

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Auto- ja korjaamotekniikka

Tutkintotyö

Tuomo Sivula

RASKAAN KALUSTON AKSELISTOSUUNTAUKSET JA SUUNTAUSTÖIDEN LISÄÄMINEN RASKONEEN TAMPEREEN KORJAAMOLLA

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Tampere 2006

Tekn. Lis. Tauno Kulojärvi

Raskone Oy Tampere, valvojana korjaamopäällikkö autoinsinööri

Janne Kokkarinen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikka

Auto- ja korjaamotekniikka

Sivula, Tuomo

Raskaan kaluston akselistosuuntaukset ja suuntaustöiden lisääminen
Raskoneen Tampereen korjaamolla

Tutkintotyö

33 sivua + 9 liitesivua

Työn ohjaaja

Tekn. Lis. Tauno Kulojärvi

Työn teettäjä

Raskone Oy Tampere, valvojana korjaamopäällikkö autoinsinööri
Janne Kokkarinen

Heinäkuu 2006

Hakusanat

akselistosuuntaus, pyörän kulmat, Josam

TIIVISTELMÄ

Raskoneen Tampereen korjaamolla on Josamin suuntauslaitteisto, jonka käyttö vuoden aikana on vähäistä. Suuntauslaitteiston riittävän käyttöasteen ja akselistosuuntaustöiden lisäämisen kannalta asentajien koulutuksen ja mainonnan tulee olla riittävää. Tämän työn tavoitteena on ollut tutkia eri vaihtoehtoja akselistosuuntauksen myynnin lisäämiseksi korjaamolla sekä tutustua akselistosuuntaukseen työssä.

Tässä työssä on esitelty tärkeimpien eri pyörän kulmien vaikutus ajoneuvon käyttäytymiseen ajettaessa sekä esimerkki siitä, kuinka varsinaisen perävaunun akselistosuuntaus tehdään. Suoritettujen akselistosuuntausten tuloksia verrataan akselivalmistajan antamiin ohjearvoihin, ja työssä on lisäksi esitetty korjaamon merkkiedustukseen kuuluvien autojen pyörän kulmien ohjearvot sekä yleisimmin korjaamolla esiintyvien perävaunuakselien valmistajien ohjearvot. Mainonnan osalta on pohdittu eri mainontatapojen kustannuksia ja eri tapojen soveltuvuutta akselistosuuntaustyön markkinointiin. Akselistosuuntaustyön osalta korjaamon asentajille tehtiin kysely siitä, kuinka moni osaa tehdä akselistosuuntauksen; samalla kysyttiin yleistä osaamista ja kiinnostusta akselistosuuntaustöihin. Työssä on myös tutkittu, mitä edellytyksiä korjaamolta vaaditaan akselistosuuntaustöiden lisäämiseksi, ja kannattaako korjaamon erikoistua akselistosuuntauksiin. Akselistosuuntauksen lisäämisen edellytyksiä on mainonnan ja asentajien koulutuksen lisääminen.

Korjaamolla tehdyn kyselyn perusteella akselistosuuntauksen osaavien asentajien määrä on vähäinen, jolloin koulutusta Josamin suuntauslaitteiston käyttöön ja akselistosuuntaustöihin tulee lisätä. Tehdyn kyselyn perusteella korjaamon asentajat ovat yleisesti kiinnostuneet akselistosuuntaustyöstä ja myöskin halukkaita saamaan koulutusta siihen työhön. Myös työn mainontaa tulisi lisätä, jotta asiakkaat tulisivat tietoisiksi palvelun tarjonnasta.

TAMPERE POLYTECHNIC

Automobile and Transport Engineering

Automobile and Garage Engineering

Sivula, Tuomo

Heavy vehicles axle alignment and axle alignment works increasing in Raskone garage in Tampere

Engineering Thesis

33 pages, 9 appendices

Thesis Supervisor

Lic. Tech. Tauno Kulojärvi

Commissioning Company

Raskone Oy Tampere, Garage Supervisor automotive engineer
Janne Kokkarinen

July 2006

Keywords

axle alignment, wheel angle, Josam

ABSTRACT

In the garage of Raskone in Tampere there is a Josam's alignment instruments, the use of which during the year is minor. To increase the use of the alignment instruments and the amount of axle alignment work, the mechanics' education and the advertising has to be sufficient. The aims of this work have been to explore different options to increase the sale of axle alignment in the garage and to get to know to the axle alignment as a work.

The effect of the most important wheels to the behaviour of the vehicle while it is driven and an example of how the axle alignment is done to the actual trailer are introduced in this work. The results of the axle alignment done are compared to the base values given by the axle producer. In addition the base values of the wheel angles of the cars that belong to the brand presentation of the garage and the base values of the most common trailer axles in the garage are introduced in the work. About the advertising the costs of different ways of advertising are discussed and how those ways fit in advertising axle alignment works. All the mechanics in the garage were asked if they knew how to do the axle alignment. In the same time the general skills and interests were examined. It is also examined what it requires to increase the amount of axle alignment works and whether it is supportive for the garage to specialize in axle alignment. Requirements are mechanics' education and the increasing of advertising.

According to the investigation made in the garage, the number of mechanics who can do the axle alignment is small. In that case education about the Josam's alignment instruments and axle alignment works needs to be increased. The investigation tells also that the mechanics in the garage are generally interested in axle alignment work and willing to have education. Also the amount of advertising should be increased to make the customers aware about the service in question.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	5
2 AKSELISTOSUUNTAUKSEN TEORIAA	6
2.1 Pyörän kulmat	6
2.2 Akselistosuuntaus	12
2.3 Mittaustulokset	16
2.4 Pyörän kulmien ohjearvoja	19
2.5 Akselistosuuntauksen vaikutukset	21
3 MARKKINOINTI	24
3.1 Sisäinen markkinointi	25
3.2 Mainonta	28
4 AKSELISTOSUUNTAUSTÖIDEN LISÄÄMISEN EDELLYTYKSET	30
5 YHTEENVETO	31
LÄHDELUETTELO	34
LIITTEET	
1-2 Mittauspöytäkirja	
3-7 Iveco- ja Man-pyörän kulmien ohjearvoja	
8 Josamin Excel-laskuri	
9 Kyselypohja	

1 JOHDANTO

Raskone Oy:n Tampereen raskaan kaluston korjaamo sijaitsee Multisillassa. Korjaamolla on 25 asentajaa ja 8 toimihenkilöä ja korjaamolla on valtuutettu merkiedustushuolto seuraaville merkeille: Focolift, Frimokar, Hiab, Iveco, James, Knorr-Bremse, Konvekta, MAN, Norba, Närko, Vammas ja Wabco-service.

Korjaamolle on hankittu vuonna 2000 Josamin pyörän kulmien ja akseleiden suuntauslaitteisto. Tällä hetkellä korjaamolla olevalla Josamin suuntauslaitteistolla ei ole paljoakaan käyttöä. Suuntauslaitteisto maksaa uutena noin 16 800 € ja vuoden aikana noin 50 käyttökertaa on aivan liian vähän laitteen kustannusten kuolettamiseksi. Korjaamon pitää löytää uusia keinoja saada lisää akselistosuuntausten tarkastus- ja säätötöitä sekä tutkia mahdollisuuksia erikoistua akselistosuuntaustöihin.

Tämän työn tavoitteena on tutkia akselistosuuntaustöiden lisäämisen mahdollisuuksia ja mahdollisesti niiden tekemiseen erikoistumista sekä kartoittaa eri markkinointimahdollisuudet. Lisäksi tavoitteena on tutkia, miten akselistosuuntaustyö saataisiin asiakkaiden tietoon nykyistä paremmin. Näin saataisiin korjaamolle lisää akselistosuuntaustöitä.

Yhtenä markkinoinnin osa-alueena on korjaamon sisäinen markkinointi, jossa selvitetään, kuinka hyvin asentajat tietävät, miten akselistosuuntaus tehdään ja kuinka paljon asentajat tietävät akselistosuuntauksesta.

Lisäksi tästä työstä on tarkoitus tehdä oma versio korjaamon asentajille, jota voidaan käyttää koulutusmateriaalina ja akselistosuuntaustyöohjeena.

2 AKSELISTOSUUNTAUKSEN TEORIAA

Korjaamalla oleva akselistosuuntauslaitteisto on JOSAM truckalinger, joka on suunniteltu nopeakäyttöiseksi raskaan kaluston suuntauslaitteistoksi. Laitteistossa käytetään akseleiden ja pyörien suuntauksessa ajoneuvon geometristä keskilinjaa vertailulinjana. /3, s. 1/

Laitteiston toiminta perustuu ajoneuvon vanteeseen kiinnitettävän mittapään mittatauluille lähettämään lasersäteeseen. Mittataulut sijoitetaan ajoneuvon jokaiseen kulmaan. Mittatauluista lasersäde heijastuu takaisin mittapään vastaanottimelle. Vastaanotin muuttaa vastaanottamansa lasersäteet erillisen mittalaitteen näytön lukemaksi. Varsinainen mittausohjelmisto asennetaan mittalaitteelle, joka käsittelee mittaustuloksia ja jonka valikosta valitaan kulloinkin tehtävät mittaukset. Laitteistolla saadut mittaustulokset voidaan tulostaa joko numeerisessa tai graafisessa muodossa. /3, s. 1,2/

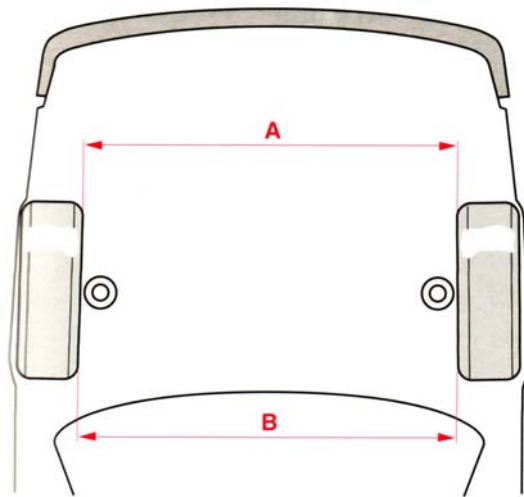
Mittauslaitteistoon kuuluvat seuraavat osat:

- kaksi mittapäätä
- mittalaite
- neljä mittapään kiinnitintä, jotka asennetaan vanteisiin
- neljä mittataulua
- ripustinvarret, joihin mittataulut asennetaan
- mittataulukkiinnitin täys- ja puoliperävaunujen mittaamiseen

/3, s.1/

2.1 Pyörän kulmat

Tässä kappaleessa käsitellään ne pyörän kulmat, jotka tulevat esille tämän työn eri vaiheissa, ja näiden lisäksi kaksi muuta pyörän kulmaa (caster ja KPI), jotka vaikuttavat olennaisesti ajoneuvon ajo-ominaisuuksiin. Näiden pyörän kulmien käsittely tässä vaiheessa auttaa lukijaa ymmärtämään myöhemmin työssä esiintyvien pyörän kulmien merkityksen ajoneuvolle. Kaikkia pyörän kulmia ei käsitellä, koska niiden käsittely ei tässä kappaleessa ole olennaista työn kannalta.

