



Mikael Bäck

## **YKL:N JÄSENYRITYSTEN MITTALAITESELVITYS**

YKL:N JÄSENYRITYSTEN  
MITTALAITESelvitys

Mikael Bäck  
Opinnäytetyö  
15.4.2011  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Kone- ja tuotantotekniikka	Insinööriyö	30	+	2
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Auto- ja kuljetustekniikka	Kevät 2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Yksityisten katsastustoimipaikkojen liitto	Mikael Bäck			
Työn nimi				
YKL:n jäsenyritysten mittalaiteselvitys				
Avainsanat				
Katsastus, kyselytutkimus, jarrudynamometri, heilahduksenvaimentimien testauslaite, pakokaasuanalysaattori				

Työssä selvitettiin yksityisten katsastustoimipaikkojen liiton jäsenyrityksien käytössä olevien mittalaitteiden valmistajat ja käytettyjen laitteiden käyttökokemukset. Selvitykseen kuuluvat mittalaitteet olivat pakokaasuanalysaattori, heilahduksenvaimentimien testauslaite sekä kevyen ja raskaan kaluston jarrudynamometrit. Työ suoritettiin kyselytutkimuksena kirjeitse.

Suoritettuna kyselyn vastausprosentti oli 16 %, joka on alhainen. Alhaiseen vastausprosenttiin vaikuttavat yleinen väsymys kyselyihin sekä kyselyn suorittamisen aikaan sijoittuva kesälomakausi. Saaduista vastauksista käy hyvin selville yrityksissä käytetyt mittalaitteet sekä niiden käyttökokemukset.

Yrityksillä käytössä olevien mittalaitteiden valmistajia on useita. Jarrudynamometrien ja heilahduksenvaimentimien testauslaitteen valmistajia on Cartec, Nussbaum, Maha, Att ja Bosch. Pakokaasuanalysaattorin valmistajia on Autocom, Sagem, Bosch, OTC, Maha ja Avl. Parhaimmat palautteet heilahduksenvaimentimien testauslaitteistosta saivat Maha ja Att. Pakokaasuanalysaattoreista parhaimman palautteen sai Avl. Jarrudynamometriin puolella kevyen kaluston laitteistosta parhaimman palautteen sai Nussbaum ja raskaan kaluston puolella Maha.

Parhaimmat tulokset saaneilla mittalaitteilla on eri maahantuojat. Jokaisen laitteen hankkimista eri maahantuojalta ei ole järkevää. Jos valitaan yksi maahantuoja laitteistoille, parhaimmat tulokset saaneitten laitteiden maahantuoja ovat Diagno ja Suomen Työkalu.

## **ALKULAUSE**

Haluan kiittää työn tilaajaa Yksityisten katsastustoimipaikkojen liittoa ja sen toiminnanjohtaja Matti Ojalaa työn mahdollistamisesta. Kiitokset myös kaikille kyselyyn vastanneille katsastusyriyksille sekä mittalaitteiden maahantuojille, jotka toimittivat mittalaitteista teknisiä tietoja. Myös perheelleni kiitokset työn valmistumisen avustamisesta. Lopuksi kiitokset yliopettaja Mauri Haatajalle.

14.4.2011

Mikael Bäck

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ALKULAUSE

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 KYSELYTUTKIMUS .....	7
3 MITTALAITTEET .....	9
3.1 Heilahduksenvaimentimien testauslaite.....	9
3.2 Pakokaasuanalysointilaitte.....	11
3.3 Kevyen kaluston jarrudynamometri .....	15
3.4 Raskaan kaluston jarrudynamometri .....	17
4 SAADUT VASTAUKSET.....	22
4.1 Heilahduksenvaimennin .....	22
4.2 Pakokaasuanalysointilaitte.....	23
4.3 Kevyen kaluston jarrudynamometri .....	24
4.4 Raskaan kaluston jarrudynamometri .....	25
5 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET .....	29

LIITTEET

Liite 1. Saatekirje

Liite 2. Kyselylomake

# 1 JOHDANTO

Työn teettäjänä toimii Yksityisten katsastustoimipaikkojen liitto Ry (YKL). YKL on perustettu vuonna 1996 Helsingissä, yksityisten katsastustoimipaikkojen edunvalvojaksi, kouluttajaksi sekä jäsenistön informaatio- ja yhteistyökanavaksi. (1.)

Opinnäytetyössä selvitetään, minkä valmistajan mittalaitteita on käytössä YKL:n jäsenyrityksillä ja millaisia käyttökokemuksia on kyseisistä mittalaitteista. Selvityksen piiriin kuuluvat mittalaitteet ovat pakokaasuanalysaattori, kevyen ja raskaan kaluston jarrudynamometrit sekä heilahduksenvaimentimien testauslaitteisto. Tutkimus tehdään kyselytutkimuksena, jossa kyselyt postitetaan kirjeitse yrityksiin. Kysely on avoin, eli kyselylomakkeessa esitetään vain kysymys ja vastauksille jätetään tyhjä tila.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää katsastusyrityksillä käytössä olevia mittalaittevalmistajia, mittalaitteiden toimintaa ja käyttökokemuksia. Työn tavoitteena on myös olla mahdollisena apuvälineenä katsastusyrityksille uusien laitteiden hankintapäätöksiä tehtäessä.

## 2 KYSELYTUTKIMUS

Työ suoritetaan kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään selvittämään ja ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä tai asiaa. Laadullisen tutkimuksen tunnusomaisiin piirteisiin voidaan luetella aineistonkeruu, hypoteesittomuus ja usein myös tulosten numeraalittomuus. Työn suoritus kyselytutkimuksena, joka suoritetaan haastatteluna kirjeitse, on aineistokeruuta. Työn tuloksista ei ole minikäänlaisia ennako-olettamuksia, mikä ilmaisee työn hypoteesittomuuden. Työhön saatavat tulokset eivät ole numeraalisia, vaan kirjallisia vastauksia esitettyihin kysymyksiin. Toinen tutkimusmenetelmä on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus, jossa tutkimukseen käytetään täsmällisiä ja laskennallisia sekä tilastollisia menetelmiä. (2.)

Kyselytutkimus on hyvin tärkeä keino koota ja tarkastella tietoa eri aihepiireistä. Kyselytutkimuksella voidaan kerätä laaja tutkimusaineisto, koska kysely voidaan esittää kaikille tutkittaville samanlaisena, useimmiten kyselylomaketta apuna käyttäen. Kyselytutkimus on tehokas menetelmä, jossa tutkijalle ei koidu liiaksi vaivaa ja ajan käyttö on tehokasta. Selkeästi luotu kysely on nopea käsitellä vastausten saavuttua. Tutkijan ei tarvitse itse kehittää analyysitapaa kyselytutkimuksen tuloksille, koska tuloksien käsitteilyyn on kehitetty jo valmiit raportointi- ja analyysitavat. (3, s. 182; 4. s, 11.)

Kyselytutkimuksella on myös heikkouksia. Heikkouksina ovat epävarmuus siitä, kuinka vakavasti vastaaja suhtautuu tutkimukseen, eli ovatko vastaukset rehellisiä. Kysymyksiin väärinymmärtäminen on myös heikkous, jolloin tutkijan on vaikea saada selvää vastauksen merkityksestä. Heikkoutena voidaan myös pitää epävarmuutta siitä, kuinka paljon vastaaja on perehtynyt kyseessä olevaan asiaan. (3, s. 182.)

