rengas kehittää kitkaa, sitä pidempi on jarrutusmatka. Jos olosuhteet ovat vetiset, jarrutusmatkaan vaikuttaa myös olennaisesti renkaan kuluneisuus. Vesi ei poistu tehokkaasti kuluneen renkaan kuivoinnista. Tätä ominaisuutta kutsutaan vesiliirroksi. Kuivalla tiellä renkaan kuluneisuus ei niin paljon vaikuta jarrutusmatkaan.<sup>24</sup>

## **4.4 Vesiliirto**

Jos vettä on tiellä niin paljon, että rengas ei pysty poistamaan sitä tien ja itsensä välistä, rengas nousee vesikerroksen päälle. Tällöin renkaan kosketus tiehen katoaa ja ajoneuvo lähtee helposti luistoon. Tällaista tapahtumaa kutsutaan vesiliir-

---

<sup>22</sup> Hyvärinen ym. 1996, 146

<sup>23</sup> Hyvärinen ym. 1996, 147

<sup>24</sup> Hyvärinen ym. 1996, 148

roksi. Vesiliirrossa menetetään ajoneuvon ohjattavuuden lisäksi myös jarrutusominaisuudet. Näin ollen vesiliirto on hyvin vaarallinen tapahtuma liikenteessä. Vesiliirtoon joutumista voidaan ehkäistä erilaisilla toimenpiteillä. Sellaisia ovat esimerkiksi ajonopeuden hiljentäminen. Tärkeä asia on myös huolehtia että ajoneuvon renkaat eivät ole liian kuluneet. Jos kulutuspinnan urat ovat liian matalat, ei vesi poistu renkaan ja tien välistä. Seuraava kuva 7. näyttää, kuinka rengas on joutunut vesiliirtoon.<sup>25</sup>



KUVA 7. Rengas vesiliirrossa

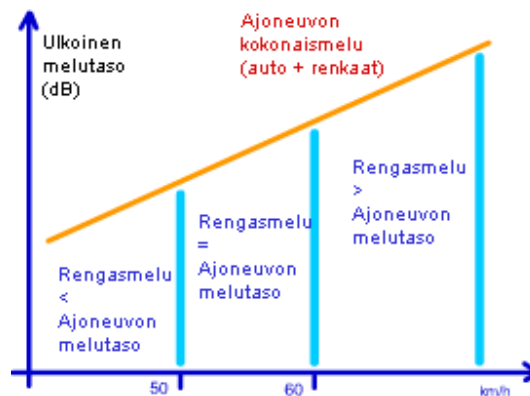
Lähde: Wikipedia 2009

#### 4.5 Rengasäänet

Silloin kun ajoneuvon rengas vierii ajoradan pintaa pitkin, sen kulutuspinnan urissa on ilmaa. Kun rengas jatkaa vierimistään eteenpäin, ilma rankaan kuvioinnissa puristuu kokoon ja tämän seurauksena ilman paine kasvaa. Kun ilma sitten jälleen poistuu renkaan kuvioinnista nopeasti, aiheuttaa se äänen. Rengasäänten

<sup>25</sup> Hyvärinen ym. 1996, 149; Wikipedia 2010.

määrä riippuu siis täysin renkaan kuviointista. Jos kuviointi on sellainen johon ilmaa jää helposti suuria määriä, on myös rengasäänet kovemmat. Äänen taajuus lisääntyy ajonopeuden noustessa. Seuraava kuva 8. esittää rengasmelun suhdetta ajonopeuteen.<sup>26</sup>



KUVA 8. Rengasmelua

Lähde: Michelintransport 2010

#### 4.6 Renkaan muodonmuutos

Mitä suurempi on ajoneuvon ajonopeus, sitä nopeammin rengas joutuu joustamaan. Kun renkaan kosketuskohta irtoaa ajoradasta, pyrkii renkaan sisällä vaikuttava ilmanpaine ja renkaan rakenteellinen joustavuus palauttamaan renkaan alkuperäiseen muotoon. Suurilla ajonopeuksilla rengas pyörii jo niin kovaa, että palautuminen alkuperäiseen muotoon ei ehdi tapahtua. Tästä seuraa renkaan värähtelyn kasvaminen. Aina kun rengas alkaa värähdellä, kehittyy renkaaseen myös ylimääräistä lämpöä ja näin ollen renkaan kulutus kasvaa. Tämän ominaisuuden eliminoinemiseksi on renkasiin merkitty suurin sallittu ajonopeus. Tämä on nopeus jossa värähtely alkaa. Toisaalta tämä sallittu arvo pienenee jos rengaspaineet ovat liian alhaiset. Siksi rengaspaineiden merkitys korostuu tässäkin asiassa.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Hyvärinen ym. 1996, 148; Michelintransport 2010.

<sup>27</sup> Hyvärinen ym. 1996, 148

## **4.7 Kaarreominaisuudet**

Kaarreajosta puhuttaessa merkittävin ominaisuus on keskipakovoima, joka pyrkii laajentamaan ajoneuvon kaartosädettä, ellei ajoneuvo pysty kehittämään tarvittavaa vastavoimaa (keskihakuvoimaa) tämän tasoittamiseksi. Tämä vastavoima kehittyy renkaan kulutuspinnan muodonmuutoksen ja luiston avulla tien ja renkaan välisestä kitkasta. Ajoneuvon renkaiden kaarreominaisuuksiin vaikuttavat useat eri tekijät. Näitä ovat esimerkiksi:

- Renkaan kulutuspinnan kuviointi, kudoslankojen kulma sekä kerrosten lukumäärä
- Kulutuspinnan kosketusalueeseen kohdistuva kuorma, jonka kasvaminen lisää sivuvoimaa.
- Rengaskoon kasvatus
- Tienpinnan laatu. Jos on liukasta, vastavoima vähenee.
- Rengaspaineen kasvu lisää vastavoimaa, koska rengas jäykistyy
- Pyörän sivukallistuma eli Camber-kulma vaikuttaa myös sivuvoimaan.<sup>28</sup>

## **4.8 Renkaiden ilmanpaine**

Kun puhutaan ilmanpaineesta, sillä tarkoitetaan jotakin pinta-alayksikköä vasten kohdistuvaa voimaa, joka taas johtuu kyseisen pinta-alayksikön yläpuoliseen ilmapilariin vaikuttavasta voimasta. Toisin sanoen ilmanpaine tarkoittaa siis ilmakehän painoa. Ilmanpaineen yksikkönä käytetään SI-järjestelmässä Pascalia, Pa. Joskus yksikkönä käytetään myös millibaaria (mbar) tai elohopeamillimetrejä (mmHg). Yksi millibaari on yhtä kuin 0,750 elohopeamillimetriä. Ajoneuvojen renkaista puhuessa kansan keskuudessa yksikkönä käytetään baaria (bar). Korkeus vaikuttaa ilmanpaineeseen siten, että ilmanpaine laskee ylöspäin mentäessä. 8

---

<sup>28</sup> Hyvärinen ym. 1996, 149

metrin nousu korkeussuunnassa tarkoittaa siis 1 mbar:n vähennystä ilmanpaineessa.<sup>29</sup>

Ajoneuvotekniikassa puhutaan lisäksi myös paineen mittayksiköstä psi (Square Per Inch). Sitä on käytetty ja käytetään yhä esimerkiksi Yhdysvalloissa. Yhteys Pascaleihin ja baareihin on seuraava: 1 psi = 6,89 kPa = 0,069 bar.<sup>30</sup>

Paine ajoneuvon renkaissa vaihtelee riippuen siitä onko rengas kylmä vai kuuma. Näin ollen ajoneuvon renkaiden paineen lisäys tai vähentäminen pitäisi pyrkiä tekemään viileistä renkaista. Lisäksi myös ympäristön lämpötilan muutos vaikuttaa renkaan ilmanpaineeseen. Sääntönä voidaan pitää sitä, että jokaista 5°C:n lämpötilan muutosta kohden renkaiden ilmanpaine laskee 1 psi:n verran. Lisäksi paineen alenemiseen vaikuttaa vielä renkaan luontainen ilman läpipäästäminen. Paineen lasku voi olla jopa 2 psi:tä kuukaudessa. Jos ilmasto on kuuma, paineen lasku on suurempi johtuen renkaan materiaalin huokosten laajenemisesta.<sup>31</sup>

## 4.9 Rengasmerkinnät

Ajoneuvon renkaan kylki on täynnä erilaisia merkintöjä ja varoituksia. Jos kuluttaja hankkii itse uusia renkaita, tulisi hänen olla hyvin perillä eri merkkien tarkoituksesta. Erityisen tärkeäksi tämä muodostuu silloin jos rengaskokoa muutetaan suuntaan tai toiseen. Yleisesti tärkeimpänä merkintänä pidetään kokomerkintää, josta käy ilmi poikkileikkausleveys, profiilisuhde, renkaan rakenne, vannehalkaisija, kantavuustunnus ja suorituskykyluokka. Näiden lisäksi renkaan merkinnöistä havaitaan muitakin tietoja. Seuraava kuva 9. havainnollistaa raskaan autokaluston rengasmerkintöjä.<sup>32</sup>

---

<sup>29</sup> Ilmatieteen laitos 2009.

<sup>30</sup> Wikipedia 2009

<sup>31</sup> Vastuuntuntoisetkuljettajat 2009

<sup>32</sup> Autobilman 2009



1 - Kulumisvaroitin

2 - Rekisteröity tavaramerkki

3 - Rengastyyppi

4 - Leveys (mm)

5 - Sisärenkaaton Tubeless-rengas

6 - Kuormitusindeksi yksittäisasennuksessa,  
158=4250 kg

7 - Suorituskykyluokka L = 120 km/h

8 - Poikkileikkaussuhde (renkaan korkeus/leveys prosentteina)

9 - Rengsrakenne (radiaali)

10 - Rengasvalmistajan merkki

11 - Vannehalkaisija

KUVA 9. Rengasmerkinnät kuorma-autossa      Lähde: Michelintransport 2010

Raskaan kaluston renkaissa merkinnät menevät samaan tapaan kuin kevyessäkin kalustossa, joitakin pieniä eroavaisuuksia lukuun ottamatta. Sellainen on esimerkiksi kudoslukokka, jota kevyen kaluston renkaissa ei ilmoiteta erikseen. Myös kuormitusindeksi on vain raskaassa kalustossa ja koskee lähinnä pariasennusta.<sup>33</sup>

## **5 RUN FLAT – PAINEETTOMANA AJETTAVA REN- GAS**

Uuden sukupolven renkaiisiin lukeutuvat Run Flat- renkaat voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ne ovat itsekantavalla rakenteella varustetut ”Self Supporting Sidewall”- renkaat ja ”Support Ring”- renkaat, joiden sisään asennetaan erillinen tukirengas. Jos tällainen rengas jostain syystä joutuu paineettomaksi, lepää rengas silloin tukirengasta vasten. Näistä järjestelmistä molemmat vaativat ajoneuvoon automaattisen paineenvalvontajärjestelmän, TPMS (Tyre Pressure Monitoring System).

Tällaisia järjestelmiä ei vielä ole saatavilla raskaan kaluston renkaiisiin, mutta ehkä tulevaisuudessa nämä voisivat olla varteenotettava vaihtoehto myös ammatti- liikenteessä ja raskailla akselikuormilla.

Self Supporting Sidewall- renkaiden sivupinnat on vahvistettu sellaisella rakenteella, joka renkaan tyhjentyessä kantaa siihen kohdistuvan kuorman painumatta kokonaan kasaan. Tällainen rengas voidaan asentaa normaalisti standardivan- teelle.

Support Ring- renkaaseen asennetaan erillinen tukirengas vanteen keskiuomaan. Tyhjänä ajettaessa rengas lepää tukirenkaan päällä ja näin sillä pystytään jatka-

---

<sup>33</sup> Stadia, n.d

maan matkaa. Tällainen järjestelmä ei sovi standardivanteelle, joten sitä varten on kehitetty erityiset vannerakenteet.<sup>34</sup>

## 6 RENGASPAINIEN VALVONTAMENETELMÄT

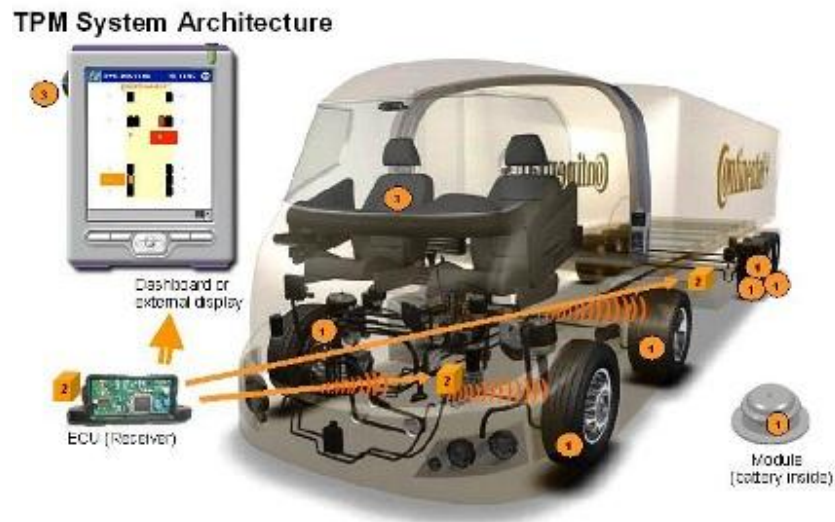
Rengaspaineiden automaattisten valvontajärjestelmien tehtävänä on tarkkailla renkaissa vallitsevaa ilmanpainetta. Jos ilmanpaine jostakin syystä alkaa laskea, ilmoittaa järjestelmä siitä kuljettajalle. Kuorma-autoissa on mahdollista käyttää rengaspaineiden valvonnassa järjestelmää TPM. Se ilmoittaa mahdollisista muutoksista rengaspaineissa ajoneuvon liikkeessä. Näin ollen kuljettaja ehtii reagoida siihen ennen kuin rengas on aivan tyhjä ja näin ollen välttämään suuremmat vahingot. Tällainen järjestelmä on saatavissa sellaisiin kuorma-autoihin, joissa on yksi vetävä akseli.<sup>35</sup> Tällainen valvontajärjestelmä toimii siten, että rengaspaineen muutoksen tunnistaminen tapahtuu joko renkaaseen asennettavilla paine- ja lämpötilalähettimien tiedoilla tai vaihtoehtoisesti pyörimisnopeuden mittamisella. Kun pyörimisnopeutta mitataan, täytyy ajoneuvon luistonestojärjestelmään asentaa pyöräkohtaiset anturit. Tällä tavalla pyörintänopeusero renkaiden välillä voidaan havaita ja siitä päätellä paineen muutos renkaissa. Rengaspaine vaikuttaa siis suoraan renkaan dynaamisen vierintäsäteen suuruuteen. Muita ajoturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä, mitä näillä niin sanotuilla älyrenkaiden anturinneilla pyritään selvittämään, ovat vallitsevat tien ja renkaan väliset kitkaolosuhteet. Toisin sanoen selvitetään sitä miten lähellä kitkarajaa rengas kulloinkin toimii.<sup>36</sup> Kuva 10. esittää yhdenlaista automaattista rengaspaineiden valvontalaitteistoa.

---

<sup>34</sup> STRO 2009, 27

<sup>35</sup> Scania 2009

<sup>36</sup> FITS 2002



KUVA 10. Rengaspaineiden valvonta Lähde:Roadtransport 2010

## 7 TYPEN KÄYTTÖ RENKAIDEN PAINEISTUKSESSA

Typpi on ilmaa kevyempi kaasu. Sillä ei ole minkäänlaista väriä, makua tai hajua. Lisäksi se on vielä myrkytön sekä palamaton. Normaalioloissa typpi on kemiallisesti melko tehotonta. Se johtuu siitä, että typpi esiintyy kaksiatomisena molekyylinä, joka on typpiämin kolmoissidoksen vuoksi erittäin kestävä. Typpiä esiintyy luonnossa niin vesistöissä kuin maaperässä, erilaisina suoloina. Lisäksi sitä esiintyy tietysti ilmassa. Typpi on tukahduttava aine. Jos ihminen hengittää sitä, aiheuttaa se välittömän tajuttomuuden ja kuoleman, koska typpi estää hapen pääsyn verenkiertoon. Typpen valmistamisesta huolehtii kaasuteollisuus. Aine valmistetaan ilmasta tislamalla.<sup>37</sup>

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, typpi on ei-syttyvä jalokaasu. Tämän ominaisuutensa vuoksi sitä on käytetty ajoneuvojen renkaiden paineistuksessa sellaisissa olosuhteissa, jossa renkaat joutuvat kovalle rasitukselle. Tällaisia ovat esimerkiksi lentokoneet, kaivosteollisuus, raskaat ajoneuvot sekä kilpa-autourheilu. Kuiva typpi soveltuu loiventamaan renkaiden ilmanpaineen vaihteluita silloin, kun pieni-

<sup>37</sup> Helsinki, n.d

kin paineen muutos voi vaikuttaa ajoneuvon käsittelyominaisuuksiin suorituskyvyn ääriarajoilla.<sup>38</sup>



KUVA 11. Typpilaitteisto Lähde: Gadsat 2010

Renkaiden valmistusmateriaali eli kumi on kuin kalvo, jonka läpi ilma pääsee vuotamaan hitaasti. Tästä syystä rengaspaine pääsee alenemaan vähitellen. Typpi ja happimolekyylien eroavaisuuksista johtuen typpi ei vuoda renkaasta yhtä nopeasti. Tosin tietolähteestä riippuen tästä asiasta ollaan myös täysin päinvastaiselta mieltä. Mutta tähänkin asiaan varmasti saadaan yksimielisyys, kunhan typen käyttö ensin yleistyy renkaiden paineistuksessa. Teräs ja alumiinivanteiden vaurioitumisriski vähenee typpiä käytettäessä, koska typpi on kuiva ja inertti kaasu, eli se ei reagoi renkaan tai vanteen kanssa. Ilma sen sijaan kerää renkaan sisäpinnalle kosteutta, ja tämä aiheuttaa vanteen ruostumista ja hapettumista. Typen

---

<sup>38</sup> Conti-Online 2009

käyttö on yleistynyt Euroopassa kovaa vauhtia erityisesti kuljetusalalla, jossa raskaat yhdistelmät kuljettavat suuria kuormia.<sup>39</sup>

Suurelle osalle ajoneuvojen käyttäjistä ei typen käytöstä renkaiden paineistuksessa ole suurta hyötyä, koska se ei kuitenkaan estä rengaspaineen laskua mahdollisessa renkaan vuototapauksessa. Toisaalta ei typpi myöskään vahingoita rengasta, ja saattaa se hieman vähentää marginaalista renkaan ilmanpaineen laskua. Mutta vaikka typpi olisikin käytössä, ei se poissulje säännöllistä renkaiden ilmanpaineen tarkistamista. Jos paine laskee alle valmistajan suositusrajan, on rengas täytettävä mahdollisuuksien mukaan joko ilmalla tai typellä.<sup>40</sup>

## 8 RENGASNORMIT

Renkaanvalmistajat joutuivat standardisoimaan valmistamansa renkaat mitoitusta koskevilla kysymyksissä. Paikallisista olosuhteista alkanut yhteistyö sai myöhemmin kansainvälisiä muotoja, ja niin syntyi yleisesti tunnettu rengasnormitus ja samalla kiinteä yhteistyö ajoneuvovalmistajiin.

Rengasnormit käsittelevät seuraavia asioita:

- renkaan poikkileikkaussuhde
- renkaan mitoitus
- renkaan leveys
- renkaan halkaisija
- rengaspaine
- kudosterrosten määrä
- kantokyky
- vanteiden mitoitus

---

<sup>39</sup> Aga 2010

<sup>40</sup> Conti-Online 2009

- nopeussuosituks<sup>41</sup>.

STRO (The Scandinavian Tire & Rim Organization) julkaisee kansainvälisiä, mutta pohjoismaisiin tarpeisiin sovellettuja rengas-, vanne- ja pyöriteollisuuden normeja. Tätä normistoa käyttävät esimerkiksi katsastusasemat tutkiessaan onko jokin rengas-vanne-yhdistelmä sallittu.<sup>42</sup>

STRO on muodostettu vuonna 1960, ja se on siitä lähtien suorittanut normien julkaisemista ja päivittämistä. Järjestön tarkoituksena on edesauttaa yleisten renkaiden ja vanteiden koskevien teknisten tietojen saattamista käyttäjien tietoon. Järjestö tekee yhteistyötä alan viranomaisten sekä auto- ja ajoneuvoteollisuuden ja rengasteollisuuden jakeluportaan kanssa. Kyseisessä normistossa olevat rengas-suositukset eivät ole kaikenkattavia, vaan ne pohjautuvat osiltaan myös terveeseen järkeen ja kokemukseen kyseisistä asioista. Normiston tiedot antavat renkaiden käyttäjille mahdollisuuden saavuttaa renkailla ja pyörillä tyydyttävä käyttötulos.<sup>43</sup>

## **8.1 Yleistietoja kuorma-autonrenkaista STRO:n mukaan**

Kevyiden kuorma-autonrenkaiden ja kuorma-autonrenkaiden kuormitusta voidaan lisätä alemmilla nopeuksilla siihen suunnitellun taulukon (L 001.02) mukaan seuraavin edellytyksin. Jos ajoneuvoa käytetään toisella nopeudella kuin mitä renkaan sivussa olevassa nopeusmerkinnässä on ilmoitettu: Kuormitusta voidaan lisätä taulukon (L 001.02) ilmoittamalla prosenttiluvulla, jos ajoneuvon nopeus on rajoitettu alemmaksi kuin nopeusmerkintä renkaan sivussa.