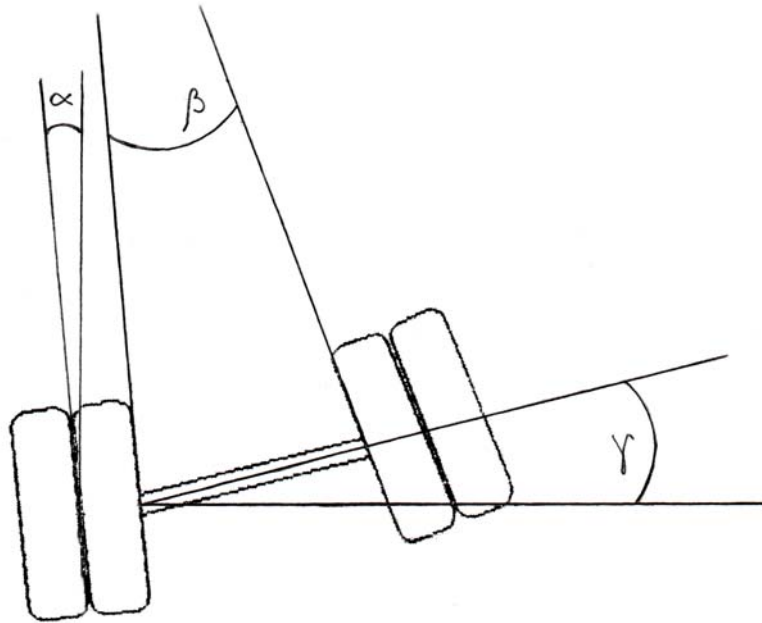


Kuva 1 Auraukset /1/

Auraukset ja haritus tarkoittaa pyörien pitkittäisvinoutta auton pituusakseliin nähden. Se mitataan samalla akselilla samalta korkeudelta etu- ja takareunalla. Aurauksessa renkaat suunnataan, siten että ajosuunnassa renkaiden etureunat ovat lähempänä toisiaan kuin takareunat. Kuvan 1 mukaan auraukset on silloin, kun mitta A on lyhyempi kuin mitta B, ja vastaavasti haritusta silloin, kun mitta A on pidempi kuin mitta B. /1, s. 125/

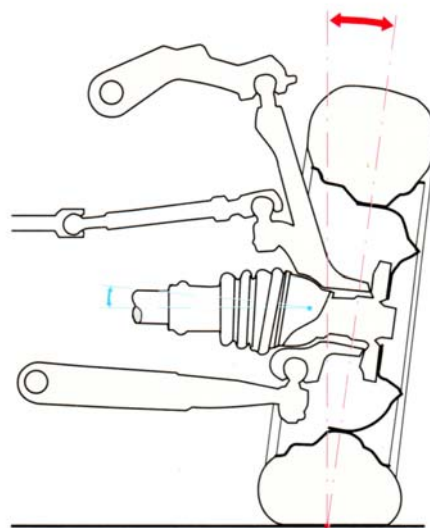
Aurauksen tarkoituksena on saada renkaat pyörimään yhdensuuntaisina ajon aikana, jotta renkaat kuluisivat mahdollisimman vähän. Ajon aikana camber-kulma yhdessä vierintävastuksen kanssa pyrkii kääntämään rengasta ulospäin. Aurauksikulma helpottaa myös ohjauksen palautumista pienillä, aurauksikulman suuruusluokkaa olevilla kääntökulmilla. /1, s. 125/

Tässä työssä, aurauksesta puhuttaessa, tarkoitetaan yhden pyörän auraukset. Kokonaisauraukset taas tarkoittaa ajoneuvon molempien puolien pyörien aurauksien summaa. Akseliasento tarkoittaa akselin asentoa geometrisen keskilinjan kohtisuoraa nähden.



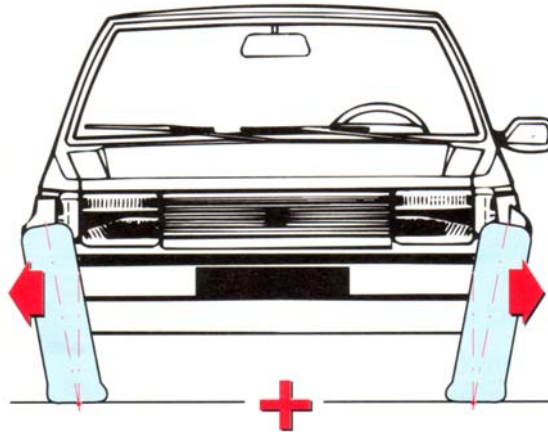
Kuva 2 Akselin pyörän kulmat

Kuvassa 2 on esitetty yhden akselin pyörän kulmat ylhäältä katsottuna. Kulma α on yhden pyöräparin aorauskulma, kulma β on kokonaisaorauskulma ja kulma γ akseliasennon kulma.



Kuva 3 Camberkulma eli renkaan sivukallistuma /1/

Camber-kulma eli renkaan sivukallistuma on renkaan pystysuuntaisen keskilinjan ja pystysuoran välinen kulma kuvan 3 mukaan. Camber-kulman arvo on positiivinen silloin, kun renkaiden yläreunat ovat kääntyneet ulospäin kuvan 4 mukaan. Vastaavasti camber-kulman arvo on negatiivinen, kun renkaiden yläreunat ovat sisäänkäänneinä. /1, s. 122/

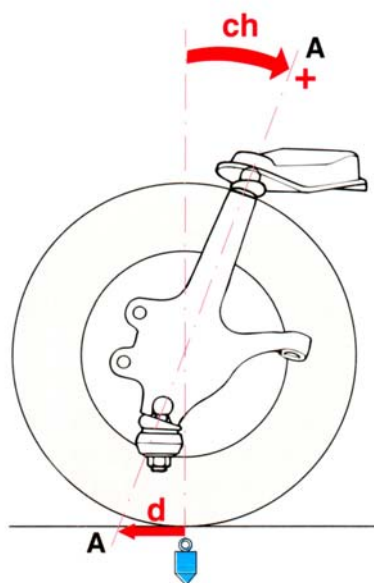


Kuva 4 Positiivinen camber-kulma /1/

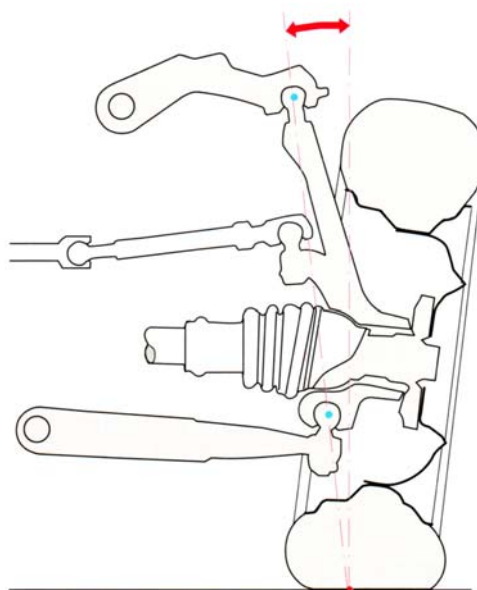
Camber-kulma ei yksinään vaikuta ajo-ominaisuuksiin, vaan sen vaikutus yhdistyy muiden kulmien kanssa. Kaarreaajossa negatiivisella camber-kulmalla saavutetaan hyvä renkaan sivuttaispitokyky, ja positiivisella arvolla sivuttaispitokyky heikenee. Kun camber-kulma on positiivinen, niin kuormituksen kasvaessa kulma pienenee ja renkaan epätasainen kuluminen vähenee, liian suuri camber-kulma lisää voimakkaasti renkaan kulumista. Positiivinen camber-kulma vähentää tien epätasaisuuksista johtuvia ohjauslaitteisiin kohdistuvia värinöitä. Positiivinen camber-kulma aiheuttaa renkaan pintaan esijännitystä, joka poistaa laakerivällyksistä johtuvia haittoja. /1, s. 122/

Caster-kulma (kuva 5) on olkatapin takakallistuman ja pystysuoran välinen kulma, kun autoa katsotaan sivustapäin. Caster-kulma on positiivinen silloin, kun olkatappi on vinossa taaksepäin ja vastaavasti negatiivinen silloin, kun olkatappi on yläpäätänsä vinossa eteenpäin. /1, s. 123/

Casterin ollessa positiivinen leikkaa olkatapin jatke maanpinnan tason renkaan ja maanpinnan kosketuskohdan etupuolella. Niin sanottu pianonjalkarakenne saa aikaan kaarreaajossa palautusmomentin, joka oikaisee pyörät kulkusuuntaan, kun irrotetaan ote ohjauspyörästä. Positiivinen caster-kulma parantaakin auton suuntavakautta ja aikaansaa ohjauksen palautumisen suurilla kääntökulmilla. /1, s. 123/



Kuva 5 Caster-kulma /1/

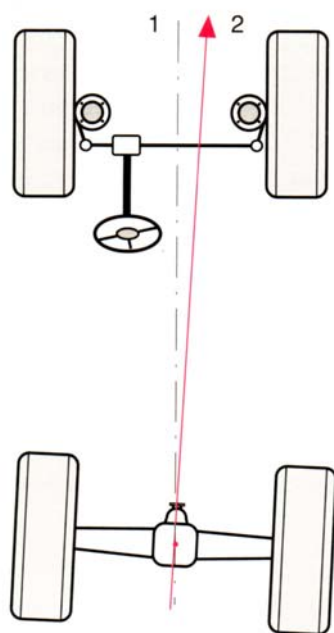


Kuva 6 Olkatapin sisäkallistuma eli KPI /1/

KPI (King Pin Inclination) eli olkatapin sisäkallistuma (kuva 6) on olkatapin ja pystysuoran välinen kulma, kun autoa katsotaan edestä päin. /1, s. 124/

KPI:llä on suuri merkitys auton ohjauksen kannalta, sillä sen vaikutus ohjauksen palautuvuuteen on suuri pienillä kääntökulmilla. Kun suoraan ajettaessa käännetään rattia, niin KPI:n vaikutuksesta auton kori nousee ylöspäin. Kun ratista päästetään irti, niin auton paino kääntää renkaat suoraan. /1, s. 124/

Kulkukulma on auton kulkusuunta, joka ei välttämättä ole sama kuin auton geometrinen keskilinja (kuva 7). Geometrinen keskilinja on auton keskellä oleva linja, joka on laskennallisesti auton keskellä pituussuunnassa. Kaksiakselisen auton kulkukulma määräytyy ei-ohjaavan akselin asennon perusteella; jos akseli ei ole täysin kohtisuorassa geometrisen keskilinjän suhteen, vaan poikkeaa tästä hieman, niin auton kulkukulma on eri kuin geometrinen keskilinja. Tällöin ajettaessa autolla, jonka etuakselin aeraus on säädetty geometristä keskilinjaa käyttäen ajetaan suoraan, niin auton ratti on hieman vinossa. Tämä ongelma poistuu, kun taka-akseli käännetään suoraan, jos se on mahdollista. /1, s. 129/



Kuva 7 Geometrinen keskilinja (1) ja kulkukulma (2) /1/

Koska JOSAM-suuntauslaitteistossa käytetään vertailulinjana ajoneuvon geometristä keskilinjaa, voidaan sitä hyvin käyttää raskaan kaluston suuntauksissa, koska kuorma-autoissa voidaan säätää myös taka-akselin asentoa toisin kuin useimmissa pakettiautoissa. Pakettiautoissa ja muissa autoissa, joissa taka-akselia ei pystytä suuntaamaan, tulisikin käyttää nelipyörsuuntauslaitteistoa, jossa etuakselin aeraus säädetään taka-akselin arvojen mukaan.

2.2 Akselistosuuntaus

Akselistosuuntauksen tekeminen alkaa sillä, että suunnattava ajoneuvo tai perävaunu, tässä tapauksessa neliakselinen varsinainen perävaunu, ajetaan tasaiselle ja vaakasuoralle alustalle mielellään huoltokuilulle. Alustan, tulee olla vaakatasossa, koska suuntauslaitteessa käytetään vesivaakoja, jolloin kalteva alusta vääristää tuloksia. Huoltokuilu on hyvä paikka suorittaa akselistosuuntaus, koska siinä pääsee hyvin ajoneuvon alle suorittamaan mahdollisesti tarvittavia säätötoimenpiteitä, ja huoltokuilussa olevalla nostimella voidaan nostaa mittauksen aikana akseleita ylös.