Saatekirje on suuressa osassa kyselylomaketutkimusta tehtäessä eikä sen vaikutusta pidä aliarvioida. Saatekirje on kuin tutkimuksen julkisivu, jossa vastaajalle kerrotaan tutkimuksen perustiedot. Perustietoihin kuuluvat oleellisesti tiedot tutkimuksen tekijästä, tutkimuksen tarkoituksesta, tutkimustulosten käyttämisestä sekä siitä, millä perusteella tutkimukseen on vastaajat valittu. Kirjeessä täytyy mainita, milloin vastauslomake tulee palauttaa tutkijalle ja kiittää vastaajaa saatekirjeen lopussa vastauksesta. Saatekirjeen ollessa heikkolaatuinen vastaaja ei välttämättä edes kiinnostu tutustumaan kyselylo-

makkeeseen. Liitteessä 1 on nähtävissä kyselyn mukana ollut saatekirje. (4, s. 47 - 48; 3 s.191.)

Kyselylomake on hyvä mittausväline monelle eri sovellusalueelle. Sillä voidaan tutkia niin soveltuvuustestejä kuin palautteita tutkittavasta asiasta. Postitutkimuksessa kyselylomake lähetetään vastaajalle, joka täyttää lomakkeen itse ja postittaa lomakkeen takaisin tutkijalle. Postitutkimuksessa on lähetettävä mukana sellainen palautuskuori, jonka postimaksu on maksettu valmiiksi. Saatekirjeessä on hyvä mainita maksetusta palautuskuoresta. Sattumanvaraisesti lähetetty kyselylomake ei välttämättä saa suurta vastausprosenttia. Tarkasti rajatulle ryhmälle kyselyä suoritettaessa vastausprosentin oletetaan olevan korkeampi, varsinkin jos kyselyn tuloksista on vastaajalle hyötyä myöhemmässä vaiheessa. Kyselylomake on nähtävissä liitteenä 2. (3, s. 183.)

Kasvava kyselyiden määrä aiheuttaa herkästi vastausten vähäisyyttä, jota kutsutaan vastausväsymykseksi. Yleisesti tutkimusten vastausprosentit ovat laskeneet, minkä vuoksi onkin syytä miettiä, pitäisikö kyselylomakkeiden sisältöä lyhentää. Monesti lomakkeet ovat myös pikaisesti tekaistun oloisia. Lomakkeen laadinnalla ja hyvin esitetyillä kysymyksillä voidaan tehostaa vastauksien määrää ja tutkimuksen onnistumista. Kysely olisi hyvä suorittaa testaajilla, jotka kuuluvat vastaajien piiriin. Tällä keinoin voidaan varmistua kysymysten sisällön ja ohjeitten onnistumisesta. (4, s. 48; 3, s. 185.)

Kysymykset voivat olla avoimessa muodossa tai monivalintakysymyksinä. Monivalintakysymyksissä tutkija on antanut valmiit vastausvaihtoehdot kysymyksille, joista vastaaja valitsee parhaiten paikkaansa pitävän vastauksen. Avoimissa kysymyksissä esitetään kysymys ja kysymyksen perään jätetään tyhjä tila vastaukselle. Avoimissa kysymyksissä vastaajalle annetaan mahdollisuus ilmaista itseään, jolloin on mahdollista saada selville vastaajan tietämys käsiteltävästä asiasta. (3, s. 185 - 190.)



## 3 MITTALAITTEET

Mittalaitteiden valmistajat antavat erilaisia laitteistospesifikaatioita omille laitteilleen. Esimerkkejä mittalaittevalmistajista ovat Bosch, Nussbaum, ATT, Maha tai Autocom. Laitteistojen maahantuojia ovat Atoy, Suomen Työkalu, Tecalemit ja Diagno. Mittalaitteiden teknisiä tietoja on koottu jokaisen laiteselostuksen loppuun.

### 3.1 Heilahduksenvaimentimien testauslaite

Heilahduksenvaimentimien testauslaitteilla tutkitaan auton heilahduksenvaimentimien sekä yleisesti akselisto- ja tukirakenteiden kuntoa. Mittaus on turvallisuustesti, mikä kertoo pyörän tiekosketuksen tasaisena pysymistä epätasaisella ajoalustalla. Mittalaitte koostuu täristinlevyrakenteista, jotka on upotettu lattiaan ja erillisestä näytöstä.

Laite toimii täryyttämällä auton pyörää ja mittaamalla siitä iskunvaimentimen kuntoa. Auto ajetaan testerin ravistinlevylle, joka ilmoittaa pyörän oikean kohdan levyllä ja neuvoo pysäyttämään auton kyseiseen kohtaan. Aluksi ravistinlevyt punnitsevat auton pyöräkohtaiset massat ja tämän jälkeen aloittaa tärisyttää auton pyörää puoli kerrallaan. Mittauksen jälkeen näyttötaulu ilmoittaa pyörän kosketusarvot ja akselin pyörien välisen eron. Seuraavaksi auton toinen akseli ajetaan mittalaitteelle, joka suorittaa samat toimenpiteet kuin ensimmäiselle akselille. Kuvassa 1 on esillä heilahduksenvaimentimien testauslaitteen testilevyt.



*KUVA 1. Heilahduksenvaimentimien mittalevyt*

Katsastuksessa hyväksytään eusama- ja amplitudi-menetelmät heilahduksenvaimentimien testaukseen. Amplitudi-menetelmää kutsutaan myös Boge-menetelmäksi. Mittalaitteiden tulee olla koneellisesti toimivia ja toimintaperiaatteen pitää olla ravistava. Laite tuli pakolliseksi katsastusasemille 1.3.2004, mutta vaatimus ei kuitenkaan koske katsastusaseman mahdollista sivutoimipistettä. Testattavat ajoneuvot ovat M1- ja N1-luokan ajoneuvot lukuun ottamatta ajoneuvoja, joiden korkeus on yli 245 cm tai kokonaismassa yli 2 500 kg. (5.)

Eusama periaatteella toimivissa laitteissa testeri täryyttää auton kutakin pyörää yksitel-  
len 6 mm liikkeellä ylös-alassuunnassa. Mittauksen taajuus on 25 - 0Hz välillä, eli tä-  
ryytys alkaa 25 Hz taajuudella ja pienenee mittauksen edetessä. Testeri laskee mittauk-  
sessa saatavista arvoista prosentteina kosketusvoiman, mikä on alin pyörämassa. Mitta-  
uksen tulos saadaan alussa mitatun pyöräkohtaisen painon pohjalta tilanteessa, jossa  
värähtelytaajuus on sama kuin auton ominainen resonanssitaajuus. Tämä tilanne kertoo,  
milloin auton pyöräkuorma on pienimmillään. (6; 7.)

Amplitudi-menetelmällä iskuvaimentimen kunto mitataan myös pyörä kerrallaan. Me-  
netelmässä pyörä saatetaan värähtelyyn, jonka taajuus on 16 Hz ja ylös-alas liike 9 mm.  
Poiketen eusama-menetelmään amplitudi-menetelmässä ravistinlevy vapautetaan ko-  
neellisesta värähtelystä, jolloin pyörästä välittyvän vaimenevan värähtelyn perusteella  
saavutetaan auton ominainen resonanssitaajuus, joka kertoo suurimman amplitudin.  
Mittaus tapahtuu ravistinlevyn pystysuuntaisesta liikkeestä, jonka tuloksen mittalaite  
ilmoittaa millimetreinä ja prosentuaalisena vaimenemiskykyä. (7.)