- Kuormituslisäyksiä, jotka ilmoitetaan 65 km/h alemmille nopeuksille, saadaan käyttää ajoneuvoissa, joilla ei voi ajaa suuremmalla nopeudella kuin

---

<sup>41</sup> Hyvärinen ym. 1996, 151

<sup>42</sup> FFP-Motorsport 2009

<sup>43</sup> STRO. 2009, 2

65 km/h. Niitä saadaan käyttää myös perävaununrenkaille nopeuteen 65 km/h asti.

- Mikäli ajoneuvon kaikista akselistoista puuttuu jousitus, ei kuormituslisäyksiä saa käyttää nopeudella 40 km/h tai sen yli.

STRO:n taulukoissa ilmoitettu rengaspaine tarkoittaa yleensä minimirengaspainetta. Käyttötehtävästä, maksiminopeudesta ja käyttöpaikasta ajoneuvossa johtuen voidaan sallia muunkin paineen käyttö renkaan/ajoneuvon valmistajan luvalla.

Mikäli renkaassa käytetään yli 700 kpa ilmanpainetta, on vanteen lujuuden riittävyyden varmistamiseksi otettava yhteyttä vanteenvalmistajaan.<sup>44</sup>

## **8.2 Tärkeimmät rengasmääräykset Suomessa**

Seuraavat määräykset pätevät kevyeen kalustoon, mutta ovat myös sovellettavissa raskaisiin ajoneuvoihin.

Kyseessä oleva ajoneuvo on varustettava sen rekisteröidyn kokonaismassan ja akselleille kohdistuvien massojen edellyttämin renkain ja vantein. Renkaita, jotka ovat näkyvästi vahingoittuneet tai ovat muuten vaarassa räjähtää, ei saa käyttää.<sup>45</sup>

Ajoneuvon renkaiden, pinnoitettuja renkaita lukuun ottamatta, tulee olla E-hyväksytyjä EY:n neuvoston antaman direktiivin mukaisesti. Pinnoitetussa renkaassa tulee olla merkintä renkaan koosta ja kantavuusluokasta sekä renkaan molemmilla puolilla pysyvä merkintä ”Pinnoitettu-Regummerad”. Kevyen kaluston renkaiden kulutuspuolelta ei saa lisätä eikä syventää. Muuhun renkaaseen saa esimerkiksi pidon parantamiseksi tehdä lisäuria alkuperäisten urien suurim-

---

<sup>44</sup> STRO. 2009, 132

<sup>45</sup> Autorengasliitto 2009

paan syvyyteen asti tai teräskudoksisessa renkaassa valmistajan sallimaan suurimpaan syvyyteen asti.<sup>46</sup>

Talviaikaan, johon luetaan joului-, tammi- ja helmikuu, on henkilö- sekä pakettiautoissa käytettävä talvirenkaita. Poikkeuksena ovat tilapäisesti tapahtuvat siirrot esimerkiksi ajoneuvon kauppaamisen ja katsastamisen sekä muun korjaustoiminnan vuoksi.

Nastarenkaita saa käyttää 1.11.- 31.3. välisenä aikana tai toista pääsisäispäivää seuraavaan maanantaihin. Jos säätila edellyttää nastarenkaiden käyttöä, voi niitä käyttää myös kyseisen ajankohdan ulkopuolella. Henkilöauton perävaunussa, jonka paino on yli 750 kg, on myös käytettävä nastarenkaita, jos vetoautossa on sellaiset.

Kesärenkaissa tulee kulutuspuolelta pääurien syvyyden olla vähintään 1,6mm ja talvirenkaissa vähintään 3mm. Pääurilla tarkoitetaan renkaan keskellä sijaitsevia leveitä uria. Kesärenkaiden urasyvyys suositus kostealla kelillä on vähintään 4mm. Talvirenkailla ajettaessa urasyvyys suositus on liukkaalla ja lumisella kelillä ajettaessa vähintään 5mm.

Käytetyissä henkilöauton renkaissa sekä kevyen kuorma-auton renkaissa saa nastan ulkonema olla enintään 2,0 mm.

Samalla akselilla olevien renkaiden tulee olla niin mitoiltaan kuin myös muilta ominaisuuksiltaan samanlaiset.

Ajoneuvo on muutokatsastettava jos renkaan leveys muuttuu alkuperäisestä yli 30mm. Renkaan ulkohalkaisijaa ei saa suurentaa enempää kuin 51mm eikä leveyttä enempää kuin 102mm alkuperäiseen nähden.

---

<sup>46</sup> Hyvärinen ym. 1996, 156

Ajoneuvon vanhoja renkaita ei saa viedä enää kaatopaikalle, vaan ne pitää toimittaa kierrätyksestä huolehtivaan rengas- tai autoliikkeeseen. Uusien renkaiden hintaan on sisällytetty kierrätysmaksu.<sup>47</sup>

### **8.3 Lainsäädäntö koskien raskaan kaluston renkaiden käyttöä talvella**

Suomessa ei ole erityistä talvirengaslainsäädäntöä raskaalle kalustolle. Määräykset ovat muuten samat kuin kevyessä kalustossa, ainoana lisänä se että talvirengaan nastan paino saa olla enintään 3 grammaa ja sen pitää olla tyyppihyväksyty.<sup>48</sup>

## **9 RENKAIDEN KULUMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT**

Jotta renkaiden käyttöikä saataisiin maksimoitua, on renkaan huoltotoimenpiteillä ratkaiseva merkitys. Huoltotoimenpiteet pitävät sisällään esimerkiksi oikeiden rengaspaineiden ylläpidon, ajoneuvon pyöränkulmien suuntauksen tarkistamisen sekä renkaiden oikeanlaisen kiinnityksen ajoneuvoon. Renkaiden varastointitapa on myös tärkeä osa huoltokokonaisuutta.

### **9.1 Renkaiden ilmanpaine**

Oikeat rengaspaineet ovat tärkeä asia niin turvallisuuden kuin renkaan kestämissen kannalta.<sup>49</sup> Rengasta voidaan verrata ilmajouseen, jonka toimintaa säätelee ilmanpaineen avulla säätyvä painuma tietä vastaan. Painuma-ala välittää auton liiketilasta syntyvät voimat tarkoituksenmukaisella tavalla tiehen, joten renkaan

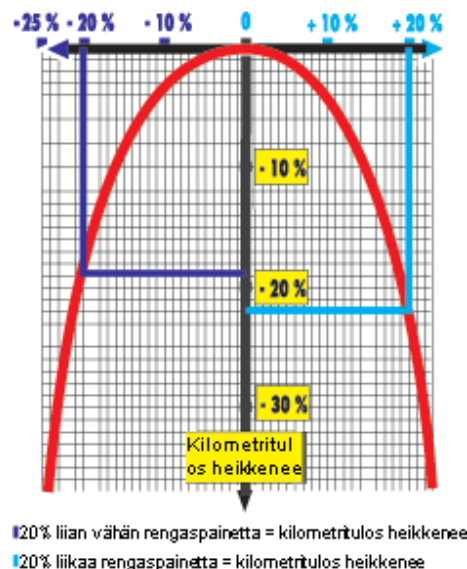
---

<sup>47</sup> Nokian renkaat 2009

<sup>48</sup> Michelinfleetlife 2009

<sup>49</sup> Euromaster 2009

paineesta huolehtiminen ja ajo-ominaisuuksien säätö ilmanpaineen avulla on tärkeää.<sup>50</sup> Oikeiden rengaspaineiden käyttäminen sekä niiden säännöllinen tarkistaminen vähentää renkaan kulumista ja näin renkaan käyttöikä pitenee (Kuva 12). Lisäksi ajoneuvon ajo-ominaisuudet paranevat sekä jarrutusmatka lyhenee. Oikeat rengaspaineet vaikuttavat myös ajoneuvon luontoystävällisyyteen. Kun paineet ovat kohdallaan, ajoneuvo rullaa kevyemmin ja näin ollen säästää polttoainetta ja vähentää päästöjä. Ajoneuvon renkaiden ilmanpaineet voivat laskea esimerkiksi seuraavista syistä: ilmaa vuotaa renkaan sivuista tai reunavaijerin ja vanteen välistä, ulkolämpötila on laskenut tai renkaassa on reikä. Lisäksi myös rikkiäinen venttiili voi vuotaa.<sup>51</sup> Kun ajoneuvon rengaspaineet ovat kohdallaan, voi se täyttää sille asetetut vaatimukset. Nämä vaatimukset ovat siirtää veto- ja jarruvoimia ja siihen kohdistuvia sivuttaisvoimia sekä hoitaa sille kuuluvat joustotehtävät.<sup>52</sup>



KUVA 12. Kustannusvaikutukset Lähde: Michelintransport 2010

<sup>50</sup> Hyvärinen ym. 1996, 161

<sup>51</sup> Euromaster 2009

<sup>52</sup> Hyvärinen ym. 1996, 161

## 9.2 Kuinka ilmanpaine tarkistetaan?

Oikea rengaspaine saadaan selville renkaan valmistajan suosituksista tai ajoneuvon ohjekirjasta. Ilmoitettuja arvoja muuttaa aina se, mitä kuormitusta ajoneuvossa käytetään. Henkilöautoille ilmanpaineiden arvot ilmoitetaan yleensä puoli-kuormalla, johon luetaan 1-2 henkilöä, sekä täyskuormalla, jolloin ajoneuvo on kuormitettu maksimikantavuuteensa. Renkaiden ilmanpaine täytyy pyrkiä tarkistamaan aina jäähtyneistä renkaista. Jos paineet katsotaan kuumista renkaista, tulee niiden olla noin 3 kPa suosituksia korkeammat.<sup>53</sup> Raskaan kaluston renkaiden ilmanpaine määräytyy kyseessä olevan akselin sekä sillä olevan kuormituksen painon mukaan. Eri rengasvalmistajat antavat taulukoissaan maksimikantavuuden ja sitä vastaavan rengaspaineen eri akseleille. Lisäksi maksimikantavuus muuttuu, jos kyseessä on paripyöräakseli.



KUVA 13. Ilmanpaineen tarkistaminen Lähde: Markku Inkinen 2009

---

<sup>53</sup> Hyvärinen ym. 1996, 161

### **9.3 Rengaspaineen vaikutus renkaan kulumiseen**

Jos renkaassa on liian alhainen rengaspaine, tällöin renkaan painuma-ala on suuri. Tämä tarkoittaa sitä, että rengas kohtaa tienpinnan ja irtoaa siitä jyrkässä kulmassa. Renkaan kulutuspinnan osat joutuvat näin jännittymään kokoon sitä enemmän, mitä suurempi painuma renkaalla on. Kokoon jännittyminen ja irtoaminen tiekosketuksesta alkuperäiseen mittaansa aiheuttavat sen, että renkaan pintaosat pyyhkäisevät tien pintaa jättöreunallaan. Tämä on yksi renkaan kulumisen tärkein syy. Tätä kutsutaan renkaan tiekosketuspinta-alan ja kulumisen suhteeksi.

Vyörenkaan ominaisuuksiin kuuluu se, kulutuspinnan tiekosketus pysyy normaalina melko suurella painealueella. Jos renkaassa kuitenkin on reilusti ylipainetta, seuraa tästä nopea kosketuspinta-alan pientyminen, ja sitä kautta kulumisnopeuden kiihtyminen. Vyörenkaan kulumiseen vaikuttaakin siis eniten renkaan käyttöpaikka ajoneuvossa, eli onko rengas ohjaavilla vai vetävillä akseleilla. Jos rengas kallistelee paljon tai jarruttaa, kulumisen kohdistuu renkaan reunoihin. Vetävän akselin renkaiden kulumisen taas kohdistuu renkaan kulutuspinnan keskialueelle.

Jos rengaspaine on taas liian alhainen, lisää se ajoneuvon vierimisvastusta. Mitä suurempi vierimisvastus on, sitä enemmän ajoneuvo kuluttaa polttoainetta. Esimerkkinä voi pitää sellaista lukemaa, että 15 % vajaapaineisuus lisää kulutusta 2...3 %. Vierimisvastuksen lisääntyessä myös renkaan lämpeneminen kasvaa. Alhaisen paineen johdosta rengas joutuu koko ajan muuttamaan muotoaan normaalia enemmän. Renkaan lämpötila nousee ja sen kudusrunko voi vahingoittua. Voimakkaan lämmönmuodostuksen johdosta myös renkaan kulutuspinnamateriaali menettää kestävyytensä ja kulumisen nopeutuu.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Hyvärinen ym. 1996, 162-163

## **9.4 Muita kulumiseen vaikuttavia tekijöitä**

Yksi renkaiden epätasaisen kulumisen yleisimmistä syistä on ajoneuvon renkaiden väärät asentokulmat. Tutkimalla niitä voidaan havaita monta seikkaa jotka nopeuttavat renkaan kulumista.

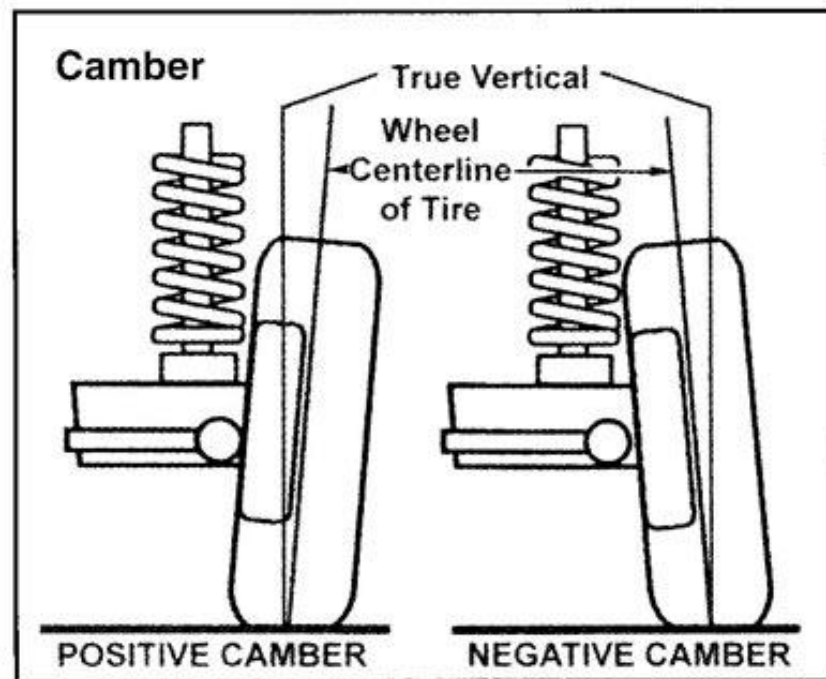
### **9.4.1 Pyörien sivukallistuma eli camber**

Jos ajoneuvon jollain akselilla olevissa renkaissa on joko liian suuri positiivinen tai liian suuri negatiivinen camber, aiheuttaa se renkaaseen toispuoleista kulumista. Jos kulma on liikaa positiivinen, kuluttaa se renkaan ulkoreunaa ja taas liian suuri negatiivisuus kuluttaa sisäreunan.<sup>55</sup> Kuva 14. seuraavalla sivulla havainnollistaa camber-kulmaa.

Raskaassa kalustossa on jäykät akselit, joten camber-kulman säätämistä ei juuri pysty tekemään. Jos asentokulma on väärin, se voi johtua mahdollisesta akselin vääntymisestä kolarin seurauksena. Ainoa asia mikä muuttaa kuorma-auton camberia ajossa, ovat tiessä olevat kuopat joissa ajoneuvo ”notkahtaa”. Tästä camber toki palautuu heti normaaliksi kuopan jälkeen. Jos rengas kuluu asentokulman vääryyden takia, on ajoneuvolla mitä todennäköisimmin ajettu kolari.

---

<sup>55</sup> Hyvärinen ym. 1996, 164



KUVA 14. Camber- kulma

Lähde: Rockcrawler 2010

#### 9.4.2 Pyörien auraus tai haritus

Kun puhutaan pyörien aurauksesta tai harituksesta, niin sillä tarkoitetaan pyörien pitkittäisvinoutta auton pituusakseliin nähden. Sen mittaus tapahtuu samalla akselilla samalta korkeudelta niin renkaan etu- kuin takareunalta. Jos mitta renkaiden etupuolella on lyhyempi kuin takapuolella, on kyseessä auraus. Toisinpäin kyseessä on taas haritus.<sup>56</sup>

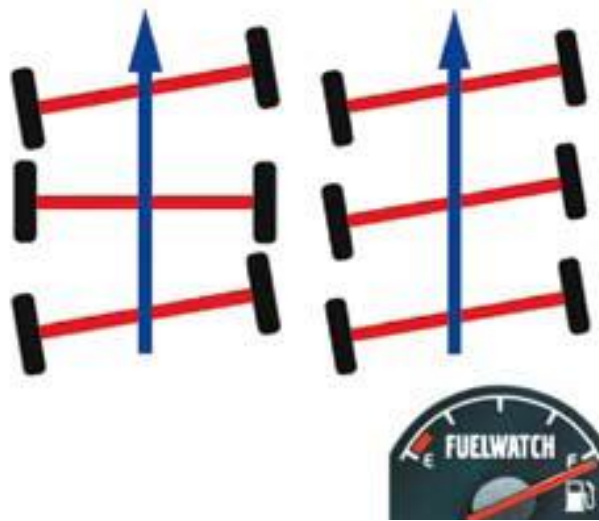
Jos aurausta on liikaa, kuluu renkaan ulkoreuna, ja jos kyseessä on haritus, kuluu renkaan sisäreuna. Kuluminen johtuu siitä, että rengas joutuu virheellisen asennon vuoksi pyöriessään luistamaan sivusuunnassa.<sup>57</sup>

<sup>56</sup> Michelintransport. 2009

<sup>57</sup> Hyvärinen ym. 1996, 164

### 9.4.3 Akselien välinen yhdensuuntaisuusvirhe

Raskaan kaluston moniakselisissa perävaunuissa sekä vetoauton akseleilla voi ilmetä kyseistä ilmiötä. Tämä ilmiö tarkoittaa sitä, että ajoneuvon tai perävaunun akselit eivät ole yhdensuuntaisesti ajosuuntaan nähden. Pyörien nopea kuluminen johtuu renkaan sivuttaisesta hankautumisesta tien pintaa vasten.<sup>58</sup>



KUVA 15. Akselien suuntaus virheellinen

Lähde: Volvo 2010

### 9.4.4 Muita epätasaiseen kulumiseen johtavia syitä

Jos ajoneuvon ohjauslaitteissa on välyksiä esimerkiksi nivelissä tai pyöränlaakereissa, aiheuttaa se myös ennen aikaista kuumista renkaiisiin. Tästä syystä ja myös ajoneuvon turvallisuuden kannalta ohjauslaitteet kannattaa pitää kunnossa. Jos renkaat ovat epätasapainossa, siitä syntyy tärinää joka tuntuu myös kuljettajalle ratin välityksellä. Tärinän vaikutuksesta renkaat kuluvat laukukkaiksi. Ras-

<sup>58</sup> Conti-Online 2009

kaan kaluston kohdalla myös ylikuorma on renkaita vahvasti kuluttava tekijä. Olosuhteiden merkitys kulumiseen on siten, että kuumassa ilmastossa renkaat kuluvat helpommin kuin viileässä. Myös ajoneuvon kuljettajan osuutta renkaiden kulumiseen tulisi ajatella. Jos jarrutukset ovat äkillisiä ja kiihdytykset voimakkaita, kuluttaa se rengasta huomattavasti enemmän kuin rauhallinen ja ennakoiva ajotapa.<sup>59</sup>

### **9.5 Renkaiden oikeanlainen varastointi**

Kun renkaat varastoidaan ajamattoman kauden ajaksi oikeanlaisissa olosuhteissa, voidaan niiden ikääntymistä hidastaa huomattavasti (kuva 16).



KUVA 16. Renkaat varastossa Lähde: Conti-online 2010

Renkaita runsaasti ikäännyttävä tekijä on auringonvalo, joten varastopaikan pitää olla siltä suojassa. Myös keinovalosuojia on hyvä olla. Renkaat eivät saa olla alttiina kosteudelle eivätkä liialle lämmölle. Hyvä asia muistaa renkaiden säilytyk-

---

<sup>59</sup> Hyvärinen ym. 1996, 165

sessä on myös se, että liuottimet, öljyt, vääntö, otsoni, pudottaminen tai ylipitkä varastointi ovat renkaalle epäedullisia.<sup>60</sup>

## 10 MITTAUKSET

Tämän rengaspainetutkimuksen tarkoituksena oli mitata raskaan kaluston rengaspaineita ja saatujen tulosten perusteella analysoida maantiellä käytettävien yhdistelmien rengaspaineiden nykytilaa. Seuraavissa kappaleissa on käsitelty tarkemmin mittauksien eri vaiheita ja välineistöä.

