



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mikko Hynnä

Kevyen kaluston jarrudynamometriselvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

22.11.2018

Tekijä Otsikko	Mikko Hynnä Kevyen kaluston jarrudynamometriselvitys
Sivumäärä Aika	30 sivua + 1 liite 22.11.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Tutkintovastaava Heikki Parviainen, Metropolia ammattikorkeakoulu Ylitarkastaja Erik Stålhammar, Traficom
<p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia EU:n sekä Suomessa ja muissa Euroopan maissa kansallisella tasolla säädetyä kevyen kaluston jarrutestauslaitteistoa koskevaa lainsäädäntöä sekä direktiivin ja määräysten toteutumista käytännössä. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien kanssa. Tutkimus tehtiin pohjatyönä uuden, loppuvuodesta 2019 voimaan tulevan tila- ja laitemääräyksen sisällön kannalta ja tutkimuksen lopputulokset otetaan huomioon määräystä laadittaessa.</p> <p>Kattavan teoreettisen selvitystyön lisäksi tutkimuksen aikana tietoa selvitettiin eri tahoilta puhelin- ja sähköpostihaastatteluilla, katsastusasemien tilannetta kartoittavalla nimettömällä verkkokyselyllä sekä Traficomien yhteyshenkilöiden kautta. Tutkimukseen osallistui myös K1-Katsastajien laatu- ja tekninen johtaja, joka on tutkinut aihetta omassa opinnäytetyössään. Tutkimuksen aikana vierailtiin jarrudynamometriä kunnostavan yrityksen, F-Coran tiloissa Kouvolassa. Vierailun avulla pyrittiin lisäämään käytännön tietämystä telojen tilasta yleisesti sekä kuulemaan kokemuksia telojen kulumisesta ja kunnostamisesta.</p> <p>Tutkimuksen tuloksina selvisi, että EU:n asettamaa katsastusdirektiiviä sekä Traficomien asettamaa tila- ja laitemääräystä ei noudateta laitevalmistajan hyväksymien muutosten osalta, sillä telojen hitsaaminen on yleistä ja vakiintunut käytännöksi alalla. Tutkimuksen perusteella tarkennusta vaaditaan kansallisiin määräyksiin, jotta ensinnäkin saadaan tarkennettua, millainen on valvojan viranomaisen kannalta ”hyväksyttävästi kunnostettu” tela, ja jotta telojen kuntoon kiinnitettäisiin jatkossa enemmän huomiota. Tulee myös huomioida, että itse hitsattujen telojen käytön ei ole todettu aiheuttavan merkittävästi virheellisiä tuloksia, joten tutkimusta kaivattaisiin myös mittaustuloksia erilaisilla teloilla.</p>	
Avainsanat	Traficom, jarrudynamometri, katsastus, määräys

Author Title	Mikko Hynnä Study on light equipment brake testers
Number of Pages Date	30 pages + 1 appendix 22 November 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Heikki Parviainen, Senior Lecturer, Metropolia UAS Erik Stålhammar, Senior Advisor, Traficom
<p>The purpose of this thesis was to study the legislation of the EU, Finland and other European countries regarding the testing of light equipment brake testers and to examine the practical implementation of the directive and regulations. The thesis was carried out in cooperation with the Finnish Ministry of Transport and Communications, Traficom. The thesis deals with the content of the new space and equipment regulation that will be ready at the end of 2019, and the results of this thesis will be taken into account when drafting the regulation.</p> <p>In addition to extensive theoretical research, information was investigated from various parties by telephone and e-mail interviews, an anonymous online survey of the situation of the vehicle inspection offices and by interviewing Traficom's contact persons. The thesis work was also attended by K1-Katsastajat Quality and Technical Director, who had studied the same topic in his own thesis. As a part of the study, a brake dynamometer roller resurfacing company, F-Cora was visited in Kouvola. The purpose of this visit was to increase the practical knowledge about the state of the dynamometer rolls in general, and to learn more about their wear and tear.</p> <p>The results of the study showed that the EU-based inspection directive and the Traficom's space and equipment regulation are not being complied with in the case of changes approved by the manufacturer of the equipment, since the welding of rolls is so common and an established practice in the industry. According to the study, a clarification is required for the national regulations in order to clarify, first of all, what is an "acceptably refurbished" roll from the supervisory authority's point of view. In addition, it is important to pay more attention to the condition of the rolls in the future. It should also be noted that the use of the welded rolls themselves has not been found to cause any significant false results. Therefore, research data would also be needed about different rolls before focusing on the national regulations.</p>	
Keywords	Traficom, brake tester, inspection, regulation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suomessa valvova viranomainen	2
3	Kalustoa koskevista säädöksistä	2
3.1	Direktiivi moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen määräaikaiskatsastuksista, 2014/45/EU	2
3.2	Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet, Trafi/191268/03.04.03.00/2018	4
3.3	CITA Recommendation N° 8, Brake Testing in Periodic Technical Inspection	4
3.4	Muiden EU-maiden määräyksistä	5
3.4.1	Saksa	5
3.4.2	Ruotsi	6
3.4.3	Slovakia	6
3.4.4	Viro	7
4	Jarrutussuhde	7
5	Teladynamometri	9
5.1	Telatyypit	12
5.1.1	Pyöröhitsattu tela	12
5.1.2	Verkkotela	13
5.1.3	Massatela	13
5.1.4	Ripa- eli laippatela	14
5.2	Jarrudynamometrin merkitys katsastuksessa	14
5.3	Jarrudynamometrin kalibrointi	17
5.4	Raskaan kaluston kalibrointimääräys	19
6	Katsastustoimi Suomessa	20
6.1	Markkinaosuudet	20
7	Kevyen kaluston jarrudynamometrit Suomessa	21

8	Kaluston valmistajien ohjeistus	22
8.1	Huollon ohjeistus	23
8.2	Kalibrointi toimenpiteenä	24
9	Hitsauksen hyödyt ja haitat	26
10	Yhteenveto	29
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Haastatteluihin vastanneet	

Lyhenteet ja käsitteet

Traficom	Suomen liikenne- ja viestintävirasto. Yhdistyi yhdeksi virastoksi 1.1.2019.
Trafi	Liikenteen turvallisuusvirasto, Viestintävirasto sekä Liikenneviraston tietyt toiminnot yhdistettiin uudeksi Liikenne- ja viestintävirastoksi.
CITA	Kansainvälinen moottoriajoneuvojen katsastuskomitea.
M1-luokka	Matkustajien kuljettamista varten suunnitellut ja rakennetut ajoneuvot, joissa on kuljettajan istuimen lisäksi istuimet enintään kahdeksalle matkustajalle.
ISO	International Organization for Standardization eli kansainvälinen standardisointijärjestö.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Liikenne- ja viestintäviraston Traficomin Katsastusluvut ja valvonta -yksikön kanssa tavoitteena luoda katsaus Suomen katsastustoi-
mipaikoilla käytettäviin teladynamometreihin ja tarkastella EU:n asettaman direktiivin
2014/45/EY toteutumista katsastusasemilla. Selvitykselle katsotaan olevan tarvetta, sillä
säännöllisten valvontatarkastusten yhteydessä tarkastuksia suorittaneet Traficomin ul-
koistaman palveluntarjoajan MAK Tarkastus Oy:n tarkastajat ovat havainneet useita hit-
sattuja jarrudynamometrien teloja, vaikka tilaa ja laitteistoa koskeva määräys velvoittaa
katsastusaseman noudattamaan valmistajan antamia ohjeita, ja saatavilla olevan tiedon
mukaan valmistajat eivät salli dynamometrien telojen hitsaamista.

Tässä insinöörityössä tehdään kattava selvitystyö yleisimpiin katsastuskäytössä oleviin
kevyen kaluston telajarrudynamometreistä, niiden telojen kunnosta, huolloista ja muok-
kauksista, sekä tehdään päätelmiä niiden vaikutuksista mittaustuloksiin ja liikenneturval-
lisuuteen. Vertaillaan myös muiden maiden kuten Ruotsin ja Viron kansallisia määräyk-
siä. Aihetta tarkastellaan myös laitteiston valmistajien näkökulmasta olemalla yhtey-
dessä teladynamometrien maahantuojiin, perehtymällä heidän ohjeistuksiinsa ja tulkit-
semalla, toteutuvatko niiden ohjeistukset käytännössä. Tarkoitus on myös tehdä selvi-
tystyötä uuden loppuvuodesta 2019 valmistuvan tila- ja laitemääräyksen sisällön kan-
nalta.

Selvitysmuodot ilmenevät erikseen tulosten ja yhteenvetojen yhteydessä. Katsastustoimipaikkojen kalustoa ja käytäntöjä selvitettiin Webropol-kyselyllä, laitteiden maahan-tuojien, huoltajien ja kalibroijien näkökulmia kartoitettiin puhelimitse toteutetuilla haastat-teluilla ja muiden maiden käytäntöjä Traficomin erityisasiantuntija Teemu Toivasen kon-taktien sekä yleisen sähköpostikyselyn kautta. Haastatellut tahot yhteystietoineen on ke-rätty liitteeseen 1. Tutkimukseen osallistui läheisesti K1-Katsastajien laatu- ja tekninen johtaja Timo Ojala, joka on tutkinut aihetta katsastusyrityksen näkökulmasta oman opin-näytetyössään (Metropolia AMK) syksystä 2017 lähtien.

2 Suomessa valvova viranomainen

Suomen Liikenne- ja Viestintävirasto Traficom (entinen Liikenteen Turvallisuusvirasto eli Trafi) toimii ajoneuvojen katsastustoimen toimivaltaisena viranomaisena Suomessa. Traficom muun muassa valvoo, täyttävätkö katsastusasemien tilat ja laitteet niitä koskevat Euroopan Unionin, sekä kansallisella tasolla määritellyt vähimmäisvaatimukset. Tra-ficom myös hyväksyy katsastusammattilaisten kouluttajat ja valvoo heidän toimintaansa. Traficomilla on valtuudet peruuttaa katsastusasemien ja/tai katsastajien katsastusluvut pysyvästi tai väliaikaisesti, jos esimerkiksi katsotaan, etteivät merkittävät lupavaatimuk-set täyty asianomaisen katsastusaseman tai katsastajan osalta, tai toiminnassa todetaan huomattavia sääntöjenvastaisuuksia. [1, s. 127.]

3 Kalustoa koskevista säädöksistä

3.1 Direktiivi moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen määräaikaikatsastuksista, 2014/45/EU

Direktiivi määrittelee EU-tasolla ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen järjestelmänä, jonka tarkoitus on varmistaa, että ajoneuvot ovat turvallisessa ja ympäristön kannalta

hyväksyttävässä kunnossa niiden käytön ajan. Direktiivi määrittää muun muassa ajoneuvojen rekisteröintimenettelyä koskevat säädökset sekä liikennekelpoisuuden varmistamisen määräaikaikatsastusten muodossa, määräaikaikatsastusten ajankohdat ja sisällöt eri ajoneuvoluokille. Direktiiviin on niin sanottu minimidirektiivi, joka mahdollistaa jäsenvaltioiden itse asettavan direktiivin vaatimuksia tiukempia kansallisia katsastusnormeja, jos ne katsotaan tarpeelliseksi. [1, s. 51.]

Määräaikaikatsastuksen hyväksymis- ja hylkäysperusteet määritellään siten, miten merkittäviä puutteita ajoneuvon turvallisuuden kannalta oleellisten järjestelmien toiminnassa katsastuksessa todetaan. Puutteet arvioidaan kolmeen eri kategoriaan, vähäinen, vakava tai vaarallinen. Jos puutteet ovat vain vähäisiä, puutteet on korjattava erikseen määrättävään ajankohtaan mennessä ja katsastus voidaan katsoa hyväksytyksi. Puutteiden ollessa vakavia katsastus katsotaan hylätyksi, ja vaarallisten puutteiden ilmeneminen johtaa ajoneuvon ajokieltoon määräämiseen. [1, s. 61.]