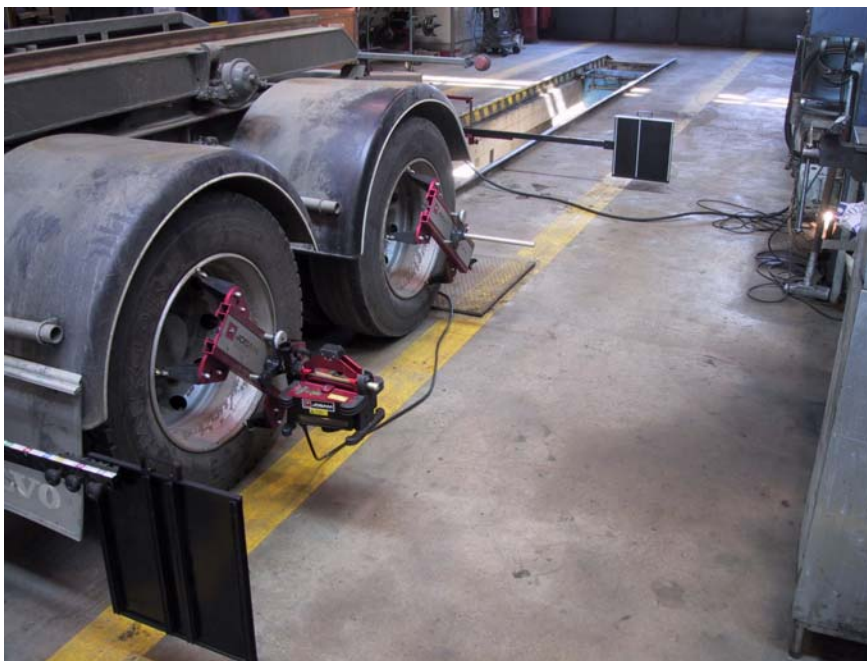
Ennen akselistosuuntauksen tekemistä pitää tarkistaa rengaspaineet, sekä kaikkien nivelien ja kumihelojen kunto, sillä ajan myötä kumi pehmenee ja kuluu. Väljät nivelet ja vialliset kumihelat tulee korjata ennen akselistosuuntauksen tekoa, sillä niiden vaikutuksesta akselit ja sen myötä renkaat pääsevät liikkumaan väärin asentoihin aiheuttaen virheellistä renkaan kulumista ja virheellistä kulkukulmaa.

Kun perävaunu on ajettu huoltokuilulle siihen asennetaan mittataulut. Ensin mitataan etummaisat akselit, jolloin mittataulut asennetaan ensin aisan vetosilmukkaan ja vetovaunun taakse vetovaunun runkoon. Mittataulut asennetaan siten, että ne ovat samalla etäisyydellä rungon pituussuunnassa ja samalla korkeudella. Tämän jälkeen mittataulut laitetaan vesivaa'an avulla vaakasuoraan. Kuvassa 8 on mittataulut asennettu varsinaisen perävaunun vetovaunun takapäähän.



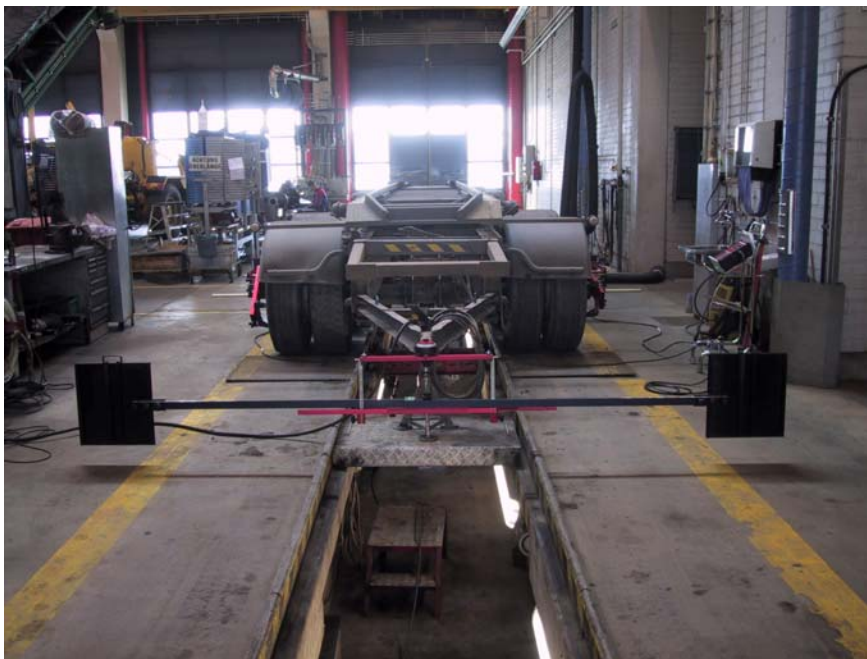
Kuva 8 Mittataulut asennettuna vetovaunun takapäähän

Mittataulujen asennuksen jälkeen laitetaan etuakseleiden molemmin puolin vanteisiin mittapäiden kiinnittimet ja niihin mittapäät kuvan 9 mukaisesti. Tämän jälkeen kuvan 10 mukaan vetosilmukkaan asennetut mittataulut säädetään mittalaitteen avulla siten, että mittataulut ovat 90° kulmassa rungon keskilinjaan nähden.



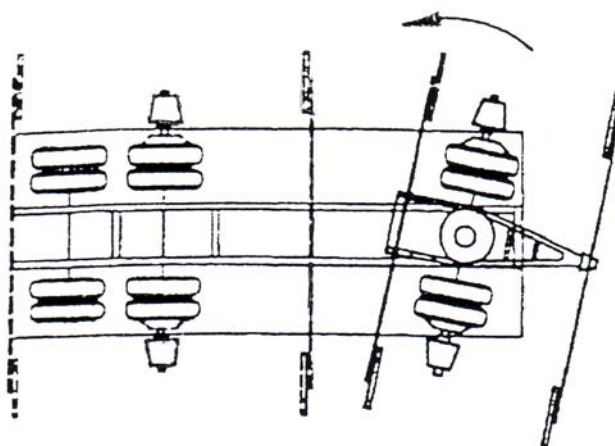
Kuva 9 Mittapäiden kiinnittimet asennettuna paikalleen

Kun mittataulut on säädetty oikeisiin asentoihin, aloitetaan suuntaus valitsemalla mittalaitteen valikosta ”mittaa varsinainen perävaunu /puoliperävaunu”. Tämän jälkeen nostetaan akseli ylös ja suoritetaan vanteenheiton kompensointi valitsemalla mittalaitteen valikosta ”suorita vanteenheiton kompensointi” ja seurataan mittalaitteen ohjeita. Vanteenheiton kompensoinnissa säädetään mittapäiden kiinnittimet siten, että niistä poistuu sivuttainen heitto.



Kuva 10 Mittataulujen asennus vetosilmukkaan

Kun etuakseleiden molempien puolien pyörille on suoritettu vanteenheiton kompensointi, pidetään mittapäät samalla akselille ja valitaan mittalaitteesta ”mittaa pyörän kulmat”. Tämän jälkeen mittalaite mittaa kyseisen akselin pyörän kulmat ja akselin asennon. Kun ensimmäinen akseli on mitattu tehdään samat mittaustoimenpiteet seuraavalle akselille. Kun vanteenheiton kompensointi on tehty molempien akselien mittapäiden kiinnittimille, voidaan pyöränkulmat mitata missä järjestyksessä tahansa, koska mittalaite laskee akselin etäisyyttä mittatauluihin ja sijoittaa mitatun akselin tuloksissa oikealle paikalleen.



Kuva 11 Mittauslaitteiden siirto etuakselilta taka-akseleille

Kun molemmat etuakselit on mitattu, irrotetaan mittataulut vetovaunusta ja vetosilmukasta ja siirretään ne perävaunun runkoon (kuva 11), kahden viimeisen ak-

selin etu- ja takapuolelle kuvan 12 mukaan. Tämän jälkeen voidaan tehdä kahdelle viimeiselle akselille vanteenheiton kompensoinnit ja pyörän kulmien mittaukset. Kun kaikkien akselien molemmat puolet on mitattu ja jos kaikki saadut mittaustulokset ovat hyväksyttäviä eikä tehdä säätöjä, voidaan tulostaa liitteiden 1 ja 2 mukainen mittauspöytäkirja. Jos taas joudutaan tekemään säätöjä, tulostetaan mittauspöytäkirja jossa on mittaustulokset ennen säätöä ja säädön jälkeen.



Kuva 12 Mittataulut ja mittapäiden kiinnittimet taka-akseleilla

Jos mitatut arvot eivät ole hyväksyttäviä, tulee tehdä säätöjä, jotka kuitenkin ovat hyvin rajalliset jäykissä akseleissa. Varsinaisissa perävaunuissa ja puoliperävaunuissa sekä vetoautojen ei-ohjaavissa akseleissa voidaan akseleita kääntää kokonaisuudessaan rungon keskilinjaan nähden pituussuunnassa. Tällöin muuttuvat akselin asento ja auraus. Akselia käännettäessä toisen puolen pyörien auraus muuttuu negatiiviseen suuntaan ja toisella puolella positiiviseen suuntaan. Akselia käännettäessä akselin toisen puolen tuenta on kiinteä ja toisella puolella on säätömahdollisuus rungon suhteen pituussuunnassa. Säätötapa vaihtelee akselinvalmistajan ja perävaunun tai vetoauton rakenteen mukaan.

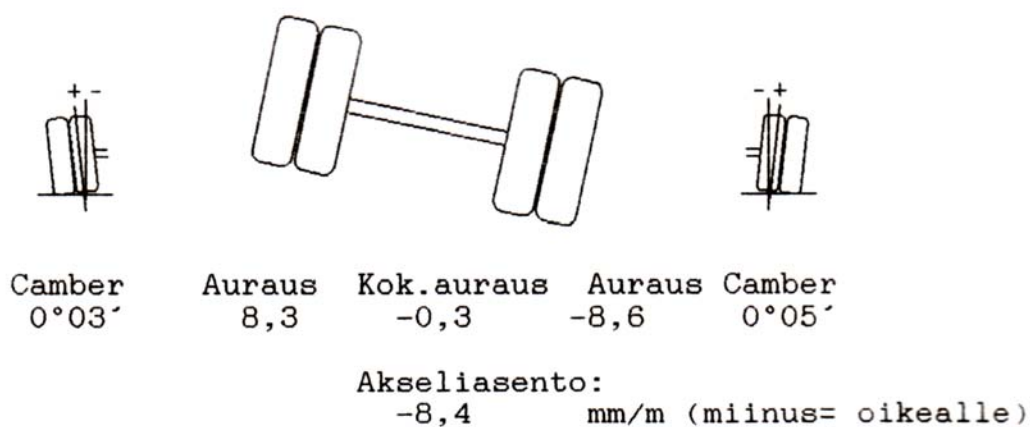
Tässä esimerkkisuuntauksessa käytetyssä perävaunussa oli SAF:n valmistamat ilmajousitetut akselit, joissa säätö tapahtuu löysäämällä akselin U-pultteja ja vetämällä akselia haluttuun suuntaan esimerkiksi taljan avulla. Akselistosuuntauksessa virheellistä aurausta voidaan säätää kääntämällä akselia. Jos renkaissa on virheellinen camber-kulma, se johtuu akseliputken taipumisesta. Tällöin säätö täytyy suorit-

taa kuumentamalla akselia punahehkuseksi ja taivuttamalla sitä tarvittavaan suuntaan.

2.3 Mittaustulokset

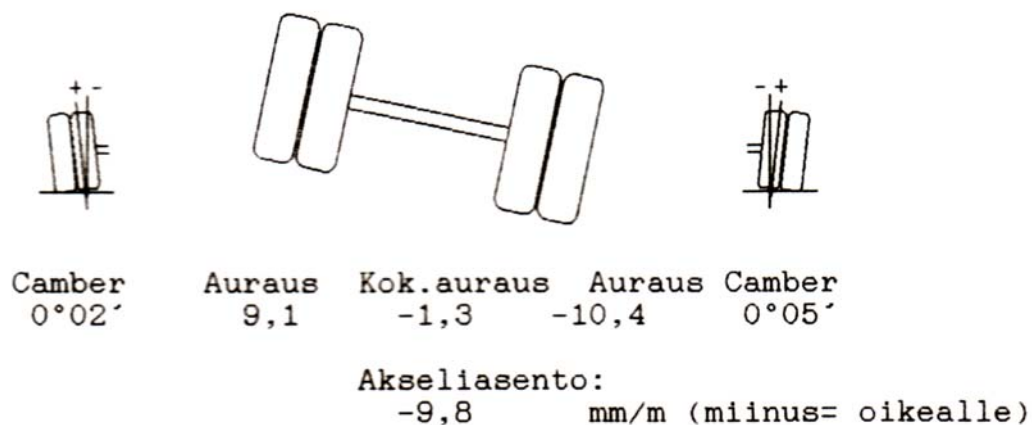
Liitteinä 1 ja 2 oleva mittauspöytäkirja on graafinen esitys mitatuista arvoista. Mittauspöytäkirjan kuvat ovat hieman liioiteltuja, mutta niistä saa hyvän käsityksen siitä mihin suuntaan akselit ovat kääntyneet.