Molempien menetelmien tärkein vertailukohde on akselikohtaisen mittauksen puolien  
ero. Laittevalmistajat antavat omat ohjeet mittauksille. Eri menetelmillä mitattu-  
jen tulosten vertailu ei ole keskenään mahdollista. Autokohtaiset erot heilahduksen-  
vaimentimissa ja rakenteissa vaikuttavat huomattavasti mittaukselle. Jossakin au-  
tossa hyvinkin alhainen mittaus tulos voi olla normaali, kun taas toisessa autossa vastaa-  
va tulos kertoo vian heilahduksen vaimennuksessa. (7.)

Taulukossa 1 on nähtävissä eri valmistajien antamia teknisiä tietoja mittalaitteille. Lait-  
teistoissa ei suuria eroja ole. Valmistajista ainoastaan Maha käyttää amplitudi-  
menetelmää mittaukseen. Mahan laitteisto on rakennettu testiradaksi, jossa samassa  
laitteessa sekä heilahduksen vaimentimien testauslaitteisto että jarrudynamometri.

TAULUKKO 1. Iskunvaimentimien testauslaitteiden tietoja (6; 8; 9; 10)

	Bosch 430	SDL 450	Nussbaum	NTS	Maha 3000	MSD ATT Puls R 40
Menetelmä	Eusama	Eusama			Amplitudi	Eusama
Max akselimassa	2000kg	2000kg			2200kg	2000kg
Käyttömoottori	2x2,5kW	2x2.5kW			2x1,1kW	2x2,5kW
Mitta-alue	0-100 %	0-100 %			D 0,02 - 0,3	0-100 %
Pituus	2360 mm	2350 mm			2380 mm	
Leveys	440 mm	395 mm			800 mm	
Syvyys	280 mm	265 mm			280 mm	
Näyttö	Tietokone	Erillinen pylväs			Tietokone	Erillinen pylväs

### 3.2 Pakokaasuanalysointilaite

Katsastuksessa suoritetaan ajoneuvon pakokaasumittaus sekä otto- että dieselmoottorille. Pakokaasujen mittaustapa riippuu auton moottorista, joten otto- ja dieselmoottoreille käytetään erilaisia mittausten menetelmiä ja myös auton ikä vaikuttaa mittaustapaan. Molemmissa mittausten menetelmissä auton pakoputkeen työnnetään mittalaitteen sondi eli imulaitteen kärkikappale. Mittalaite imee sisäänsä syntyviä pakokaasuja, joiden perusteella mittalaite tulkitsee pakokaasupäästöjen määrän. Kuvassa 2 on nähtävissä pakokaasuanalysointilaite näyttötaulu sekä kuvassa 3 pakokaasuanalysointilaite.



*KUVA 2. Pakokaasuanalysaattorin näyttötaulu (11)*



*KUVA 3. Pakokaasuanalysaattori*

Ottomoottorin pakokaasupäästöjä mitattaessa huomioidaan HC- (häkä), O<sub>2</sub>- (happi), CO- (hiilimonoksidi), ja CO<sub>2</sub> (hiilidioksidi)-arvot sekä uudemmissa vähäpäästöisissä autoissa laskennallista lambda-arvoa. Mittaus tapahtuu imemällä pakokaasua mittalaitteeseen, jonka sisällä on infrapunajärjestelmä. Pakokaasun päästökomponentit imevät infrapunavaloa eri voimakkuuksilla, joka mahdollistaa eri päästökomponenttien pitoi-

suuksien tunnistamisen. Kaasu kulkee kahden analyysitilan läpi, joista toisessa tunnistetaan CO- ja CO<sub>2</sub>-määrät ja toisessa HC-määrä ja lopuksi on vielä sähkökemiallinen tunnistin, joka tunnistaa O<sub>2</sub>-määrän. (12, s. 626 – 628.)

Uudemmissa ajoneuvoissa lambda-arvon mittaus kertoo katalysaattorin toimintatehon. Lambda-arvo lasketaan polttoaineen koostumuksen mukaisten arvojen ja pakokaasun sisältämien ainesosien perusteella. Päästöarvojen ollessa liian suuret ajoneuvo hylätään katsastuksesta ja merkitään ajokieltoon siihen asti kunnes päästöarvot ovat kohdallaan ja katsastusta suorittava taho on hyväksynyt ja poistanut ajokiellon. Kuvassa 4 on nähtävissä ottomoottorin pakokaasupäästöjen raja-arvot eri-ikäisissä autoissa. (12, s. 626 - 628, 663.)

ajoneuvon käyttöönottoaika tai moottorityyppi	OBD:n toiminta	joutokäynnillä		vähintään 2000 rpm pyörintänopeudella		
		CO [%]	HC [ppm]	CO [%]	HC [ppm]	lambda
ennen 1.10.1986	-	4,5	1000	-	-	-
1.10.1986 tai sen jälkeen	-	3,5	600	-	-	-
varustettu kolmitoimisella katalysaattorilaitteistolla	-	0,5	100	0,3	100	1±0,03
EY-tyyppihyväksytty direk- tiivin 98/69/EY mukaisesti (EURO 3 ja 4)	tarkastus	-	-	0,2	100	1±0,03
1.7.2002 jälkeen	tarkastus	-	-	0,2	100	1±0,03

*KUVA 4. Pakokaasupäästöjen raja-arvot (13, s. 661.)*

1.1.2001 jälkeen käyttöönotetuille autoille suoritetaan OBD-mittaus pakokaasumittauksessa. Testi suoritetaan siten, että pakokaasutesteri liitetään auton diagnoosipistokkeeseen. Tämän jälkeen laitteistokohtainen ohjelma opastaa mittauksessa. Taulukossa 2 on nähtävissä pakokaasuanalysaattorin valmistajien antamia teknisiä tietoja mittalaitteista.

TAULUKKO 2. Pakokaasuanalysaattorien tietoja (14; 15; 16; 17)

	Bosch BEA370	Autocom 40 D	Maha MGT5	AVL 480	DiGas
CO	0-10 vol %	0-10 vol %	0-15 vol %	0-10 vol %	
CO tarkkuus	0,001 vol %	0,02 vol %	0,03vol%	<0,6vol%	
CO2	0-18 vol %	0-20 vol %	0-20 vol %	0-20 vol %	
CO2 tarkkuus	0,01 vol %	0,3 vol %	0,5 vol %	0,6 vol %	
HC	0-9999ppm	0-20 000 vol %	0-2000ppm	0-20000ppm	
HC tarkkuus	1ppm	4ppm	10ppm	10ppm	
O2	0-22 vol %	0-25 vol %	0-25 vol %	0-22 vol %	
O2 tarkkuus	0,01 vol %	0,1 vol %	0,1 vol %	0.1 vol %	
NO	Mahdollisuus	Ei Mahdollisuutta	Mahdollisuus	Mahdollisuus	
Lambda	0,500 - 9,999	0,6 - 1,7	0.500 - 9.999	0 - 9,999	
Dieselmittaus	Samassa laitteessa	Liitettävissä sel Kit	Die- Liitettävissä MDO 2 LON	Liitettävissä DiSmoke 480	