Direktiivin liitteen yksi mukaan 1.1.2012 jälkeen käyttöön otettujen M1-luokan ajoneuvojen tulee kyetä 58 %:n jarrutusasteeseen suhteessa suurimpaan sallittuun massaan kaikissa ajo-olosuhteissa. M1-luokan ajoneuvoilla tarkoitetaan henkilöiden kuljettamiseen valmistettuja ajoneuvoja, joiden kokonaismassa on enintään 3500 kg ja joissa on istuinpaikkoja enintään 8 kuljettajaa mukaan lukien. Testaus määrätään toteutettavaksi jarrutestauslaitteella tai, jos tämä ei ole teknisistä syistä mahdollista (esimerkiksi joillakin nelivetoisilla ajoneuvoilla), testaus toteutetaan koeajon aikana tallentavan hidastuvuusmittarin avulla, jotta voidaan määrittää jarrutuskerroin suhteessa suurimpaan sallittuun kokonaismassaan. [1, s. 76.]

Direktiivin tilaa ja kalustoa koskevan liitteen 3 mukaan jokaisella katsastusasemalla tulee olla katsastettavien ajoneuvojen testaukseen soveltuva jarrudynamometri, jolla voidaan mitata, näyttää ja tallentaa jarruvoimia [1, s. 120]. Direktiivissä ei ole erikseen määritelty, että dynamometrin tulee olla teladynamometri, vaikka se on Suomessa ainoa sallittu jarruvoimien testaukseen käytettävä laite. [3, s. 8.]

3.2 Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet, Trafi/191268/03.04.03.00/2018

Määräys on laadittu implementoimaan EU:n direktiivi 2014/45/EY Suomen lakiin, ja sitä sovelletaan uusiin katsastuslupaa hakeviin tahoihin. Määräys käsittää sekä kevyen että raskaan kaluston katsastamiseen vaaditut laitteet, ja niitä koskevat määräykset.

Jarrudynamometrin on sovelluttava katsastettavien ajoneuvojen tarkastukseen. Dynamometrin on täytettävä tila- ja laitemääräyksen vaatimukset, sekä sillä on oltava mahdollista saavuttaa ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteista annetun määräyksen mukaiset mittaustulokset. Dynamometriin ei saa tehdä muutoksia, jotka eivät ole laitteen valmistajan hyväksymiä. [4, s. 4.]

3.3 CITA Recommendation N° 8, Brake Testing in Periodic Technical Inspection

CITA eli kansainvälinen moottoriajoneuvojen katsastuskomitea on laatinut oman ohjeistuksensa jarrujen testaukseen liittyen. Ohjeistus perustuu mm. standardiin ISO 21069-1, joka käsittelee raskaan kaluston jarrutesteissä käytettäviä jarrudynamometrejä. Dokumentti sisältää paljon suuntaa antavaa informaatiota siitä, miten ajoneuvon jarrujärjestelmää tulee testata määräaikaikatsastustilanteissa sen jatkuvan toimivuuden varmistamiseksi.

Teladynamometrilaitteistoa koskevat suositukset pitävät sisällään muun muassa vähittäismittoja laitteen komponenteille, jarruvoimien mitta-alueen, testausnopeuden raja-arvot, mittaustarkkuuden vähimmäisarvoja, sekä itse laitteiston sijoittelua koskevaa ohjeistusta. Dokumentissa todetaan teladynamometreistä mm. seuraavaa:

- Laitteiston sallima suurin akselipaino tulisi olla vähintään 2500 kilogrammaa.
- Telojen halkaisijan tulisi olla vähintään 150 millimetriä ja niiden pituuden vähintään 600 millimetriä.
- Kitkakerroin tulisi olla vähintään 0,7.
- Testausnopeuden tulisi olla 2 km/h ja 5km/h välillä. [5, s. 31.]

Kaikki laitevalmistajat pyrkivät suunnittelemaan laitteistonsa siten, että niillä olisi mahdollista testata kaikkia mahdollisia saman ajoneuvoluokan tieliikenteessä käytettäviä ajoneuvoja. Käytännössä siis kaikkien katsastuskäytössä olevien teladynamometriensä suunnittelun lähtökohtana toimivat nämä kriteerit, vaikka märällä tai lumisella kelillä ajoneuvon jarrujärjestelmää testatessa renkaan ja telan välisen kitkakertoimen arvo 0,7 on käytännössä mahdoton.

3.4 Muiden EU-maiden määräyksistä

Tutkimuksen aikana pyrittiin luomaan käsitystä siitä, miten tarkasti muissa Euroopan Unionin maissa säädellään jarrutestauskalustoa ja niiden kalibrointipätevyyttä kansallisin määräyksin. Saatavilla oli olosuhteiden valossa Ruotsin, Viron, Slovakian sekä Saksan jarrudynamometrejä koskevat kansalliset määräykset. Haastattelujen yhteydessä keskusteltiin myös Norjan menetelmistä, mutta virallisia lähteitä ei ollut saatavilla.

3.4.1 Saksa

Suomessa katsastuskäytössä oleville teladynamometreille ei ole asetettu tarkempia vaatimuksia teknisten ominaisuuksien osalta. Euroopan maissa mm. Saksassa näin on tehty, jotta kaikilla teladynamometreillä saavutettaisiin samat tulokset jarruvoimia mitattaessa. Tällä on tavoiteltu sitä, ettei dynamometrin telojen kunto ei olisi muuttujana mitauksessa. Saksassa jarrudynamometreistä on määrätty CITA:n suosituksiin perustuen mm.

- dynamometrin telanopeus 4-6 km/h.
- kitka vähintään 60 % märällä renkailla ja 70 % kuivilla renkailla.
- telahalkaisija 200 mm.
- katkaisuluistoraja 27 +/- 3 %.
- tarkkuus alueella 0-2000 N +/- 40 N ja sen yläpuolella 2 % maksiminäyttämästä 8 kN. [3, s. 6]

Saksan mittaustavassa on poikkeuksellista sekin, että ajoneuvon testimassalla saadut jarruvoimat suhteutetaan sen suurimpaan sallittuun kokonaismassaan laskennallisesti, ja otetaan myös poljinvoima huomioon siten, että ajoneuvon valmistaja on veloitettu

ilmoittamaan merkki- ja mallikohtaiseen luetteloon tai sähköiseen tietokantaan maksimipoljinvoiman lukuarvon Newtonina, jolla 58 % hidastuvuus tulisi saavuttaa. Lisäksi tietokannasta näkee etu- ja taka-akselille tarvittavan minimiprosenttiosuuden kokonaisjarruvoimasta, joka helpottaa jarrumittauksen suhteuttamista todelliseen jarrutustapahtumaan. Tietokannan käytössä ongelmallista on, että vanhempien (> 15 vuotta) sekä täysin uusien (≤1 vuosi) ajoneuvojen tietoja ei välttämättä ole saatavilla. [3, s. 20.]

3.4.2 Ruotsi

Ruotsissa mittauslaitteiston tulee kyetä mittaamaan ajoneuvon hidastuvuutta, jarruvoimissa esiintyviä eroja saman akselin pyörien sekä eri akselien välillä. Ruotsissa myös levydynamometri on sallittu jarrujen testaukseen, jos se vastaa ominaisuuksiltaan teladynamometriä. Dynamometrin tulisi olla ISO-standardin 21069-1:2004 tai sitä vastaavan standardin mukainen. Laitteiden kalibrointipätevyydelle vaaditaan akkreditointi, jonka tarkemmat pätevyysvaatimukset on säädelty kansallisella tasolla. Itse kalibroinnin sisältöä ei Ruotsissa tämän tutkimuksen aikana läpikäytyjen dokumenttien ja haastattelujen perusteella ole määrätty, vaan samoin kuin Suomen kansallisessa määräyksessä todetaan, että kalibrointi tulisi suorittaa käyttäen jäljitettävää mittanormaalia ja toimia laitevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti. Kalibrointi tulee suorittaa laitteiston jokaiselle osa-alueelle, ohjelmisto mukaan lukien. [6, s. 2.]

3.4.3 Slovakia

Slovakiassa teladynamometri on ainoa hyväksytty jarrujen testaamiseen käytettävä laite. Laitteen tulee olla sellainen, että

- Sen telojen halkaisija on vähintään 180 millimetriä,
- Testinopeuden oltava vähintään 2 km/h,
- Sen tulee sisältää poljinvoimamittari. [7, s. 7.]

Suomesta poiketen Slovakiassa on asetettu kiinteä kulumistoleranssi teloille, joka tulee tarkastaa vuosikalibrointien yhteydessä. Rajaksi on asetettu ±5 % telan alkuperäisestä halkaisijasta.

Kalibrointipätevyys on tarkemmin rajattu kuin esimerkiksi Suomessa. Slovakiassa kalibrointipätevyyden myöntää Slovakian liikennevirasto, ja pätevyyden saamiseksi pätevyyden hakijan tulee täyttää akkreditoidun tarkastuslaitos Testekin vaatimukset, joiden täyttämiseksi hakijan tulee ilmoittaa kalibroittavat laitetyypit ja -valmistajat, kalibrointitoimenpiteen sisältö, kalibrointivälineiden parametrit ja erikseen vaadittaessa todistus tulosten metrologisesta jäljitettävyydestä. Testekin raportin sekä hakijan esittämän kalibrointipalvelujen kuvauksen perusteella Slovakian liikennevirasto voi myöntää hakijalle kalibrointipätevyyden. Kalibrointi tulee suorittaa valmistajan ohjeistusten mukaisesti kuormittamalla sähköistä momenttianturia määrättyllä voimalla (punnuksilla) tietyllä varrella. Kalibrointi tulee suorittaa vain siihen hyväksytyllä, valmistajan ohjeiden mukaisella laitteella. Kalibrointi tulee suorittaa lämpötilassa, joka on alueella 5–40 °C. [7, s. 11.]

3.4.4 Viro

Virossa ainoa määräaikaikatsastukseen sisältyvään jarrujen testaukseen hyväksytty laite on teladynamometri. Laitteiston tulee kyetä mittaamaan jarruvoimat, jarruvoimien ero sekä newtoneina että prosentteina, pyörä- ja akselikuorma sekä ajoneuvon kokonaismassa. [8, s. 2.]

4 Jarrutussuhde

Jarrutussuhde ilmaisee ajoneuvon molempien akselien yhteenlasketut pyöräkohtaiset jarruvoimat suhteessa ajoneuvon todellista kokonaismassaa vastaavaan painovoimaan. Jarrutussuhde lasketaan siten, että ajoneuvon etu- ja taka-akselien yhteenlasketut suurimmat mitatut jarruttavat kokonaisvoimat suhteutetaan ajoneuvon suurimpaan sallittuun kokonaismassaan, josta saadaan laskettua jarrutussuhde prosentteina. Jarrutussuhde lasketaan kaavalla

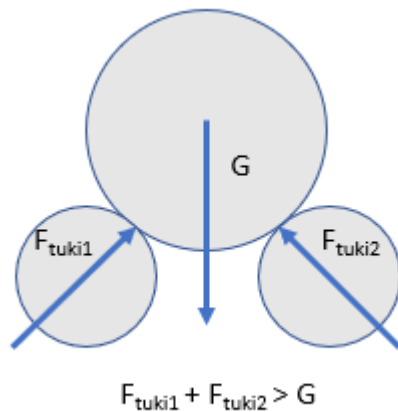
$$\text{jarrutussuhde (\%)} = \frac{\text{kokonaisjarruvoima (N)}}{\text{ajoneuvon suurin sallittu kokonaismassa (kg)} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} * 100 \% \quad (1)$$

EU-direktiivissä 2014/45/EY määrätään, että 1.1.2012 jälkeen ensirekisteröidyn M1-luokan ajoneuvon tulee saavuttaa 58 % jarrutussuhde kaikissa mahdollisissa ajo-olosuhteissa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että henkilöauton käyttöjarrun tulee olla teholtaan sellainen, että ajoneuvon suurimmalla sallitulla kokonaismassalla saavutetaan vähintään $5,8 \text{ m/s}^2$ hidastuvuus, kun kitkakerroin renkaan ja tien välillä on 0,8 (vastaa hyväkuntoisen renkaan ja kuivan asfaltin välistä kitkakerrointa). Poljinvoima saa henkilö- ja pakettiautoilla olla enintään 500 N, mutta sen mittaaminen tämänhetkessä määräaikaikatsastusohjelmassa on pakollista vain tilanteissa, joissa etupyörät eivät lukkiudu testaustilanteessa. [9, s. 15.]