Tässä tehdyssä mittauksessa molemmat etuakselit ovat kääntyneet oikealle (kuvat 13 ja 14), ja ykkösakselin akseliasento on $-8,4$ mm/m ja kakkosakselin akseliasento on $-9,8$ mm/m. Miinusmerkkinen akseliasento tarkoittaa akselin kääntymistä rungon pituussuuntaan nähden oikealle ja vastaavasti positiivisella arvolla akseli on kääntynyt vasemmalle rungon pituussuuntaan nähden. Lukuarvot tarkoittavat sitä, kuinka monta millimetriä akseli on kääntynyt metrin matkalla runkoon nähden.



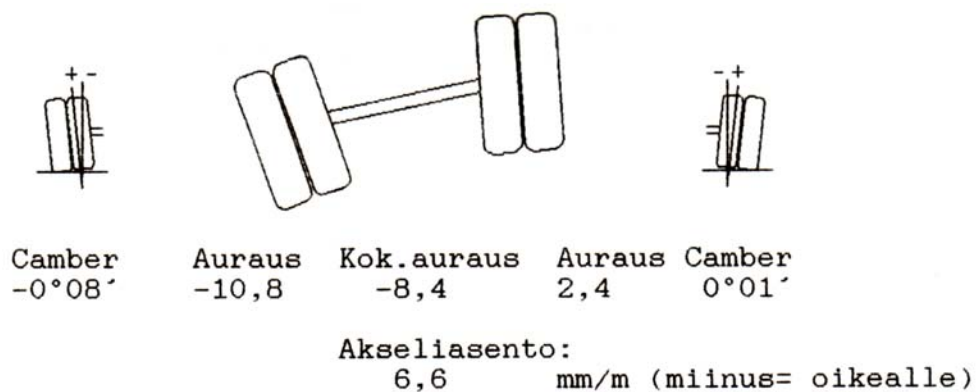
Kuva 13 Ensimmäisen akselin mitatut arvot

Molemmilla etuakseleilla kokonaisauraus on sallituissa rajoissa, mutta molempien akseleiden yksittäiset aurousarvot ovat liian suuria. Yksittäiset aurousarvot muuttuvat sen jälkeen, kun akselia on käännetty suurempaan. Aurauksen arvon yksikkö on [mm/m]. Vetovaunun akseleilla camber-arvot ovat valmistajan antamien ohjearvojen mukaisia.

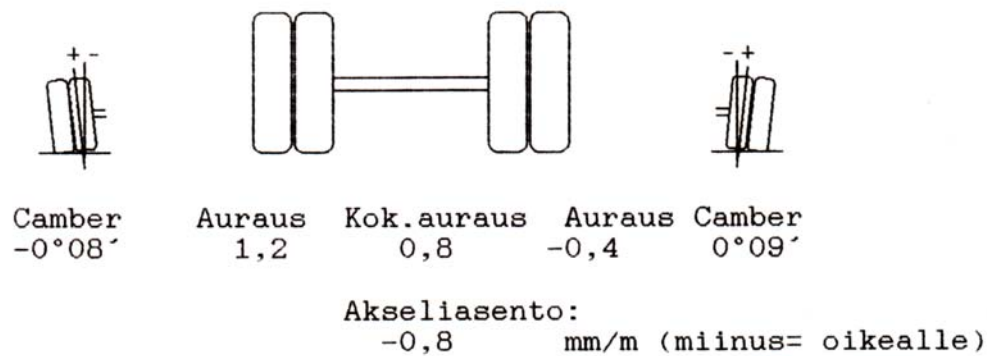


Kuva 14 Toisen akselin mitatut arvot

Perävaunun toiseksi viimeisessä akselissa (kuva 15) akseliasento on kääntynyt liikaa vasemmalle ja aurausarvotkaan eivät ole hyväksyttäviä. Toisaalta aurauksen arvo muuttuu, kun akselia käännetään. Viimeisellä akselilla (kuva 16) akseliasento on ohjearvossa, samoin auraus. Kolmannella ja neljännellä akselilla camber-arvot ovat ohjearvojen sallimissa rajoissa.

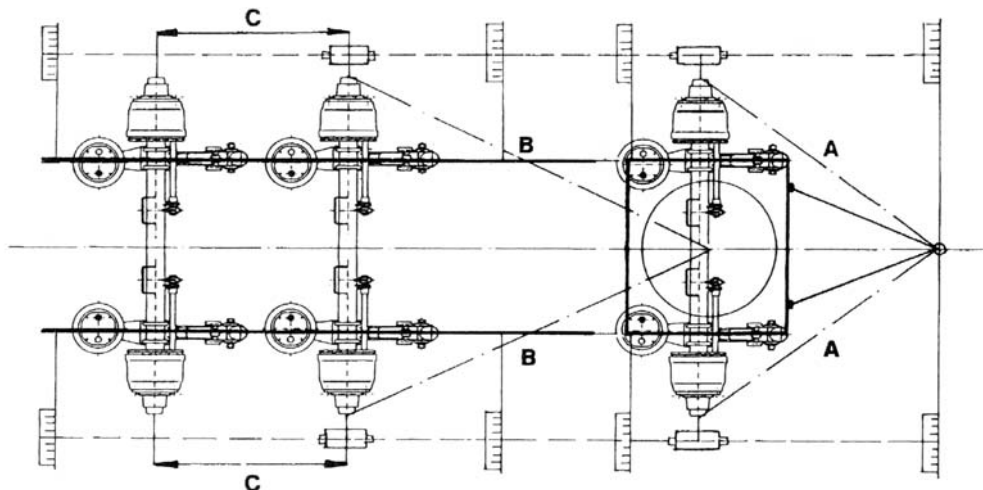


Kuva 15 Kolmannen akselin mitatut arvot



Kuva 16 Neljännen akselin mitatut arvot

Kuvassa 17 on esitetty SAF:n antamat ohjemitat ja ohjearvot akseleiden suuntauksessa varsinaiselle perävaunulle. Ohjemitat on tässä kuvassa annettu kolmeakselliselle varsinaiselle perävaunulle, mitattu perävaunu on neliakselinen, ja siinä täytyy mitta C mitata myös kahden ensimmäisen akselin väliltä.



Kuva 17 Mittauskohteet SAF:n varsinaisen perävaunun akseleiden suuntauksessa /5/

SAF:n antamat ohjearvot varsinaiselle perävaunulle ovat:

- A, B ja C maksimi mitta ero 1,0 mm
- Auras ± 12 min
- Camber ± 12 min

/5, s. 29/

Ilmajousitettujen akseleiden mittaaminen tapahtuu normaalissa ajokorkeudessa.

Koska aurauksen arvo on annettu minuutteina, pitää se muuttaa yksikköön mm/m. Ohjearvon muuttaminen onnistuu Josamin ohjeista löytyvällä seuraavalla kaavalla:

$$\text{minuutit} * \text{kerroin} = \text{auraus} \quad (1)$$

Josamin käyttämä kertoimen arvo on 0,286533. Tätä käyttämällä saadaan tulokseksi

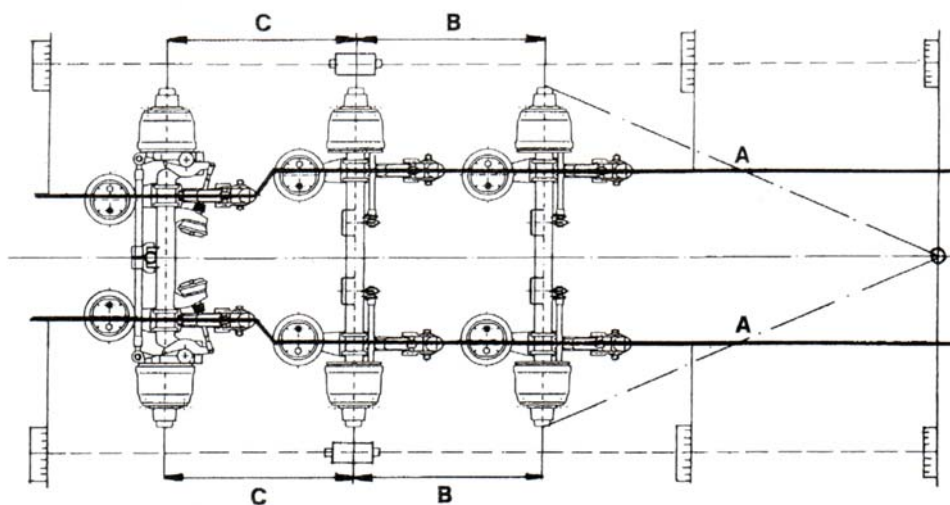
$$12' * 0,286553 = 3,4 \text{ mm/m}$$

Valmistajan käyttämä mittaustapa eroaa hieman siitä mittaustavasta, jota Josamin mittaustaitteisto käyttää. Josam ei käytä kääntökehän keskipistettä eikä vetosilmukan keskipistettä mittauspisteinä. Tästä huolimatta valmistajan antamia ohjearvoja voidaan käyttää vertailukohtana saatuihin mittaustuloksiin.

2.4 Pyörän kulmien ohjearvoja

Tässä kappaleessa olevia Ivecon ja MAN:n pyörän kulmien ohjearvoja tarkastellaan sen vuoksi, koska korjaamalla on näiden merkkien merkkiedustus. SAF:n ja BPW:n pyöränkulmatiedot on valittu sen takia, koska ne ovat yleisimmät korjaamalla esiintyvät perävaunujen akselimerkit.

Kappaleessa 2.3 on jo esitetty SAF:n ohjearvot varsinaiselle perävaunulle ja kuvassa 18 ohjearvot puoliperävaunulle, jossa viimeinen akseli on ohjaava. Tämä ohjearvo käy myös puoliperävaunulle, jossa ei ole ohjaavia akseleita.



Kuva 18 SAF:n ohjearvot puoliperävaunulle /5, s. 29/

SAF:n antamat ohjearvot ovat puoliperävaunulle:

- A, B ja C maksimi mitta ero 1,0 mm
- Auras ± 12 min
- Camber ± 12 min

/5, s. 29/

Jos akselit on varustettu ilmajousituksella, mitataan akselit normaalissa ajokorkeudessa.

Koska aurauksen arvo on annettu minuutteina, voidaan ne muuttaa yksikköön mm/m käyttäen aiemmin esitettyä kaavaa 1, jolloin aurauksen arvoksi saadaan 3,4 mm/m.

BPW ilmoittaa akseleiden pyöränkulmat hieman eri tavalla kuin SAF. BPW:n ohjearvot on esitetty taulukossa 1.

BPW antaa erillisen ohjearvon auraukselle, jos akselistosuuntaus tehdään käyttäen optisia mittalaitteita:

- vuonna 2004 tai aikaisemmin valmistettujen akselien aurauksen ohjearvo on 0...+6 mm/m
- vuodesta 2005 asti valmistettujen akselien aurauksen ohjearvo -1...+5 mm/m

/7/

Taulukko 1 BPW:n antamat pyöränkulmien ohjearvot /6/

Perävaunuakselit					
Akselirakenne		Camber [min]		Aurus [mm/m]	
		Nimellisarvo	Toleranssi max, min	Nimellisarvo	Toleranssi max, min
Akseliputki	Neliö/	17'	+ 25'	0	+ 5,0
	Pyöreä		+ 9'		-1,0
Massiiviakseli	Neliö/	0'	+ 4'		
	Pyöreä		- 4'		

Ivecon ja MAN:n pyöränkulmien ohjearvot on esitetty liitteissä 3-7.