### *10.1 Mittausten suorittaminen*

Rengaspaineiden mittaukset suoritettiin kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäinen mittausajankohta oli keväällä 2009, huhtikuussa. Toinen ajankohta oli syystalvi 2009, marraskuun ja joulukuun vaihteessa. Säätilat mittausten aikana olivat vaihtelevat, oli pakkassäätä sekä vesi- ja räntäsadetta. Mittauksia tehtiin Vaajakosken ABC-liikennemyymälän piha-alueella sekä Vaajakoskella Pandan lakutehtaan varaston lastausalueella (kuva 17).

---

<sup>60</sup> Vianor 2009



KUVA 17. Mittaajat työssä

Lähde: Mauri Suuronen 2009

Huoltoasemalla tehdyt mittaukset suoritettiin pääsääntöisesti iltapäivällä ja illalla, Pandalla toimittiin aamulla ja päivällä. Pandan mittaukset suoritettiin klo. 07.00 - 15.00 välisenä aikana, huoltoasemalla mitattiin klo. 15.00 - 22.00 välisenä aikana. Ennen mittauksien aloittamista käytiin kysymässä lupa mittauksille niin huoltoasemavastaavalta kuin myös Pandan varastopäälliköltä. Lupien saamisessa ei ollut ongelmia. Huoltoasemalla tehdyissä mittauksissa mitattavan yhdistelmän kuljettajalta kysyttiin lupa mittauksille hänen autostaan, ja sitä vastaan annettiin kahvilippu, jolla hän sai lunastaa kahvilasta kahvin ja pullan. Näistä kuluista vastasi tämän työn toimeksiantaja eli Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Sillä aikaa kun kuljettaja oli kahvilla, hänen yhdistelmänsä rengaspaineet mitattiin. Pandalla mitatessa kuljettajalta kysyttiin vain lupa mittauksille hänen ajoneuvostaan, ja mittaukset suoritettiin sillä aikaa kun hän oli lastauslaiturissa. Kuljettajilta saatiin luvat mittauksille pääsääntöisesti hyvin, ja jos kuljettaja halusi tietää ajoneuvonsa mitatut rengaspaineet, ne kerrottiin hänelle.

## 10.2 Mitattava kalusto

Mitattava kalusto rajattiin puoli - sekä varsinaisiin perävaunuyhdistelmiin, ja lisäksi valittiin ensisijaisesti vain kappaletavarayhdistelmiä (kuva 18). Joukkoon kyllä mahtui muutama ilman perävaunua oleva ajoneuvo, mutta nekin otettiin mittauksiin mukaan. Kalusto oli pääasiassa suomalaista, mutta joukossa on muutama ulkomaalainenkin yhdistelmä. Jotta tutkimus pysyy yleisellä tasolla, ei kuljetusyri- tysten nimiä eikä ajoneuvon merkkiä otettu pöytäkirjaan ylös. Näin ollen niistä ei mainita tässä tutkimuksessa mitään.



KUVA 18. Mitattavaa kalustoa. Lähde: Mauri Suuronen 2009

## 10.3 Mittavälineet

Mittauksien aikana tarvittavia erilaisia mittavälineitä oli useita. Tärkeimpänä väli- neenä oli tietysti paineilmamittari, jolla renkaan ilmanpaine mitattiin. Niitä käytet- tiin kahta eri mallia. Toinen oli Michelin-merkinen, Eurodainu Wonder- ilman- painemittari (kuva 19). Tämä mittari oli kalibroitu valmiiksi jo tehtaalla Italiassa.

Siitä on todisteena asiakirja (liite 3), josta käy ilmi sallitut heitot mittaustarkkuudessa.



KUVA 19. Michelin Eurodairu Wonder- mittari. Lähde: Tapio Sundqvist 2010

Sen lisäksi käytössä oli Yama XAA6004- merkkinen mittari. Tämä oli heikkolaa-  
tuisempi kuin Michelinin mittari, joten se oli vähemmän käytössä, mutta varamit-  
tareita oli hyvä olla olemassa (kuva 20).



KUVA 20. Yama XAA6004- mittari. Lähde: Markku Inkinen 2009

Paineilmamittareiden apuna käytettiin Alligator- merkistä mittapäätä, jolla saatiin mitattua renkaissa sisäänpäin osoittavat venttiilit. Kyseinen mittapää oli helppo-käyttöinen ja toimiva (kuva 21).



KUVA 21. Otsalamppu ja erikoismittapää. Lähde: Tapio Sundqvist 2010

Jokaisen mittausryhmään kuuluvan jäsenen varustukseen kuului lisäksi otsalamppu, joka oli leditoiminen ja Led Headlight- merkkinen. Nämä lamput olivat hyvä apu mittauksissa, kun niitä tehtiin myös aamulla ja illalla pimeässä valaistuksessa. Lisäksi jokaisella oli päällään JAMK:in heijastavat turvaliivit, koska mittauksia tehtiin sellaisilla paikoilla jossa liikkui koko ajan muuta liikennettä .



KUVAT 22 JA 23. Mittavälineistöä.

Lähde: Inkinen ja Sundqvist 2009

Mitattavan renkaan pintalämpötila mitattiin Mastercoolin lasertoimisella lämpömittarilla, tuotenumeraltaan 52224-A (kuva 24). Lisäksi renkaan kulutuspinnan urasyvyys mitattiin Nokian renkaiden urasyvyysmittarilla. Ilmanlämpötilan mittauksessa käytettiin Mittaria, joka oli tyypiltään Vaisala Humidity & Temperature Indicator HMI 31 (kuva 23).



KUVA 24. Renkaan pintalämpötilamittari. Lähde: Tapio Sundqvist 2010

Muita tarvittavia välineitä mittauksissa oli kärkipihdit, joilla saatiin jumittuneet venttiilinhatut auki, sekä mittauksen jälkeen välillä vuotamaan jääneet venttiilin sydämet suljettua. Ruosteenirrotus ainetta oli mukana sen takia, että hapettuneilta näyttävät venttiilit saatiin toimimaan paremmin. Lisäksi mukana olivat mittauspöytäkirjat, kyniä ja taskulamppu.

#### **10.4 Mittausryhmä**

Mittausryhmän koko vaihteli kevään ja syksyn aikana. Keväällä 2009 tehdyissä mittauksissa mukana oli kuusi henkilöä, jotka toimivat siten että oli kaksi ryhmää, jotka mittasivat yhdistelmistä rengaspaineet. Toinen ryhmä mittasi toisen puolen ja toinen toisen puolen, ja näin mittaukset tapahtuivat nopeasti. Yksi henkilö haki koko ajan mitattavia kohteita valmiiksi mittajille, tämä nopeutti toimintaa myös omalta osaltaan. Kevään mittausryhmään kuuluivat opettaja Markku Inkinen, sekä oppilaat Mauri Suuronen, Tuomas Alakurtti, Teemu Tampio, Ville Koljonen sekä Tapio Sundqvist (kuva 25).



KUVA 25. Kevään mittausryhmä Lähde: Markku Inkinen 2009

Syksyllä 2009 tehdyissä mittauksissa ryhmän koko puolittui, joka myös tiesi mitaustahdin hidastumista sekä mitaajien töiden lisääntymistä. Syksyn ryhmään kuuluivat Tuomas Alakurtti, Mauri Suuronen sekä Tapio Sundqvist (kuva 26).



KUVA 26. Syystalven mittausryhmä      Lähde: Tapio Sundqvist 2009

Mittauksia suorittaneet henkilöt olivat innostuneita ja osasivat asiansa, joten siltä osin mittauksissa ei ollut mitään ongelmia. Tämä osaltaan helpotti toteutukseltaan kuitenkin melko haastavia mittauksia.

### ***10.5 Mittaustuloksien kirjaaminen***

Mittausryhmässä oli aina yksi henkilö, joka toimi mittaustulosten kirjaajana. Tulokset kirjattiin ryhmäläisten itse suunnittelemaan mittauspöytäkirjaan. Mittauspöytäkirjasta on malli liitteenä tämän työn lopussa (liite 2). Pöytäkirjaan merkattiin seuraavat tiedot:

- mittauspöytäkirjan numero
- paikka
- päivämäärä
- kellonaika
- säätila ja ulkolämpötila
- yhdistelmän jokaisen renkaan mitattu rengaspaine

- renkaan lämpötila
- renkaan koko
- muita havaintoja mittauksessa

Mittaustulosten kirjaamisessa oli hankaluutena vallitseva säätila. Koska mittauksia tehtiin syksyllä ja keväällä, oli vesi- ja räntäsateen uhka olemassa. Sateella kirjauksia ei pystynyt tekemään mittauspöytäkirjan kastumisen vuoksi. Onneksi säätila oli enimmäkseen kuiva ja näin ollen viivytyksiä mittauksiin ei sen takia tullut.

### ***10.6 Mittauksissa havaitut ongelmat ja puutteet***

Kun suoritimme mittauksia, eteemme ilmaantui monenlaisia ongelmia sekä puutteita mitattavassa kalustossa. Mittauksien kannalta suurin ja hankalin ongelma oli vialliset tai hankalasti asennetut renkaan paineilmaventtiilit. Suurin osa paripyörällisistä akseleista, niin perävaunuissa kuin myös vetoautoissa, oli varustettu sellaisilla venttiileillä jotka olivat piilossa ja näin ollen mahdottomia mitata. Tämä on selvä puute ajatellen sitä asiaa, että kuljettajan pitäisi itse päästä tarkistamaan rengaspaineensa. Nyt se ei ole mahdollista kuin rengaskorjaamoilla. Joissain renkaissa venttiilit olivat kyllä esillä, mutta käännettynä sisäänpäin. Tällaista venttiiliä ei saa mitattua kuin erikoisvalmisteisilla mittapäillä. Lisäksi jotkin venttiilit olivat niin lähellä vannetta, että tämä esti mittaamisen (kuva 27).

Toinen ongelma venttiileiden kanssa oli niiden huono kunto. Jos venttiili oli päässyt likaantumaan ja näin ollen hapettumaan, oli suuri vaara paineita tarkistaessa että rengas jäisi vuotamaan. Useamman kerran näin tapahtuikin, mutta onneksi venttiilin sydäntä liikuttamalla ne saatiin uudelleen pitämään. Jos venttiili oli todella huonon näköinen, mittausryhmän johtaja teki päätöksen jättää kyseinen rengas mittaamatta. Vahinko olisi kuitenkin ollut niin suuri kuljetus yritykselle, jos rengas jäisi vuotamaan.



KUVA 27. Hankalasti asennettu venttiili Lähde: Markku Inkinen 2009

## 11 MITTAUSTULOSTEN ANALYSOINTI

Koska lopullinen mitattavan otoksen koko oli 44 kappaletta erilaisia yhdistelmiä ja kuorma-autoja, olivat myös mittaustulokset hyvin vaihtelevia. Tästä johtuen mittaustulosten esittäminen järkevällä tavalla oli myös hyvin hankalaa. Kuten jo aiemmin tässä työssä on käynyt ilmi, renkaassa vallitsevaan paineeseen vaikuttavat monet tekijät. Tärkeimmät tekijät määriteltäessä oikeaa rengaspainetta ovat kuitenkin akseleille kohdistuvat kuormat sekä rengaskoot. Koska olisi pieni mahdollisuus saada pilkulleen oikea rengaspaine selville, käytettiin tulosten analysoinnissa toleranssialuetta. Tällä tavoin saatiin eliminoitua mahdollisia mittauksien epätarkkuuksia. Seuraavissa kappaleissa on selvitetty tarkemmin mittauksien analysoinnin osa-alueita.

## **11.1 Oikea rengaspainealue**

Ensimmäiseksi piti selvittää, mikä olisi oikea rengaspaine yhdistelmän kullekin eri akselille. Akseleille vaikuttavia massoja ei saatu mitenkään selville, koska yhdistelmät olivat välillä täyskuormattuja ja välillä tyhjiä, sekä tietysti kaikkea siltä väliltä. Niinpä hyvä vaihtoehto tämän asian selvittämiseksi oli käydä kiinni rengaskokoon, joka otettiin mittauksien yhteydessä ylös pöytäkirjaan. Continentalin Conti-Online – sivustolla on sellaiset taulukot, joissa on merkattu onko kysymyksessä kuorma-auto vai puoli- tai varsinainen perävaunu. Sitten on merkattu rengaskoko ja siihen vaikuttavat akselimassat. Akselimassoja oli vaihtelevia määriä, ja niiden alle oli merkattu kutakin akselimassaa vastaava rengaspaine. Koska tarkkoja akselimassoja ei ollut tiedossa, päädyin valitsemaan taulukosta suositeltujen paineiden keskiarvon. Oikean rengaspainealueen toleranssiksi valitsin 0,5 baria, kumpaankin suuntaan.

Oikeat rengaspainealueet ovat seuraavanlaiset:

Vetoautot:  $8,0 \pm 0,5$  bar

Puoliperävaunut:  $8,5 \pm 0,5$  bar

Varsinaiset perävaunut:  $8,5 \pm 0,5$  bar

Paineilmataulukko sijaitsee seuraavassa osoitteessa:

[http://www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/transport/misc/tech\\_info/airpressuretable\\_en.html](http://www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/transport/misc/tech_info/airpressuretable_en.html)

## **11.2 Mittaustulosten esittäminen**

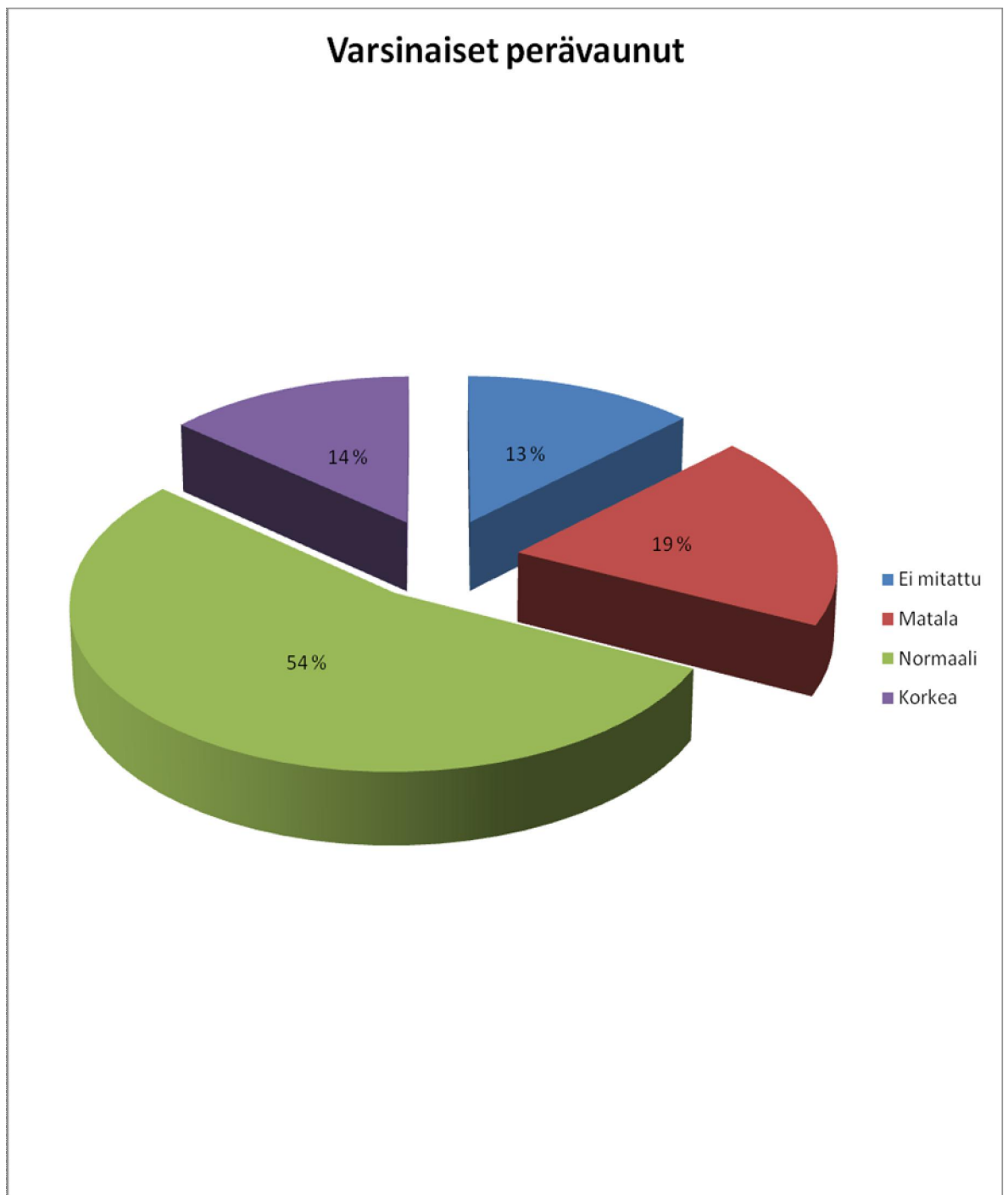
Kun oikeat rengaspainealueet oli saatu selville, oli aika miettiä miten tulokset esitettäisiin. Järkeväksi vaihtoehdoksi osoittautui Excel – ohjelmiston käyttö. Mitatut

rengaspaineet lajiteltiin ensin akseleittain omiin ryhmiinsä siten, että vetoauto muodosti yhden ryhmän, ja puoli- ja varsinaiset perävaunut vielä kaksi eri ryhmää. Koska yhdeksi esittämistavaksi valitsin pylväsdiagrammin, oli akselilla vielä jaoteltava vasemmat ja oikeat renkaat erikseen. Tämä johtui siitä, että otoksen koko oli 44 kappaletta ajoneuvoyhdistelmiä, ja tästä syystä diagrammista olisi muuten tullut liian suuri ja epäselvä. Pylväsdiagrammin pystyakselilla on rengaspaineet bareina, ja vaaka-akselilla ajoneuvot. Pystyakselille merkittiin oikean rengaspaineen toleranssialue, jolloin paineiden oikeellisuuden havainnoiminen oli helppoa.

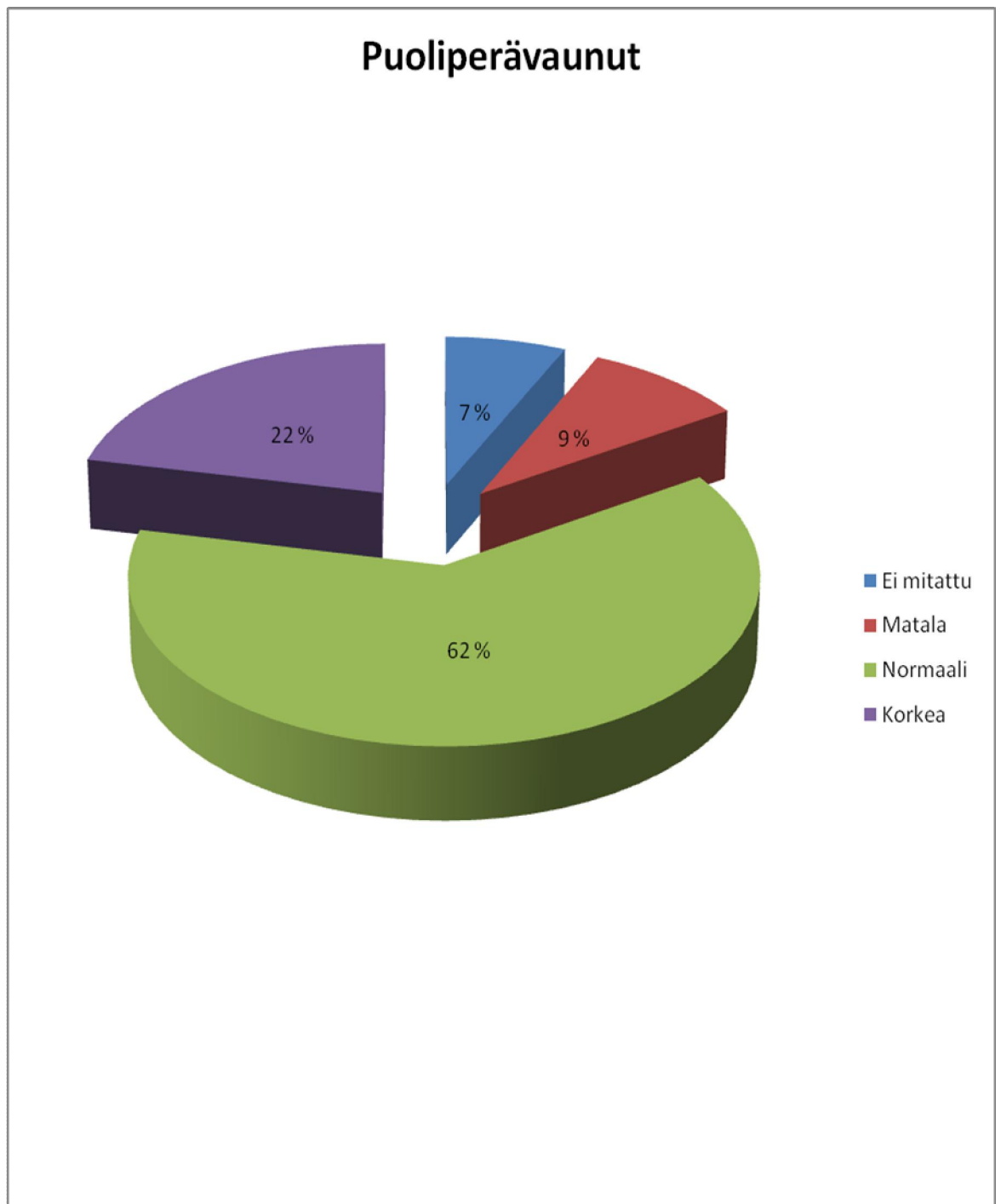
Toinen rengaspaineiden esittämistapa työssäni on lohkokaavio. Tämän esittämistavan tarkoituksena on kuvata lukijalle prosentteina se osuus renkaista, jotka olivat rengaspaineiltaan oikealla alueella. Lohkokaaviosta käy myös ilmi ne prosentiosuudet renkaista, joissa oli joko liikaa tai liian vähän rengaspainetta. Ne renkaat, joita ei voitu mitata edellä mainituista ongelmista johtuen, on laskettu mukaan alipaineisten renkaiden ryhmään. Tämä osaltaan sekoittaa mittaustulosten esitystapaa, mutta työssäni oli yksi tavoite myös todeta rengaspaineiden tarkistamiseen liittyvät hankaluudet.