Suurinta saavutettavaa jarruvoimaa rajoittaa kitkakerroin. Direktiivin mukaiseen jarrutussuhteeseen pääsemistä helpottaa myös, jos ajoneuvon testimassa on mahdollisimman lähellä suurinta sallittua akselimassaa, sillä tällöin on mahdollista saavuttaa samalla kitkakertoimella suurempia jarruvoimia. Pyöräkohtainen suurin mahdollinen jarruvoima tasaisella alustalla lasketaan kaavalla

$$\text{Suurin jarruvoima (N)} = \text{pyöräkuorma(kg)} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * \text{kitkakerroin} \quad (2)$$

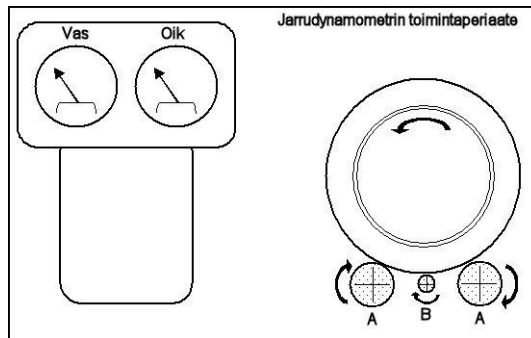
Kitkavoimia matemaattisesti käsitellessä tulee ottaa huomioon, että renkaan ja telojen välinen tukipinta ei ole kohtisuoraan alaspäin, vaan renkaaseen kahdelta suunnalta kohdistuvien tukivoimien (kuva 1, F_{tuki}) summa on suurempi kuin renkaasta suoraan alaspäin kohdistuvan massan aiheuttama painovoima (kuva 1, G). Tällä tavoin on mahdollista saada mitattua suuremmat jarruvoimat kuin levydynamometrillä täsmälleen samoissa olosuhteissa.



Kuva 1. Tukivoimien jakautuminen telojen päällä.

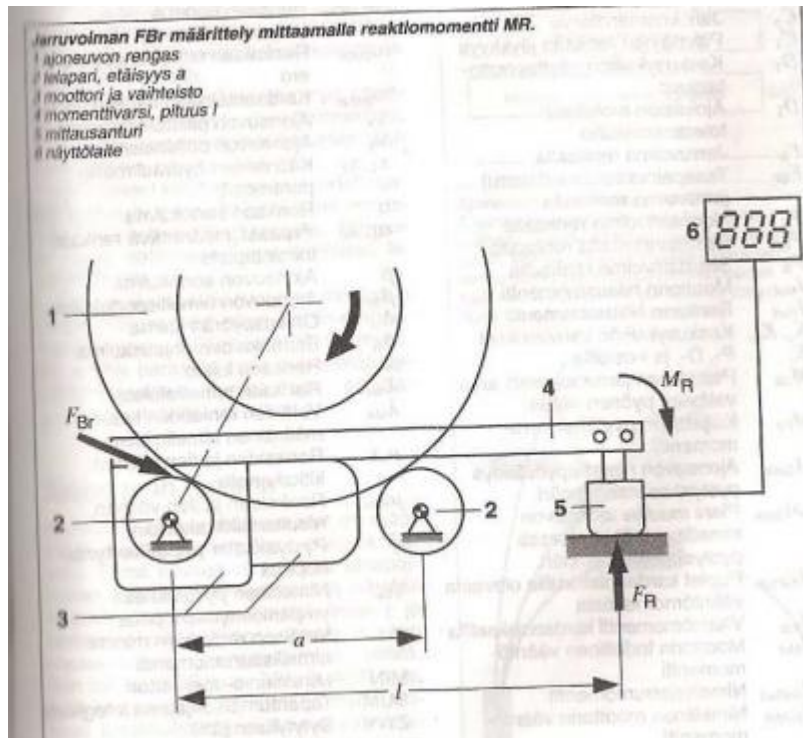
5 Teladynamometri

Suomessa ainoa katsastuskäytössä sallittu jarrujen kuntoa mittaava laite on teladynamometri. Ainakin Saksassa ja Alankomaissa myös levydynamometri on hyväksytty dynamometrityyppi jarrujen testaukseen katsastuksessa [3, s. 8]. Teladynamometrin toimintaperiaate on havainnollistettu kuvassa 2. Laitteisto koostuu pääasiassa kahdesta toisiinsa mekaanisissa kytköksissä olevasta vetotelasta (kuva 2, A), joita pyöritetään sähkömoottorilla samaa nopeutta. Mitattava rengas asetetaan näiden telojen väliin. Mitattavan renkaan ja dynamometrin telan välinen luisto aiheuttaa kulumaa sekä renkaassa että mittauslaitteistossa. Jotta luistoa voidaan hallita, on konstruktiossa seurantatela (kuva 2, B). Mitattava rengas pyörittää seurantatelaa, ja kun rengasta jarrutetaan niin suurella momentilla, että se alkaa luistaa vetotelalla, syntyy vetotelojen ja seurantatelan välille kehänopeusero. Kehänopeuksien eron saavutettua ennalta määritetyn luistorajan laite pysähtyy, jotta telojen ja renkaan kuluminen pysyy hallitulla tasolla. [10]



Kuva 2. Telajarrudynamometrin rakenne. [10].

Useimmin teladynamometri on akselikohtainen, mutta on olemassa myös nelivetoisille ajoneuvoille erityisesti suunniteltuja jarrudynamometrejä. Akselikohtaisessa jarrudynamometrissä molemmilla pyörillä on omat telansa, joille pyörät asetetaan mittausta varten. Mittaustilanteessa sähkömoottorilla pyöritetään vetoteloja, ja edelleen niillä lepäävää pyörää. Mittauksen aikana pyörää aletaan jarruttaa ajoneuvon omalla jarrulla, jonka aiheuttama vääntömomentti vastustaa pyörää pyörittävän sähkömoottorin liikettä. Mitä voimakkaammin jarrua painetaan, sitä voimakkaampi momentti tarvitaan pyörittämään pyörää. Jarrudynamometri mittaa jarruttavan momentin pyörän kehältä vetotelan moottoriin tai vaihteistoon laakeroidun vipuvarren toisessa päässä sijaitsevalla sähköisellä voimamittausyksiköllä, ja mittauslaitteisto laskee voimamittausyksikön antaman tiedon perusteella pyöräkohtaisen jarruvoiman, joka ilmaistaan laitteen joko analogisessa tai digitaalisessa näyttölaitteessa (kuva 3). [10]



Kuva 3. Jarruvoiman mittaaminen teladynamometrissä. [13].

Määräaikauskatsastuksen pakollisten osa-alueiden, jarruvoimien ja saman akselin renkaiden jarruvoimissa esiintyvien erojen lisäksi jotkut laitteistot kykenevät mittaamaan myös mm. käsijarrun tehoa, jarrujen soikeutta, vierintävastusta, poljinvoimaa ja jarrutusuhdetta. Jotkut jarrudynamometrivalmistajat myös markkinoivat laitteita, jotka ovat yhteensopivia muiden katsastuslaitteiden kanssa, tällöin laitteisto on mahdollista laajentaa niin kutsutuksi testausradaksi, joka sisältää sekä jarru- että heilahduksenvaimennintes- terit. [11]

Lumen ja jään kertymisen estämiseksi etenkin ulos sijoitetut jarrudynamometrit on syytä varustaa erillisellä lämmittimellä. Lämmitin on jarrudynamometrin ylimääräinen (ei pakol- linen) lisävaruste, eikä sitä ole välttämättä saatavilla kaiken merkisiin laitteisiin, siksi kaikki jarrudynamometrit eivät sovellu ulkoasennettaviksi. [11]

5.1 Telatyypit

Kitkavoiman parantamiseksi ja siten telan ja renkaan välisen luiston minimoimiseksi telat on pintakäsittely. Pintakäsittelytapoja on erilaisia, ja kaikilla eri tavoilla on omat hyvät ja huonot puolensa, jotkut kestävät esimerkiksi nastarenkaiden käytöstä aiheutuvaa mekaanista kulutusta paremmin, kun taas joidenkin kitkaominaisuudet ovat määrättyissä olosuhteissa selkeästi paremmat. Erilaisia pintakäsittelytapoja ovat mm. nypylä- tai pyöröhitsatut, teräsverkoilla päällystetyt, sekä kumi- tai muovipäällystetyt telat. [11] Telatyyppejä nimitetään sen pinnoitteen perusteella, esimerkiksi teräksisellä verkolla päällystettyä telaa kutsutaan verkkotelaksi.

Suomen olosuhteissa ongelmallista on märällä sekä jäisellä kelillä tehtyjen mittausten osalta puutteellinen kitka. On huomattu, että etenkin märällä, mutta joissain tapauksissa myös kuivalla renkaalla suoritetuissa mittauksissa tietyillä telatyypeillä on mahdotonta saavuttaa vaadittua kitkakerrointa ja siten myös vaadittavia jarruvoimia. [12, s. 16.]

Jarrudynamometrin telat tulisi vaihtaa tai kunnostaa heti, kun niiden kitkapinnassa on merkittävää kulumista, joka saattaisi vaikuttaa niiden kitkakertoimeen. Kustannussyistä katsastusalalla kuitenkin vallitsee käytäntö, että telat ajetaan niin loppuun kuin mahdollista. Ongelmallista on myös kansallisen määräyksen puute, sillä tällä hetkellä ainoa teilojen huoltoa ja kuntoa koskeva määräys on noudattaa laitevalmistajan ohjeistusta.

5.1.1 Pyöröhitsattu tela

Yleisimpiä käytössä olevia telatyyppejä ja usein uusien jarrudynamometrienvakiotelatyyppejä. Telan kitkapinta on pintakäsittely pistehitseinen, joiden tarkoitus on painua testattavan renkaan uriin, ja siten parantaa kitkaa. Pyöröhitsattu tela on mahdollista kunnostaa hitsaamalla, ja kaikkien merkkien uusiin jarrudynamometrimalleihin on mahdollista jälkiasentaa pyöröhitsatut telat. Pyöröhitsattu tela on kitkaominaisuuksiltaan hyvä, mutta kulutusta ne kestävät heikosti ja kitkapinnan kulumisen alkaa vaikuttamaan välittömästi kitkakertoimen arvoon negatiivisesti. [13, s. 22.] Tästä syystä niitä usein hitsataan itse katsastustoimipaikoilla.

5.1.2 Verkkotela

Verkkotela on Suomessa harvinainen telatyyppi, jota käyttää tällä hetkellä vain Beissbarth-merkki. Kitkaominaisuuksiltaan verkkotela on hyvä, ja kulutusta se kestää erinomaisesti. Suurin ongelma on, että verkkotelaa ei ole mahdollista kunnostaa hitsaamalla, heti verkon irrottua telasta se tulee vaihtaa uuteen. [12, s. 3.]



Kuva 4. Käyttämätön Beissbarth-merkkisen jarrudynamometrin verkkotela.