Diesel-moottorin pakokaasun mittaus tapahtuu savutusmittauksena. Absorptiomenetelmällä pakokaasua johdetaan näytteenottimeen ja mittaustilaan. Mittaustilassa on valonlähde ja valontehon vastaanotin. Auton moottoria ryntäytetään, eli moottorin kierrokset nostetaan rajoittimelle asti hetkeksi, jolloin muodostuvat suurimmat pakokaasuhiukkaspäästöt. Mittaustilassa vastaanotin havaitsee pakokaasun hiukkasten aiheuttaman valon heikkenemisen ja sen perusteella laskee dieselmootorin pakokaasupäästöt. Tulos ilmoitetaan absorptiokertoimena k. (12, s. 628 – 629.)

k-arvon sallitut raja-arvot autoille, jotka on otettu käyttöön 1.1.1980 tai sen jälkeen, ovat ahtamattomalle moottorille 2.5 ja ahdetulle moottorille 3.0. Uusissa raskaan kaluston euro 4 ja 5 sekä kevyen kaluston euro 4 ja 1.7.2008 jälkeen otetuissa autoissa sallittu

k-arvo on 1.5. Ajoneuvon valmistaja tai maahantuoja voi ilmoittaa tyyppihyväksynnässä poikkeuksellisen savutusarvon ajoneuvolle, jolloin mittausarvona käytetään ilmoitettua arvoa. K-arvon ollessa yli 4,0 ajoneuvo hylätään katsastuksesta ja merkitään ajokieltoon siihen asti kunnes savutuksesta aiheutuva ympäristöhaitta on korjattu ja katsastusta suorittava taho on hyväksynyt ja poistanut ajokiellon. Kuvassa 5 on nähtävissä savutuksenmittauslaite, joka on osana mittalaitepakettia. (12, s. 628 - 629; 13, s. 662 - 663.)



*KUVA 5. Savutuksen mittauslaite*

### **3.3 Kevyen kaluston jarrudynamometri**

Ajoneuvon jarrut ovat sen suurin turvallisuustekijä. Jarrujen toimintakunto on tärkeimpiä mittauskohteita katsastuksessa. Jarrujen toimimiselle on säädetty tiukat raja-arvot, joiden sisällä jarrujen tulee toimia. Käyttöjarruilla akselikohtainen jarruvoimaero saa olla maksimissaan 30 % ja seisontajarrun jarruvoimaero saa olla 70 %. Jos seisontajarrulla pyörät eivät lukkiudu, kokonaisjarruvoiman tulee olla 16 % ajoneuvon kokonaisjarruvoimasta.

Jarrudynamometri koostuu erillisestä näytöstä sekä lattiaan upotetuista jarrutusteloista. Kummallekin akselin puolelle on omat jarrutelat. Jarrutelojen yhteyteen on rakennettu jarrutusvoiman mittausanturi. Puolellaan teloja on kolme kappaletta, kaksi isoa vetotela ja yksi pienempi tuntotela sekä yhdet mitta-anturit. Vetotelojen pyöritys tapahtuu sähkömoottoreilla. Telat pyörittävät auton renkaita vakionopeudella. Jarrutettaessa sähkömoottori joutuu pyörittämään teloja suuremmalla teholla saman pyörintänopeuden pitämiseksi. Tästä syntyvää momenttia mitataan mitta-anturilla, joka ilmoittaa jarru-

voiman Newtonineina. Kuvassa 6 on nähtävissä kevyen kaluston jarrudynamometrin telat. (12, s. 768; 7.)



*KUVA 6. Kevyen kaluston jarrudynamometrin telasto*

Jarruvoiman aiheuttama momentti liikuttaa vetoyksikköä, johon on kytketty vipuvarsi. Vipuvarsi välittää mitta-anturille voimaa, joka ilmoitetaan näyttötaulussa. Mitta-anturi voi olla painerasia osana hydraulista järjestelmää tai sähköisesti toteutettu järjestelmä. Sähköisessä järjestelmässä mittaus tapahtuu esimerkiksi venymäliuskalla varustetulla taivutuspalkilla tai induktiivisen oikosulkurengasanturin mittaama suoraviivainen tukisauvan venymänä. Sähköisessä järjestelmässä näyttötaulun tuloksen lisäksi on mahdollisuus tulostaa todiste mitatuista jarrutuksen tuloksista. (12, s. 768.)

Kone seuraa isompien ja pienempien telojen kehänopeuksia. Pyörien alkaessa luistaa vetoteloilla suuren jarruvoiman vuoksi, isompien ja pienempien telojen välille syntyy kehänopeusero, mikä ohjaa koneen pysäyttämään suuremmat telat, jotta välttyttäisiin rengasrikoilta. Tuntotelan tehtävänä on myös tunnistaa ajoneuvo dynamometrin päällä, jonka perusteella kone saa käskyn pyörittää tai pysäyttää vetotelat. Taulukossa 3 on nähtävissä kevyen kaluston jarrudynamometrin teknisiä tietoja. (12, s. 768; 7.)

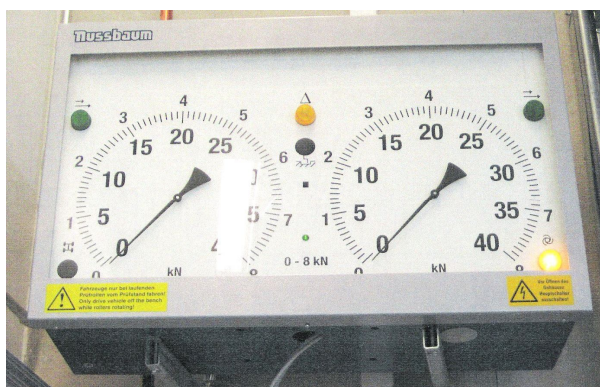


Taulukko 3. Kevyen kaluston jarrudynamometrin teknisiä tietoja (11; 18; 19; 20)

	Bosch 4340	BSA 400	Nussbaum	BT	Maha LON	IW 2	ATT DI	Argus P 210
Akselimassa	3500kg	4000kg			3500kg		4000kg	
Näyttöalue	0-8kN	0-6kN			0-8kN		0-6kN	
Mitta-alue	0-8kN	0-6kN			0-8kN		0-5kN	
Testinopeus noin	5km/h	5km/h			5km/h		3km/h	
Testausleveys		800-2200mm			780-2200mm		800-2200mm	
Pienin rengaskoko		10"					10"	
Käyttömoottori	2x3,7kW	2x3,5kW			2x2,5kW		2x2,5kW	

### 3.4 Raskaan kaluston jarrudynamometri

Raskaan kaluston jarrudynamometri toimii samalla tavalla kuin kevyen kaluston jarrudynamometri. Raskaan kaluston katsastuksessa on kaksi jarrutarkastuksen menettelyä. Suoritettavia tarkastuksia on perustarkastus ja laaja tarkastus, joka sisältää myös perustarkastuksen. Kuvissa 7 ja 8 on nähtävissä raskaan kaluston jarrudynamometrin osia.



KUVA 7. Raskaan kaluston jarrudynamometrin viisarinäyttö (11)



*KUVA 8. Raskaan kaluston jarrudynamometrin telat (11.)*

Perustarkastus tehdään seuraaville (21)

- 1.1.1973 tai myöhemmin käyttöönotetuille ajoneuvoille, jotka on varustettu paineilma-jarruilla
- autoille, jotka eivät kuulu laajan tarkastuksen piiriin
- perävaunuille, joita ei ole varustettu ALB-venttiilein
- museorekisteröidyille ajoneuvoille
- EBS-ajoneuvoille, joille ei voida tehdä laajaa tarkastusta.