2.5 Akselistosuuntauksen vaikutukset

Akselistosuuntauksella pystytään vaikuttamaan ennen kaikkea renkaiden kulumiseen ja vähentämään sitä sekä korjaamaan akselin virheellisestä asennosta johtuvaa virheellistä kulkukulmaa. Lisäksi akselistosuuntauksella voidaan vaikuttaa yleiseen liikenneturvallisuuteen, sillä vinossa olevat akselit saavat perävaunun kulkemaan vinossa, jolloin se vie enemmän tilaa leveys suunnassa maantiellä ja saattaa olla vaaraksi muulle liikenteelle.



Kuva 19 Virheellisistä rengaspaineista johtuva kuluminen /2/

Erilaisista virheellisistä kulumajäljistä renkaassa voidaan päätellä, mikä aiheuttaa virheellisen kuluman. Virheellinen kuluma voi myös johtua liian pienistä tai suurista rengaspaineista. Kuvassa 19 on esitetty virheellisestä rengaspaineesta johtuva kuluminen. Kuvan 19 vasemman puoleisessa renkaassa on käytetty liian suurta rengaspainetta, jolloin rengas kuluu keskikohdalta, ja vastaavasti oikean puoleisessa on ollut liian alhainen rengaspaine, jolloin rengas kuluu reunoilta. Kuvassa 20 on esitetty renkaan kuluminen silloin, kun siinä on virheellinen camber-kulma, tällöin rengas kuluu toiselta reunalta voimakkaasti.



Kuva 20 Virheellisen camber-kulman aiheuttama kuluminen /2/

Kuvassa 21 on kuva virheellisen aurasukulman aiheuttamasta kulumisesta. Liian suuri aeraus kuluttaa rengasta siten, että kuvion sisäreunaan tulee piikki. Liian suuri haritus taas aiheuttaa piikin kuvion ulkoreunaan.



Kuva 21 Virheellisestä aurasukulmasta johtuva kuluminen

Jos camber-kulma on voimakkaasti negatiivinen, se voi aiheuttaa laakerivaurioita koska tällöin pyörän navan ulompaan laakeriin kohdistuu enemmän rasitusta. Pyörän navassa ulompi kartiorullalaakeri on pienempi kuin sisempi, joka on suunniteltu ottamaan pääasiallinen akselinsuuntainen kuormitus vastaan.

Josamin tekemällä Microsoft Excel-laskurilla (liite 8) voidaan laskea; kuinka paljon säästetään suuntaamalla perävaunun tai vetoauton tai molempien akselit. Laskurissa kysytään ohjaavien ja ei-ohjaavien akseleiden lukumäärää, renkaiden lukumäärää, vuodessa ajettavien kilometrien määrää, polttoaineen kulutusta ja poltto-

aineen hintaa. Näiden edellä mainittujen tietojen sekä arvioidun renkaan eliniän pitenemisen, arvioidun polttoainesäästön ja suuntauksen kustannuksien perusteella lasketaan paljonko vuodessa tulee säästöä renkaiden kulumisessa ja polttoainekuluissa.

Tämä Josamin laskuri on hyvinkin yksinkertainen, koska sillä saatu tulos siitä paljonko säästetään perustuu arvioitavaan prosentuaaliseen polttoaine- ja rengassäätöihin. Tämä laskuri antaa ehkä enemmänkin suuntaa-antavan tuloksen säästöjen suuruudesta, eikä niinkään totuudenmukaista säästöä.

Josamin laskurilla voidaan laskea esimerkki yhdistelmälle vuoden aikana kertynyt rahallinen säästö, jos yhdistelmän akselit suunnataan. Esimerkkiyhdistelmä on kolmiakselinen vetoauto ja neliakselinen varsinainen perävaunu. Yhdistelmällä ajetaan vuoden aikana 180 000 km ja siinä on kolme akselia, jotka säädetään virheellisen akseliasennon vuoksi. Tällaiselle yhdistelmälle saadaan noin 2700 € säästöt vuodessa. Tästä summasta on vähennetty akselistosuuntauksen aiheuttamat kustannukset.

Akselistosuuntauksen vaikutukset polttoainekuluihin ovat vaikeasti todettavissa, sillä polttoaineen kulutukseen vaikuttaa hyvinkin moni yksittäinen asia. Jotta akselistosuuntauksella saatu polttoaineen kulutuksessa tapahtuva säästö pystyttäisiin toteamaan käytännössä, tarvitsisi järjestää kaksi koetta, joissa olosuhteet ovat täysin identtiset ajoneuvon painosta kuljettajaan ja keliolosuhteisiin asti. Polttoaineen kulutuksessa tapahtuvat muutokset pystyttäisiin laskemaan ajovastuksien kautta, mutta se ei ole välttämättä mielekäästä eikä tarpeellista, sillä akselin pieni vinous ei vaikuta polttoaineen kulutukseen samoin kuin esimerkiksi kesä ja talviolosuhteet. Talvella polttoaineen kulutus voi olla jopa 10 l/100 km suurempi kuin kesällä. Talvella polttoaineen kulutukseen vaikuttaa osaltaan myös polttoainelaatu. Koska kesälautudieselin energiatiheys on suurempi kuin talvilautudieselin. Lisäksi lämpötilan aleneminen lisää polttoaineen kulutusta kasvaneiden ajovastusten myötä, samoin voimakas vastatuuli lisää polttoaineen kulutusta. /4, s.9/

Taulukko 2 Eri dieselpolttoaineiden tiheyksiä /9/

Polttoaine	Tiheys [kg/m ³]
Neste Futura Diesel –0/-10 Tiheys lämpötilassa 15°C	845
Neste Futura Diesel –15/-25 Tiheys lämpötilassa 15°C	830
Neste Futura Diesel –40/-44 Tiheys lämpötilassa 15°C	820

Polttoaineen kulutukseen vaikuttavat myös kuljettajan ajotapa, keliolosuhteet, ajo-reitit ja kuorma. Näin ollen polttoaineen kulutukseen vaikuttaa hyvin monta eri tekijää, joten polttoaineen kulutukseen vaikuttavista tekijöistä akseleiden suuntaus ei ole merkittävin tekijä. /4/

Akselistosuuntauksella voidaan kuitenkin vaikuttaa renkaiden kulumiseen ja tätä kautta rengaskuluihin. Renkaan kulumiseen niin kuin polttoaineen kulutukseenkin vaikuttaa moni eri asia, mutta renkaan kulumiseen pystytään vaikuttamaan suuntaamalla akselistot.

Korkeampiprofiiliset renkaat eivät kulu niin herkästi pienestä virheellisestä auras-kulmasta, sillä renkaan korkeamman profiilin ansiosta renkaan kylki myötää enemmän kuin matalaprofiilinen rengas, jonka kylki on jäykempi.

3 MARKKINOINTI

Tässä työssä markkinointi käsittää uusien markkinointikeinojen etsimistä akselistosuuntaustöille ja sisäisen markkinoinnin osuuden, jossa kartoitetaan asentajien tietämys akselistosuuntaustöistä ja asentajien kiinnostus akselistosuuntaustöitä kohtaan.

Akselistosuuntaustyöt ovat kausiluontoisia töitä, mikä johtuu siitä että talvella tiet ovat kosteampia ja jäisempiä kuin keväällä ja kesällä. Akselistosuuntaustöitä onkin eniten keväisin, kun tiet kuivuvat ja renkaat alkavat kulua enemmän ja epätasaisemmin.

Akselistosuuntaustöitä pitäisikin saada lisättyä mainonnan avulla ympäri vuoden tehtäviksi töiksi, jotta korjaamolla olevalle Josamin suuntauslaitteistolle saadaan enemmän käyttöä. Vuonna 2005 Raskoneen Tampereen korjaamolla tehtiin noin 50 akselistosuuntaustyötä, mikä on varsin vähäinen määrä laitteelle, joka maksaa uutena 16 800 €.

Neliakselisen varsinaisen perävaunun akselistosuuntauksen tarkastuksen tekee noin kahdessa tunnissa. Tuntiveloituksen ollessa 66 € maksaa yksi akselistosuuntauksen tarkastus 132 €. Kun vuodessa tehdään noin 50 akselistosuuntauksen tarkastusta, saa korjaamo niistä vuositasolla 6600 €, josta laitteiston ostohinnan kuoletukseen jää noin 5 € yhdestä veloitetusta työtunnista. Lopuista 61 €:sta maksetaan asentajien palkkaa sekä muita korjaamon kuluja, ja osasta pitäisi vielä saada korjaamolle tulostakin. Vuodessa saadaan suuntauslaitteiston ostohintaa kuoletettua 500 €:lla, jolloin laitteiston ostohinnan kuolettamiseen menee noin 34 vuotta.

JOSAM-truckalinger on tarkka ja helppokäyttöinen akselistosuuntauslaitteisto, jolla voidaan tarkastaa myös ohjaavien akseleiden pyöränkulmat ja sitä voidaan käyttää myös pakettiautojen pyöränkulmien tarkastuksessa. Tämän laitteen käyttökustannukset ja ylläpitokustannukset ovat hyvin pienet, sillä siihen ei tarvitse ostaa ohjelmistopäivityksiä. Ainoat ylläpitokustannukset syntyvät tulostimessa käytetystä paperista ja musteesta sekä laitteen akun lataukseen käytetystä sähköstä. Näin ollen laitteen kuoletettua ostohintansa se tuottaa korjaamolle voittoa, joten olisikin hyvä saada tälle suuntauslaitteistolle paljon enemmän käyttöä kuin mitä sillä on tällä hetkellä.

3.1 Sisäinen markkinointi

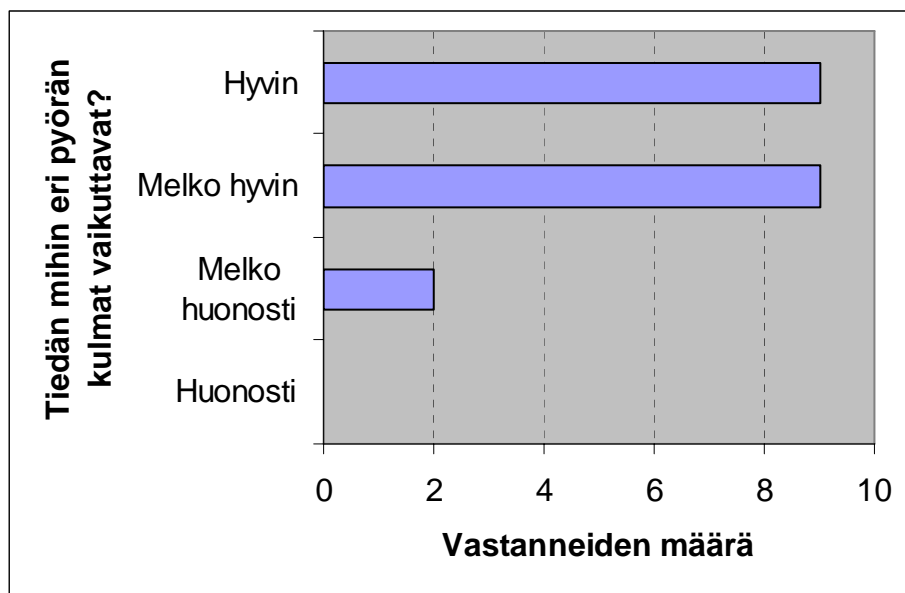
Sisäinen markkinointi on tärkeä osa-alue markkinoinnin kehittämisessä ja akselistosuuntaustöiden myynnin lisäämisessä, koska asentajat voivat kertoa asiakkaille akselistosuuntaustöiden mahdollisuudesta korjaamolla. Asentajat voivat muita huolto- ja tai korjaustöitä tehdessään tarkastella huollettavan ajoneuvon renkaiden kuntoa ja sitä, miten renkaat ovat kuluneet. Mahdollisista epänormaaleista kulumisjäljistä voidaan huomauttaa asiakkaalle ja suositella akselistosuuntausta, jotta renkaat kuluisivat jatkossa vähemmän.