5.1.3 Massatela

Euroopassa hyvin yleinen telatyyppi, Suomessa vain AHS-merkinen jarrudynamometri käyttää valmistajana massateloja. AHS:n käyttämä komposiittinen muovikorundipinnoite on kitkaominaisuuksiltaan erinomainen, mutta nastojen käyttö kuluttaa sitä huomattavasti nopeammin kuin teräksisellä kulutuspinnulla varustettuja telatyyppejä. AHS:n teloja on mahdollista kunnostaa katsastustoimipaikoilla erikseen myytävillä pinnoitussarjoilla (vrt. hitsaus). Korundijyvät ”liimataan” massatelan pintaan ja telan annetaan kuivua. Telojen pinnoittaminen on kustannuksiltaan jopa alhaisempi kuin pyöröhitsien uusiminen ammattilaisella, lisäksi se säästää aikaa ja vaivaa, sillä telan korjaus onnistuu katsastustoimipaikalla, mutta heikon kulumiskestävyyden takia massatelat eivät ole yleistyneet Suomessa. [12, s. 3.]

5.1.4 Ripa- eli laippatela

Suomessa etenkin vanhemmassa kalustossa hyvin yleinen telatyyppi. Telat ovat hyvin kulutusta kestäviä, mutta kitkaominaisuuksiltaan niin huonot, että jossain tapauksissa niillä ei ole edes kuivalla kesärenkaalla mahdollista saavuttaa vaadittuja jarruvoimia. [12, s. 3.] Ripatelat on mahdollista kunnostaa, sekä niiden kitkaominaisuuksia parantaa hitsaamalla, mutta hitsattuinkin niillä on vaikea saavuttaa vaadittuja jarruvoimia. Ripatelat tulisi vaihtaa uusiin, kun niiden halkaisijassa ilmenee muutoksia, mutta useilla katsastus-toimipaikoilla on mahdollista törmätä ”tiimalasi-ilmiöön”, jossa tela on keskeltä kulunut silmin havaittavasti uralle. Ripatelojen hitsaaminen ja hitsin kulumisen muuttaa itse telan halkaisijaa, jonka takia niitä tulisi kalibroida heti, kun pinnassa on havaittavissa kulumaa.



Kuva 5. Edessä F-Coran automatisoidusti kunnostettu ripatela. Takana kunnostettavaksi saapunut tela. Taaemmassa on huomattavissa kulutuksesta aiheutunut ura.

5.2 Jarrudynamometrin merkitys katsastuksessa

Jarrudynamometriä voidaan aiheellisesti pitää yhtenä ajoneuvon määräaikaikatsastuksen suorittamisen tärkeimpänä mittauslaitteena. Ajoneuvon määräaikaikatsastuksessa tutkitaan mm. ajoneuvon jokaisen pyörän jarruvoima sekä seisontajarrun teho. Trafico-

min vuonna 2013 julkaiseman vikatilaston mukaan jarruviat olivat yleisimpiä syitä ajoneuvon kielteiseen katsastuspäätökseen. Traficomien vuonna 2013 julkaiseman tilaston mukaan vuonna 2012 käyttöjarrun dynamometritestin takia hylättiin 4,8 % katsastetuista ajoneuvoista. [14, s. 1.] Vuoden 2018 3–15-vuotiaiden ajoneuvojen vikatilastojen perusteella ajoneuvoja määrättiin ajokieltoon jarrujärjestelmän vikojen perusteella yli 120 000 kappaletta. Yleisimmät jarrujärjestelmissä todetut, ajokieltoon johtaneet viat olivat käyttöjarrussa (63 767 kappaletta) ja seisontajarrun dynamometritestissä (59 234 kappaletta). [15]

Tämänhetkinen vaatimus saavuttaa suurimmalle sallitulle kokonaismassalle lasketut jarruvoimat ei ole realistinen testausilanteessa, sillä kaavan (2) mukaan suurinta jarruvoimaa rajoittaa kitkakertoimen lisäksi pyöräkuorma. Jos haluttaisiin saavuttaa vaadittuja jarruvoimia, ajoneuvot tai erikseen mitattavat akselit olisi kuormattava suurimpaan sallittuun kokonaismassaan ennen testausta, tai mitatut jarruvoimat suhteuttaa laskennallisesti suurimpaan sallittuun kokonaismassaan. Käytännössä hylkäyksiä direktiivin mukaisesti jarruvoimiin ja jarrutussuhteeseen pääsemättömyydestä ei määrätä, vaan riittävien jarruvoimien mittaamisen sijaan riittää, että mitattava rengas lukkiutuu jarrudynamometritestin aikana. [9, s. 16.] Traficomien julkaiseman katsastuksen arvosteluperusteiden mukaan määräaikaikatsastuksen hylkäämisen tai ajokiellon jarrudynamometritestin perusteella aiheuttaa myös

- jarruvoimien ero ohjaavan etummaisesta akselin pyörillä yli 50 % suurimmasta jarruvoimasta (ajokielto)
- suuri vierintävastus (hylkäys)
- jarruvoimien ero saman akselin pyörillä yli 30 % suurimmasta jarruvoimasta (hylkäys)
- jarruvoiman vaihtelu samassa pyörässä yli 30% (lähellä lukkiutumisrajaa). (hylkäys)
- jarruvoima ei muutu tasaisesti suhteessa polkimen käyttövoimaan tai liike- matkaan (hylkäys)
- epänormaali viive pyöräjarrun toiminnassa (hylkäys) [9, s. 14–15].

Akselikohtaisesti mitattavien jarruvoimien osalta virheellisiä mittaustuloksia saattaa aiheuttaa kulunut mittauslaitteisto. Uusien telojen luistoraja on 20–25 %, mutta rajaa voidaan tarvittaessa nostaa esimerkiksi 30 %:iin, mikäli telat ovat kuluneita. Olemassa olevan ohjeistuksen sekä aikaisemman aihetta koskevan tutkimuksen perusteella parhaat

tulokset jarruvoimille saavutetaan luistorajan arvolla 27 %. [5, s. 32; 12, s. 25.] Renkaiden hallitsematon luistaminen teloilla asettaa haasteita mittaukselle, sillä telan ja renkaan välinen kitkakeroin rajoittaa suurinta saavutettavaa jarruvoimaa. On myös havaittu, että jarrudynamometrin telojen kuluneisuus lisää merkittävästi mittaustulosten eroja kuivalla ja märällä telalla tehtävissä mittauksissa. [13, s. 32.] Muutokset telojen halkaisijoissa aiheuttavat virheellisiä mittaustuloksia, ellei muutosta oteta kalibroinnin yhteydessä huomioon, sillä pienetkin muutokset vaikuttavat voimaa mittaavan laitteiston vipuvarteeseen, ja siten suoraan mittaustuloksiin. Jarrudynamometrin valmistajan tulisi ilmoittaa telojen sallittu kulumistoleranssi suorituskyvyn säilymiseksi, jolloin laitteen käyttäjän velvollisuus on valvoa telojen halkaisijoita. Kaikkien laitevalmistajien kohdalla kulumistoleranssia ei ole kirjattu laitteen käyttöohjeeseen, joten laitteen käyttäjän tulisi omatoimisesti olla yhteydessä laitteen maahantuojaan tai valmistajaan ja selvittää kyseisen laitteen telojen kulumistoleranssi. Telojen käyttöikä vaihtelee merkittävästi käytettävän telatyypin ja kulutuksen mukaan, esimerkiksi pyöröhitsatut telat kestävät keskimäärin arviolta 8 000 jarruvoimatestausta kun taas verkkotelat jopa 30 000.

EU-direktiivissä säädettyyn jarrutussuhteeseen pääsemiseksi vaaditaan, että jarrudynamometrin telojen ja mitattavan renkaan välisen kitkakertoimen tulisi olla mahdollisimman lähellä 0,58:aa. Edellä mainitun tukivoimien jakautumisen (kuva 1) johdosta alhaisempi akselipaino saa aikaan telojen ja renkaan välille noin 10% painovoimaa suuremman tukivoiman, jolloin 58% jarrutussuhde voidaan saavuttaa pienemmälläkin kitkakertoimen arvolla. Telojen kuluessa, tai lumen ja jään kerääntyessä teloihin renkaan ja telan välinen kitkakeroin laskee, mittaustulosten luotettavuus kärsii ja teloilta pois nouseminen mittauksen loputtua vaikeutuu. On myös havaittu, että ainakin Cartec-merkkisen jarrudynamometrilaitteen tehdastelat menettävät huomattavan paljon pitoaan jo vähäisestä vesimäärästä telan pinnassa. [13, s. 20.] Jarrudynamometri tulisi sijoittaa siten, että kitkakeroin on saavutettavissa sääolosuhteista riippumatta.

Katsastusasemia ei edellytetä tarkkailemaan kitkakertoimen arvoa, ja sen reaaliaikainen seuraaminen on vaikeaa, sillä siihen vaikuttaa telan kunnon lisäksi testattavan ajoneuvon renkaan ominaisuudet, kuten rengastyypin (nasta, kitka), kuviointi ja kuluneisuus. Tästä johtuen katsastusalalla telojen kitkakertoimeen kiinnitetään huomiota viimeistään silloin, kun se alkaa vaikuttamaan työn suorittamiseen, eli käytännössä silloin, kun telojen ja renkaan välinen kitka ei riitä dynamometrillä pois nousemiseen.

Telojen kitkapinnan kulumista on mahdotonta välttää. Etenkin nastarenkaiden käyttö jarrudynamometritestissä kuluttaa rullia merkittävästi. [3, s. 20.] Muun muassa telojen pyöröhitsien uusimisella pyritään parantamaan kuluneen telan ja mitattavan renkaan välistä kitkakerrointa, tai korjaamaan merkittävästi kulunutta telan pintaa, ja siten saamaan jarruvoimatestauksessa parempia arvoja akselikohtaiselle jarruvoimalle.



Kuva 6. Kunnostettavaksi lähetetty jarrudynamometrin pyöröhitsattu tela. Telan keskellä on havaittavissa, että sitä on kunnostettu katsastustoimipaikalla käsin pistehitsaamalla, sillä hitsijälki ei ole tasaista eikä sitä ole korjattu koko matkalta.

5.3 Jarrudynamometrin kalibrointi

Suomessa vain raskaan kaluston jarrutestauksessa käytettävät mittaus- ja tarkastuslaitteiston kaikki komponentit tulee huoltaa ja tarkastaa säännöllisin väliajoin erillisen Traficomien Raskaiden ajoneuvojen paineilmajarrujen tarkastus katsastuksessa -dokumentin Liitteen B (Kalibrointiliite) mukaisesti. Kevyen kaluston kalibroinnin ainoa tämän hetkinen määräys on kalibroida laite vähintään 12 kuukauden välein ja noudattaa laitevalmistajan ohjeistusta. [4, s. 8.]

Jarrudynamometriä kalibroinnin pätevyysvaatimukset ovat tällä hetkellä hyvin löyhästi määriteltyjä ja valvottuja, eikä käytännössä mitään lupia vaadita. Jokaisella tarkastuksella

suorittavalla toimijalla tulisi olla esittää todistukset koulutuksen, kalibrointiin käytettävien välineiden ja kalibrointitoimenpiteen sekä kalibroinnin tulosten jäljitettävyyden osalta, mutta valvonta on vähäistä, ja haastattelujen perusteella epäpäteviä kalibroijia on alalla paljon. Traficomien katsastustoimintaa koskevan Tila- ja laitemääräyksen mukaan

Kalibroinnin ja virityksen saa suorittaa kalibroitavaan laitteisiin ja niiden rakentamiseen perehtynyt, riittävät mittaustekniikan tiedot omaava pätevä taho, joka pystyy toteuttamaan kalibroinnin siten, että jäljitettävyyksivaatimuksen täyttyvät ja antaa sille mittausepävarmuusarvion. [4, s. 8.]