Nämä lohkokaaviot ja diagrammit ovat liitteenä työni lopussa (liite 1). Sieltä katsomalla lukija saa tarkat tiedot mitatuista rengaspaineista.

Seuraavilla sivuilla ovat lohkokaaviokuvat (kuvat 28, 29 ja 30) raskaista yhdistelmistä saaduista tuloksista. Näissä kolmessa lohkokaaviossa on eritelty niin vetoauto kuin puoli- ja varsinaiset perävaunut. Kaavioissa on kaikki mitatut arvot renkaista mukaan lukien ne, joita ei saatu mitattua. Nämä ovat siis yhteenvedot mitatuista arvoista, ja näitä tuloksia ei sekoita mittaamatta jääneet renkaat.

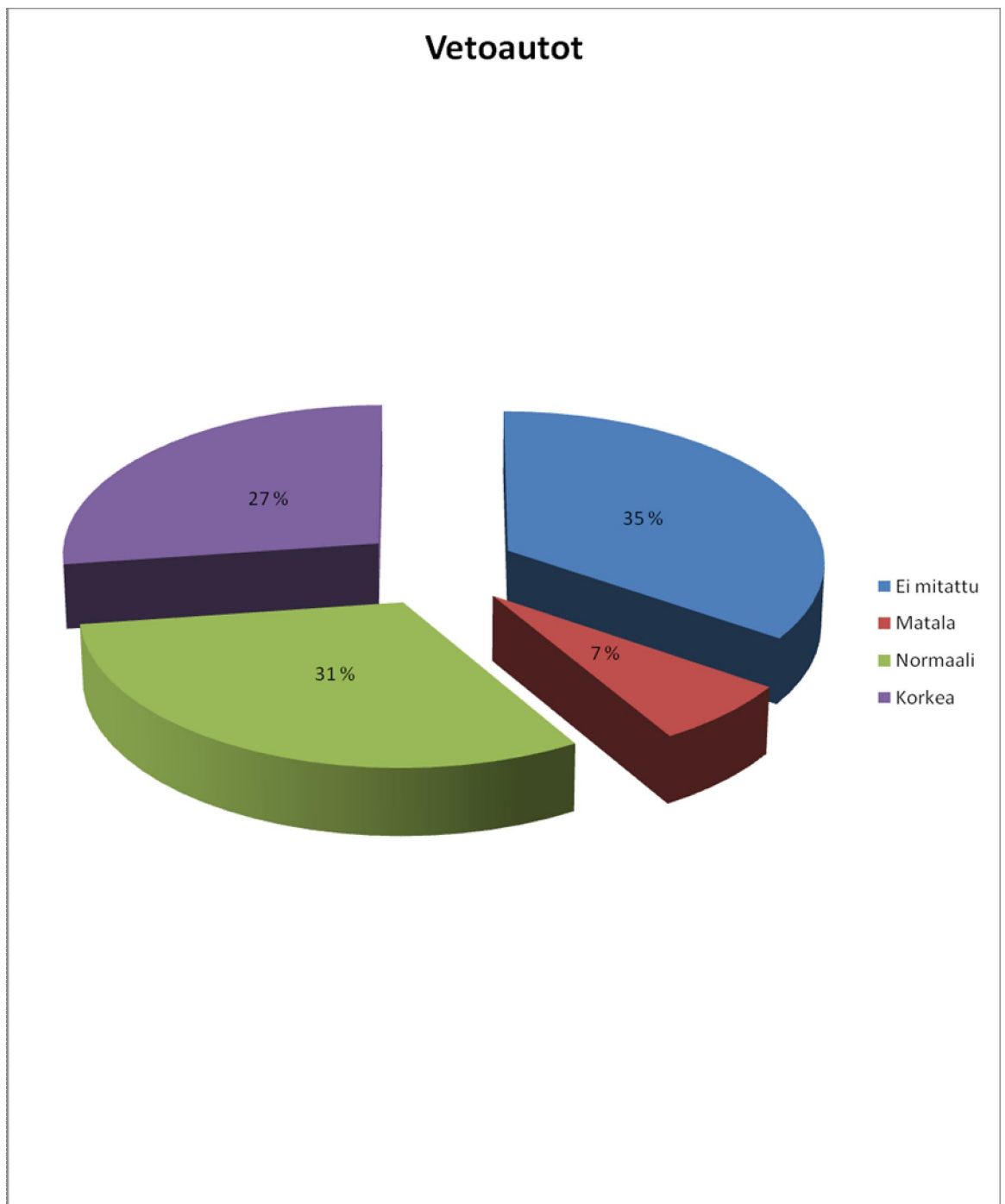


KUVA 28. Varsinaisten perävaunujen prosenttikuvaaja Lähde: Sundqvist 2010



KUVA 29. Puoliperävaunujen prosenttikuvaaja

Lähde: Sundqvist 2010



KUVA 30. Vetoautojen prosenttikuvaaja

Lähde: Sundqvist 2010

### **11.3 Mittauksien tulokset ja rengaspaineiden nykytila**

Mittaustulosten perusteella voidaan karkeasti todeta, että yhdistelmien rengaspaineet vaihtelivat välillä 5 – 11 baria. Tästä huomataan että skaala on hyvin laaja. Tuloksista voidaan havaita, että varsinaisten- ja puoliperävaunujen renkaiden paineet ovat suhteellisen hyvin kohdallaan. Kyseessä olevasta otoksesta yli 50 % oli toleranssialueen sisällä, tarkennettuna noin 58 %. Vetoautojen mittaustuloksista noin 35 % oli toleranssialueen sisällä, mutta tätä tulosta sekoittaa mittaamatta jääneet renkaat, joita oli enemmän kuin perävaunuissa. Vetävän akselin sisemmistä renkaista mittaamatta jäi suurin osa, erinäisistä edellä mainituista ongelmista johtuen. Lisäksi rengaspainealue on keskiarvo, joten joissakin ajoneuvoissa saattoi paine olla korkeampi erinäisistä syistä johtuen, suurimpana kuljetettujen kuormien massa.

Renkaanlämpötilojen ja rengaspaineiden välistä suhdetta oli hankala tulkita, koska vaihtelua lämpötiloissa oli paljon. Lämpötilaanhan vaikutti suoraan sääolosuhteet, ajoalustan kunto, ajoneuvon ja kuorman massa sekä renkaassa olevan paineen määrä. Mutta pääsääntöisesti mittauspöytäkirjojen pohjalta voidaan todeta, että mitä matalampi oli rengaspaine, sen suurempi oli renkaan lämpötila. Tämä johtuu vierintävästuksen lisääntymisestä yhdistelmällä ajettaessa. Rengaskokojen osalta voidaan sanoa, että samalla akselilla oli kaikissa mitatuissa yhdistelmissä samankokoiset renkaat. Muutamassa vetoautossa oli rengaskokoeroja akseleiden välillä. Perävaunuissa oli samanlaiset renkaat kooltaan niin akselilla kuin eri akseleiden välillä. Käytössä oli pinnoitettuja sekä pinnoittamattomia renkaita.

Yhteenvetona mitatun otoksen rengaspaineista voidaan sanoa, että noin 30 % mitatuista ajoneuvoyhdistelmistä oli rengaspaineiltaan viallisia. Joukossa olleissa muutamassa ulkomaalaisessa autossa rengaspaineiden heitto oli suurta ja venttiilit todella huonokuntoisia. Suomalaisessa kalustossa oli ilmanpaineet pääsääntöisesti tasaisempia. Mittauksien aikana haastateltiin kuljettajia, ja usein vastaus oli että renkaiden ilmanpaineet tarkistetaan pari kertaa vuodessa. Tämä tapahtuu usein rengaskorjaamon toimesta hankalasti sijoitettujen venttiileiden takia. Vas-

tauksena saatiin myös että paineet tarkistetaan silloin kun renkaat vaihdetaan ja sen jälkeen paine tarkistetaan vasta seuraavassa renkaanvaihdossa! Kysyessämme kuljettajilta sellaisia huoltoasemia, joissa he saisivat tarkistettua ilmanpaineet, vastaus oli usein että ei ole tietoa sellaisista asemista.

Maanteillämme kulkevien raskaiden ajoneuvoyhdistelmien rengaspaineiden nykytila on tämän projektin mittauksien perusteella suhteellisen hyvällä mallilla. Heittoja kyllä löytyy, mutta prosentuaalisesti jo tämänkin kokoisessa otoksessa paineet ovat melko hyvät. Puutteita löytyy enemmänkin ilmanpaineiden tarkistamiseen liittyvän toimenpiteen suunnalta. Huonot ja piilossa olevat, hankalasti asennetut venttiilit sekä mittauspaikkojen vähyyks ovat suurin ongelma. Kuljettajilla voisi olla omaakin halua tarkastaa ajoneuvonsa rengaspaineet, jos siihen vain olisi välineistö ja paikka. Tämä kävi ilmi siitä, että kun olimme mitanneet ajoneuvon, kuljettajat halusivat monesti tietää tuloksen. Tämän asian tiimoilta annan parannusehdotuksia tämän työn lopussa.

## **12 OIKEAN RENGASPAINEN MERKITYS**

Kuten jo aikaisemmin todettiin, oikea rengaspaine vaikuttaa suotuisasti renkaan tasaiseen kulumiseen. Jos paine ei ole kohdillaan, kuluminen on voimakkaampaa. Autorengasliiton rengasfoorumilla vuonna 2009 käyttäjien odotukset renkaan kulumiselle olivat, että se ei saa olla liian nopeaa ja kulumismuodon tulee olla tasainen.<sup>61</sup> Raskaassa kalustossa kuluminen korostuu entisestään, koska ajoneuvoyhdistelmien renkaiden päälle kohdistuu paljon suurempia voimia kuin esimerkiksi henkilöautoissa. Kulumisen lisäksi rengaspaineen merkitys kohdistuu myös muihin seikkoihin yleisessä tieliikenteessä. Seuraavassa on käsitelty näitä asioita.

---

<sup>61</sup> Autonrengasliitto 2010

## **12.1 Liikenneturvallisuus**

Oikeiden rengaspaineiden merkitystä liikenneturvallisuuteen ei voi vähätellä. Kun ajamme maanteillä, monesta tien sivuissa on räjähtäneiden renkaiden kappaleita. Nämä ovat lähtöisin maanteillä liikkuvista raskaista yhdistelmistä. Yleisin syy renkaan räjähtämiseen on liian alhainen rengaspaine kyseisessä renkaassa, ja näin ollen renkaan suuri ylikuumeneminen. Yleensä kyseessä on paripyöräakselin silempi rengas. Tämän vajaapaineisuutta kun on hankala huomata ulkopuolelta autoa. Lisäksi venttiilit ovat usein näistä renkaista piilossa, joten täyttö onnistuu vain rengaskorjaamolla. Tämä seikka kävi myös ilmi tämän projektin mittauksia tehtäessä. Aina kun ajoneuvosta räjähtää rengas, sen ajo-ominaisuudet ovat hetkellisesti huonot. Tämä on muun liikenteen kannalta kriittinen kohta, koska räjähdys on ajoneuvon kuljettajalle aina täysin odottamaton tilanne. Autorengasliiton mukaan renkaat ovat riskitekijänä joka kolmannessa Suomessa tapahtuvassa kuolonkolarissa.<sup>62</sup> Ajoneuvon ajettavuus heikentyy vajaapaineisilla renkailla varsinkin kaarreajossa. Michelin on tehnyt tutkimuksen henkilöautojen rengaspaineista. Siinä kävi ilmi, että suomalaiset pitävät paremmin huolta renkaidensa oikeista ilmanpaineista kuin esimerkiksi naapurimaiden autoilijat. Silti noin 20 % suomalaisista ajaa vaaralliseksi luokitelluilla rengaspaineilla. Tutkimus toteutettiin vuonna 2007.<sup>63</sup> Todennäköistä on että myös raskaan kaluston puolella tilanne on sama, josta tämän tutkimuksen tuloskin antaa vähän viitteitä.

## **12.2 Polttoainekustannukset**

Yksi kuljetusliikkeiden suurimmista taloudellisista kuluista on polttoaine. Kuljetusliikkeen kiinteistä kustannuksista polttoaineen osuus voi olla jopa neljännes kokonaiskäyttökustannuksista. Teillämme ajavat raskaat ajoneuvoyhdistelmät kuluttavat satoja tuhansia litroja polttoainetta, josta aiheutuu ilmastolle haitallisia hiilidioksidipäästöjä. Näin ollen polttoaineenkulutuksen vaikutus ympäristöllemme on

---

<sup>62</sup> Tuulilasi 2010

<sup>63</sup> Tuulilasi 2010

merkittävä.<sup>64</sup> Rengaspaineen vaikutus polttoaineenkulutukseen on merkittävä. Jos rengas on vajaapaineinen, kasvaa polttoaineenkulutus. Tämä johtuu renkaan vierimisvastuksen kasvamisesta. Jos rengaspaine vastaavasti on korkea, tarkoittaa se huonompaa kilometritulosta vetävän akselin luistosta johtuen. Oikeiden rengaspaineiden lisäksi polttoainetaloudellisuutta voidaan raskaassa kalustossa parantaa renkaiden jälkiurituksella. Jälkiurittaminen tarkoittaa sitä, että renkaan kulutuspinnan kuviointi on matalampi kuin uudessa renkaassa, jolloin vierintävastus on pienempi, ja polttoainetaloudellisuus parempi. Riippumattomat testit ovat osoittaneet, että näin säästetään noin kaksi litraa polttoainetta sadalla kilometrillä.<sup>65</sup>

Seuraavan sivun kuvan 31 laskelmat selventävät niitä säästöjä, joita oikeiden rengaspaineiden avulla saadaan. Laskelmia tutkimalla jokainen voi huomata, että säästöä tulee huomattavasti, ja se tietysti kertaantuu kalustomäärän kasvaessa.

---

<sup>64</sup> Michelinfleetlife 2010

<sup>65</sup> Michelinfleetlife 2010

	<b>Lähtötiedot</b>	<b>Tulokset</b>	
Raskaan kaluston määrä	110 000 kpl		
Polttoaineen kulutus	20l/100 km	2 640 000 000 l/a	
Ajokilometrit keskimäärin	120 000 km/a		
Polttoaineen hinta	1,00 €/l	2 640 000 000 €/a	sis. alv
Virheellisiä paineita	30 %	33 000 kpl	
Kulutuksen muutos	10 %		
<b>Säästö</b>		<b>79 200 000 €/a</b>	
Renkaita keskimäärin / yhdistelmä	16 kpl	1 760 000 kpl	
Renkaan kestoikä	100 000 km		
Renkaan hinta	300 €/kpl		sis. alv
Rengaskustannukset/ajoneuvo		0,04 €/km	
Rengaskustannukset		528 000 000 €/a	
Keston ja vaurion muutos	10 %		
<b>Säästö</b>		<b>52 800 000 €/a</b>	
<b>Säästö yhteensä</b>		<b>132 000 000 €/a</b>	

KUVA 31. Säästölaskelmat. Lähde: Markku Inkinen ja Tapio Sundqvist 2009

### **12.3 Maanteiden kuluminen**

Rengaspaineella on merkitystä myös tiestön kulumisen kannalta. Päällysteen kulumisen nastarenkaiden käytöstä johtuen on saatu hallintaan nastojen keventämisen avulla. Nyt siinä asiassa on tultu määränpäähän, ja muut tiestön kulumista lisäävät seikat alkavat olla kehittämisen kohteena. Ajoneuvon kokonaispainon kasvu ja siitä johtuva rengaspaineiden kasvu on mahdollinen kehittämisen kohde. Tämä todettiin Ajoneuvohallintokeskuksen VTT:llä teettämästä tutkimuksesta,

jossa teiden kulumiseen vaikuttavia tekijöitä seurattiin vuosina 1990 - 2003.<sup>66</sup> Jos ajoneuvoyhdistelmän rengaspaine on liian korkea, lisää se maantien päällysteen kulumista myös edellä mainitun luiston takia. Jos rengaspaine on liian alhainen, kuluminen johtuu vierintävastuksen kasvusta johtuvan lämpiämisen johdosta.

## 13 KEHITYSEHDOTUKSIA

Tätä projektia tehdessäni eteen ilmaantui monenlaisia ongelmia ja puutteita raskaan kaluston rengaspaineiden tarkistamisen ja ylläpidon osilta. Tässä kappaleessa käsittelen omasta mielestäni tärkeitä parannuskohteita ja toimia niiden korjaamisen aikaansaamiseksi.

### ***13.1 Ilmanpaineen tarkistaminen***

Jotta kuljettaja pystyisi itse halutessaan tarkistamaan ajoneuvonsa ilmanpaineet, olisi renkaiden paineilmaventtiileiden syytä olla hyvässä kunnossa sekä näkyvillä. Suurin puute tässä asiassa mielestäni oli se, että venttiilit eivät olleet sisemmistä renkaista usein lainkaan näkyvillä. Tähän ongelmaan ratkaisuksi ehdottaisin sitä, että kun ajoneuvo on rengaskorjaamolla renkaanvaihdossa tai muussa huollossa, venttiilit asennettaisiin siten, että sisemmistäkin ne olisivat mitattavissa. Tämä asia hoituisi venttiiliin asennettavalla jatkopalalla, jonka avulla tarkistus ja mahdollinen täyttö onnistuvat kuljettajalta (kuva 32). Lisäksi venttiiliin pitää olla sellainen, johon sopii ”normaali” paineilmalaitteiston mittapää.

---

<sup>66</sup> Mintc 2010



KUVA 32. Venttiin jatkopala. Lähde: Nippelit 2010

Lisäksi usein ulommissa renkaissa venttiilit oli asennettu siten, että ne osoittivat sisäänpäin. Näiden mittaaminen ja tarkistaminen kyllä onnistuu, mutta tarvitsee erikoisen, molemmin päin olevien venttiileiden kytkemisen mahdollistavan mittarin ja pään. Kuljetusyrityksen kannalta olisi hyvä, jos rengasliikkeen kanssa tekisi huoltosopimuksen koskien yhdistelmien renkaita. Tämä tarkoittaa sitä, että rengasliikkeen toimesta ajoneuvot huolletaan renkaiden osalta säännöllisesti ja mahdolliset havaitut viat ja puutteet korjataan heti. Tämä on vaivatonta kuljetusyritykselle ja sitten voidaan aina olla varmoja, että kalusto on kunnossa. Haastatellessani kuljettajia kuulin, että muutamalla yrityksellä on tällainen käytäntö ja se toimii hyvin.

### ***13.2 Ilmanpaineen tarkistamiseen soveltuvat huoltoasemat***

Toinen mielestäni tärkeä parantamisen kohde olisi raskaan kaluston rengaspaineiden mittaamiseen omatoimisesti soveltuvien mittauspisteiden lisääminen. Jos kuljettaja haluaisi tarkistaa renkaidensa ilmanpaineet, niin siihen soveltuvia huoltoasemia on vähän. Tämä todettiin kuljettajia haastatellessa. Kun kysyimme asiasta, usein vastaus oli että ei tietoa. Huoltoasemilta kyllä löytyvät paineilmalait-

teistot, mutta ne on suurimmalta osin tarkoitettu henkilöautokalustolle. Tähän ongelmaan ehdottaisin ratkaisuksi sitä, että jo huoltoaseman rakentamisen suunnitteluvaiheessa otettaisiin tämä asia huomioon. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kuorma-autojen tankkauspisteelle asennettaisiin myös paineilmalaitteisto, joka tuottaisi tarpeeksi suuren ilmanpaineen kuorma-auton renkaaseen. Tämä tarkoittaa tavallista suuremman kompressorin asentamista huoltoasemalle.

Raskaan kaluston rengaspaineiden tarkistamisen ja ylläpidon osalta olisi varmasti vielä enemmänkin kehitettävää, mutta tätä työtä tehtäessä nämä edellä mainitut seikat olivat pääosassa, omakohtaisella kokemuksella. Mitä enemmän tähän osa-alueeseen on halua panostaa niin kuljetusyrityksillä kuin heitä palvelevilla, erilaisilla yrityksillä, sitä parempi on lopputulos. Raskas kalusto ja ammattiliikenne ovat kuitenkin yksi suuri osa-alue joka maanteillämme ajavat, joten asian tärkeyttä ei voida vähätellä.