Sisäiseen markkinointiin liittyen tehtiin kysely asentajien tiedoista akselistosuuntaustöistä ja kartoitettiin samalla, kuinka moni korjaamon asentaja osaa käyttää korjaamolla olevaa JOSAM-suuntauslaitteistoa. Tehty kysely löytyy liitteestä 9.

Kyselyn tulokset

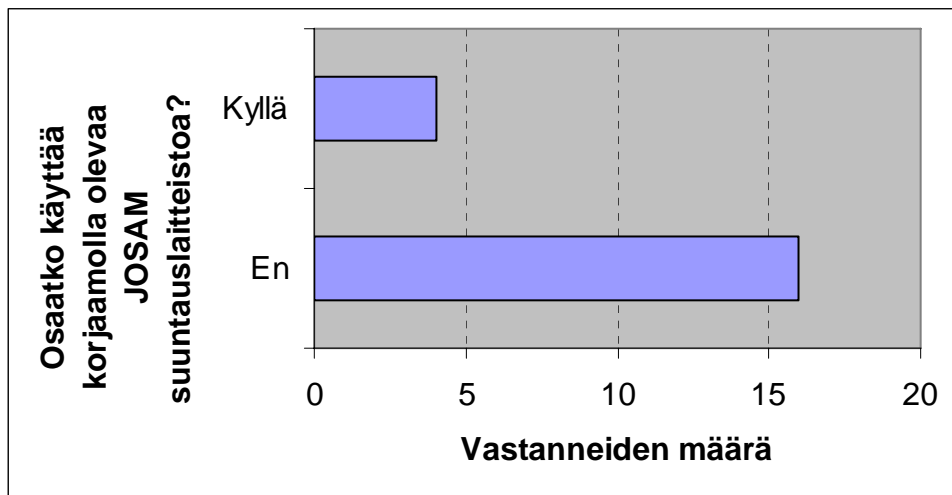
Korjaamolla on 25 asentajaa, joista 20 vastasi tehtyyn kyselyyn, joten tehdystä kyselystä käy hyvin ilmi korjaamon asentajien yleinen tietämys ja kiinnostus akselistosuuntaustöistä. Taulukoissa 3, 4 ja 5 on esitetty kyselyn vastaukset graafisessa muodossa. Taulukoiden y-akselilla on kysymyksen vastausvaihtoehdot ja x-akselilla vastausten lukumäärä.

Taulukko 3 Kysymys eri pyörän kulmien osaamisesta



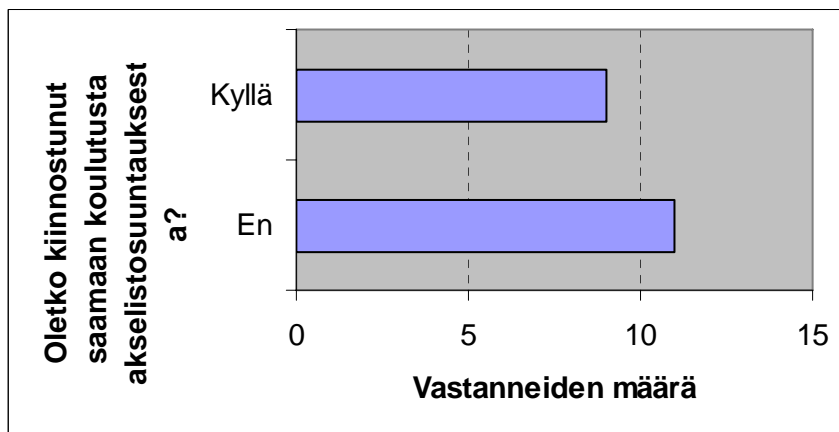
Saaduista tuloksista voidaan päätellä, että korjaamolla kaikki tietävät yleisesti ottaen hyvin eri pyörän kulmat ja niiden vaikutuksen ajoneuvoon ja sen käyttäytymiseen. Vaikka muutama vastanneista sanoo, ettei tiedä hyvin pyörän kulmien vaikutuksesta, ei se kokonaisuuden kannalta ole kovinkaan merkittävää, koska hekin kumminkin tietävät jotakin pyörän kulmista, eikä välttämättä ole tarpeellista, että kaikki asentajat tietävät pyörän kulmien vaikutukset hyvin.

Taulukko 4 Kysymys suuntauslaitteiston käytön osaamisesta



Kyselyn mukaan korjaamolla on vain neljä asentajaa, jotka osaavat käyttää Josamin suuntauslaitteistoa, ja se on varsin vähäinen määrä. Tästä voidaankin päätellä, että koulutus tämän laitteen käyttöön on jäänyt erittäin vähäiseksi.

Taulukko 5 Kysymys koulutushalukkuudesta akselistosuuntaustöihin



Koulutusta akselistosuuntaukseen haluavien asentajien määrä on lähes puolet vastanneiden asentajien määrästä. Asentajien kiinnostus työaihetta kohtaan onkin hyvä asia, koska silloin sen markkinoiminen asentajille on helpompaa.

Tehdyn kyselyn perusteella voidaan todeta, että yleisesti korjaamon asentajat tietävät hyvin pyörän kulmien ja akselistosuuntauksen perusasiat, mutta niiden asentajien määrä, jotka osaavat käyttää suuntauslaitteistoa, on varsin vähäinen. Koulutushalukkuus akselistosuuntaustöitä kohtaan on hyvä ja koulutusta pitäisikin lisätä, sillä korjaamolla saattaa tulla tilanteita, jolloin kaikki neljä laitteiston käytön osaavaa

asentajaa ovat lomalla. Tällaisessa tilanteessa korjaamo ei voi tehdä akselistosuuntaustöitä. Näin ollen akselistosuuntaustöitä ei kannata markkinoida asiakkaille ennen kuin asentajat ovat saaneet riittävästi koulutusta kyseiseen työhön, jotta korjaamolla voidaan tehdä kaikki tarjotut akselistosuuntaustyöt.

3.2 Mainonta

Mainonnassa pyritään saamaan asiakkaiden tietoisuuteen korjaamon tarjoamat palvelut ja tuotteet sekä pyritään saamaan uusia asiakkaita sekä lisäämään korjaamon tunnettavuutta. Mainonnan suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon yrityksen tavoitteet mainonnassa ja ottaa huomioon eri mainontatapojen kustannukset. Koska eri mainontatavat aiheuttavat erisuuruisia kustannuksia, tulee mainonnan suunnittelussa ottaa huomioon myös yrityksen varallisuus ja valita mainontatapa mainonnan kustannusten ja yrityksen tavoitteiden mukaan.

Mainonnassa on paljon eri tapoja, joita voidaan käyttää, ja niistä etsitään aina kyseistä tarvetta vastaava tapa. Mahdollisia mainonnan eri muotoja ovat paikallisradiossa tapahtuva mainonta, sanomalehtimainonta, televisiomainonta ja postitse tapahtuva kohdemainonta.

30 sekunnin radiomainos aikavälillä klo 06 - klo18 radio 957:ssä maksaa 85 €, kuluusalueen ollessa Pirkanmaa. Jos mainoksia lähetettäisiin päivän aikana 4 kappaletta kahden viikon aikana joka arkipäivä se maksaisi 3400 €. /10/

Aamulehdessä 1/8-sivun sarjailmoitus 5-9 kappaletta maksaa 1720 €. Aamulehden päivittäinen lukijamäärä on 322 000 lukijaa ja pääasiallinen levikkialue on Pirkanmaa. /8/

Televisiomainonta ei tässä tapauksessa ole sellainen mainonnan muoto, jota kannattaisi harkita, sillä se ei saavuta kohderyhmää samalla tavalla kuin radio- ja lehtimainonta. Autoilijat kuuntelevat radiota ajaessaan, jolloin radiomainonta saavuttaa heidät, ja huoltoasemilla taukoa pitävät autoilijat saattavat lukea lehtiä, ja näin lehtimainonta kohdistuu myös heihin.

Kohdemarkoinnassa jaetaan kuljetusyrittäjille mainoslehtisiä tai mainoskirjeitä postin välityksellä. Kohdemarkoinnassa esimerkiksi tilataan joltakin palvelun tarjoajalta kaikkien Pirkanmaan alueen Kuljetusyrittäjien osoitetiedot, ja postin kautta lähetetään heille osoitettuja mainoslehtisiä tai mainoskirje, jolloin mainonta saadaan kohdennettua kaikille alueen kuljetusyrittäjille. Jos postin välityksellä lähetetään mainoslehtisen sijasta mainoskirje, tulee yrittäjälle tunne siitä, että tässä muistetaan juuri häntä.

Radiomainonta ja lehtimainonta eivät kuitenkaan ole ne mainonnan tavat, joita tässä tapauksessa kannattaisi harkita, sillä esimerkiksi radiomainonnan onnistumisen edellytyksenä on saavuttaa haluttu kuulijakunta. Tästä kuulijakunnan saavuttamisesta ei voida saada varmuutta, sillä radiokanavia on monta, ja kuljetusyrittäjät tai heidän kuljettajansa saattavat kuunnella mitä tahansa radiokanavaa. Radiomainonta sopiikin paremmin erilaisille tuotteille tai palveluille, jotka eivät kohdistu vain yhteen tiettyyn käyttäjäkuntaan vaan suuremmalle asiakaskunnalle.

Lehtimainonta tällaiselle hieman erilaiselle palvelulle ei myöskään ole paras mahdollinen mainostamistapa. Vaikka lehtiä luetaankin paljon, ei tällaisella mainonnalla välttämättä saavuteta niin suurta asiakaskuntaa kuin radiomainonnalla. Lehtimainonnan heikkous ovat sen kalliit kustannukset ja riski yhden mainoksen hukkumisesta lehden muiden mainoksien ja uutisten joukkoon, toisin kuin radiomainonnassa, jossa mainokset sijoitetaan muun ohjelmiston väliin, jolloin niitä yleensä kuunnellaan.

Paras tapa mainostaa akselistosuuntaustyötä kuljetusyrittäjille on postin välityksellä tapahtuva kohdemarkointa. Mainoskirjeen saatuaan ja luettuaan kuljetusyrittäjä ryhtyy miettimään koska hänen ajoneuvonsa akselit on viimeksi suunnattu. Tämä voi tuoda korjaamolle uusia asiakkaita.

4 AKSELISTOSUUNTAUSTÖIDEN LISÄÄMISEN EDELLYTYKSET

Akselistosuuntaustöiden lisäämisen kannalta työhön liittyvää koulutusta tulisi lisätä, sillä työn osaavien asentajien määrää korjaamalla ei ole riittävä. Työnä akselistosuuntaus ei ole kovinkaan monimutkainen ja vaikea, jolloin koulutus kyseiseen työhön voidaan järjestää myös korjaamon oman henkilökunnan avulla.

Koulutusta Josamin suuntauslaitteiston käyttöön voidaan järjestää korjaamalla siten, että jo laitetta käyttää osaavat asentajat opettavat laitteen käytön muille asentajille. Suuntauslaitteen käyttöä on hyvä opettaa silloin, kun korjaamolle tulee akselistosuuntaustyö, jolloin laitteen käytön osaava asentaja tekee työn asentajan kanssa, joka ei osaa käyttää laitetta.

Jos huomataan tarvetta muunlaiselle koulutukselle akselistosuuntaustöihin, akselitorakenteisiin ja ohjaus- ja hallintalaitteisiin, tulisi sellainen koulutus mahdollisesti järjestää ulkopuolisen kouluttajan avulla.