Tutkimuksen aikana haastateltiin myös kalibroijia ja kaluston huoltajia. Heidän yhteystietonsa ja edustamansa yritykset sekä laitevalmistajat ovat esitetty liitteessä yksi (liite 1). Kalibroijien haastattelulla pyrittiin saamaan käsitystä löyhien pätevyysvaatimusten vaikutuksesta, sekä kartoittamaan jarrudynamometriä kalibrointia toimenpiteenä. Haastatellut kalibroijat osasivat kertoa, että juuri vähäisten pätevyysvaatimusten takia alalla on mahdollista törmätä hyvin vaihtelevaan kalibroinnin laatuun. Kalibrointeja tehdään myös laadukkaasti, mutta kustannussyistä laadukas kalibrointi maksaa aina enemmän kuin väärillä laitteilla ja menetelmillä toteutettu, joka ajaa katsastustoimijoita suosimaan halvempaa ja epäpätevämpää toimijaa. Tietämättömyys kalibroinnista toimenpiteenä on yleistä, ja kalibroinnissa saatetaan keskittyä pelkästään siihen, että säädetään näytön näyttämä kalibroijan mielestä oikeaksi, joka virheellisten mittaustulosten lisäksi tekee yhteneväisten mittaustulosten saamisesta mahdotonta. Ongelmallista virheellisen kalibroinnin tunnistamisesta tekee se, että virheellisen kalibroinnin voi todeta vain kalibroimalla laitteen uudestaan ohjeiden mukaan, testaamalla jarruvoimat ja vertaamalla niitä aikaisempiin tuloksiin.

Laitteiden kalibrointiin oikeuttavan pätevyuden vaatimuksia tulisi tiukentaa, ja kalibrointia harjoittavien tahojen valvontaa lisätä valvojan viranomaisen toimesta esimerkiksi jälkitarkastamalla vuosikalibrointien dynamometriä telojen kunto ja kalibroinnin oikeellisuus. Epäpätevien kalibrointien ehkäisemiseksi voitaisiin jatkossa vaatia kalibrointien suorittamiseen oikeuttavaa virallista tutkintoa (esimerkiksi Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkintoa vastaava tutkinto), tai velvoittaa kalibroijilta katsastajien vuosittaiseen pätevyyskoulutukseen verrattava säännöllinen pätevyyskoulutus. Koulutuksessa voitaisiin kouluttaa kalibroijia kiinnittämään huomiota myös siihen, onko kalibroittavat laitteet huollettu oikeaoppisesti.

5.4 Raskaan kaluston kalibrointimääräys

Raskaan kaluston laitteistoa koskevan määräyksen mukaan laitteet tulee kalibroida vähintään vuoden (+/- 1 kk) välein, jotta laitteen toiminnan luotettavuus ja mittaustarkkuuden pysyvyys voidaan tarvittaessa todentaa. Kalibrointivaatimus koskee koko jarrudynamometrilaitteistoa, eli itse jarrudynamometrin lisäksi myös laitteen analogista näyttöä, tiedon keruuta eli tietokonepohjaisen jarrulaskentaohjelman näyttöä, paineantureita ja -lähettämiä. Jos laitevalmistaja määrää kalibroinnin suoritettavaksi useammin kuin vuoden välein, on tällöin noudatettava valmistajan ohjeita. [16, s. 1.]

Laitteen kalibrointia varten tulee kalibroijan tietää laitteelle annettu mittausepävarmuus (suorituskyky), sallittu käyttölämpötila-alue, sekä telojen todellinen halkaisija. Kalibroijan tulee laskea mittausepävarmuus, jonka laskennassa tulee huomioida mm. telaston kulumistoleranssi (valmistajan määräämä suurin sallittu kuluma, jotta suorituskyky säilyy). [16, s. 2.] Telojen todellisen halkaisijan selvittäminen saattaa olla haasteellista useastakin syystä, mm. siksi että telojen halkaisijaa ei ole standardisoitu Suomessa, eli eri valmistajien telat saattavat olla eri kokoisia halkaisijaltaan, eivätkä telojen kulumisesta johtuvat muutokset telan halkaisijassa välttämättä esiinny tasaisesti koko telalla. Jos telojen kulunutta kitkapintaa on korjattu hitsaamalla, saattaa sen halkaisijassa esiintyä myös epäsäännöllisiä muutoksia, joiden huomioon ottaminen kalibroinnissa on haasteellista.

Raskaan kaluston tarkempi määräys sai paljon kiitosta haastattelujen aikana, pääasiassa siksi että tarkempi kuvaus kalibroinnin sisällöstä tekee myös kalibroijan menetelmien oikeellisuuden valvomisesta helpompaa, ja moni epäpätevä kalibroija joutuikin jättäytymään raskaan kaluston kalibroinneista. Toisaalta raskaan kaluston kalibrointi toimenpiteenä on hankalampi puhtaasti sen takia, että sen tulee myös ottaa kantaa laskentaohjelman oikeellisuuteen, joka vaatii syvällistä, ohjelmistotason perehtymistä kalibrointitoimenpiteeseen.

Tilanteen parantamiseksi kevyen kaluston jarrudynamometriä laite- sekä kalibrointimääräystä olisi tarkennettava. Mallia voitaisiin ottaa raskaan kaluston tarkemmasta kalibrointiohjeistuksesta, jotta myös kevyen kaluston katsastuksessa saataisiin mahdolli-

simman yhteneväisiä katsastuspäätöksiä. Raskaan kaluston kalibrointiohjeistuksen mukaan telan halkaisijaan tulee kiinnittää huomiota, ja verrata sitä laitevalmistajan ilmoittamaan kulumistoleranssiin.

6 Katsastustoimi Suomessa

Ajoneuvojen katsastustoimintaa ja sen edellyttämiä koulutuksen vaatimuksia sekä katsastustoiminnan valvontaa koskeva lakiuudistus tuli voimaan 1.7.2014. Uudistuksella pyrittiin lisäämään kilpailua katsastusalalla ja siten alentamaan liikenteen kustannuksia. Merkittävimpiä uudistuksen vaikutuksia olivat mm. raskaan ja kevyen katsastuksen eriyttämisen mahdollisuus, sekä katsastustehtävien vähäisien osien katsastamisen salliminen muillekin, kuin katsastusluvan haltijalle eli käytännössä korjaamoille ja vahinkotarkastajille. Vuoden 2014 voimaan tulleen uudistuksen jälkeen on mahdollista hakea vain kevyen kaluston toimilupaa, jolloin myös katsastustoiminnasta vastaavan henkilön pätevyysvaatimukset koskevat vain kevyiden ajoneuvojen katsastuksia. Tämän vuoksi katsastustoiminnan aloittamisen kustannukset ovat pienentyneet merkittävästi ja katsastustoiminnasta vastaavaksi soveltuvien henkilöiden määrä on kasvanut.

Keväällä 2018 voimaantullut katsastusdirektiivin muutos ja samassa yhteydessä toteutettu henkilö- ja pakettiautojen sekä raskaiden nelipyörien katsastusvälin harventaminen aiheutti myös merkittäviä muutoksia katsastusalalle. Kyseisten muutosten vaikutusten, sekä katsastusalan kehityksen seuraamiseksi Traficom on julkaissut vuodesta 2015 alkaen katsastusalan tilannekatsauksia, joissa tarkkaillaan esimerkiksi katsastusalan palveluiden saatavuutta eri puolilla Suomea, alueellisia hintaeroja, sekä katsastusten laatua.

6.1 Markkinaosuudet

Traficomien katsastusalan tilannekatsauksissa seurataan myös katsastusalan markkinaosuuksia, jonka yhtenä tarkoituksena on seurata vuoden 2014 uudistuksen vaikutusta uusien, pienempien katsastusalan yritysten tuloon alalle. Vuoden 2018 tilannekatsauk-

sen mukaan suurten toimijoiden markkinaosuudet jatkavat pienenemistään, ja katsastusala on kehittymässä kohti pienempiä yrityksiä, joista valtaosa on yhden tai korkeintaan muutaman toimipaikan yrityksiä. [17, s. 10]

Taulukossa 1 on esitetty viiden tällä hetkellä suurimman toimijan markkinaosuudet vuodesta 2012 alkaen. Merkittävin muutos markkinaosuuksissa on suuriin ketjuihin kuuluvien yritysten yhteisen markkinaosuuden kasvu 38 %:sta yli 50 %:iin vuoden 2012 jälkeen. A-Katsastus Oy ja Yksityiset K-asetat Oy kuuluvat A-Katsastus konserniin. [17, s. 11.]

Taulukko 1. Katsastusalan markkinaosuuksien kehitys vuodesta 2012. [17].

Yritys	Markkinaosuus 2012	Markkinaosuus 2013	Markkinaosuus 2014	Markkinaosuus 2015	Markkinaosuus 2016	Markkinaosuus 2017
A-Katsastus Oy	33,20 %	32,40 %	29,10 %	27,10 %	25,50 %	25,15 %
K1 Katsastajat Oy	13,60 %	12,40 %	14,80 %	12,00 %	12,44 %	11,88 %
Yksityiset K-asetat Oy	10,30 %	9,80 %	8,40 %	7,40 %	6,39 %	6,40 %
HelppoKatsastus Oy	1,80 %	2,20 %	2,00 %	3,00 %	3,69 %	3,67 %
E. Valjakka Oy	3,00 %	2,90 %	2,70 %	2,70 %	2,59 %	2,35 %
Muut	38 %	40,30 %	42,90 %	47,80 %	49,39 %	50,54 %
Yhteensä	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

7 Kevyen kaluston jarrudynamometrit Suomessa

Katsastustoimipaikkojen jarrutestauskaluston merkkien, mallien ja telatyypin selvittämiseksi laadittiin kysely, joka lähetettiin Traficomien kanssa yhteistyönä verkkokyselynä katsastustoimipaikkojen edustajille. Webropol-muodossa toteutetussa anonyymissä kyselyssä kartoitettiin katsastustoimipaikkojen sijainnin lisäksi käytössä olevien jarrudynamometriä valmistajia, malleja, telatyyppejä sekä telojen vaihdosta kulunutta aikaa ja telojen uusintamenetelmää (hitsatut, kunnostetut tai uudet). Kyselyn sisältöön vaikutti

ennakkokäsitysten lisäksi tutkimukseen osallistuvien tahojen kokemukset katsastusalan käytännöistä.

Vastausaktiivisuus oli toivottua alhaisempaa, ja vastauksia saatiin koko Suomen yli 500 katsastustoimipaikasta yhdeksältä, joista seitsemän Uudeltamaalta. Koko kyselyn vastausaktiivisuus on siis alle 2 %. Tosin ei voida olettaa, että kyselyyn johtava linkki edes päätyi jokaiselle yli 500 katsastustoimipaikalle. Myös pienten, yksittäisten katsastustoimipaikkojen tavoittamisen tiedettiin jo etukäteen olevan haasteellista.

Vähäisistä vastauksista huolimatta kyselyn tavoite kartoittaa yleisimpiä jarrudynamometrimerkkejä, telatyyppejä, telojen ikää sekä telojen huoltoa koskevia käytäntöjä onnistui. Selvisi että yleisin katsastuskäytössä oleva merkki on Boschin ja Nussbaumin yhdistymisestä alkunsa saanut ATT, yleisin telatyyppi pyöröhitsattu tela, kuluneiden telojen hitsaaminen hyvin yleistä, ja telat iältään odotettua vanhempia. Myös Traficomissa työskentelevät katsastustaustaa omaavat virkamiehet sekä muut tutkimuksen aikana haastatellut tahot ovat hyvin tietoisia siitä, että uusiakin teloja hitsataan jopa ennen niiden käyttöönottoa. Hitsaamalla pyritään parantamaan kitkaa ja siten mittaustuloksia, sekä ennen kaikkea pidentämään telojen käyttöikää.

Vastausten perusteella otettiin yhteyttä laitevalmistajiin ja heidän tarjoamansa tiedon perusteella laadittiin yhteenveto laitteiston kalibroinnin ja oikeaoppisen huollon ohjeistuksesta. Voimassa olevien määräysten mukaisesti jarrudynamometrejä tulisi huoltaa valmistajan ohjeistuksen mukaisesti, eikä niihin saa tehdä muutoksia, jotka eivät ole laitevalmistajan hyväksymiä. [4, s. 4.]