Laaja tarkastus tehdään (21)

- ajoneuvoille, jotka on varustettu lukkiutumattomilla jarruilla ja/tai kuormituksen mukaan säätävillä jarruventtiileillä
- N2- tai N3-luokan kuorma- ja erikoisautoille, jotka on varustettu O3- tai O4-luokan perävaunujen vetoon
- O3- ja O4-luokan perävaunuille.

Erikoistapauksissa jarrujen toiminta varmistetaan ajokokein ja minimihidastuvuus varmistetaan, jos olosuhteet sen sallivat. Erikoistapauksia voi olla esimerkiksi sellainen

ajoneuvon rakenne, ettei jarruja voi tarkistaa ilman rakenteiden purkamista tai ajoneuvon akselimassat nousevat niin suureksi, ettei jarrudynamometri kestäisi. (21.)

Jarruvoimien mittausta tapahtuu sylinteripaineen funktiona ja tietokoneavusteinen laskentaohjelmisto laskee mitattujen tulosten perusteella minimihidastuvuuden. Jarruvoimista tarkastellaan niiden erot ja jarrujen soikeudesta johtuva jarruvoimien vaihtelu sekä vierintävastukset. Nämä tarkastelut saadaan selville tehdyistä laskemista. (21.)

Perustarkastus aloitetaan tarkistamalla jarrujärjestelmän ja sen komponenttien säädösten mukaisuus. Seuraavassa vaiheessa ajoneuvon akseleille ja ALB-venttiilille kytketään painetunnistimet, jotka tunnistavat lähtevän ja tulevat jarrupaineet. Tarkastuksessa yksi testi suoritetaan ilman jarrudynamometriä. Tämä testi on ALB-testi, jossa jarru painetaan tasaisella vauhdilla pohjaan ja paine säilytetään sen aikaa kunnes taulu ilmoittaa, että jarru voidaan vapauttaa. Tällä testillä nähdään jarrujen syöttöpaine ja akseleille tuleva jarrupaine. (21.)

Jos jarruja testattaessa epäillään jarrujen kytkentä tai vapautusviiveissä poikkeavuutta, voidaan perustestin lisänä tehdä viivetestit, jotka ovat pakollinen testi laajassa tarkastuksessa. Viivetestissä jarrupolkimen päälle asetetaan ”liipaisin”, jota painettaessa tieto menee tietokoneelle polkimen painamisen alkamisesta ja painamisen loppumisesta. Testissä jarrupoljin painetaan kerralla nopeasti pohjaan ja poljin vapautetaan nopeasti kun näyttötaulu ilmoittaa, että jarru voidaan vapauttaa. Tällä testillä saadaan selville ovatko jarrujen kytkentä- ja vapautusviive sallituissa rajoissa. (21.)

Seuraavassa vaiheessa mitataan etu- ja taka-akselien jarrujen toiminta. Kummankin akselin mittausta suoritetaan samalla tavalla. Aluksi etuakseli ajetaan jarrudynamometrille. Suositeltavaa on että auton jarruja lämmitetään hieman, jotta saataisiin todellisemmat tulokset jarrutuksessa. Lämmitys tapahtuu jarruttamalla autoa dynamometrillä pidemmän aikaa. Kun halutaan testata jarrujen teho, jarru vapautetaan. Jarrun ollessa vapautettuna dynamometri mittaa jarrujen laahausvoimat. Kun näyttötaulu ilmoittaa että jarrutus voi alkaa, jarrupaine nostetaan esimerkiksi 1,5 bariin. Jarruvoiman nousua tarkkaillaan testin ajan, ettei se nouse liian korkeaksi renkaiden säästämiseksi. Sen jälkeen kun etuakselin mittausta on suoritettu, suoritetaan taka-akselille samanlainen tarkistus. Lisäksi taka-akselilta tarkistetaan pysäköintijarrun toiminta. Tarkastus suoritetaan jarruttamalla varovasti pysäköintijarrulla, jolloin jarrujen toiminta pystytään selvittämään.

Laajassa tarkastuksessa perustarkastuksen lisäksi tarkastellaan ajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän jarrutuskäyttäytymistä. Akseleittain mitataan jarrutuspaineen ja jarruvoiman keskinäinen riippuvuus ja määritetään jarrutussuhde, joka on riippuvainen jarrujen sylinteripaineesta. Jarrutussuhde lasketaan tietokonepohjaisella ohjelmistolla, missä on valmiit jarrukäytävät, joihin kuormaamaton ja kuormattu ajoneuvo tulee lukeutua. Jarrukäytävä tarkoittaa jarrutussuhteen sallittua vaihteluväliä. (21.)

Osana laajaa tarkastusta on jo aiemmin mainittu viivemittaus. Perävaunun jarrujen tarkastuksessa tulee myös varmistua jarrujen automaattinen kytkeytyminen irrottamalla jarrujohdot vetoautosta. Tarkastuksen kohteena on myös siirtelyventtiilin toiminta ja perävaunun ohjausventtiilin mahdollinen sulku- ja tyhjennysventtiilin toiminta. (21.)

Jarrujärjestelmän säätöventtiilien toiminnasta ja mittaustilannetta vastaavista ominaisarvoista pitää varmistua mainittuja mittalaitteita käyttäen. Säätöventtiilit ovat (21)

- mekaanisesti tai pneumaattisesti kuormituksen mukaan säätävä ALB-venttiili
- taitto- ja suhdeventtiili
- käsikäyttöinen jarruvoiman säädin
- ennakonsäädöllä varustettu perävaunun jarruventtiili
- perävaunun käsiohjausventtiili
- peräjarrun ohjausventtiili.

EBS-jarrujen, eli sähköisesti ohjattujen paineilmajarrujen tarkastus suoritetaan voimassa olevan jarrutusohjeen mukaisesti, samalla noudattaen valmistajan mahdollisesti antamia ohjeita. Mikäli EBS-jarruiselle ajoneuvolle ei suoriteta laajaa tarkastusta, on suoritettava kuitenkin perustarkastus. Tällöin ei suoriteta ALB-tarkastusta, eikä viivetestiä. Taulukossa 4 on nähtävissä raskaan kaluston jarrudynamometrin teknisiä tietoja. (21.)

TAULUKKO 4: Raskaan kaluston teknisiä tietoja (10; 22; 23.)

	Nussbaum BT 640	Maha IW 7 Euro	ATT Arena XL 441
Akselimassa	18000kg	18000kg	18000kg
Näyttöalue	0-40kN	0-30kN (40kN tilauksesta)	0-40kN
Mitta-alue	0-40kN	0-30kN (40kN tilauksesta)	0-40kN
Testinopeus noin	2,5km/h ja 5km/h	3km/h	2,5km/h
Testausleveys	800-2800mm		600-2800mm
Käyttömoottori	2x11kW	2x11kW	2x11kW
Mittajärjestelmä		Eurosystem	Dymatic

## 4 SAADUT VASTAUKSET

Työtä varten lähetettiin 97 kyselyä yksityisille katsastusyriyksille. Yhdelle yritykselle on suoritettu kysely suullisesti. Vastauksia kertyi yhteensä 15. Vastausprosentiksi näin ollen tuli 16 %. Vaikkakin vastausprosentti jäi alhaiseksi, laitteiston käyttökokemuksista tuli selkeä kuva.