## LÄHTEET

Aga. 2010. Renkaiden täyttö tyypellä. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol\\_nit\\_tires](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/docbyalias/sol_nit_tires).

Viitattu 9.2.2010

Ajoneuvohallintokeskus. 2010. Ajoneuvokanta 2009. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.ake.fi/AKE/Tilastot/Ajoneuvokanta/Ajoneuvokanta+2009/Ajoneuvokanta+2009.htm>. Viitattu 15.1.2010

Autobilman. 2009. Rengasmerkinnät. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://autobilman.palvelut.pohjalainen.fi/2009/08/10/mita-rengasmerkinnat-kertovat-tama-ja-monet-muut-rengasvinkit-auto-bilmanilta/>. Viitattu 4.12.2009

Autorengasliitto. 2009. Rengasmääräykset. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.autorengasliitto.fi/index.php?id=23>. Viitattu 10.12.2009

Autorengasliitto. 2009. Rengastietoa. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.autorengasliitto.fi/index.php?id=19>. Viitattu 23.9.2009

Autorengasliitto. 2009. Renkaan pinnoitus. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.autorengasliitto.fi/index.php?s=Pinnoitus>. Viitattu 10.11.2009

Conti-Online. 2010. Rengasvinkkejä. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.contionline.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/rengasvinkkejä/typen\\_kaytto\\_fi.html](http://www.contionline.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/rengasvinkkejä/typen_kaytto_fi.html). Viitattu 18.2.2010

Conti-Online. 2010. Technical Basics. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/transport/misc/tech\\_info/downloads\\_en.html](http://www.contionline.com/generator/www/de/en/continental/transport/misc/tech_info/downloads_en.html). Viitattu 11.1.2010

Conti-Online. 2010. Typen käyttö. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.contionline.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/rengasvinkkejä/typen\\_kaytto\\_fi.html](http://www.contionline.com/generator/www/fi/fi/continental/ajoneuvo/teemat/rengasvinkkejä/typen_kaytto_fi.html). Viitattu 4.2.2010

Euromaster. 2010. Rengasvinkkejä. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.euromaster.fi/kuluttajat-rengasvinkkejä-mika-on-oikeiden-rengaspaineiden-merkitys.htm>. Viitattu 16.2.2010

FFP- Motorsport. 2010. Rengasnormisto. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.ffp-motorsport.com/index.php?mid=2&pid=139>. Viitattu 29.2.2010

Fits. 2010. Liikenteen automaattivalvonta. Pdf- sivusto.

[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/julkaisut/hanke7/fits9\\_2002.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/julkaisut/hanke7/fits9_2002.pdf).

Viitattu 14.1.2010

Goodyear. 2009. Vastuuntuntoiset kuljettajat. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.vastuuntuntoisetkuljettajat.fi/>. Viitattu 2.12.2009

Helsingin yliopisto. 2003. Typpi. Opetusmateriaali.

<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/kaasut/typpi.html>. Viitattu 26.1.2010

Hyvärinen V. 1996. Auto- ja kuljetusalan perusteet. 1.painos. Otava.

Ilmatieteen laitos. 2009. Ilmanpaine. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.fmi.fi/kysymyksia/index\\_13.html#1](http://www.fmi.fi/kysymyksia/index_13.html#1) Viitattu 26.11.2009

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2010. Maanteiden kuluminen. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.mintc.fi/web/fi/tiedote/view/818533>. Viitattu 4.3.2010

Michelin. 2009. Mikä rengas on? Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.michelin.fi/fi/auto/auto\\_cons\\_bib\\_qu\\_est\\_pne.jsp](http://www.michelin.fi/fi/auto/auto_cons_bib_qu_est_pne.jsp). Viitattu 2.10.2009

Michelinfleetlife. 2009. Lainsäädäntö. Pdf- sivusto.

<http://www.michelinfleetlife.fi/fi/uutiskirje/fleets-fi-latest.pdf>. Viitattu 12.12.2009

Michelintransport. 2009. Ajoneuvon pyörät. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://www.michelintransport.com/ple/front/affich.jsp?codeRubrique=41&codePage=PLOE\\_PINCAGE&lang=FI](http://www.michelintransport.com/ple/front/affich.jsp?codeRubrique=41&codePage=PLOE_PINCAGE&lang=FI). Viitattu 23.11.2009

Niemi, M. Nieminen, S. 2001. Autotekniikan perusteet 3. 4.painos. WSOY

Nokian renkaat. 2009. Rengasmääräykset. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.nokianrenkaat.fi/rengasmaaraykset#>. Viitattu 10.12.2009

Scania. 2010. Rengaspaineiden valvonta. Yrityksen Internet- sivusto.

<http://www.scania.fi/trucks/safety-driver-support/safety-security-systems/tpm/>

Viitattu 22.1.2010

Stadia. 2009. Autotekniikka 1. Pdf- sivusto.

<http://www.tatsga.com/autotekniikka.pdf>. Viitattu 22.10.2009

STRO. 2009. Rengasnormit. Automediat Oy

Tuulilasi. 2010. Älä säästä rengaspaineissa. Lehden Internet- sivusto.

<http://www.tuulilasi.fi/artikkelit/ala-saasta-rengaspaineissa>. Viitattu 28.1.2009

Vianor. 2009. Rengashotelli. Yrityksen Internet- sivusto.

[http://vianor.fi/rengashotelli\\_fi](http://vianor.fi/rengashotelli_fi). Viitattu 28.12.2009

Wikipedia. 2009. Psi. Internetin tietosanakirja.

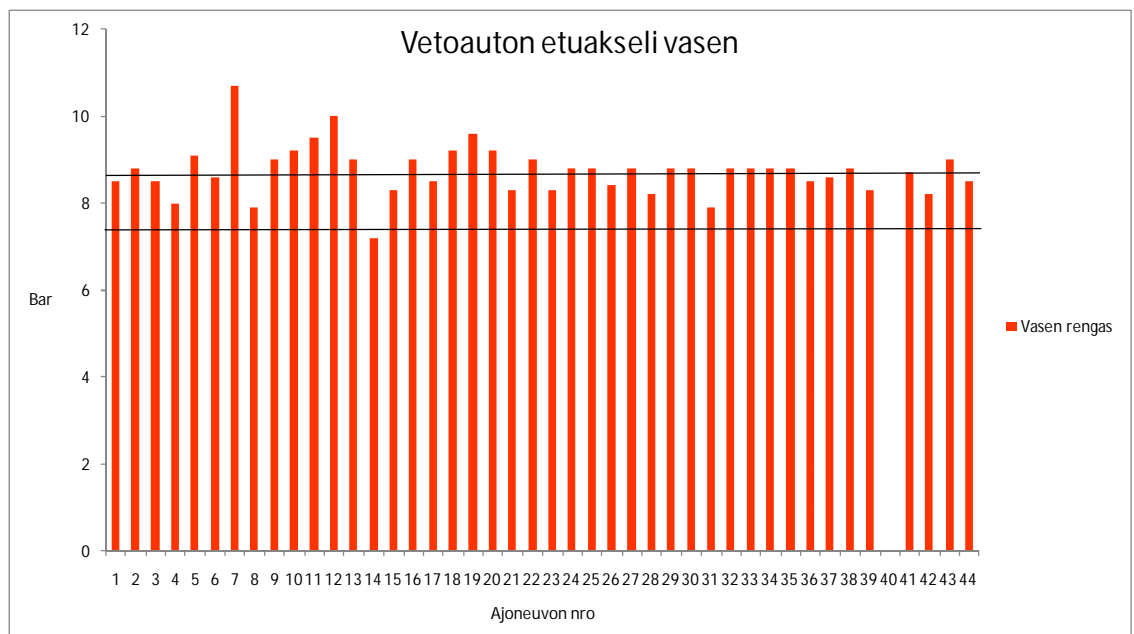
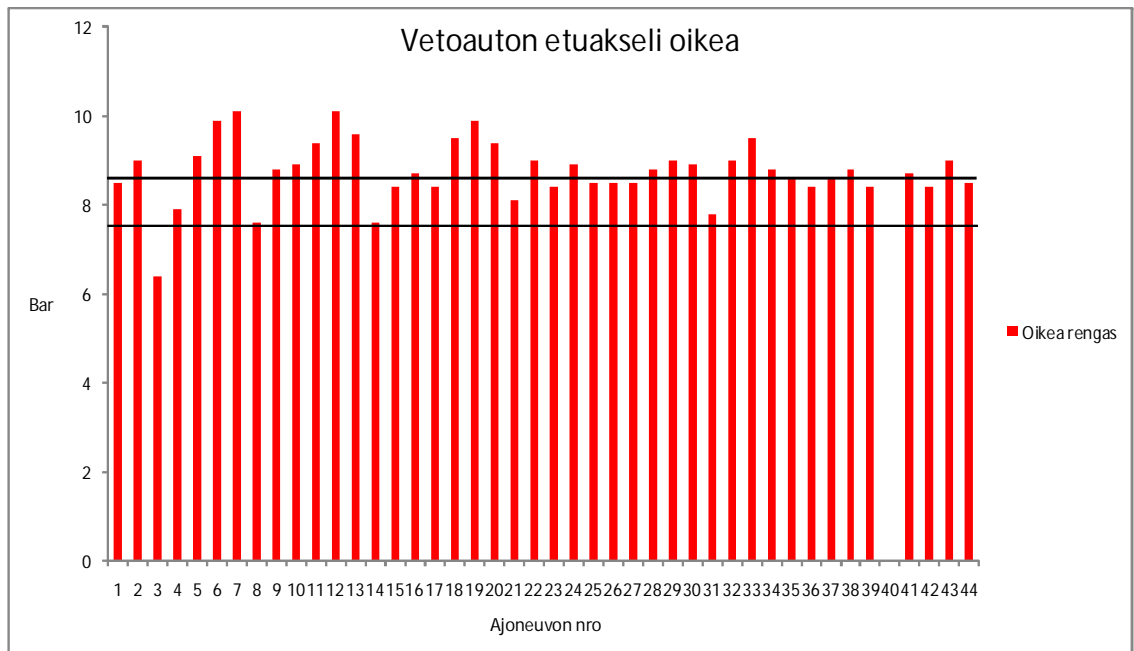
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Psi\\_\(mittayksikk%C3%B6\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Psi_(mittayksikk%C3%B6)). Viitattu 27.11.2009

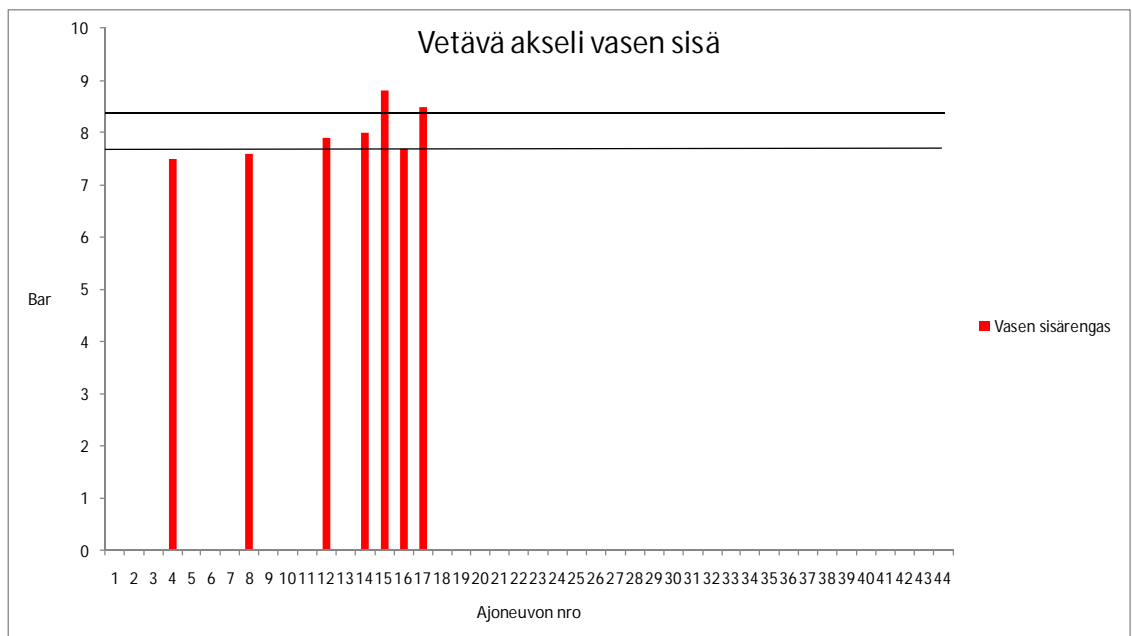
**LIITE 1.** Logistiikka. Sundqvist. 2010. Mittaustuloksien kuvaajat

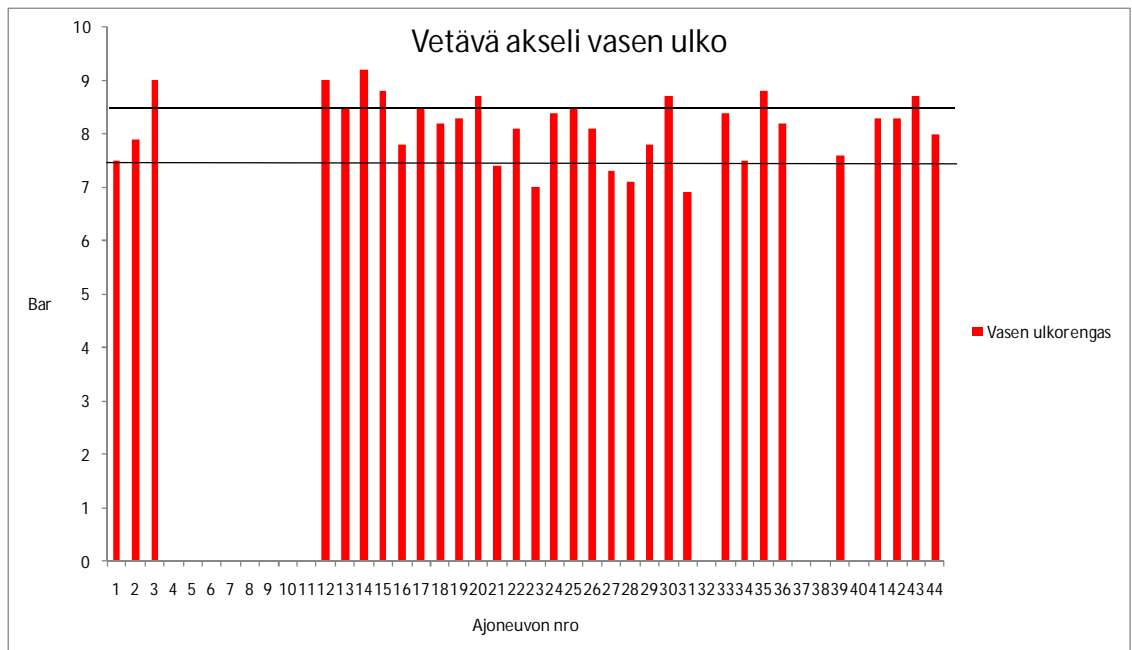
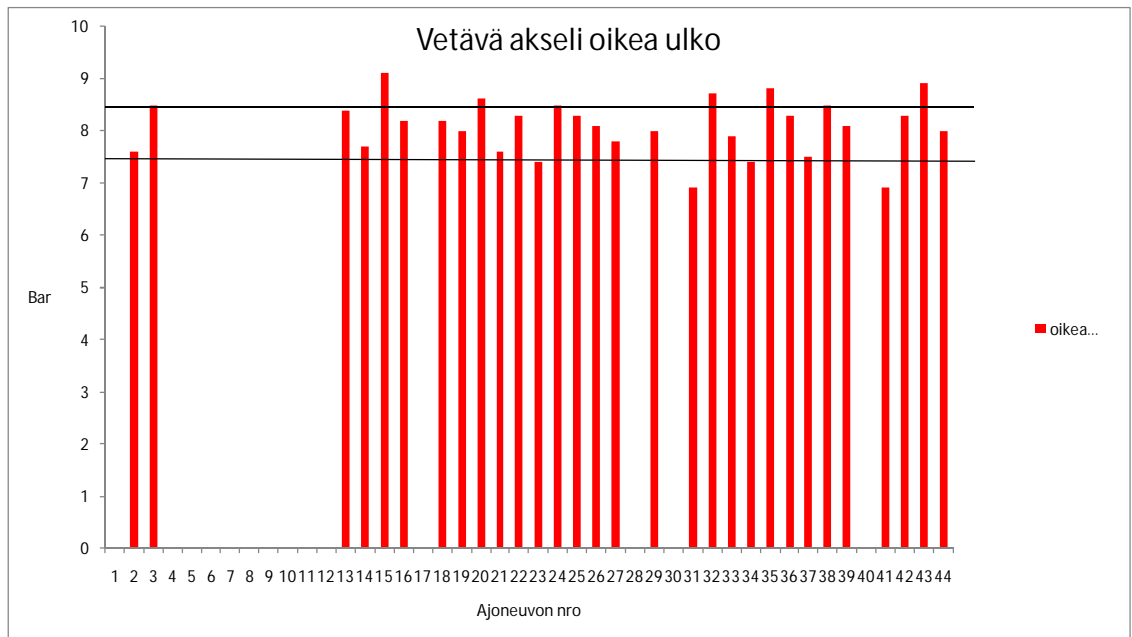
**LIITE 2.** Logistiikka. TL06K1. 2009. Mittauspöytäkirja

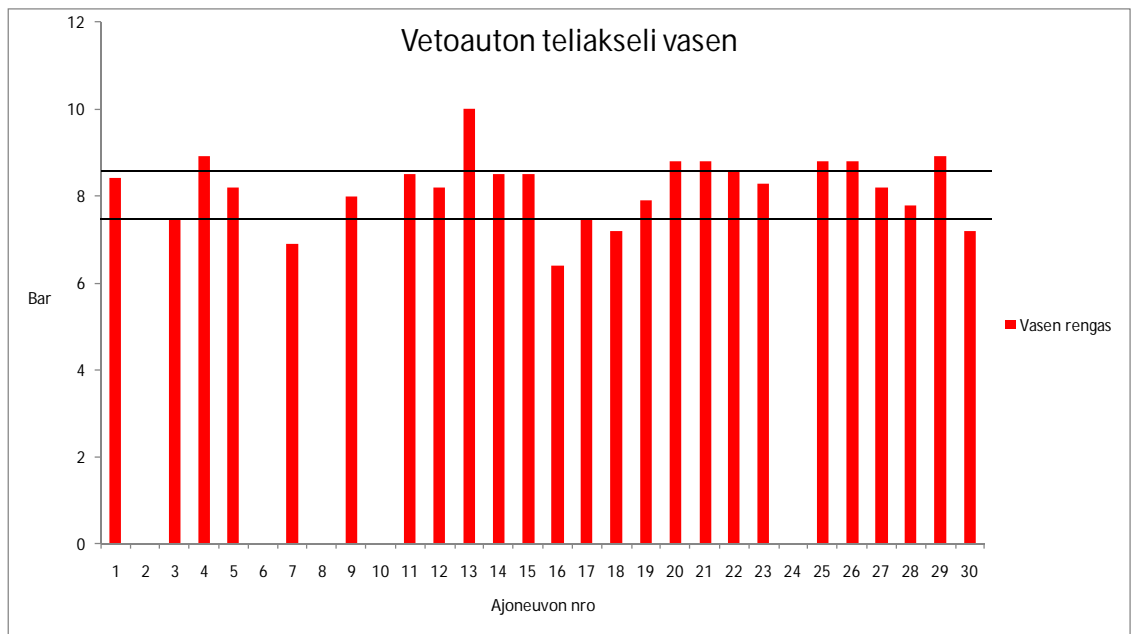
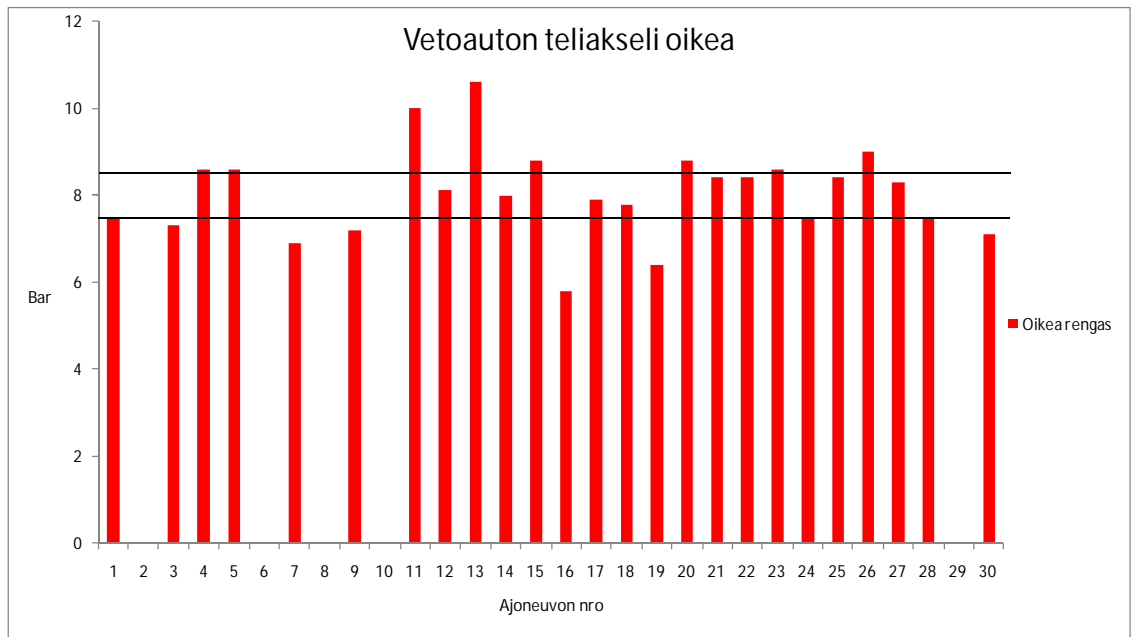
**LIITE 3.** Wonder. Olmo, A. 2009. Paineilmamittarin kalibroitodistus.