8 Kaluston valmistajien ohjeistus

Kyselyn vastausten sekä muun saatavilla olevan tiedon perusteella [11] otettiin yhteyttä laitevalmistajia Suomessa edustaviin maahantuojiin ja pyydettiin heiltä jarrudynamometriä kalibroinnin ja huollon ohjeistusta. Laitteiden maahantuojilta kysyttiin myös tutkimukseen liittyen mm. heidän omia kokemuksiaan telojen kestosta ja kunnostamisesta, laitevalmistajan näkemystä telojen kunnostamiseen, heidän saamaansa laitteita koskevaa

palautetta katsastajilta sekä mahdollisia kommentteja ja ajatuksia koskien tulevan tarkemman tila- ja laitemääräyksen sisältöä. Maahantuojien edustajat vastasivat tietämyksensä mukaan ja tarjosivat mielellään oman näkökulmansa asiaan. Haastatellut henkilöt yhteystietoineen, laitteita maahantuovat yritykset sekä heidän edustamansa merkit ovat esitetty liitteessä yksi (liite 1). Kaikki maahantuojat suhtautuivat positiivisesti tutkimukseen osallistumiseen ja välittivät pyydetyn ohjeistuksen sähköpostitse. Osalla kartoituista laitevalmistajista kalibrointiohjeesta erillistä huollon ohjeistusta ei ollut saatavilla, vaan yleiset huoltotoimenpiteet on kirjattu laitteen käyttöohjeeseen.

8.1 Huollon ohjeistus

Laitevalmistajien huollon ohjeistus (jos sellainen on erikseen olemassa, kaikille merkeille tai malleille ei ole) ottaa yleisesti kantaa vain mm. ketjujen ja laakerien voiteluun, sekä jossain tapauksissa sähkömoottoriin kytköksissä olevan vaihteiston öljyn määrän ja laadun tarkkailuun, öljynvaihtoväleihin sekä elektronisten osien vaihtoon. Erikoista oli myös, että vain kahdessa kuudesta laitevalmistajien huollon ohjeessa (Beissbarth ja Sherpa) edes otetaan kantaa telojen kuntoon. Sherpan tapauksessa telasta kehoitetaan poistamaan teloista epäpuhtaudet/jäämät, kuten kivet jne. Verkkoteloja ainoana merkkinä käytävän Beissbarthin ohjeistus on kiitettävän kattava, ja siinä kehoitetaan kiinnittämään huomiota telan kitkaan mahdollisesti vaikuttavaan kulumaan, sekä on ilmoitettu kulumistoleranssi teloille, jonka mukaan telojen halkaisijan ei tulisi pudota alle 98%:iin alkuperäisestä halkaisijasta. Dokumentti pitää sisällään myös rutiinitarkastusliitteen, johon merkataan huomautettavat sekä korjaustoimenpiteitä vaativat osa-alueet.

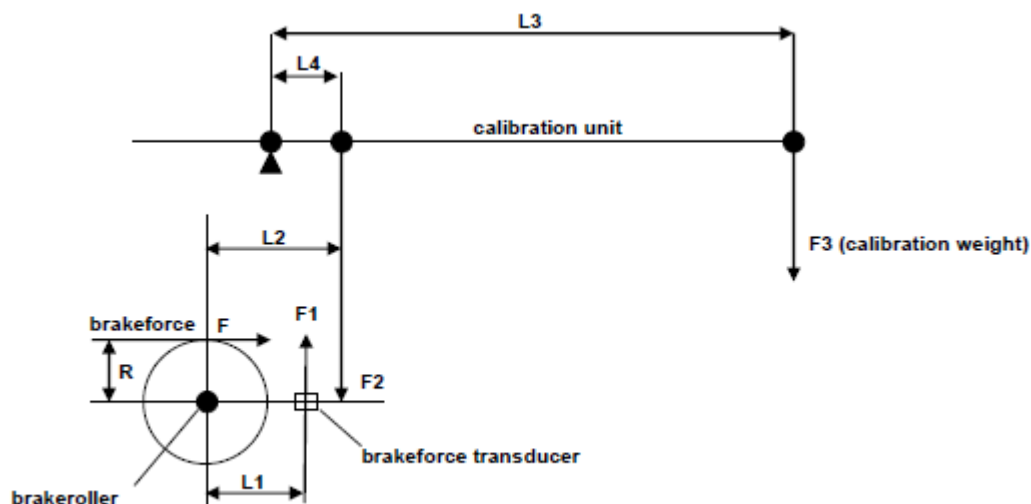
Laitteiden käyttöohjeissa tulisi ilmoittaa jokaisen laitteen teloille arvo (esimerkiksi halkaisijan muutos), jolloin ne tulee vaihtaa uusiin. Tutkimuksen aikana ei ollut mahdollista käydä läpi jokaisen merkin jokaisen mallin käyttöohjetta, mutta saatujen ohjeiden perusteella joidenkin laitteiden osalta jätetään kokonaan käyttäjän tulkinnan varaan, milloin telat ovat loppuun kuluneet. Voidaan pitää epätodennäköisenä, että jokainen katsastusaseman työntekijä olisi täysin tietoinen siitä, miten laitteiston valmistaja on ohjeistanut sitä huollettavan, ja tällöinkään ohjeistuksessa ei välttämättä kiinnitetä lainkaan huomiota itse telan kuntoon tai kuluneisuuteen. Tästä johtuen teloihin tehdään tilanteen vaatiessa muutoksia, jotka eivät välttämättä ole laitevalmistajan hyväksymiä, kuten esimerkiksi hitsataan telaan lisää kulutus pintaa. Valmistajat (tässä tapauksessa maahantuojat)

eivät hyväksy omatoimista telojen kunnostusta, sillä tällöin muutokset telojen halkaisijoissa saattavat aiheuttaa muutoksia telojen mitoissa, ja siten virheellisiä kalibrointeja ja mittaustuloksia.

8.2 Kalibrointi toimenpiteenä

Kalibroinnin sisältämät toimenpiteet vaihtelevat jonkin verran valmistajien välillä, joten yksityiskohtaista yhtenäistä yhteenvetoa toimenpiteestä on mahdotonta laatia. Kalibrointiohjeistukset pitävät sisällään ainakin merkki- ja laitekohtaiset työkalut, adapterit, testimassat sekä tarvittavia mittoja ja ohjeita ohjelmiston käyttöön. Lyhyesti laitteiston momenttia mittaavaa komponenttia kuormitetaan tietyllä voimalla määrättyllä vipuvarrella ja tarkastetaan sen tiedon perusteella laitteen näyttämän voiman oikeellisuus ja tarvittaessa korjataan se ohjelmiston sisäisellä korjauskertoimella.

Kaluston valmistajien ohjeistuksessa käsitellään kalibrointia itsenäisenä, pääasiassa ohjelmistotason toimenpiteenä, jonka tarkoituksena on tarkistaa ja tarvittaessa korjata dynamometrin analogisten viisarien tai digitaalisen näytön näyttämää voimaa. Käytännössä tämä toteutetaan laitevalmistajan määrittelemällä kalibrointitelineellä tai -pukilla, joka asennetaan jarrudynamometrin päälle ja kytketään laitteiston voima-anturiin kytköksissä olevaan vipuvarteen. Voima-anturia kuormataan laitevalmistajan ohjeistamalla voimalla lisäämällä tietty määrä punnuksia eli kalibrointipainoa (kuva 7, F3) kalibrointiyksikön kuormausvarren päähän, joka aiheuttaa vipuvarsien (kuva 7, L3 ja L4) pituuksien suhteen määräytyvän voiman (kuva 7, F2), joka välittyy dynamometrin moottoriin tai vaihteistoon kytköksissä olevan vipuvarren välityksellä (kuva 7, F1) voimaa mittaavalle yksikölle (kuva 7, brakeforce transducer).



Kuva 7. Kalibrointi. Snap-On Equipment. [18, s. 8].

Kalibrointi tapahtuu vertaamalla kalibrointipainon aiheuttamaa muutosta laitteen näytöllä valmistajan kalibrointiohjeessa ilmoitamiin lukemiin, ja tarvittaessa korjaamaan tätä lukemaa ohjelmiston sisäisellä korjauskertoimella. Joidenkin merkkien ja mallien kalibrointiin tarvitaan myös yksi tai useampi kalibrointiadapteri, jotta kalibrointipukki saadaan kytkettyä oikein laitteen voimia mittaavaan anturiin.

Kalibrointia toteuttavien yritysten edustajien haastattelujen aikana kävi ilmi, että kalibrointeja tehdään huonolla tarkkuudella alkuperäisistä kopioituilla itse valmistetuilla laitteilla, joka jo itsessään tekee laitteen oikein kalibroimisesta mahdotonta. Kalibroinnissa tulisi käyttää vain laitevalmistajan itse valmistamia ja hyväksymiä välineitä ja kalibrointipainoja.

Tämänhetkisen lainsäädännön sekä laitevalmistajien ohjeiden (poikkeuksiakin esiintyy) mukaan kalibrointi toimenpiteenä ei ota mitään kantaa laitteiston kuluneisuuteen, kuten esimerkiksi raskaan kaluston kalibrointiliitteessä, jossa telojen todellista halkaisijaa tarkkaillaan ja verrataan sitä laitevalmistajan ilmoittamaan telaston kulumistoleranssiin.

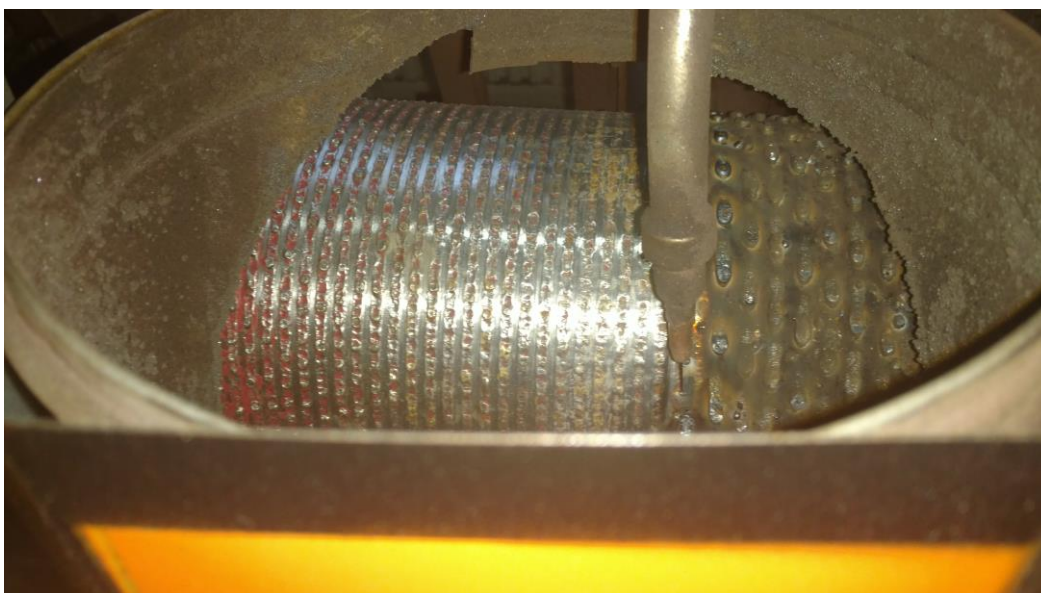
9 Hitsauksen hyödyt ja haitat

Kyselyjen vastausten sekä tutkimuksen aikana katsastustaustaa omaavien tahojen haastattelujen kautta kävi ilmi, että kuluneiden telojen hitsaus on vakiintunut käytännöksi katsastusalalla, sillä nastarenkailla varustettuja ajoneuvoja testatessa telat kuluvat ja kuluneella telalla on paljon vaikeampaa saada mitattua vaadittuja jarruvoimia. Telojen hitsaaminen ennen käyttöä on myös yleinen käytäntö, jolla pyritään parantamaan sekä kitkaa, että telojen kulutuskestävyyttä ja siten käyttöikää. Hitsauksen vaikutusta kokonaisuuteen on vaikea arvioida, sillä katsastustoimipaikoilla itse hitsattujen telojen taso vaihtelee merkittävästi. Osa teloista hitsataan niiden ollessa kiinni jarrudynamometrissä, jolloin tasalaatuista jälkeä ei voida mitenkään saada aikaan. Toinen lukunsa on ammattimaisesti automaatioita hyödyntäen hitsatut ja kunnostetut telat, joita on tutkimuksen aikana toteutettujen haastattelujen yhteydessä kehuttu jopa alkuperäisiä tehdasteloja paremmiksi, niin kitka- kuin kestävyysominaisuuksiltaan, sekä myös kustannuksiltaan merkittävästi alemmiksi.