Vastausten vähäisyyteen suurena vaikutuksena on ollut vastausväsymys, josta teoriassa aiemmin on mainittu. Alhaiseen vastausprosenttiin on myös voinut vaikuttaa kyselyn suorittaminen lomakautena, jolloin kiireiden vuoksi on kysely jäänyt vähäisemmälle huomiolle. Saatekirje ja kyselylomake oli rakennettu selkeäksi ja toimivaksi. Saadut vastaukset vastasivat tarkoituksen mukaisesti kyselyyn, joten kysely oli onnistunut.

### 4.1 Heilahduksenvaimennin

Heilahduksenvaimentimen testauslaitteistoista tuli hyvin palautetta ja tietyiltä osin samantyyllisiä vastauksia. Käytettävien testausmenetelmien toimivuudesta tai eroavaisuuksista ei ollut mitään mainintaa vastauksissa. Vastauksia tuli Att Puls R40:n, Nussbaum NTS450:n ja BT400:n, Maha FWT/SA20:n ja MSD 3000:n sekä Cartecin laitteistoista.

Usealla laitteistolla auton sijoittaminen levyjen keskelle on hyvin tarkkaa. Kuitenkin laitteistojen näyttötauluissa on ilmaisimet, jotka näyttävät auton sijaintia levyillä. Jo muutaman senttimetrin siirtyminen levyllä vaikuttaa laitteiston saaman käynnistymiskäskyn toimintaan. Tasaisen testauslevyn vuoksi autossa pitää käyttää jarruja koko testauksen ajan, jotta auto ei lähde liikkumaan tärinän vaikutuksesta. Näitä ongelmia on Att:n, Nussbaumin ja Cartecin laitteistoissa.

Jokaisen laitteen ohjelmistoissa on jonkinlaista ongelmaa, joka yleensä vaatii laitteiston uudelleen käynnistämistä. Att:lla ja Cartecilla on sähkövikoja, joiden takia laitteistot eivät ala mittaamaan tulosta tai antavat väärän tuloksen. Att:lla myös ongelmana välillä on, ettei testaus pysähdy ilman erillistä käskyä. Mahan testiradalla esiintyvä ongelma on, ettei laitteisto näytä heilahduksen vaimentimen mittauksen arvoja, jos jarruteloilta poistutaan liian nopeasti tai sudittaen. Nussbaumin NTS450 laitteistossa voima-anturi toimii väärällä tavalla. Tästä viasta ei kuitenkaan ollut tarkempaa selvitystä. Kuitenkin

laitteistopäivityksen jälkeen kyseinen kone on toiminut oikein, mutta päivityksen saaminen oli vienyt yli vuoden. Nussbaumin maahantuoja sai maininnan, että laitteiston takuuasioissa on ollut ongelmia.

Jokainen laitteisto sai hyvää palautetta nopeudesta ja tarkkuudesta. Nussbaum BT400:n testiradalla jarrudynamometrin näytön viisarit osoittavat auton sijainnin levyillä tarkasti. Mahan laitteiston näyttö on selkeä ja käytettäessä laite on hiljainen.

Ongelma levyille sijoittamiseen ratkeaisi lisäämällä testilevyille pienet pykälät, joiden väliin ajoneuvon rengas jäisi. Tällöin sijoittaminen ei tarvitsisi olla niin tarkkaa, vaan auto jäisi automaattisesti oikeaan kohtaan. Ajoneuvon jarrut voitaisiin myös vapauttaa mittauksen ajaksi, koska pykälät estäisivät ei-toivotun liikkumisen.

Mainitut ohjelmisto-ongelmat ovat valitettava osa laitteistoissa. Alati kehittyvä tietokoneteknologia ja ohjelmistopäivitykset ovat kuitenkin apuna toimintavarmuuden saavuttamiseksi. Yritysten tulisi herkemmin ilmoittaa ongelmista maahantuojalle, jonka tulisi välittää tietoa valmistajille aiheesta.

Saatujen palautteiden perusteella Mahan ja Att:n laitteistot olisivat toimintavarmimpia ja selkeitä käyttää. Oma kokemusta on vain Att:n testiradasta. Laitteistossa ajoneuvon ajaminen testauslevyille on hyvin tarkkaa ja ohjelman käyttämisen aloittaminen hieman monimutkainen. Muuten laitteisto toimii hyvin ja on nopea suorittamaan testauksen.

## **4.2 Pakokaasuanalysaattori**

Pakokaasuanalysaattoreista vastauksia tuli Autocom Opus 40-D:n, Sagem Ultima 600:n, Bosch Bea250:n ja Bea150:n, OTC DX 210:n, AVL DiTestin sekä Maha MGT5:n ja MDO 2:n laitteista. Suurin osa palautteista tuli ottomoottorin mittauksiin, jolloin dieselmittauksien toimivuudesta ei ole tarkkaa tietoa. Mittalaitteista Bosch Bea 150, OTC DX 210 ja Maha MDO 2 ovat dieselsavutusmittareita.

Autocomin, Sagemin ja Mahan laitteistot vaativat erillisen vedenerottimen estämään laitteiston särkymistä. Mahan laitteistossa lisäksi kaikki huoltokohteet sijaitsevat koneen sisällä, joka vaikeuttaa pientä omatoimista huoltoa, kuten suodattimien vaihtoa. Autocomin laitteistossa on hyvin tiukat raja-arvot, jolloin uusittu happianturi ei välttämättä toimi, koska anturissa on laajempi raja-arvoskaala.

Useassa vastauksessa mainittiin, että Sagemin laitteisto kalibroivan itseään useasti, mikä häiritsee työskentelyä varsinkin ruuhka-aikoina sekä laite vaatii myös useasti huoltoa. Laitteistosta mainittiin haitaksi myös isoäänisyys. Analysaattori reagoi hitaasti muuttuviin päästöihin ja on siksi hidaskäyttöinen. Myös Boschin laitteisto on hidaskäyttöinen, koska se menee hyvin nopeasti valmiustilaan käytön jälkeen.

Autocomin ja AVL:n laitteet saivat hyvää palautetta niiden isosta ja selkeästä näytöstä. AVL:n analysaattori nopeatoimisuus kaikissa mittauksissa sai myös kehuja. Boschin laitteet ovat helppokäyttöisiä ja varmatoimisia sekä niissä on nopea printteri. Mahan laitteistolla on saatu yhteys joidenkin autojen obd-mittaukseen, joihin osalla muista mittareista ei ole onnistuttu näin ollen turha hylkääminen katsastuksessa on vältetty.

Letkuun asennettava vedenerotin on helppo asentaa ja edullinen ratkaisu estämään vedestä johtuvaan mittarin rikkoutumista. Laitteiden omatoimisen huoltamisen vuoksi mittareiden suodattimet olisi käytännöllisintä asentaa laitteiden ulkopuolelle, jolloin niiden vaihtaminen ei vaatisi erillisiä työkaluja, mikä mahdollistaisi nopeamman huoltamisen.

Laitteiden kalibrointi olisi hyvä suorittaa käyttäjän käskystä, joka vähentäisi turhaa odottamista. Tällöin kalibrointi voitaisiin suorittaa vähemmän kiireellisellä hetkellä. Toinen vaihtoehto on ohjelmiston muokkaaminen siten, ettei laitetta tarvitsisi kalibroida niin usein.

AVL:n analysaattori on mielestäni toimivin laitteisto pakokaasun mittaukseen. Laitteistospesifikaatioita tutkiessa kävi selväksi kyseisen laitteen hyvä toimivuus. Myös yhdeltä yritykseltä tulleesta vastauksesta voidaan todeta samaa seuraavan vastauksen perusteella: ”Yli kahdenkymmenen vuoden katsastuskokemuksen perusteella aivan suvereeni laite muihin verrattuna”.