## LIITE 1. Mittaustuloksien kuvaajat

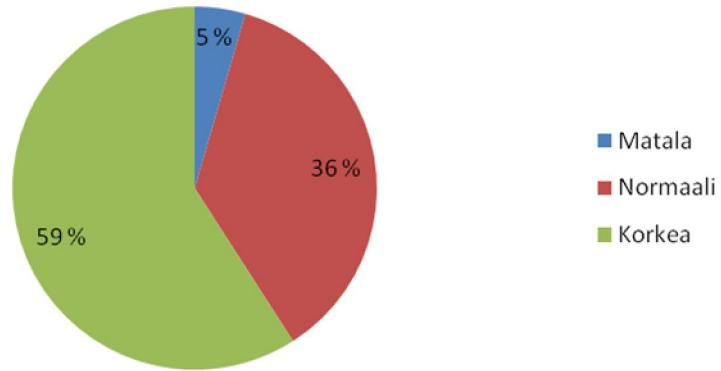




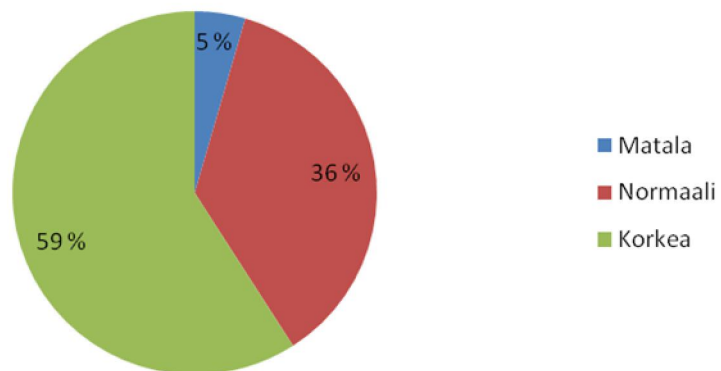




### Vetoauton etuakseli oikea

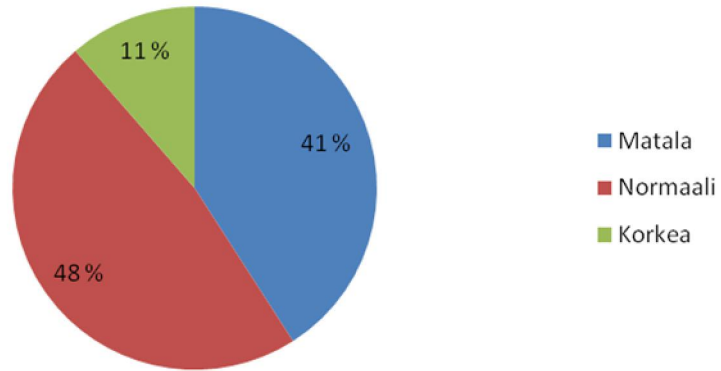


### Vetoauton etuakseli vasen

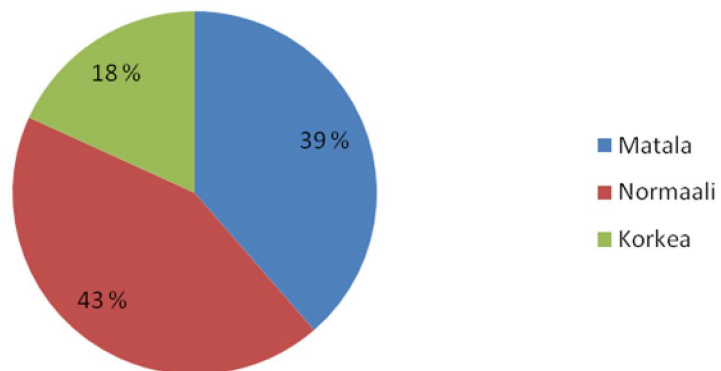




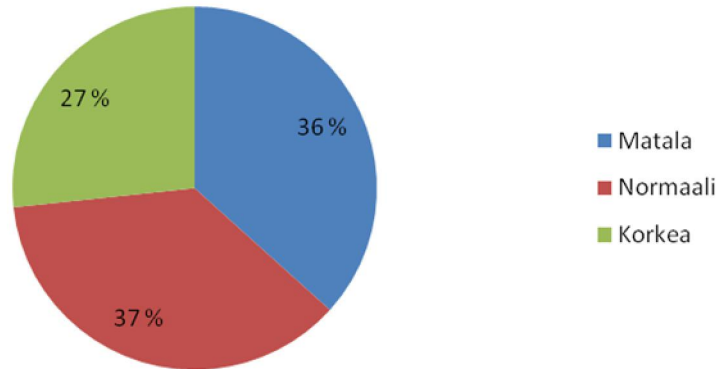
### Vetävä akseli oikea ulko



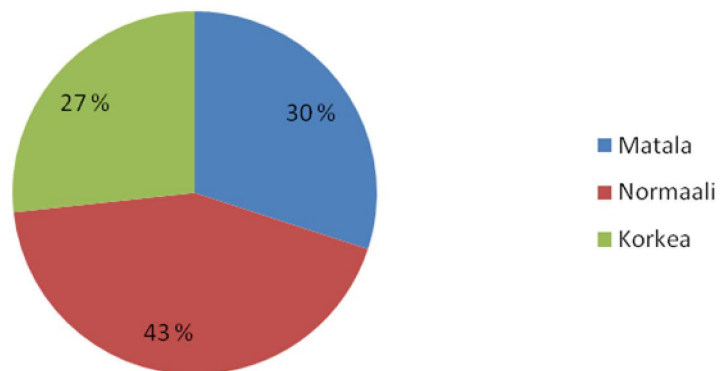
### Vetävä akseli vasen ulko

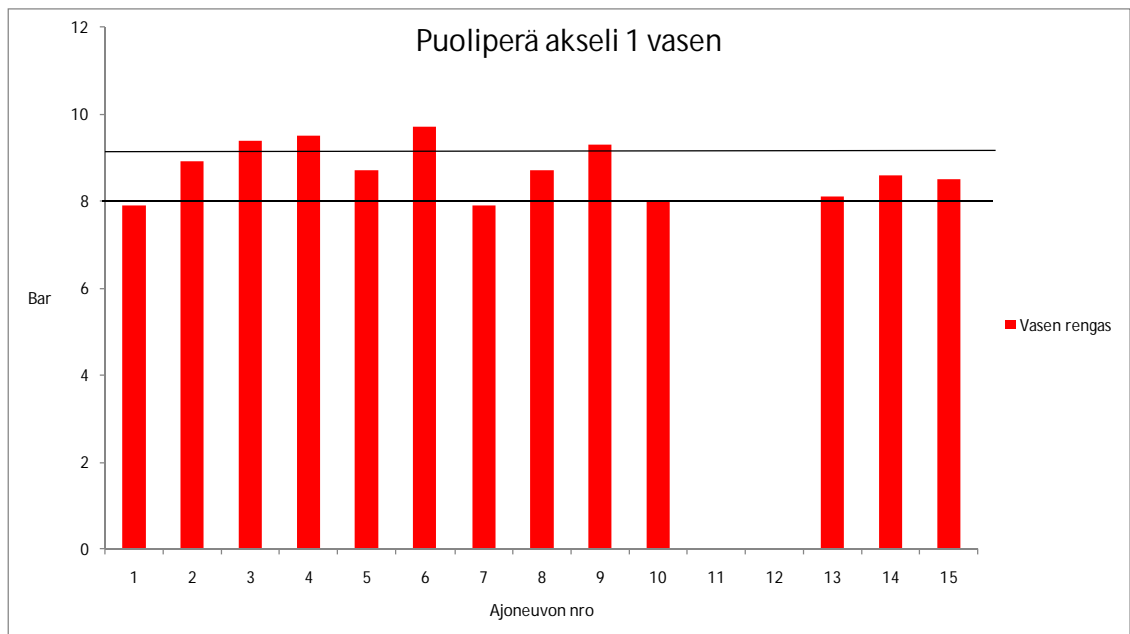
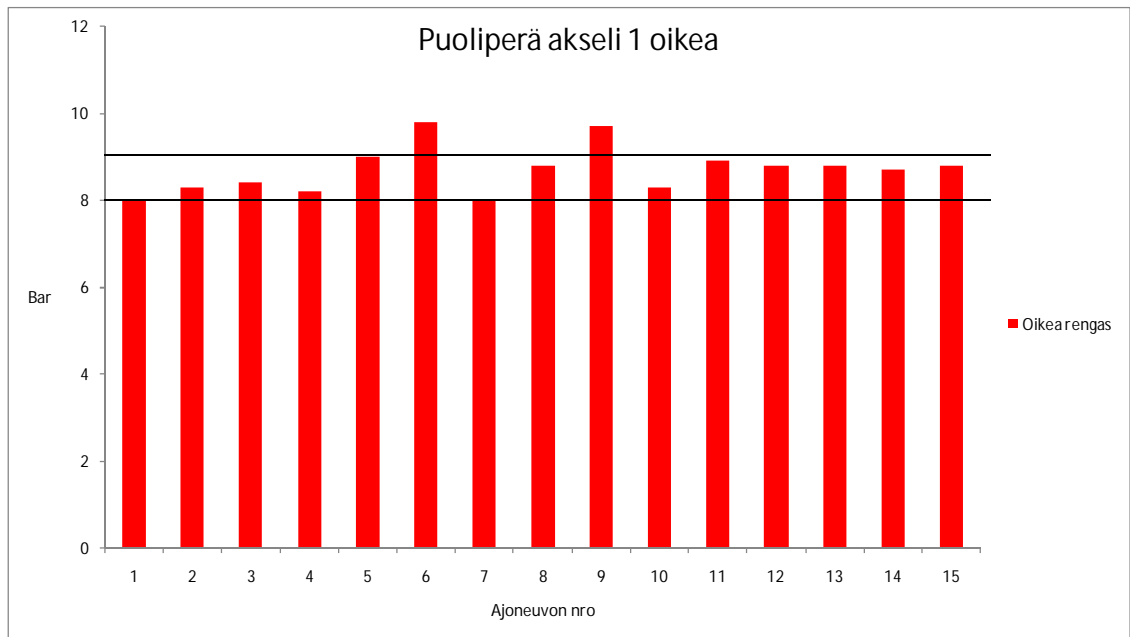


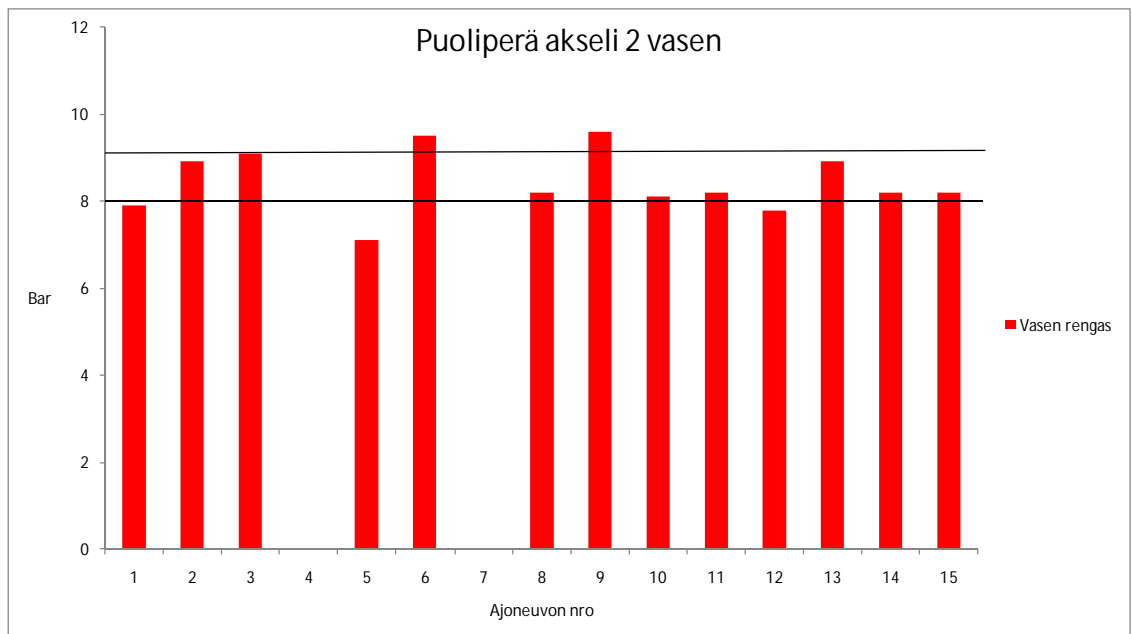
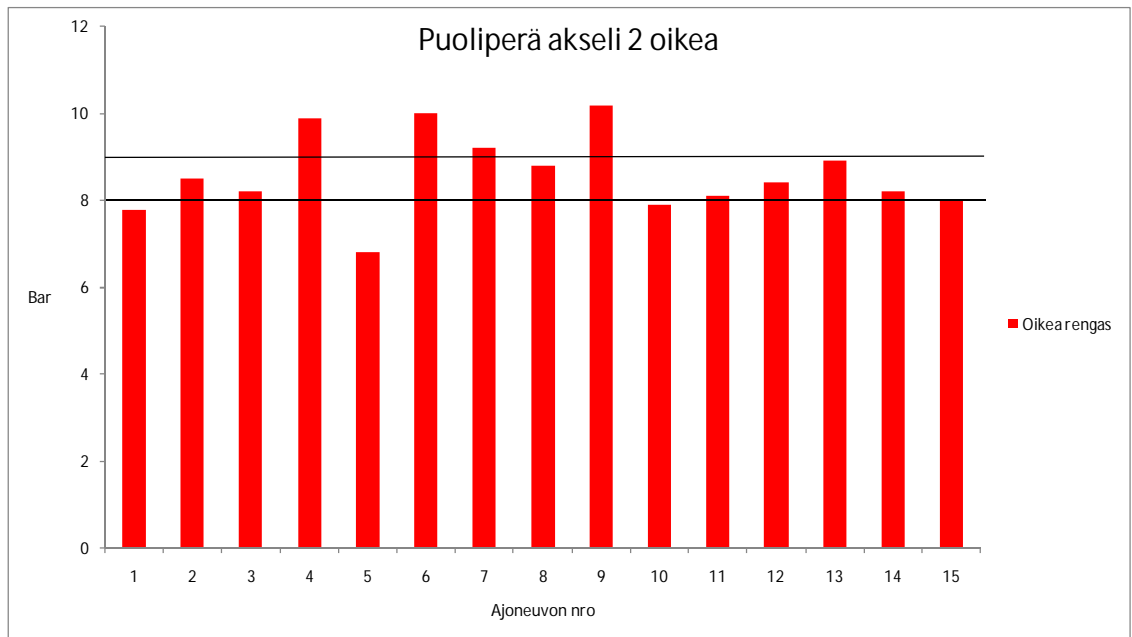
### Vetoauton teliakseli oikea

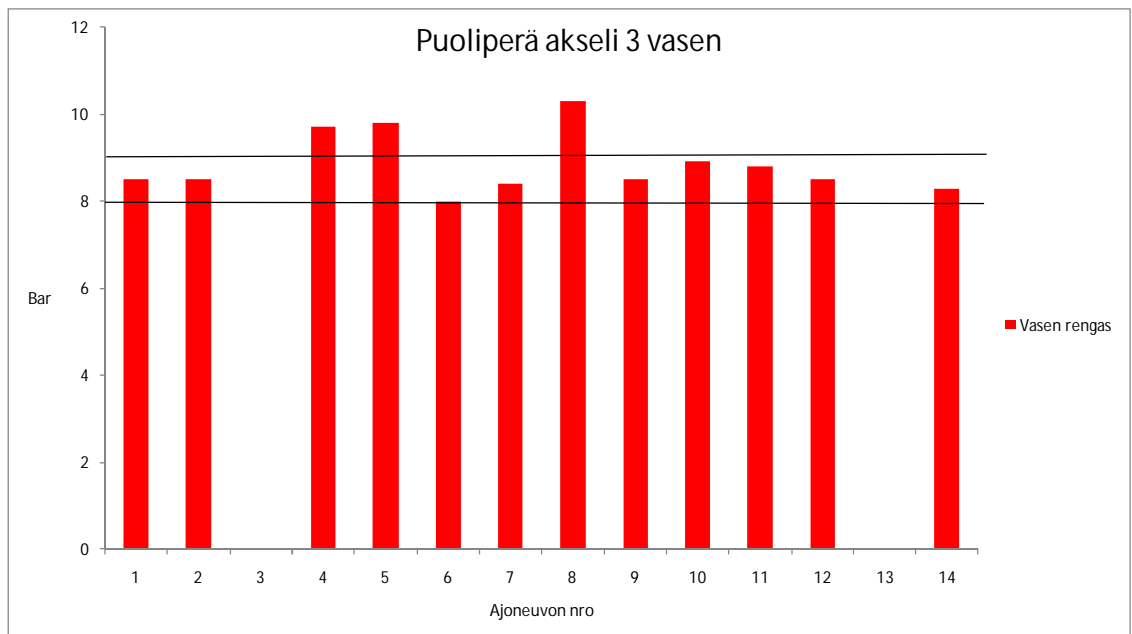
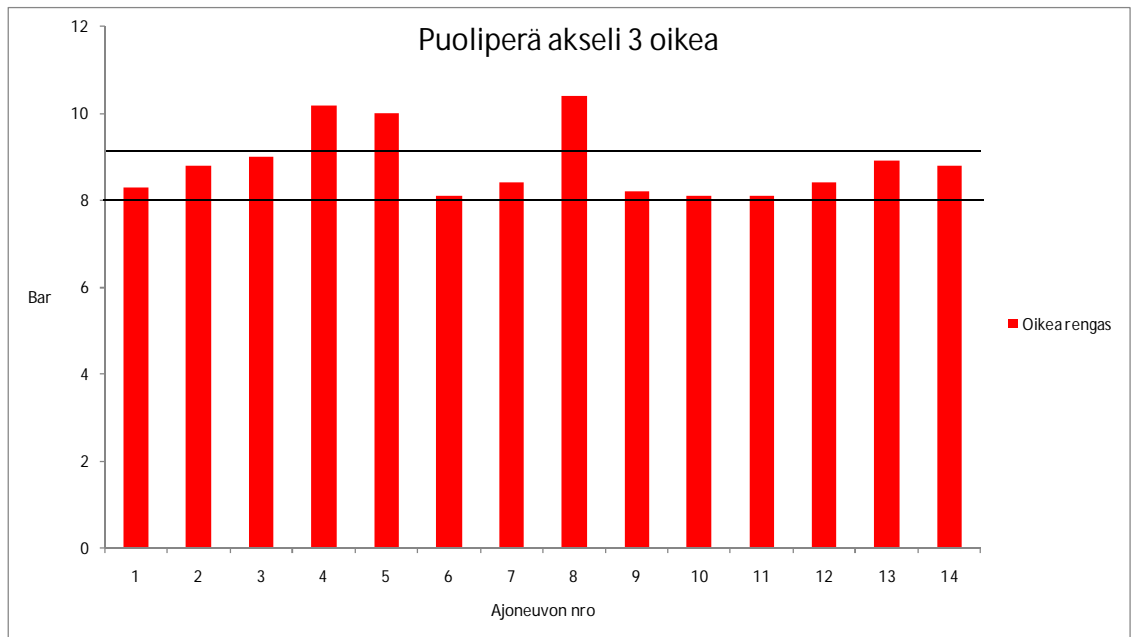