Jotkin laitteiden maahantuojat, kuten ATT:tä edustava Suomen Työkalu Oy sekä Sherpaa edustava Diagno Finland Oy ovat pääasiassa kustannussyistä solmineet sanallisia sopimuksia, että tiettyjen Suomessa operoivien konepajojen aluksi sileäksi työstettyjä ja sitten automaattihitsaamalla kunnostettuja teloja (Kuva 7.) saa käyttää osana katsastuslaitteistoa valmistajan uusien tehdastelojen sijasta, mutta tämä ei ole laitevalmistajan virallinen kanta, sillä menetelmä on käytössä vain paikallisesti. Telojen kunnostusta Suomessa harjoittavia yrityksiä ovat mm. Mype Oy ja F-Cora Ky. Laitevalmistajan virallinen näkemys asiaan on, että laitteissa tulisi käyttää vain laitevalmistajien itse valmistamia uusia teloja, eikä niiden kunnostaminen hitsaamalla ole sallittua. Lainsäädännöllisestä näkökulmasta tulee huomioida myös, että kaikki telatyypit eivät ole hitsaamalla kunnostettavissa, kuten verkko- ja massatelat.



Kuva 8. Vasemmalla kuluneet, kunnostettavaksi lähetetyt telat. Oikealla F-Coran automatisoidusti kunnostettu ja maalattu tela.



Kuva 9. F-Cora-konepajalla käytössä olevan kunnustuslaitteen hitsijälkeä oikeassa reunassa. Laite sisältää kuvassa näkyvän hitsipillin lisäksi kaksi hiomalaikkaa ja yhden harjalai-kan, joiden tarkoitus on ensin tasoittaa hitsattava kohta, sen jälkeen hioa hitsijälki tasa-laatuiseksi.

Teloja hitsatessa suurin ongelma on telan mittojen muuttuminen. Vapaalla kädellä hitsatessa on mahdotonta kunnostaa oikean ja vasemman renkaan telat täysin samanlaisiksi, jolloin syntyy väkisin eroja oikean ja vasemman pyörän telan halkaisijan sekä kitkakerroimen välille. Millimetriluokan eroavaisuuksien merkitys mittaustuloksiin on häviävän pieni, mutta samaa telaa useaan otteeseen hitsatessa eroavaisuudet alkavat korostua. Jos itse telat (ei vain niiden kulutuspinta) pääsevät kulumaan liikaa, tai niihin hitsataan liikaa uutta pintaa, niiden halkaisija muuttuu eikä ole enää yhtä suuri koko telan matkalta. On myös tiedossa, että telan halkaisijan kasvaessa mitatut jarruvoimat kasvavat, jonka takia telojen kunnostamisen tai vaihdon jälkeen laite tulisi poikkeuksetta kalibroida uudelle halkaisijalle. Mittojen muutos tekee kalibroinnista vaikeaa, ja keskenään erilaiset saman akselin telat ovat usein kunnostus- ja siten myös periaatteessa käyttökelvottomat.

Kaikista haitallisinta on, kun teloja hitsataan niiden koko pituudelta (kuva 9) pistemäisten nypylähitsien sijaan, sillä tällöin telan halkaisija muuttuu epätasaiseksi ja tekee laitteen oikein kalibroinnista vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Pitkä hitsausaika myös kuumentaa telaa merkittävästi aiheuttaen siihen rakenteen sisäisiä muodonmuutoksia.



Kuva 10. Lähes koko pituudelta käsin hitsattu jarrudynamometrin tela. Huomioitavaa on, että pyöröhitsattua telaa on hitsattu poikkeuksellisesti pituussuunnassa eikä alkuperäisen kulutuspinnan suuntaisesti. Moitittavaa on myös, että hitsijälki ei ole tässä tapauksessa edes suora. MAK Tarkastus Oy.

Itse hitsattujen telojen vaikutusta jarruvoimiin ja mittaustuloksiin on vaikea arvioida ilman käytännön testejä, joten olisi suotavaa, että ennen uusien määräysten laatimista suoritettaisiin kenttätestejä, joiden avulla saataisiin selville, miten paljon dynamometrin näyttämässä arvoissa on telojen kunnosta aiheutuvaa vääristymää. Testejä voitaisiin toteuttaa erityisesti kevyelle kalustolle suunnitellulla jarruvaunulla, jonka avulla on mahdollista mitata todelliset rengasta jarruttavat voimat suoraan testattavalta akselilta ja verrata tätä lukemaa jarrudynamometrin näyttämään lukemaan. Esimerkiksi Kiwa Inspectalla on kevyelle kalustolle suunniteltu jarruvaunu, jota voitaisiin käyttää Traficomien teettämällä tarkastuskäynneillä, jolloin saataisiin luotettavaa dataa siitä, miten merkittävästi huonosti hitsatut telat vaikuttavat jarruvoimien mittaamiseen.

10 Yhteenveto

Kaikkien tutkimukseen osallistuneiden tahojen yhtenäinen näkemys oli, että nykyinen jarrudynamometrilaitteistoa koskeva ohjeistus on riittämätön, ja valvontaa tulisi tehostaa etenkin kuluneiden telojen ja pätemättömien kalibroijien osalta. Laitteiden maahantuojia haastatellessa kävi nopeasti ilmi, että EU:n asettamaa direktiiviä ei noudateta hyvin usein sen takia, että katsastustoimipaikoilla ollaan tietämättömiä direktiivin sisällöstä, eikä työntekijöillä ei ole käytännössä edellytyksiä saada tietoonsa direktiivin mukaisia laitevalmistajien ohjeistuksia. On tosin ymmärrettävää, että katsastustoimipaikat pyrkivät hyödyntämään laitteistoa mahdollisimman kustannustehokkaasti, jonka takia telojen hitsaus on niin yleistä. Tärkeää on sekin, että katsastustoimipaikkojen tekemillä ja teettämällä hitsauksilla halutaan luoda paremmat edellytykset suurempien jarruvoimien mittaamiseen. Huomionarvoista on sekin, että laitteiden valmistajille nastarenkaita käyttävät maat ovat markkinana niin pienet, että laitevalmistajat eivät ole nähneet hyödylliseksi panostaa erityisesti nastarenkaille suunniteltuihin, kestäviin teloihin, vaikka mahdollisuuksia varmasti olisikin.

Telatyyppien rajoittamista tulisi harkita, sillä usean eri lähteen mukaan joillakin telatyypeillä on yksinkertaisesti mahdotonta saavuttaa EU:n direktiivin määräämää jarrutusuhdetta ja hidastuvuutta [3, liite 1–4; 12, s. 27; 13, s. 32–33]. Esimerkiksi laippa- eli ripatelat ovat jopa kuivina ja lämpimällä säällä kitkaominaisuuksiltaan niin huonot, että niillä ei ole mitenkään mahdollista saavuttaa direktiivin vaatimaa jarrutusuhdetta. Vuonna

2014 voimaantulleen EU-direktiivin mukaisten jarrutussuhteiden saavuttaminen on näillä teloilla mahdotonta, mutta siitä huolimatta niitä on edelleen käytössä vanhemmassa kalustossa, joten niiden käyttöä tulisi rajata tai jopa kieltää kokonaan tulevissa määräyksissä.

Kieltämällä laippa-, pyörö- ja nypylähitsatut telat telojen hitsaaminen ei olisi enää kunnostustoimenpiteenä aiheellista, jolloin vaihtoehtoina olisivat verkko- ja massatelat, joilla on molemmilla todetusti mahdollista saavuttaa direktiivissä vaaditun jarrutussuhteen mukaiset kitkaominaisuudet. [12, s. 28.] Useiden telatyypin rajaaminen asettaisi eri laitevalmistajat merkittävästi eriarvoiseen asemaan, sekä aiheuttaa osalle katsastustoimipaikoista merkittäviä kustannuksia puhumattakaan jarrudynamometrien teloja kunnostavien yritysten elinkeinon häviämisestä.

Toisaalta laadukkaasti kunnostetut pyöröhitsatut telat olisivat yhteensopivia lähes kaikkien käytössä olevien dynamometriin kanssa, ne on mahdollista kunnostaa verkkotelosta poiketen, ja ne kestävät paremmin nastarenkaiden aiheuttamaa kulumaa kuin massatelat. Kieltämällä kaikki muut telatyypit ja kiinnittämällä entistä enemmän huomiota pyöröhitsien laatuun saataisiin aikaan merkittävämpiä muutoksia. Asettamalla Saksan tavoin myös tarkempia vaatimuksia telojen tekniisiin mittoihin helpotettaisiin kalibroinnin ja telojen kunnan valvomista, sillä kaikkien käytettävien telojen tulisi olla toisiaan vastavia, joka puolestaan parantaisi mittaustulosten yhteneväisyyttä. Riittävien jarruvoimien mittaamiseksi voitaisiin myös ottaa mallia Saksasta, jossa testimassalla saavutetut jarruvoimat suhteutetaan laskennallisesti suurimpaan sallittuun kokonaisuun. Ainoana haittapuolena olisi, että tällöin katsastajien työtehtävät lisääntyisivät, ja uuteen menetelmään liittyvään koulutukseen tulisi panostaa.

Tiukemmilla määräyksillä merkittävää hyötyä voitaisiin saavuttaa esimerkiksi kieltämällä kokonaan käsin hitsattujen telojen käyttö, ja siten ohjaamaan katsastustoimipaikkoja yhteistyöhön Suomessa teloja kunnostavien yritysten kanssa. Tällöin katsastustoimipaikkojen telojen kulumisesta aiheutuvat kustannukset alenisivat verrattuna uusien telojen tilaamiseen ulkomailta jarrudynamometriin valmistajilta, sekä aikaansaataisiin myös ympäristöystävällisiä vaikutuksia, sillä telat eivät päätyisi niin herkästi kierrätykseen ja ne

kunnostettaisiin Suomessa eikä niitä tarvitsisi lähettää lentorahtina kauempaa. Myös valvojen työtä helpotettaisiin kieltämällä käsin hitsatut telat, sillä silloin ei olisi enää tarkastajan, huoltajan tai kalibroijan tulkinnan varassa, onko tela hyväksyttävästi kunnostettu.

Tulee myös huomioida, että telojen puutteellisesta kitkasta kumpuavat ongelmat ilmenevät yksinomaan talviolosuhteissa, jolloin mittauslaitteisto ja testattavan ajoneuvon rengas on todennäköisemmin märkä. Kylmällä renkaalla on myös huonompi kitkakerroin kuin lämpimällä samoissa olosuhteissa. Telojen ja renkaiden tulisikin olla aina kuivat, ja parempien testaustulosten aikaansaamiseksi kiinnittää huomiota olosuhteisiin antamalla renkaan kuivua ja lämmitä sisätiloissa ennen testausta. Tällä hetkellä ei ole määrätty, että jarrudynamometrit tulisi varustaa erillisellä lisälämmittimellä, mutta etenkin ulkokäytössä oleville jarrudynamometreille voitaisiin määrätä pakollinen lisälämmitin, jotta ne pysyisivät kuivina, ja lumi ja jää eivät kertyisi niiden pintaan niin herkästi heikentäen saavutettavissa olevaa kitkakerrointa.