### **4.3 Kevyen kaluston jarrudynamometri**

Kevyen kaluston jarrudynamometrille vastauksia tuli Cartec BDE 2304:n, Bosch BSA 250:n, ATT Argus 210:n, Maha IW2 Profi:n, Nussbaum BT400:n laitteistoista. Koska mittalaitteiden mittaustavat olivat samanlaisia, palautteet tulivat pelkästään laitteiden toiminnasta ja käytöstä.



Cartecin laitteistossa ongelmana on rullien akseleiden katkeaminen, joka aiheuttaa laitteen käytöstä poistamista korjauksen ajaksi. Jos rullat ovat märkiä, niiden ongelmana on luistaminen, joka aiheuttaa alhaisen, vääristyneen, mittaustuloksen. Laitteisto toimii muuten kuitenkin hyvin ollen nopea reagoimaan ja muutenkin nopea toimimaan.

Nussbaumin dynamometrillä ei tullut ollenkaan negatiivista palautetta. Laitteiston erikoisuutena on nelivetoautojen kunnollinen mittaushetimitä. Mitatut jarruvoimat esitetään näytössä sekä viisareilla että numeroilla ja viimeisin mittaustulos jää näytölle näkyviin. Tämä helpottaa tulosten kirjaamista, jos käytössä ei ole automaattista tietojen keruuta mittalaitteilta.

Boschin dynamometri on käytössä hieman hidas, mutta varmatoiminen. Att:n laitteistossa ongelmana on mittauksen herkkä katkeaminen, joka vaatii laitteiston uudelleen käynnistämisen. Mahan dynamometrissä telat ovat sellaista materiaalia, että ne kuluvat nopeasti, joten niitä joutuu useasti vaihtamaan. Mahan laite vaatii myös uudelleenkäynnistystä muutaman kerran päivässä, koska laitteisto alkaa näyttää jarrujen laahausta, vaikka todellisuudessa jarrut eivät laahaa ollenkaan.

Rullien akseleiden katkeamisen syynä on mahdollisesti väärät lujuuslaskelmat. Akselit tulisi valita kestävämmästä materiaalista, jolloin ne olisivat pitempi ikäisiä. Rullien luistamiseen ratkaisuna voisi olla telojen pintakuviointin muuttaminen ottavammaksi ja rullamateriaalin pitäisi olla paremmin kulutusta kestävä. Kuten heilahduksenvaimentimien testauslaitteistossa, valmistajalle pitäisi saada reilusti tietoa mittalaitteiden ongelmista, jotta siellä osattaisiin kehittää laitteiden ohjelmistoja toimiviksi.

Kevyen kaluston jarrudynamometrissä parhaimman palautteen sai Nussbaumin laitteisto. Kun laitteiston rakenne on testirata, sen käytännöllisyys tulee esille, koska jarrut ja heilahduksenvaimentimet saadaan testattua yhdellä laitteistolla. Myös nelivetoautojen mittaushetimitä on hyödyllinen ominaisuus, koska jatkuvanelivetoiset autot ovat yleistyessä. Näiden autojen jarrujen mittaaminen on ollut aikaisemmin vaikeampaa.

#### **4.4 Raskaan kaluston jarrudynamometri**

Raskaan kaluston jarrudynamometrillä vastauksia tuli hyvin vähän. Laitevalmistajista vain Nussbaum, Att ja Maha sai tuloksia. Boschilla ei ole raskaan kaluston jarrudyna-

mometriä. Maha IW7, Att Arena XL 45 ja Nussbaum BT600 ja BT610 ovat palautetta saaneet dynamometrit.

Mahan dynamometri on nopea ja varmatoiminen sekä testirullat ovat hyvin pitäviä, jolloin ei tule ylimääräistä luistoa mittaukseen. Att:n laitteisto on luotettava, tosin pientä tunnistinrullien säätöä pitää suorittaa, että laitteisto tunnistaa kuormituksen, minkä perusteella saa käskyn mittauksen aloittamiseen.

Nussbaumin BT600 dynamometrissä on ollut ongelmia yhdellä yrityksellä heti uudesta asti, johtuen rikkinäisistä rullista ja takuun kanssa ollut ongelmia kuten kevyen kaluston jarrudynamometrin kanssa. Nussbaum BT610 laitteistossa jarruvoimat esitetään viisareilla ja numeroilla sekä viimeinen mittaustulos jää näkyviin.

Syitä vähäiseen palautemäärään raskaan kaluston jarrudynamometrille on vaikea arvioida, koska muista mittalaitteista palautetta tuli kuitenkin hyvin. Vähäisen palautteen vuoksi kehittämiskohteita on vaikeaa pohtia tarkemmin. Saatujen palautteiden perusteella kaikki laitteistot ovat toimivia, kuitenkin toimivimmaksi laitteistoksi voitaisiin todeta Mahan dynamometri.

## 5 YHTEENVETO

Työn aiheena oli selvittää yksityisten katsastustoimipaikkojen käyttämien mittalaitteiden merkit ja käytettyjen mittalaitteiden käyttökokemukset. Työn tavoitteena oli myös olla mahdollisena apuvälineenä yrityksille uusien mittalaitteiden hankintapäätöksiä tehtäessä.

Vastauksia saaneista laitteistoista parhaimmat tulokset saivat AVL:n pakokaasuanalysaattori, Nussbaumin testirata kevyelle kalustolle ja raskaan kaluston puolella Mahan ja Nussbaumin jarrudynamometrit. Mainituilla mittalaitteilla on eri maahantuoja. Laitteiden hankkiminen ei kuitenkaan ole järkevää eri maahantuojlta. Yleisen tavan mukaan eri maahantuojat kilpailutetaan ja niiden perusteella valitaan hankittavat laitteistot.

Laitteistojen hintatietoja ei ole selvitetty, joten laitteistojen valintaan vaikuttaa ainoastaan saadut palautteet. Kyselyn tulosten perusteella mittalaite valinnat kohdistuvat Nussbaumin, Mahan, Att:n Avl:n ja Autocomin laitteisiin. Nussbaumin ja Autocomin tuotteiden maahantuojana toimii Suomen työkalu, Mahan maahantuoja on Tecalemit ja Avl:n ja Att:n maahantuojana toimii Diagno. Kaikkien maahantuojiin palvelu oli hyvää ja nopeaa silloin, kun mittalaitteista hankittiin tietoa.

Testiradassa hyvänä puolena voidaan pitää kahden mittalaitteen sijoittamista yhteen pakettiin, mikä pienentää tilantarvetta. Heikkoutena testiradassa voidaan mainita se, jos jompikumpi mittalaite rikkoutuu, on koko testirata pois käytöstä. Avl:n pakokaasuanalysaattorin saama palaute oli huomattavasti parempaa kuin muilla laitteilla, ja laitteiston pieni koko sekä helppo käytettävyys tekevät laitteen valitsemisen helpoksi. Valitun raskaan kaluston jarrudynamometrin saama palaute on pääosin hyvää, minkä perusteella laitteisto voidaan myös valita käyttöön.

Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät, vaikka vastauksia tulikin vähän. Raskaan kaluston jarrudynamometrin vastausten määrä oli alhainen, jolloin siitä on vaikea saada selkeitä tuloksia. Kaikista tulleista vastauksista selvisi, mitä laitteita vastanneilla yrityksillä on käytössä ja millaisia ovat niiden käyttökokemukset. Sellaiset vastaukset, joissa mainitaan jonkin tietyn laitteen sopivan hyvin katsastukseen, olivat pienemmällä huomiolla tuloksien tarkastelussa. Kyselyn suoritus avoimella kysymyslomakkeella toimi hyvin, ja

kysymykset oli esitetty selkeästi, koska esitetyt kysymykset oli ymmärretty ja vastaukset olivat selkeitä. Myös vastaustilaa oli riittävästi kutakin kysymystä kohden.

# LÄHTEET

1. Yksityisten Katsastustoimipaikkojen Liitto Ry. 2009. Saatavissa:  
<http://www.autokatsastus-ykl.fi>. Hakupäivä 19.12.2009.
2. Haataja, Mauri 2008. T850103 Research Methods, 3op. Kurssin opintomateriaali 2008. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
3. Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2003. Tutki ja kirjoita. 6.-9. painos. Helsinki: Tammi.
4. Vehkalahti, Kimmo. 2008. Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät. Helsinki: Tammi.
5. Henkilö- ja pakettiautojen heilahteluvaimentimien testauslaite. 2002. Saatavissa:  
<http://www.ake.fi/pdf/3023-121-2002%20Henkil%C3%B6-%20ja%20pakettiautojen%20heilahtelunvaimentimien%20testauslaite.pdf>. Hakupäivä 10.3.2010.
6. Puls R 40.pdf. 2010. Saatavissa:  
[http://www.diagno.fi/images/stories/esitteet/puls\\_r\\_40.pdf](http://www.diagno.fi/images/stories/esitteet/puls_r_40.pdf). Hakupäivä 7.3.2010.
7. RAO / Verkko-opinnot - Henkilöauton alusta. 2010. Saatavissa:  
[http://www.autotieto.net/ha\\_alusta/](http://www.autotieto.net/ha_alusta/). Hakupäivä 7.3.2010.
8. Bosch SDL430 Iskunvaimennintesteri. 2010. Saatavissa:  
[http://www.atoy.fi/verkkokauppa/bosch\\_sdl430\\_iskunvaimennintesteri-p-148554-41/](http://www.atoy.fi/verkkokauppa/bosch_sdl430_iskunvaimennintesteri-p-148554-41/). Hakupäivä 2.4.2010.
9. Suomen Työkalu. 2010. Saatavissa:  
<http://212.50.144.81/suomentyokalu/prod2.aspx?pid=1106>. Hakupäivä 2.4.2010
10. Jousitustesteri.pdf. 2010. Saatavissa:  
<http://www.tecalemit.fi/files/File/PDF/Korjaamolaitteet/MAHA/Testiradat/Maha%20esite%20MSD3000%20web.pdf>. Hakupäivä 2.4.2010.
11. Suomen Työkalu Oy. 2010. Esitekansio.

12. Bosch Autoteknillinen taskukirja, 6. Painos, Gummerus OY, 2003 Jyväskylä.
13. Tieliikennelait 2006. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 2006.
14. Emission Analysis BEA.pdf. Saatavissa:  
<http://www.dieseldistributors.co.nz/File/boschdiagnostic/BEA.pdf>. Hakupäivä 2.4.2010.
15. Suomen Työkalu. 2010. Saatavissa:  
<http://212.50.144.81/suomentyokalu/prod2.aspx?pid=995>. Hakupäivä 2.4.2010.
16. BRO\_MAHA\_MGT5\_GB08.pdf. 2010. Tecalemit Oy. Esite.
17. AVL DIX. 2010. Saatavissa: [http://www.servisna-oprema.si/pdf/AVL\\_DiX\\_E.pdf](http://www.servisna-oprema.si/pdf/AVL_DiX_E.pdf).  
Hakupäivä: 2.4.2010.
18. BSA jarrutesterit ja testiradat.pdf. 2010. Atoy Oy. Esite
19. Tecalemit- Jarrutesterit. 2010. Saatavissa:  
[http://www.tecalemit.fi/tuotteet.php?start=0&end=10&page=1&sivu=tuotteet&t\\_id=1641&r\\_id=574&kieli=1#sisalto](http://www.tecalemit.fi/tuotteet.php?start=0&end=10&page=1&sivu=tuotteet&t_id=1641&r_id=574&kieli=1#sisalto). Hakupäivä 2.4.2010.
20. Argus P 210 DI.pdf. 2010. Saatavissa:  
[http://www.diagno.fi/images/stories/esitteet/argus\\_p\\_210\\_di.pdf](http://www.diagno.fi/images/stories/esitteet/argus_p_210_di.pdf). Hakupäivä 2.4.2010.
21. Raskaiden ajoneuvojen paineilmajarrujen tarkastus katsastuksessa. 2008. Saatavissa:  
[http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/5F8B0CE9-7F0F-41AA-AF6A-C80F7C280CC3/0/15492082008\\_Jarruohje.pdf](http://www.ake.fi/NR/rdonlyres/5F8B0CE9-7F0F-41AA-AF6A-C80F7C280CC3/0/15492082008_Jarruohje.pdf). Hakupäivä 20.3.2010.
22. Maha IW7 eurosystem tuoteinfokortti.pdf. 2010. Saatavissa:  
<http://www.tecalemit.fi/files/File/PDF/Korjaamolaitteet/MAHA/Jarrutesterit/Maha%20IW7%20eurosystem%20tuoteinfokortti.pdf>. Hakupäivä 2.4.2010.
23. Arena XL 431 DI - XL 441 DI.pdf. 2010. Esite. Diagno Oy.

**Saatekirje**

9.6.2010

**Laitteistokysely**

Olen Oulun seudun ammattikorkeakoulun insinööriopiskelija. Opiskelen viimeistä vuotta autotekniikkaa ja valmistun kesän alussa. Suoritan opinnäytetyötä Yksityisten katsastustoimipaikkojen liitolle. Työn aiheena on kerätä tietoa YKL:n jäsenyritysten käyttämistä mittauslaitteista sekä niiden käyttökokemuksista. Työ on yleishyödyllinen selvitys laitteistoista, joka tulee myös hyödyntämään ja helpottamaan jäsenyrityksien tulevia laitehankintoja.

Kyselyn mukana on myös vastauskuori, jonka postimaksu on valmiiksi maksettu. Pyydän vastausta kyselyyn viimeistään 25.6.2010 mennessä. Halutessanne voin toimittaa myös sähköisen version kyselylomakkeesta, jonka voitte halutessanne kysyä yllämainitusta sähköpostiosoitteesta.

Kiitoksia vastauksestanne

Mikael Bäck

insinööriopiskelija

Yrityksen nimi \_\_\_\_\_

Käytössä olevan pakokaasuanalysaattorin merkki ja malli?

\_\_\_\_\_

Pakokaasuanalysaattorin käyttökokemukset? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Käytössä olevan kevyen kaluston jarrudynamometrin merkki ja malli?

\_\_\_\_\_

Kevyen kaluston jarrudynamometrin käyttökokemukset? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Käytössä olevan raskaan kaluston jarrudynamometrin merkki ja malli?

\_\_\_\_\_

Raskaan kaluston jarrudynamometrin käyttökokemukset? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Käytössä olevan iskunvaimentimien testauslaitteen merkki ja malli?

\_\_\_\_\_

Iskunvaimentimien testauslaitteen käyttökokemukset? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_