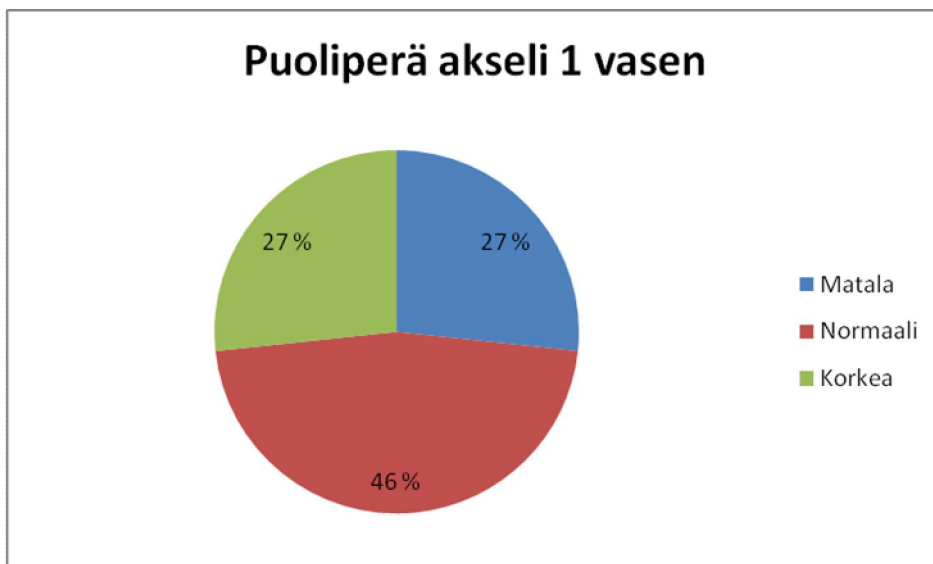
### Vetoauton teliakseli vasen



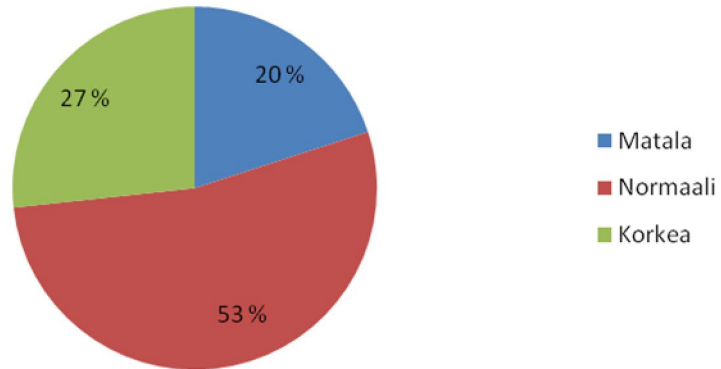




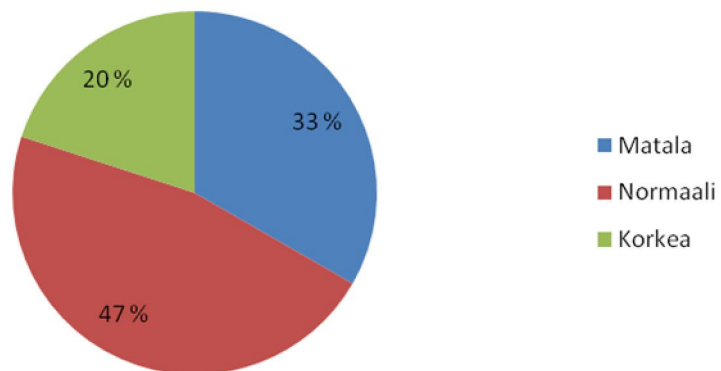


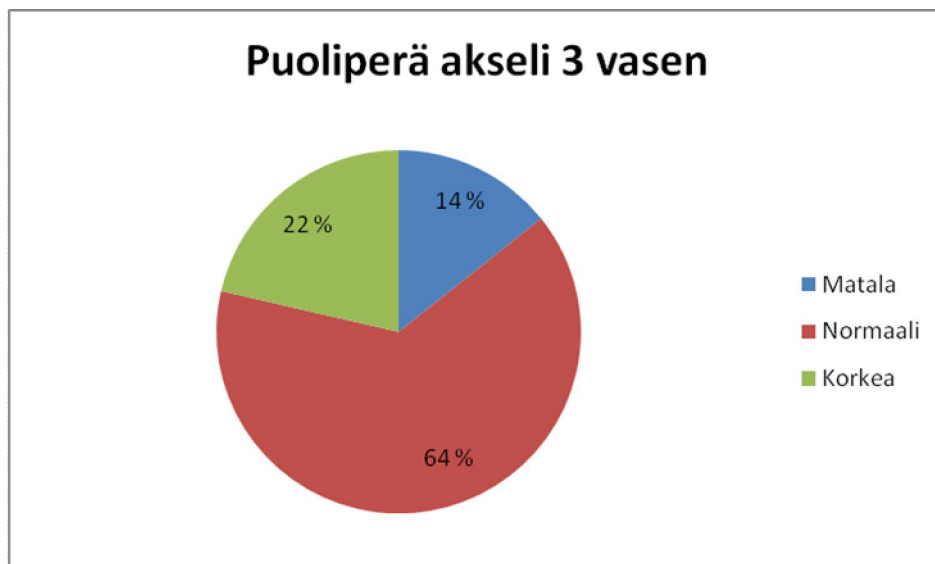
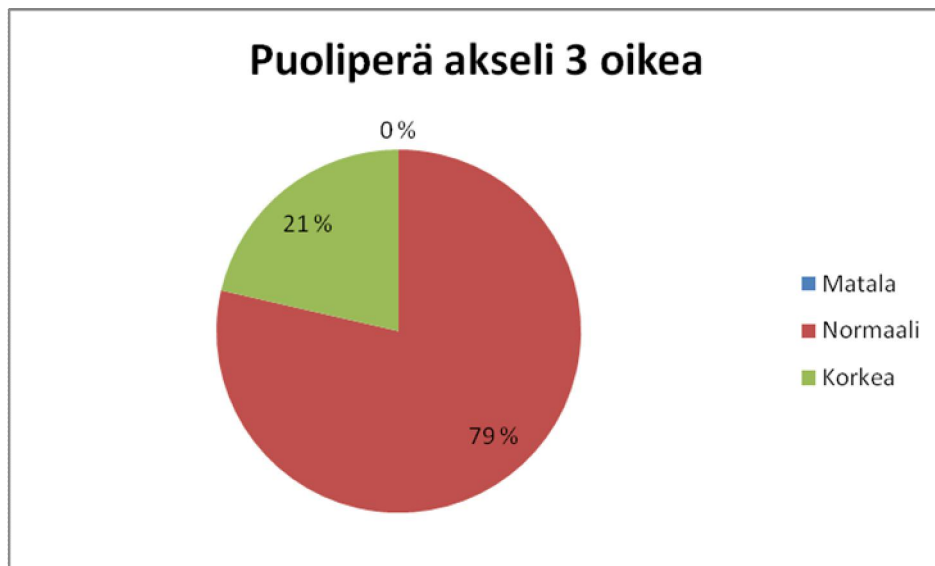


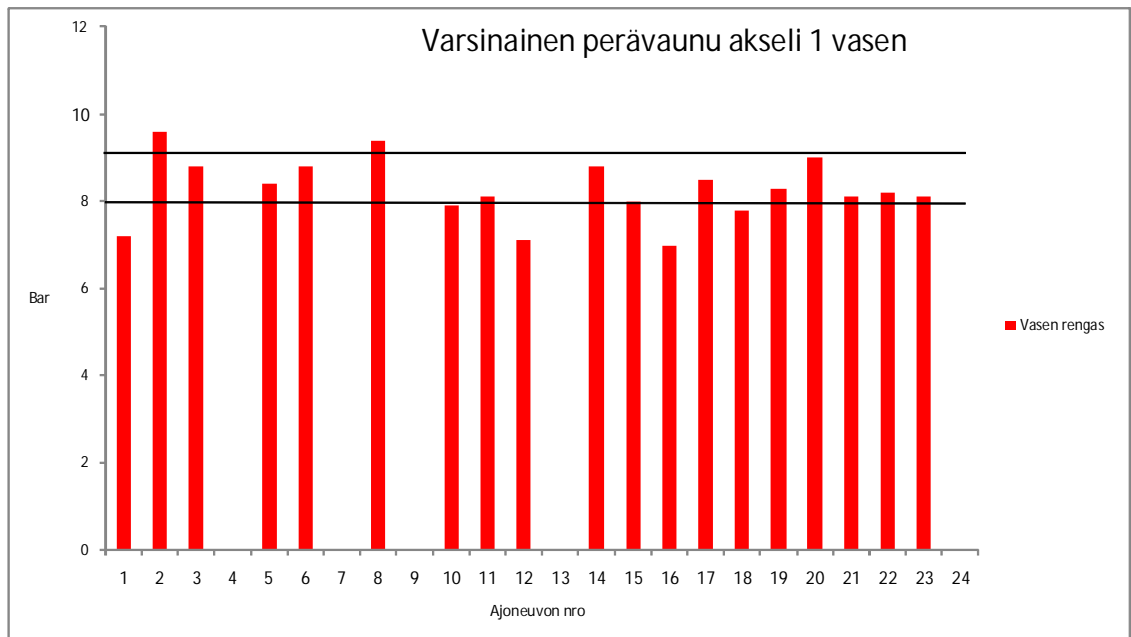
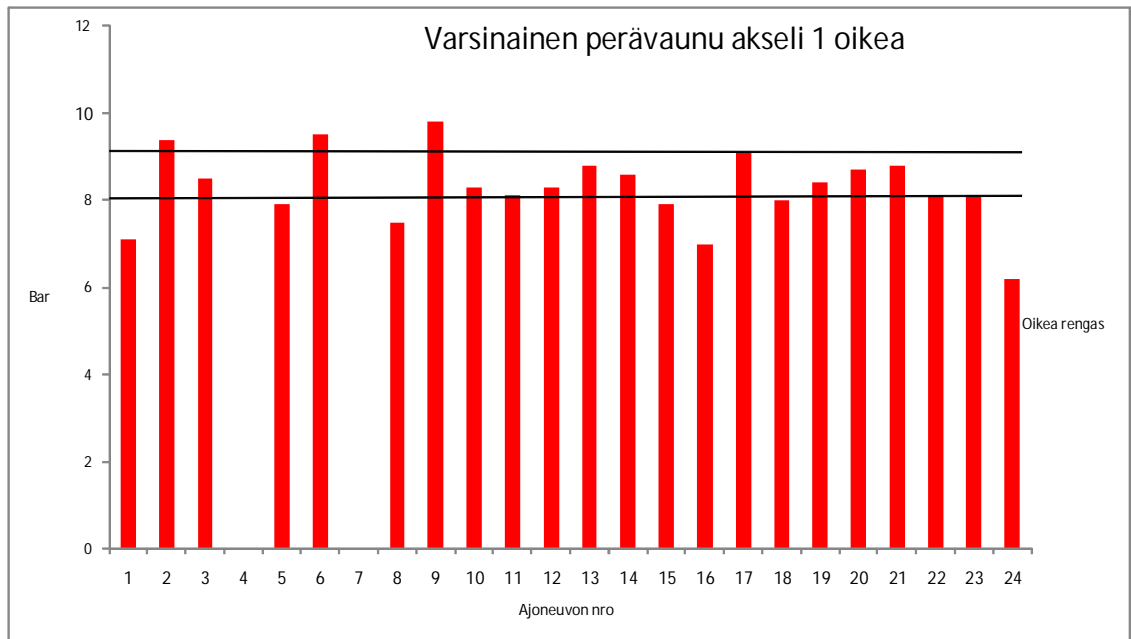
### Puoliperä akseli 2 oikea

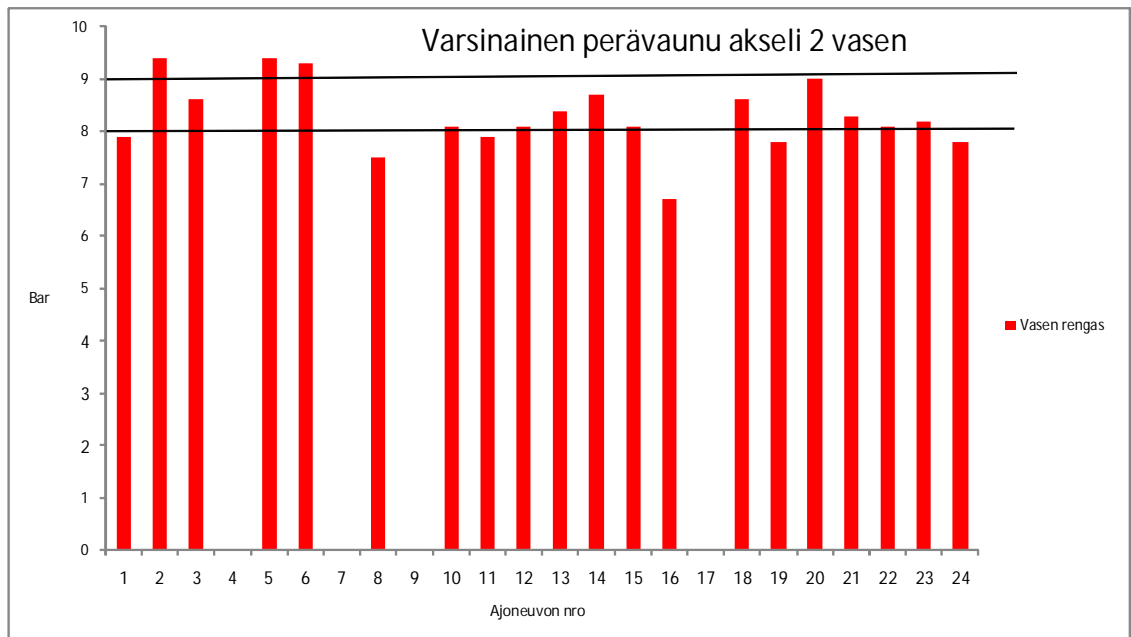
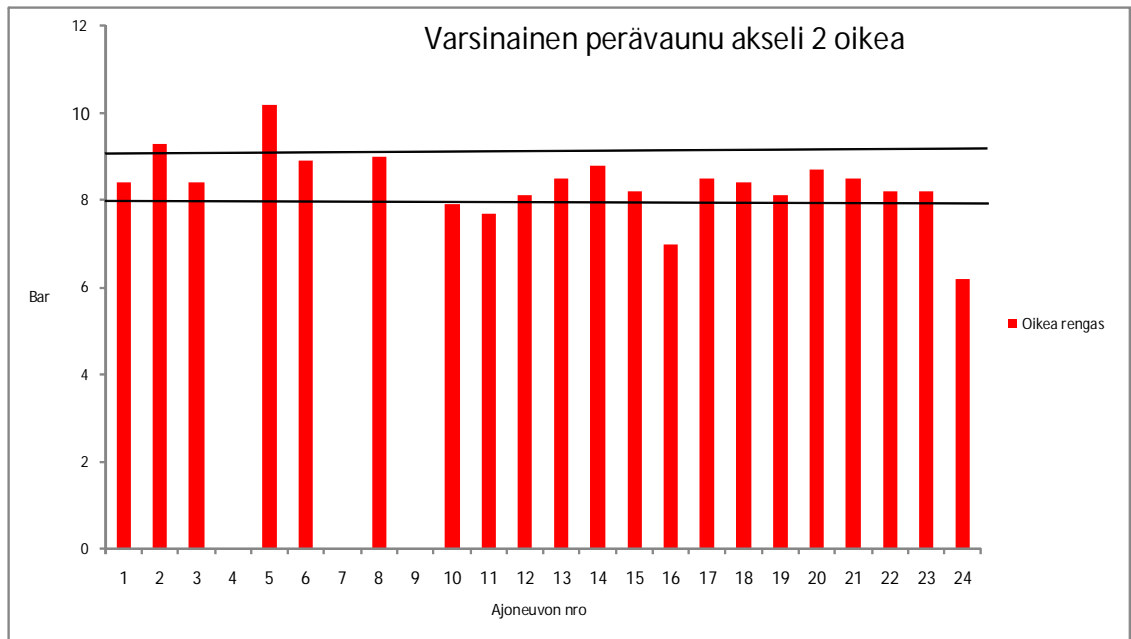


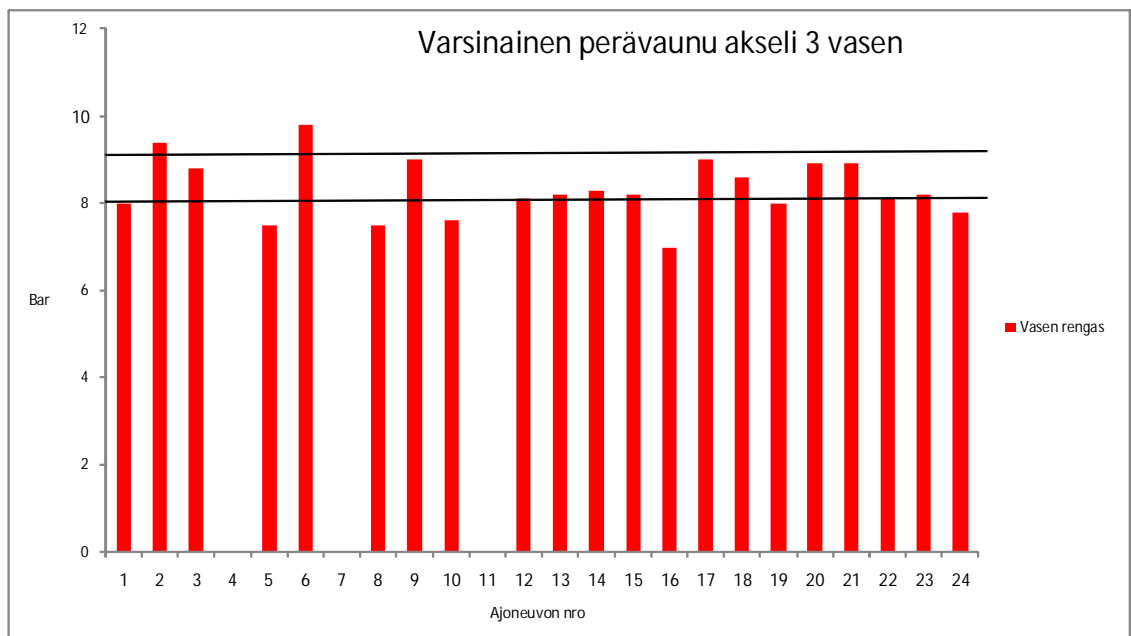
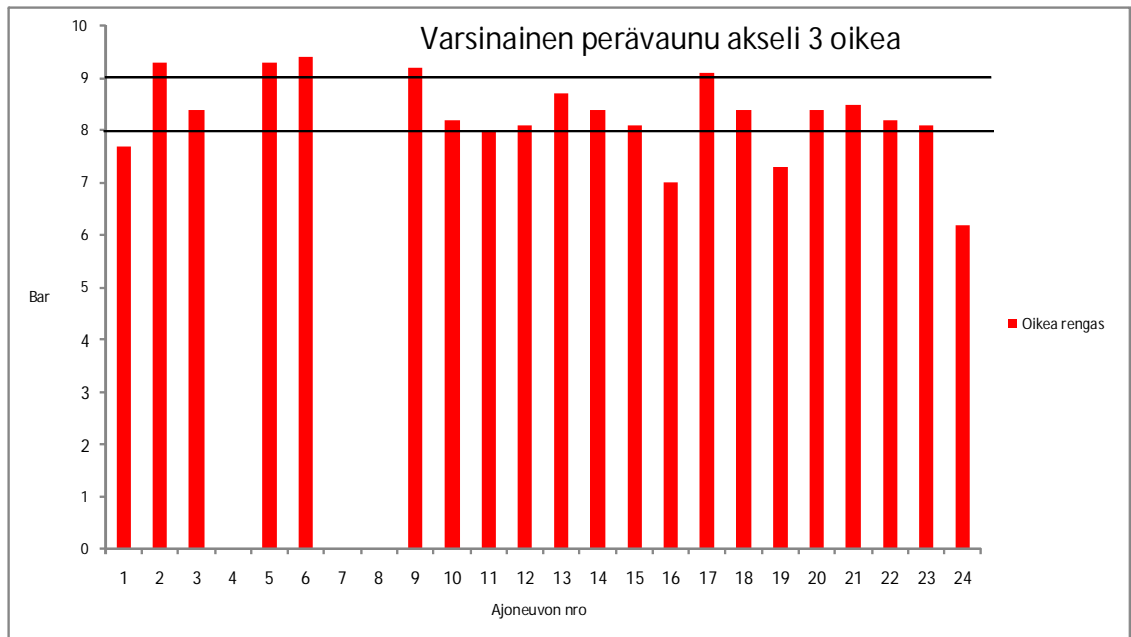
### Puoliperä akseli 2 vasen