Myös tilantarve akselistosuuntaustöille tulee ottaa huomioon silloin, kun suunnitellaan työn lisäämistä korjaamalla. Akselistosuuntaus vie tilaa ajoneuvon tai perävaunun pituuden verran ja aikaa pelkän akselistosuuntauksen tekemiseen kuluu kahdesta kolmeen tuntiin riippuen akselien määrästä. Mikäli suuntaus tehdään auton akseleille, saattaa aikaa kulua tätäkin enemmän, koska ohjaavien akseleiden pyörän kulmien mittaamiseen menee enemmän aikaa kuin ei-ohjaavien akseleiden pyörän kulmien mittaamiseen.

Ihanteellisin paikka akselistosuuntauksen tekemiseen on huoltokuilu, koska silloin päästään parhaiten ajoneuvon tai perävaunun alapuolelle tekemään tarvittavia säätötoimenpiteitä. Akselistosuuntaustyö onnistuu myös tasaisella alustalla, mutta silloin mahdollisten säätötoimenpiteiden tekeminen ajoneuvon tai perävaunun alla hankaloituu ja aikaa kuluu enemmän. Kun säätötoimenpiteitä tehdään tasaisella alustalla, ajoneuvoa joudutaan nostamaan ja joissakin tapauksissa irrottamaan osan mittauslaitteista, jolloin mittauksia voi joutua tekemään uudestaan joiltakin osin.

Huoltokuilun käyttö akselistosuuntausta tehtäessä olisikin hyvä, mutta huoltokuilua käytetään myös jarrusovitusten tekemiseen. Koska jarrudynamometri on sijoitettu huoltokuilulle, ei huoltokuilu ole läheskään aina käytettävissä.

Jotta huoltokuilu olisi useammin vapaana akselistosuuntaustöitä varten, tulisi jarrudynamometri siirtää pois huoltokuilulta. Toisaalta jarrudynamometriä ei voi siirtää pois huoltokuilulta koska huoltokuiluun on asennettu akselin kuormituslaite, jolla voidaan vetää dynamometrillä olevaa akselia dynamometrin rullia vasten.

Jotta akselistosuuntaustöitä tehtäessä työpaikka olisi aina ihanteellinen, eli tässä tapauksessa huoltokuilu, tulisi korjaamolle rakentaa toinen huoltokuilu joko jarrusovitusajaja tai akselistosuuntaustöitä varten. Tämä ei kuitenkaan ole taloudellisesti järkevää, sillä huoltokuilun rakennuskustannukset nousisivat liian suuriksi saavutettuun hyötyyn nähden. Tämän lisäksi rakennettavan huoltokuilun sijaintia tulisi miettiä todella tarkkaan. Esimerkiksi rakennetaanko huoltokuilu sisätiloihin ja näin viedään joltain muulta toiminnalta tilaa vai rakennetaanko halliin lisää pituutta vai tehdäänkö täysin ulkona oleva huoltokuilu, jolloin sen käyttö talviolosuhteissa on hieman kyseenalaista.

Lisäksi eräs edellytys akselistosuuntaustöiden tekemisen lisäämiselle ovat asiakkaat, jotka tuovat ajoneuvonsa suuntaukseen. Ei riitä, että on ammattitaitoisia asentajia, hyvät tilat ja laitteet, vaan tarvitaan myös asiakkaat, eli tiedotus asiakkaille siitä, että meidän korjaamo tekee akselistosuuntauksia. Asiakkaille pitää myös kertoa, mitä hyötyä akselistosuuntauksesta on heille ja heidän ajoneuvoillensa.

5 YHTEENVETO

Josamin suuntauslaitteisto on helppokäyttöinen ja hyvä työkalu akselistosuuntauksissa kuorma-autoille ja perävaunuille, mutta hieman hankalakäyttöinen pakettiautoille, mikä johtuu niiden matalammasta runkorakenteesta ja hankaluuksista kiinnittää mittatauluja. Josamin suuntauslaitteisto ei myöskään ole paras mahdollinen suuntauslaitteisto ajoneuvoille, joissa taka-akseli ei ole säädettävissä, koska ajoneuvon kulkiessa suorassa ei rattia saada välttämättä säädettyä suoraan.

Akselistosuuntaustöitä tehtäessä on myös hyvä tietää aiheeseen liittyvästä teoriasta, erityisesti ohjaavien akseleiden pyörän kulmista ja niiden vaikutuksesta ajoneuvon käyttäytymiseen ajettaessa, kuitenkin unohtamatta akseliasentojen vaikutusta perävaunun ja vetoauton käyttäytymiseen.

Tässä työssä olevassa teoriaosuudessa on jätetty käsittelemättä tämän työn kannalta epäolennaiset pyörän kulmat. Sekä erilaisia renkaan poikkeavia kulumia ja niiden syitä. Renkaat voivat kulua monella eri tavalla, ja erilaisiin kulumiin on eri syyt. Tässä työssä on käsitelty vain ne renkaan kulumistavat, jotka johtuvat virheellisistä pyörän kulmista.

Tätä työtä voidaan käyttää soveltuvin osin korjaamalla asentajien opettamiseen akselistosuuntaustöihin ja teorian opettamiseen akselistosuuntauksien ja pyörän kulmien vaikutuksista ajoneuvoon. Lisäksi työssä on esitetty kahden yleisimmän eri akselivalmistajien ohjearvot. Korjaamalla olevien merkkiedustusajoneuvojen ohjearvot ovat myös hyvin löydettävissä työstä, jolloin niitä ei tarvitse etsiä erikseen korjaamolta.

Jotta tämän työn käyttö korjaamon jokapäiväisessä toiminnassa olisi helppoa niille, jotka sitä tarvitsevat akselistosuuntaustöitä tehtäessä, voidaan työstä tehdä erillinen versio asentajien käyttöön. Erillisessä versiossa olisi vain kappale 2 kokonaisuudessaan ja liitteet 3-7.

Tällä hetkellä Josamin suuntauslaitteistolla on liian vähän käyttöä. Laitteen käyttöä voidaan lisätä lisäämällä mainontaa ja koulutusta laiteen käyttöön. Tehdyn kyselyn mukaan asentajilla löytyy kiinnostusta akselistosuuntaustöihin, jolloin koulutusta on hyvä järjestää kyseessä olevaan työhön. Tällä hetkellä laitetta käyttävien asentajien määrä onkin vähäinen ja laitteen käytön suhteen voi tulla ongelmia kesäaikaan, jolloin kaikki laitteen käytön osaavat asentajat ovat lomalla.

Mainonnan lisäämisellä akselistosuuntauksen suhteen on mahdollista lisätä kyseistä työtä korjaamalla. Tässä tapauksessa teetetään mainoslehtisiä, joita jaetaan korjaamalla asiakkaille ja lähetetään mahdollisesti asiakkaille postitse.

Korjaamolta vaaditaan tiettyjä edellytyksiä, jotta akselistosuuntaustöitä voidaan lisätä. Olennaisin edellytys akselistosuuntaustöiden lisäämiseen korjaamolla on koulutuksen lisääminen tähän työhön. Nykyisissä korjaamon tiloissa pystytään tekemään akselistosuuntauksia, ja tilojen laajentaminen pelkästään tämän työn takia ei olisi taloudellisesti järkevää. Jos tiloja ryhdytään laajentamaan, pitää kehittää myös muuta toimintaa lisää, jotta tilojen laajentamisesta aiheutuvat kustannukset saataisiin katettua.

Korjaamon erikoistuminen akselistosuuntaustöihin ei ole kannattavaa, koska akselistosuuntaus on aiheena sellainen, että töitä ei ole tiettyä enempää tarjolla. Akselistosuuntausten rajallisuuteen vaikuttaa se, että juuri korjaamolla suuntauksessa käynyt perävaunu ei tule uudelleen suuntaukseen kuin vasta muutaman vuoden kuluessa, jos perävaunu ei joudu kolariin. Lisäksi erikoistuminen akselistosuuntauksiin nykyisellä henkilöstömäärällä saattaa heikentää jonkin jo olemassa olevan erikoisosaamisen asemaa korjaamolla. Työnä akselistosuuntaus on korjaamolle hyvä lisä muiden töiden lisäksi, joten sitä ei kannata unohtaa täysin vaan korostaa sitä, jotta siitä saadaan korjaamolle hyvä lisätyö.

LÄHDELUETTELO

- 1 Hyvärinen, Veikko, Mattila, Pekka, Mylläri, Atte, Sirola, Jarkko, Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi 1 Alusta- ja hallintalaitteet 1. Kustannusosakeyhtiö Otava. Helsinki. 1993. 259 s.
- 2 Mylläri, Atte, Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi 4 Alusta- ja hallintalaitteet 2. Kustannusosakeyhtiö Otava. Helsinki. 1994. 348 s.
- 3 JOSAM Truckalinger suuntausohje, s. 22
- 4 Tietoa polttoaineenkulutuksesta. Iveco 2/2001, s. 21.
- 5 Käsikirja INTRA – jousitus ja SK RB – akselit. Oy ARNE STARA Ab 01/2004, s. 29
- 6 BPW Tekninen tiedote. No 2/96. H. Kraatz Oy.
- 7 BPW NEWS.
- 8 Aamulehti Mediapalvelut. [www-sivu]. [viitattu 22.5.2006] Saatavissa: <http://www.aamulehti.fi/mediapalvelu/hinnat/alasivu.shtml/aamulehti/?100017>
- 9 Neste. [www-sivu]. [viitattu 22.5.2006] Saatavissa: http://www.neste.fi/tuotteet_tuotelistaus.aspx?path=2589%3b2655%3b2698%3b2699%3b2702
- 10 Radio 957. [www-sivu]. [viitattu 19.4.2006] Saatavissa: <http://www.radio957.fi/?area=mainonta>

L

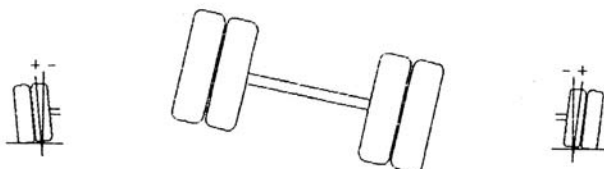
JOSAM: MITTAUSPÖYTAKIRJA ENNEN SAATOA

Rek.nro: Omistaja:.....

Tyyppi: km..... pvm Laatija:.....

=====

Akseli nro 1 2,9 m etuasteikolta.

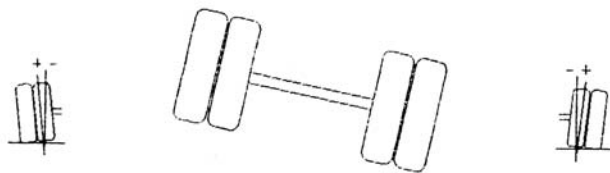


Camber	Auraus	Kok.auraus	Auraus	Camber
0°03'	8,3	-0,3	-8,6	0°05'

Akseliasento:
-8,4 mm/m (miinus= oikealle)

=====

Akseli nro 2 4,2 m etuasteikolta.

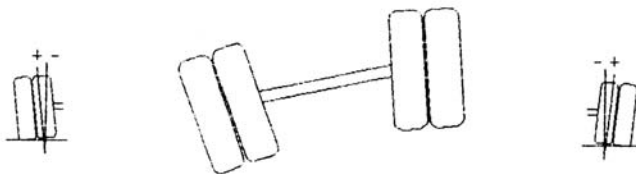


Camber	Auraus	Kok.auraus	Auraus	Camber
0°02'	9.1	-1.3	-10,4	0°05'

Akseliasento:
-9.8 mm/m (miinus= oikealle)

=====

Akseli nro 3 3.9 m etuasteikolta.

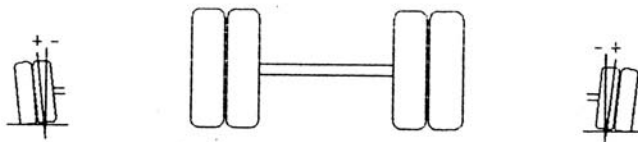


Camber	Auraus	Kok.auraus	Auraus	Camber
-0°08'	-10,8	-8,4	2,4	0°01'

Akseliasento:
6.6 mm/m (miinus= oikealle)

=====

Akseli nro 4 5.7 m etuasteikolta.