Nastojen käyttö kuluttaa todetusti mittauslaitteistoa, joten yksi vaihtoehto olisi kieltää kokonaan nastarenkaiden käyttö tai rajoittaa niiden käyttöä, esimerkiksi ohjaamalla kuluttajia suosimaan kitkarenkaita esimerkiksi suuremmissa kaupungeissa, joissa ajoneuvoja on enemmän tieliikennekäytössä ja siten myös katsastetaan enemmän. Käytännössä nastarenkaiden kieltämisellä olisi muitakin huomattavampia seurauksia, mahdollisesti myös liikenneturvallisuuteen, joten sitä ei voida tässä vaiheessa pitää realistisena vaihtoehtona. Toisaalta myös kesä- ja nastarenkaiden erilainen kumiseos tuottaa paremman kitkan samoissa mittausolosuhteissa, joten hyödyt jäisivät tällöin hyvin minimaalisiksi.

EU-direktiivin mukaisten jarrutussuhteiden toteamiseksi ratkaisu voisi olla levydynamometrin salliminen tai sen edellyttäminen osana määräaikaikatsastusta. Tällöin levydynamometrillä voitaisiin todeta riittävien jarruvoimien saavuttaminen, ja teladynamometrillä testata mm. jarrulevyjen kierous ja jarrujen laahaus. Levydynamometrillä riittävien jarruvoimien aikaansaaminen on huomattavasti helpompaa, sillä ajoneuvon iskunvaimennuksen ja jousituksen joustosta johtuen etuakselille siirtyy jarrutuksen seurauksena hetkellisesti enemmän massaa, joka mahdollistaa jopa kolme kertaa suurempien jarruvoimien mittaamisen. [3, s. 23.] Testaustilanne vastaa myös enemmän todellista jarrutustilannetta, sillä todellisessa jarrutustilanteessa hetkellisestä massan siirtymästä johtuen etuakselin jarruvoimat ovat merkittävämmässä osassa kokonaisjarruvoimaa ja

hidastuvuutta kuin taka-akselin jarruvoimat. Teladynamometrillä hetkellistä massan siirtymää etuakselille ei voida saada aikaan, vaan päinvastoin telojen pyörimissuunnasta johtuen paino siirtyy mittaustilanteessa taka-akselille. Tämä toisaalta helpottaa taka-akselin jarruvoimien mittaamista, mutta kokonaisjarruvoimaan sillä on negatiivinen vaikutus. Levydynamometrin levyjen päällystemateriaali vastaa kitkaominaisuuksiltaan todellista jarrutustilannetta paremmin, sen on todettu vastaavan kitkakertoimeltaan vähintäänkin kuivaa asfalttia. [3, s. 12.] Kuitenkin tulee muistaa, että myös levydynamometrin kitkapinta saattaa menettää pitoaan merkittävästikin levyille kertyvästä vedestä, lumesta ja hiekasta johtuen, sekä kärsiä vaurioita nastarenkaita testatessa, joten tarkempia määryksiä ja tutkimusta vaaditaan myös levydynamometrin kunnan ja kuluman tarkkailuun yhteneväisten mittaustulosten varmistamiseksi.

Nykyinen lainsäädäntö on ongelmallinen myös siksi, että telojen sekä muiden kaluston komponenttien mekaanista kulumista ei ole otettu määräyksissä eikä välttämättä valmistajien ohjeistuksessakaan huomioon, ja siksi on ensisijaisesti katsastusyrittäjän, joissain tapauksissa myös huoltohenkilökunnan tai kalibroijan tulkinnan varassa, milloin telat (tai itse laite) ovat kunnostus- tai vaihtokunnossa. Katsastusalan ammattilaiset ovat yleisesti tietoisia ongelmasta, mutta kustannussyistä telojen vaihtoa aletaan harkita vasta silloin, kun se on käytännön syistä välttämätöntä. Laitteiden pakollisten vuosittaisten kalibrointien yhteydessä voitaisiin alkaa valvoa myös telojen kuntoa ja mitata niiden halkaisijoissa tai kitkapinnoissa ilmeneviä muutoksia, ja tarvittaessa määräämään kulunut laite käyttökieltoon ja kuluneet telat vaihdettaviksi välittömästi myöntämällä kalibroijille lainsäädännöllinen velvoite ja oikeus toimia niin, tai määräämään kalibroijat ilmoittamaan tapauksista valvovalle viranomaiselle, joka määrää liian kuluneen tai väärin kunnostetun laitteen käyttökieltoon.

Tutkimuksen lopputulosten perusteella tarkempi määräys vaaditaan, jotta telojen kunnan tarkkailuun kiinnitettäisiin enemmän huomiota niin päivittäisen käytön, kuin myös kalibrointien sekä viranomaistarkastusten yhteydessä. Tulisi myös harkita, kuka saa määrätä kuluneet telat vaihdettaviksi (esimerkiksi laitteen kalibroija tai huoltaja), sillä viranomaisten on mahdotonta jatkuvasti valvoa koko Suomessa käytettävää katsastuslaitteistoa.

Lähteet

- 1 Moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen määräaikaikatsastuksista sekä direktiivin 2009/40/EY kumoamisesta. 2014. Direktiivi. Euroopan Parlamentti ja Neuvosto.
- 2 Laki ajoneuvojen katsastustoiminnasta. 2013. 13.12.2013/957.
- 3 Peltonen, Joonas. 2015. Tutkimus kevyen kaluston jarrudynamometreistä sekä jarrujen testauksesta katsastuksessa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Trafi/191268/03.04.03.00/2018. Katsastustoimipaikan tilat ja laitteet. 2018. Kansallinen määräys. Traficom.
- 5 CITA Recommendation N° 8 “Brake Testing in Periodic Technical Inspection”. 2018. Suositus. CITA.
- 6 TSFS 2010:78. Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om teknisk kontrollutrustning hos besiktningsorgan. 2010. Kansallinen määräys. Transportstyrelsen.
- 7 Požiadavky na zariadenia používané pri technických kontrolách a na ich kalibráciu. 2018. Kansallinen määräys. Opis.
- 8 Nõuded ülevaatuspunktile ja selle inventarile. 2011. Kansallisen määräyksen liite 2. Riigi Teataja.
- 9 TRAFI/442360/03.04.03.00/2016. Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet. Kansallinen määräys. Traficom.
- 10 Paavola, Alpo. Henkilöauton alusta. Verkkoaineisto. Länsirannikon koulutus Oy WinNova. <http://www.autotieto.net/ha_alusta/index.htm>. Luettu 26.11.2018
- 11 Miinin, Harri. 2018. Kevyen kaluston jarrudynamometrilaitetekstaus. Verkkoaineisto. Suomen Autolehti. <https://www.autoalanpalvelut.fi/wp-content/uploads/2018/11/SAL1801_laitetekstaus_150-dpi.pdf>. Luettu 11.2.2019.
- 12 Ojala, Timo. 2019. Jarrudynamometrien telat ja luistorajat. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 13 Ojala, Iiro. 2014. Testiradan toimintavarmuuden parantaminen. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

- 14 10 yleisintä syytä korjauskehotuksiin, hylkäämisiin ja ajokieltoihin määräaikaikatsastuksissa 2012. Verkkoaineisto. Traficom. <https://www.trafi.fi/file-bank/a/1361430243/667977160748f37b1ec51cb466fa574e/11563-Maaraaikais-katsastusten_yleisimmat_viat_2012.pdf>. Luettu 3.12.2018.
- 15 Katsastustilasto 2018. 2018. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/katsastustilasto>>. Luettu 24.4.2019.
- 16 Kalibroitiliite. Verkkoaineisto. Traficom. <https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1325147177/b9485183845cac166c6455385dc10dbe/4728-Jar-rohje_Liite_A_kalibrointi.pdf>. Luettu 30.1.2019.
- 17 Katsastusalan tilannekatsaus 1/2018. 2018. Verkkoaineisto. <https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1530621506/3bffad1a9552c9ca83d10d6b36e4f6b3/31165-Katsastus-ala_n_tilannekatsaus_12018.pdf>. Luettu 11.2.2019.
- 18 Calibration Instruction BDE 204 brekon 204 BT 204. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Snap-On Equipment.

Haastatteluihin vastanneet sekä tutkimukseen osallistuneet

<i>Nimi</i>	<i>Yritys (Edustettu merkki / Valtio)</i>	<i>Asema</i>	<i>Puhelin</i>
<i>Pekka Lehto</i>	AEL	Kouluttaja (raskas kalusto)	050 553 1930
<i>Jukka Kallio</i>	Arpré Oy (John Bean / Snap-On)	Myyntipäällikkö (raskas kalusto)	010 271 3015
<i>Marko Savela</i>	A-Test & Consulting Oy	Päällikkö	045 632 2049
<i>Hannu Leppälä</i>	Centria AMK	Lehtori	044 449 2705
<i>Jarmo Anttonen</i>	Diagno Finland Oy (Sherpa)	Korjaamo- ja katsastuslaitemyynti	020 741 1623
<i>Kimmo Korhonen</i>	Finnkone Oy (Beissbarth)	Myyntijohtaja	041 591 102
<i>Matti Viitanen</i>	Finntest Oy (Cartec / Snap-On)	Teknisen palvelun johtaja	010 839 4400
<i>Timo Ojala</i>	K1-Katsastajat	Laatu- ja tekninen johtaja	030 610 0907
<i>Jouni Pesonen</i>	Kiwa Inspecta	Tarkastusinsinööri	050 407 9008
<i>Johanna Mattila</i>	Kiwa Inspecta	Laboratoriopäällikkö	040 826 7705
<i>Helari Holm</i>	Maanteeamet (Viro)	Liikennekelpoisuuden asiantuntija	helari.holm@mnt.ee
<i>Antti Kivilaakso</i>	MAK Tarkastus	Tarkastaja	040 485 8006
<i>Lauri Lillepea</i>	Metrosert (Viro)	Metrologiaosaston johtaja	lauri.lillepea@metrosert.ee
<i>Sauli Kilponen</i>	Mittatekniikan keskus	Tutkimusinsinööri	050 443 4178
<i>Riku Mäki</i>	Motron Oy (Capelec)	Myynti ja hallinto	09 884 0033
<i>Pekka Takanen</i>	Mype Oy		050 343 0664
<i>Juhani Sirniö</i>	Suomen Työkalu Oy (ATT / Nussbaum)	Laitemyyjä	050 069 5860
<i>Janne Hyry</i>	Suomen Työkalu Oy (ATT / Nussbaum)	Huoltaja / Asentaja	044 304 5663
<i>Seppo Koskivuori</i>	Tecalemit Oy (Maha)	Tuotepäällikkö	010 656 5157
<i>Jouko Kautonen</i>	Tecalemit Oy (Maha)	Teknisen palvelun päällikkö	010 656 5287
<i>Juraj Matej</i>	Testek (Slovakia)	Tekninen palvelu	juraj.matej@testek.sk
<i>Heikki Piirilä</i>	Traficom	Tarkastaja	029 534 5526
<i>Tatu Siivonen</i>	Traficom	Tarkastaja	029 534 5517
<i>Lars Billstedt</i>	Transportstyrelsen (Ruotsi)	Sääntöasiantuntija	transportstyrelsen.se
<i>Jouni Kiviranta</i>	Wihuri Oy (AHS)	Avainasiakaspäällikkö	020 510 2348
<i>Toni Myyrä</i>	Wihuri Oy (AHS)	Tuotepäällikkö, korjaamolaitteet	020 510 2331
<i>Björn Ziessler</i>	YKL Ry	Toiminnanjohtaja	050 501 3443