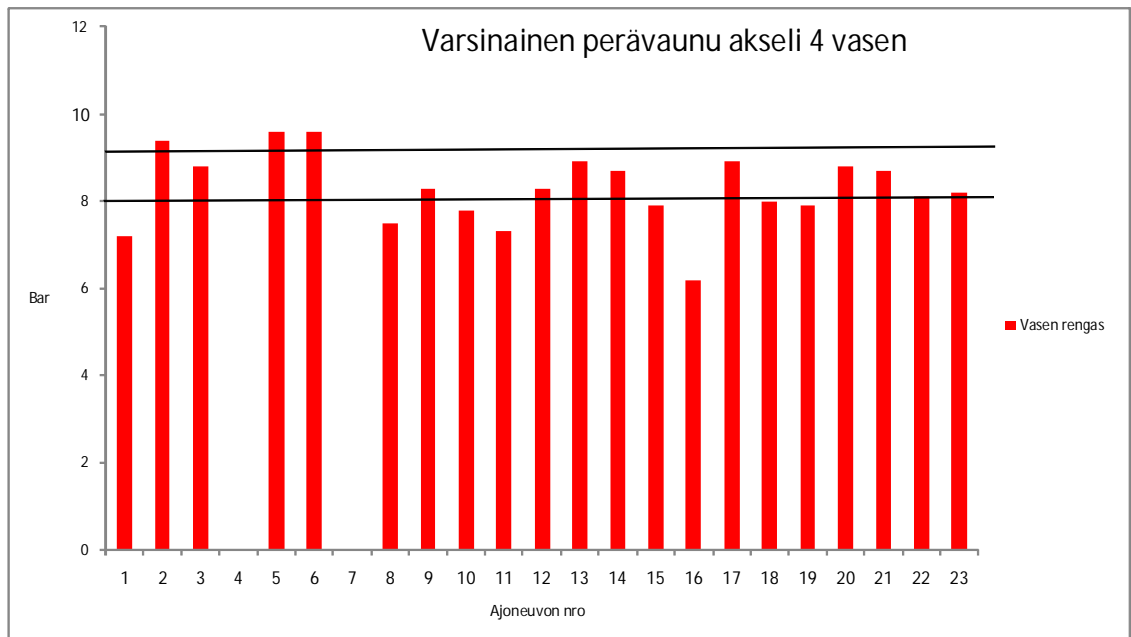
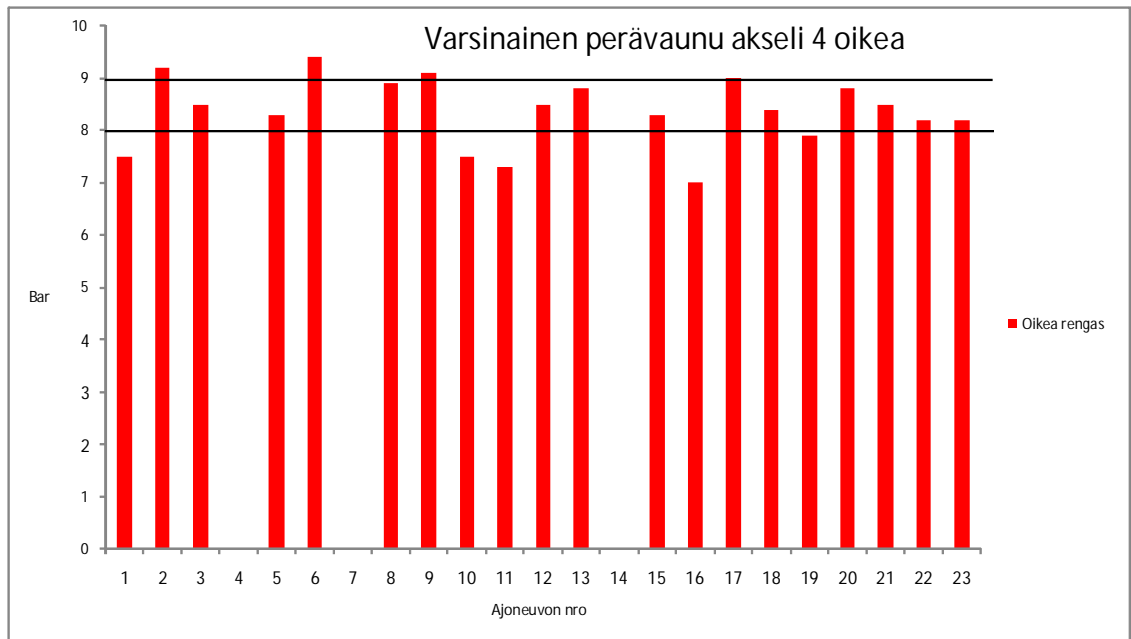


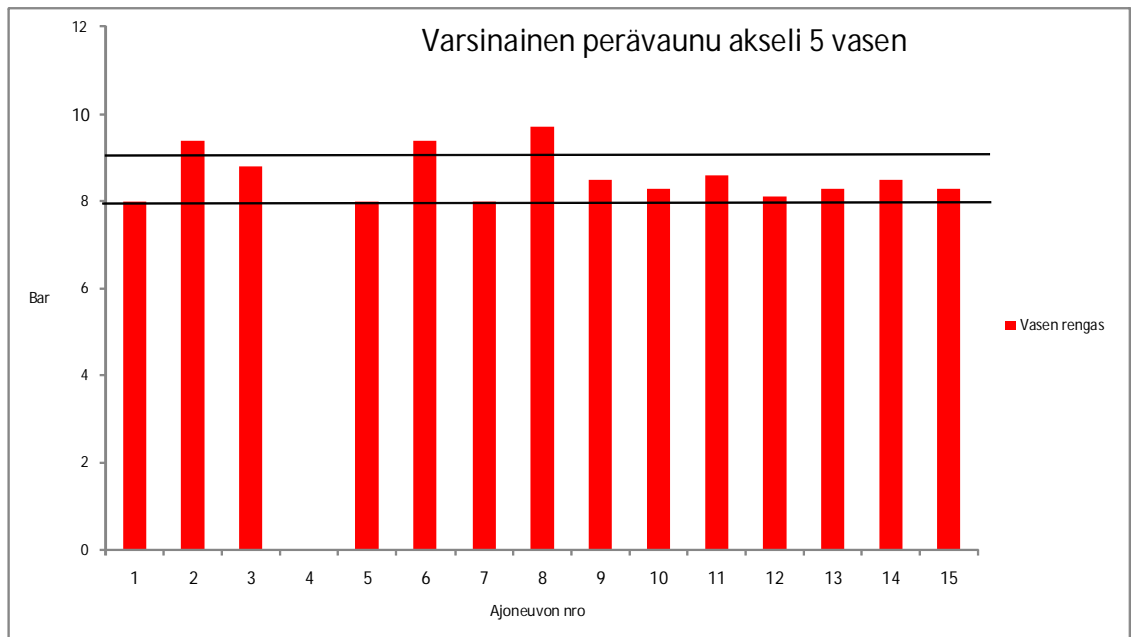
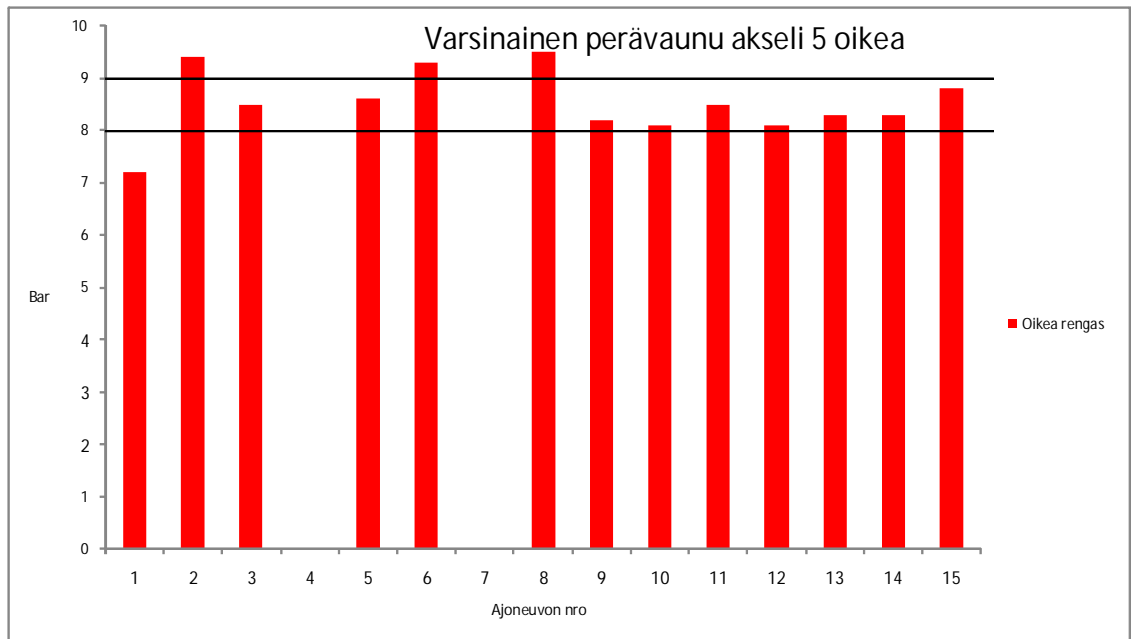




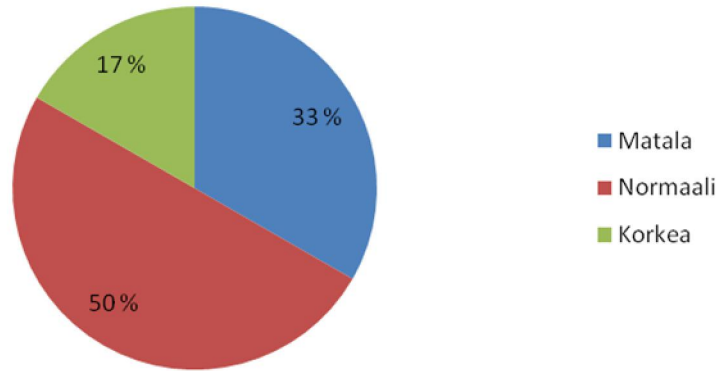




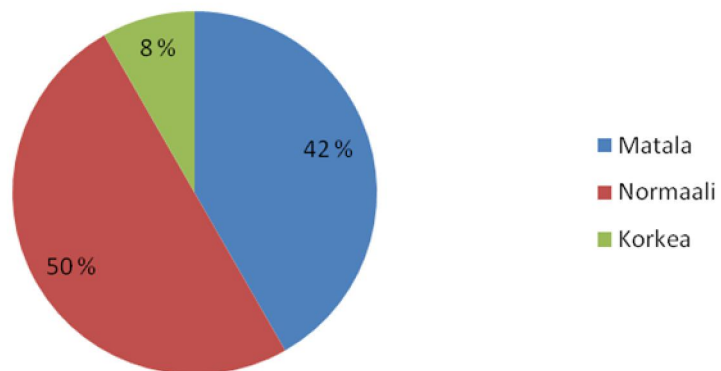




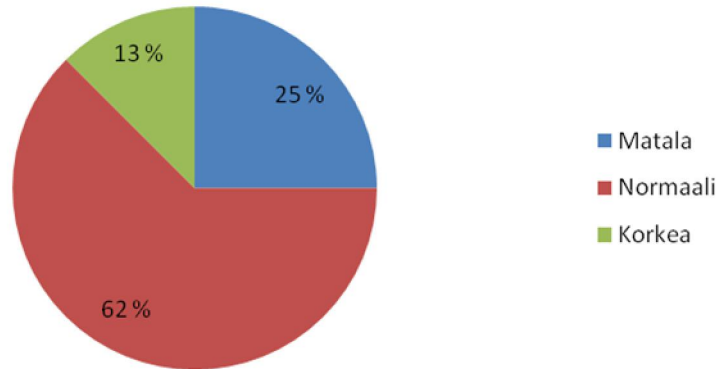
### Varsinainen perävaunu akseli 1 oikea



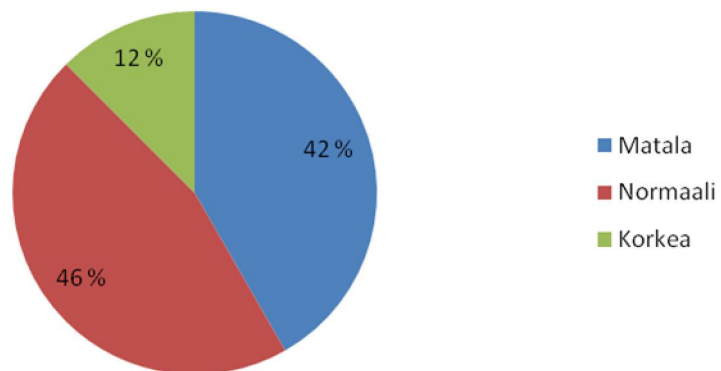
### Varsinainen perävaunu akseli 1 vasen



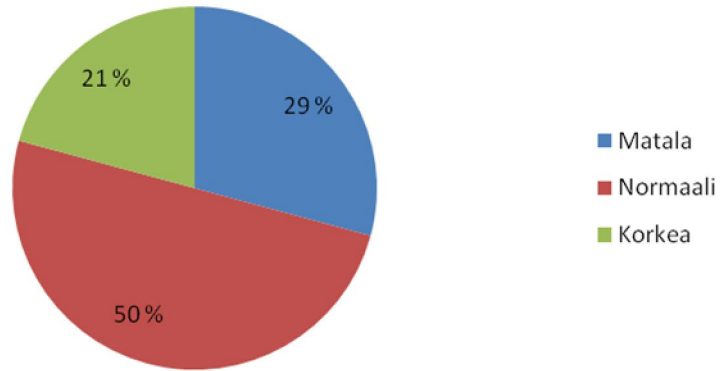
### Varsinainen perävaunu akseli 2 oikea



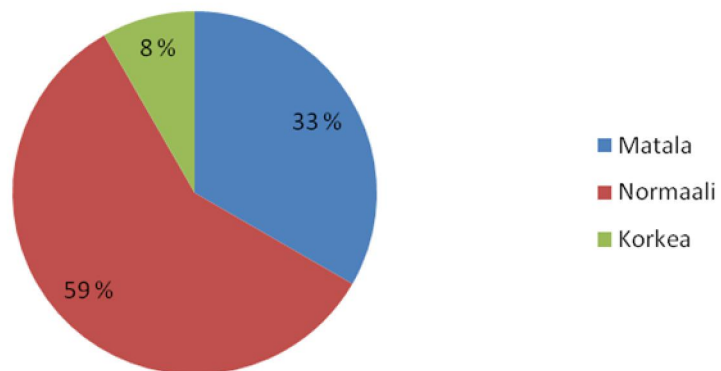
### Varsinainen perävaunu akseli 2 vasen



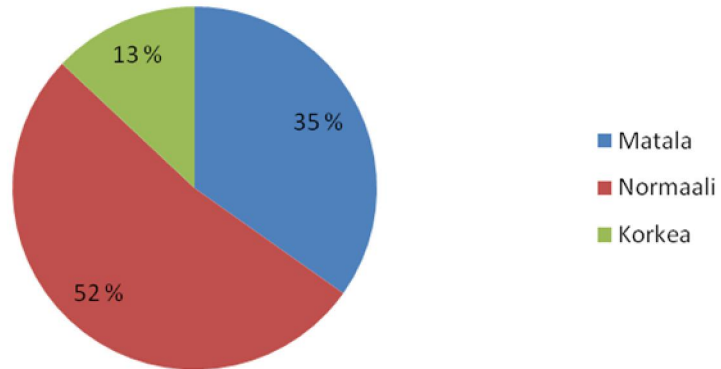
### Varsinainen perävaunu akseli 3 oikea



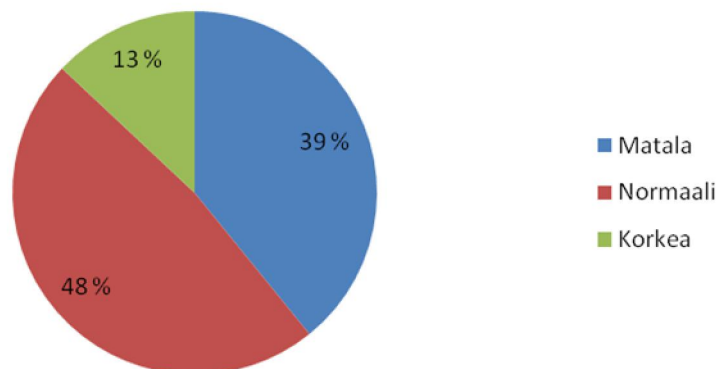
### Varsinainen perävaunu akseli 3 vasen



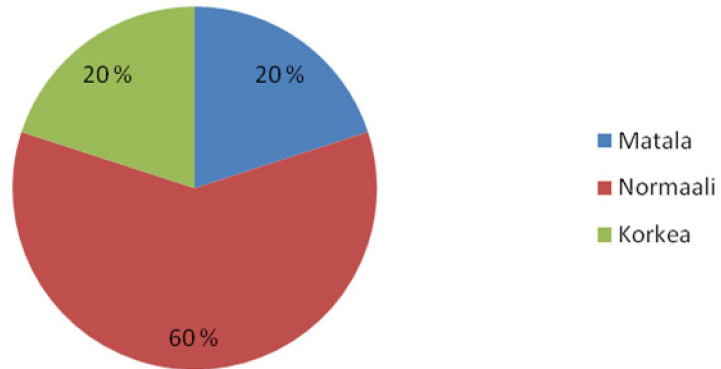
### Varsinainen perävaunu akseli 4 oikea



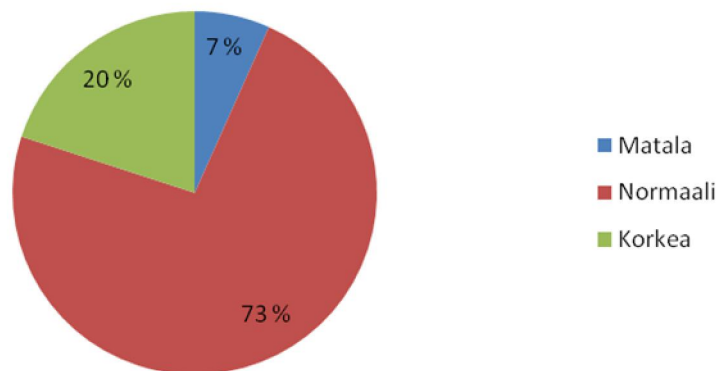
### Varsinainen perävaunu akseli 4 vasen



### Varsinainen perävaunu akseli 5 oikea



### Varsinainen perävaunu akseli 5 vasen





Mittauspöytäkirjan numero \_\_\_\_\_

Paikka \_\_\_\_\_

Päivämäärä \_\_\_\_\_

Kellonaika \_\_\_\_\_

Ulkolämpötila \_\_\_\_\_ °C

Säätila \_\_\_\_\_

Yrityksen edustaja \_\_\_\_\_ Mittaaja \_\_\_\_\_

Nimen selvennys \_\_\_\_\_

		5	9		13	17		21	25	
1	3	6	10		14	18		22	26	29

<b>VETOAUTO</b>
_____
_____
_____

<b>PERÄVAUNU</b>
_____
_____
_____

2	4	7	11		15	19		23	27	30
		8	12		16	20		24	28	

**Muita havaintoja**


---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**Paljonko rengaspaineiden pitäisi olla?**
**Mikä on maksimikuorma?**
**Kenen vastuulla paineiden tarkastus on?**



**WONDER**

**MADE IN ITALY**



WONDER S.p.A.  
Via N. Sauro, 12  
26100 CREMONA (ITALY)  
Tel. +39 0372 421811  
Fax +39 0372 24334

http://www.wonder-italia.it  
E-mail: info@wonder-italia.it

Uffici: Via Boschetto, 10  
Magazzini: Via Cascina S. Elena, 4  
(Zona Boschetto)

**ACCURACY CERTIFICATE**  
**ATTESTATION DE VERIFICATION**

- Reference : European Directive 86/217/EEC ; Norme UNI EN 12645  
*Référence* : *Directive Européenne 86/217/EEC* ; *UNI EN 12645 Norm*

- Device : Inflator gauge EURODAINU N. 1991 CEE  
*Type d'appareil* : *Pistolet de gonflage EURODAINU N. 1991 CEE*

- Pressure range : 0.7-12 BAR  
*Plage d'utilisation*

- Model approval certificate : N° LNE-14450 rev 0 dated 22/10/2008  
*Certificat d'approbation de modèle* : *N° LNE-14450 rév 0 du 22/10/2008*

- Measured pressures (BAR) : 2-6-10  
*Valeurs vérifiées (BAR)*

- Maximum permissible errors :  
*Tolérances*

± 0.08 BAR up to 4 BAR included jusqu'à 4 BAR inclus	± 0.16 BAR from 4 to 10 BAR included de 4 à 10 BAR inclus	± 0.25 BAR from 10 to 12 BAR de 10 à 12 BAR
--	---	---

- Master gauge : error less than 1/4 of the maximum permissible errors. Accuracy checked  
*Manomètre de contrôle* : *error less than 1/4 of the maximum permissible errors. Accuracy checked via a system of calibration which includes our Dead Weight Pressure Tester model TPLG040U serial number 93E026 calibration certificate SIT06.054. tolérance inférieure à 1/4 des erreurs maximales. Exactitude vérifiée par un système d'étalonnage qui comprend un banc à poids modèle TPLG040U numéro de série 93E026 certificat de calibration SIT06.054.*

- Inflator gauge serial number : **089312118**  
*Numéro de série de l'appareil*

This certificate guarantees initial gauge accuracy. It is recommended to periodically check gauges in service.  
*Ce certificat garantit l'exactitude en sortie d'usine. Il est recommandé de contrôler périodiquement les appareils en service.*

Date : **25/08/2009**  
*Date*

Operator n° : **86**  
*Operateur n°*

Control Chief  
Le Responsable du contrôle  
*Alberto Dall'Olmo*

Points 1 and 4 are applicable to gauges BAR graduated only.  
*Les points 1 et 4 ne s'appliquent qu'aux appareils gradués en BAR seulement.*