Camber	Auraus	Kok.auraus	Auraus	Camber
-0°08'	1,2	0,8	-0,4	0°09'

Akseliasento:
-0.8 mm/m (miinus= oikealle)

IVECO
960701

Vehicle type	Code place	Front axle type	Toe mm/m	Camber °	K.P.I. °	Caster °	Max. Turns °	T.O.O.T. (20°)	Std. tyre size
Turbodaily 4x4	L / R door	Independent F 3.021 F 3.521	- 4 to 0	2°	7°	0°40' +10°	36°/43°30'	--	7.50R 16
30.8 /35.8/40.8									
35.10/45.10/49.10									
35.12/49.12									
A45.12									
59.12									
50.9/65.9									
60.11									
65.12/65.12H									
79.12 / 79.14									
95.14/109.14	0 - 2,5	1°	7°30'	0°30' - 1°	37°30'/45°	--	175 /75 R16 195/75 R16		
115.14 / 115.17									
135.14/135.17									
145.17/175.17									
175.24									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW									
120.16 ANW	0 - 1,6	1°	8°30'	2°	--	--	7-17.5 8 - 17.5		
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW	1°	5°	7°	1°30' - 2°	--	--	8,5 - 17.5 225/75 - 17.5 265/70 - 19.5 285/70 - 19.5 305/70 - 19.5 295/80 - 22.5 315/80 - 22.5		
120.16 ANW									
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW	1°	7°	5°	2°14'	--	--	--		
120.16 ANW									
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW	1°	7°	5°	3° - 5°	--	--	--		
120.16 ANW									
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW	1°	7°	5°	3°15'	--	--	--		
120.16 ANW									
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									
120.13 ANW	1°	7°	7°	2°14'	--	--	13 - 22.5 --		
120.16 ANW									
150.16 ANW									
160.30 AH									
260.30 AH/AHT									
160.30 AHW									
260.30 AHW									
330.36 H/HT/HW									
190.30/190.38									
220.30/220.38									
240.30/240.38									
190.36/190.42									

Vehicle type	Code place	Front axle type	Toe mm/m	Camber °	K.P.I. °	Caster °	Max. Turns °	T.O.O.T. (20°)	Std. tyre size	
Eurocargo										
60E	right front, behind grill	F3021 (5827)	0 - 1mm	1°	7°	2°30'	--	--	--	
65E		F3521 (5833)								
75E										
85E		F5021 (5842)					3°			
100E										
120E										
130E	F5521 (5851)									
EuroTech/EuroStar										
180E	L / R door	F8021 (5876)	1 ±1	1°	7°	1°24'	36°/52°	--	315/80 R22.5	
190E		F8021(5876/2)	4,0±1,0 (*1)				16° / 25° (*2)			
240E										
340E		N8072(57080) = tow axle		- 5 ±0,3	--		--	20° / 14°		
360E										
400E										
440E										
EuroTrakker										
190E	L / R door	F9021(5886)	0 tot 2	1°	7°	2°30'	--	--	--	
260E		D 1385(5985)	1 ±1	1°30'	5°	2°17'				
330E										
380E		=driven axle								

Specifications for loaded vehicles.

(*1) Toe values frontaxle EuroTech/EuroStar 340E... 360E = 2,5 ±1 mm/m

(*2) Max. turns 2th steered axle EuroTech/EuroStar 340E... 360E = 29° / 37°

Truck and Bus alignment specifications

Vehicle type	Code place	Front axle type	Toe (") mm/m	Camber	K.P.I.	Caster	Max. Turns	T.O.O.T. (20°)
F 90 Series								
19.xx2	R/L DOOR	V 9-75L straight	0 - 1,5	40° - 1°	5° ±30'	1° - 2°10'	50° / 32°7'	2°30'
24/25/26/27.xx2		V 9-75L bent						2°45'
(6x2, 6x4)								2°30'
32/33/34/35.xx2								2°45'
(8x4)								
35.xx2 (8x2)		V 9-90L					--	1°40'
26/27/28/33.xx2		VA 9-0950	0 - 3			1°30' - 2°10'		
(6x4, 6x6)								
36/37/39/41.xx2		V 9-75L straight	0 - 1,5			1° - 2°10'	50° / 32°7'	2°30'
(8x4, 8x8)		V 9-75L bent						2°45'
46/48.xx2		V 9-90L						1°40'
(10x4, 10x8)		VA/VAD 9-0950	0 - 3			1°30' - 2°10'		1°40'(* *)
G 90-Series								
6.xx0	R/L DOOR	V 7-26L	0 - 1,5	40° - 1°	5° ±30'	1°40' - 2°20'	52°/35°30'	2°15'
8.100		V 7-36L						2°30'
8/9/10.150 (4x2)								--
8/9/10.150 (4x4)		VA 7-0540	0 - 3	2°			42° / 31°29'	--
M 90 Series								
12/15.xx2 (4x2)	R/L DOOR	V 7-42L	0 - 1,5	40° - 1°	5° ±30'	1° - 2°50'	48° / 32°52'	2°30'
		V 7-52L					45° / 31°32'	2°35'
12.xx2 (4x4)		VA 7-0540	0 - 3			5°	42° / 31°29'	--
18.xx2 (4x2)		V 7-65L	0 - 1,5			1° - 2°50'	45° / 32°	2°30'
		V 7-80L					--	2°40'
18.xx2 (4x4)		VA 7-0750	0 - 3			1°30' - 2°10'	42° / 31°29'	1°40'
24/25.xx2		V 7-80L	0 - 1,5			1° - 2°50'		2°40'
L 2000 Series								
6/8.xxx(4x2)	R/L DOOR	V 9-34L	0 - 1,5	40° - 1°	7° ±30'	1° - 2°50'	--	--
8/9/10.xxx (4x2)		V 9-40L					52°/33°24'	
8/9/10.xxx (4x4)		VA 9-0540	0 - 3			1°30'-2°10'	42° / 31°29'	
M 2000 Series								
12.xxx (4x2)	R/L DOOR	V 9-42L	0 - 1,5	40° - 1°	7° ±30'	1° - 2°50'	52°/33°24'	--
14.xxx(4x2)		VA 9-0540	0 - 3	50°-1°	5° ±30'	1°30' - 2°10'	42° / 31°29'	
14.xxx-17.xxx		V 9-60L						

Vehicle type	Code place	Front axle type	Toe (") mm/m	Camber °	K.P.I.	Caster °	Max. Turns	T.O.O.T. (20°)
F 2000 Series								
All	R/L DOOR	V9-75L drum brake V9-80L disk brake V9-82L disk brake V9-71L	0 - 1,5	40' - 1°	5° ±30' 7° ±30' 5° ±30'	1° - 2°50'	--	2°30' straight 2°45' bent
19.xxx FLLT (typecode T20/T50)								
F8 (typecode 5xx)								
16..48..xxi (non driven)	R/L DOOR	V 7-70L V7-90L VA/VAD 7-0750 VA/VAD 7-0950	0 - 1,5 0 - 3	40' - 1°	5° ±30'	1°05' - 1°45' 0° - 0°40'	45° / 30°55' --	-- 1°40' 1°40' (*)
16..48..xxi (driven)								
AT-series								
12/14/16/17/170.192 (4x2)	R/L DOOR	V 7-42L V 7-52L V 7-55L V 7-70L 3 MRDI VA 7-0750	0 - 1,5 0 - 3	40' - 1°	5° ±30'	1° - 2°50'	--	2°30' 2°35' 2°30'
12/14.170/192 (4x4) 16/17.170/192 (4x4)				2°	7°	5°	45° / 30°55' --	-- 2°40' 1°40'

(*) Specifications for unloaded vehicles

(* *) T.O.O.T.(20°) for VAD-vehicles = 3° ±10'.

Vehicles with two steered axles; both axles are the same type.
The axle's code can be found at the right side of the axle.

Rear axle WSG vehicles (Wide Spread Steered), before measuring switch off the steering system ,
(knob on dashboard).

Before adjusting, loosen the pressure of the steering system. Carefully shut down the valve.

M. 4 AND 5-AXLE VEHICLES

970801

Vehicle Typecode (*)	Axle setting	Adjustment value 2 nd steered axle (mm/m) (tolerance -1,5 mm/m)	Rotation from middle position of 2 nd steering rod
E11, E12	8 x 4	4,5 to left	shorten 3/8 turn
E13	8 x 6 / 8 x 8	8,5 to left	shorten 3/4 turn
E14	8 x 4	0	-
E15	8 x 4 / 8 x 8	8,5 to left	lengthen 3/4 turn
E16	8 x 4 / 8 x 8		
E17	10 x 4	8,5 to right (high types) 2,5 to right (low types)	lengthen 1/5 turn lengthen 3/4 turn
E18	10 x 8	8,5 to right	
E25	8 x 8		
E26	8 x 4	8,5 to right (high types) 2,5 to right (low types)	lengthen 1/5 turn lengthen 1/2 turn
E33	8 x 4	5,5 to right	lengthen 3/4 turn
E35	8 x 6 / 8 x 8	8,5 to right	
E36	8 x 4 / 8 x 8		
E44	8 x 4	6,5 to right (parabole spring) 8,0 to right (trapezium spring)	lengthen 5/8 turn lengthen 3/4 turn
E45	8 x 6	0	-
E78	8 x 4	8,5 to right (high types) 2,5 to right (low types)	lengthen 1/5 turn lengthen 3/4 turn
E79	10 x 8	8,5 to right	lengthen 1/2 turn
F13	8 x 4	5,5 to right	lengthen 5/8 turn
F14	8 x 4	6,5 to right (parabole spring) 8,0 to right (trapezium spring)	lengthen 3/4 turn
F17	8 x 2		
F54 / F58	8 x 4		
VF	Straight front axle Bent front axle	1,2 to right 1,8 to left	- -

Specifications for unloaded vehicles

(*) Select the vehicle type code from the chassisnumber, as mentioned on type plate on right door :
Chassisnummer = WMAF 133901 M184300. Vehicle typecode = F 13.

5-axle vehicles; settings for 3th steered axle are the same as for front axle.
Max. out of square of 3th steered axle - driven axle = 3 mm/m (front axle at straight forward position).

	Vehicle:	6*2 truck +
		4 axled trailer
<i>Wheel alignment , how much can you save</i>		
<i>VEHICLE SPEC.</i>		
Number of steered axles	1	
Number of non-steered axles	6	
Number of tyres, total	26	
Mileage	180000	km / year
Fuel consumption	55	l/100 km
Diesel price	1,035	Euro / litre
<i>DIESEL</i>		
Yearly fuel consumption	99000	litres per year
Estimated savings in fuel in percentage (3 - 20%)	2	%
Saving in fuel	1980	litre per year
Savings in fuel costs	2049,3	Euro per year
<i>TYRE</i>		
Average price per tyre	250	Euro per tyre
Total price	6500	Euro
Average life span per tyre, before wheel alignment	150000	km
Estimated reduced tyre wear after wheel align.(15 - 50%)	15	%
Cost for tyres per year	7800,00	Euro
Saving in tyre costs	1170,00	Euro
Total savings in fuel and tyre costs, after wheel alignment	3219,30	Euro
<i>WHEEL ALIGNMENT</i>		
<i>Measuring</i>		
Measuring cost for non-steered axle	45	Euro
Measuring cost for steered axle	50	Euro
Total measuring cost	320	Euro
<i>Adjustment</i>		
Average adjusting cost per axle	50	Euro
Number of adjusted axles	3	axles
Total adjustment cost	150	Euro
Total cost in measuring and adjustment	470	Euro
TOTAL SAVINGS = YOUR PROFIT + driving comfort	2749,30	Euro per year

KYSELY PYÖRÄNSUUNTAUS- JA AKSELISTOSUUNTAUSTÖISTÄ

Tiedän mihin eri pyöränkulmat vaikuttavat?

- hyvin
- melko hyvin
- melko huonosti
- en ollenkaan

Osaatko käyttää korjaamolla olevaa JOSAM suuntauslaitteistoa?

- kyllä
- en

Oletko kiinnostunut saamaan koulutusta akselistosuuntaustöihin?

- kyllä
- en