



# Kaupunkibussien päästötietokanta 2013

## Yhteenveto VTT:n menetelmistä ja mittauksista

Kirjoittajat: Veikko Karvonen

Luottamuksellisuus: Julkinen



Raportin nimi <b>Kaupunkibussien päästötietokanta - Yhteenveto VTT:n menetelmistä ja mittauksista</b>		
Asiakkaan nimi, yhteystiedot <b>HSL, Reijo Mäkinen</b>	Asiakkaan viite	
Projektin nimi <b>Rakebus 2013</b>	Projektin numero/lyhytnimi <b>Rakebus 2013</b>	
Raportin laatija(t) <b>Veikko Karvonen</b>	Sivujen/liitesivujen lukumäärä <b>11+4</b>	
Avainsanat <b>Kaupunkibussit, mittaamenetelmät, päästöt</b>	Raportin numero <b>VTT-R-05385-14</b>	
Tiivistelmä <p>Tämä raportti on kuvaus VTT kaupunkibussien päästötietokannan rakenteesta. Raportissa on kuvattu päästötietokannassa käytettyjen päästömittaustulosten mittaamenetelmä, sekä periaatteet, joilla tuloksista on laskettu keskiarvoja erilaisille luokitteluille.</p> <p>Vuoden 2013 päästötietokannan päivityksessä tietokantaan on lisätty ensimmäisten Euro VI-päästöluokan bussien tulokset.</p>		
Luottamuksellisuus	<b>julkinen</b>	
Espoo 19.11.2014 Laatijat	Tarkastaja	Hyväksyjä
<b>Veikko Karvonen,</b> tutkija	<b>Juhani Laurikko</b> johtava tutkija	<b>Mikko Pihlatie</b> tutkimustiimin päällikkö
VTT:n yhteystiedot VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 111 (vaihte, klo 8.00 - 16.30) Sähköpostiosoitteet: etunimi.sukunimi@vtt.fi (ä=a ö=o å=a)		
Jakelu		
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>		

## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Mittausmenetelmä .....	5
3	Tulokset.....	8
4	Liitteet.....	11

## 1 Johdanto

Tässä raportissa esitetään VTT:n kaupunkibussien päästötietokanta, sen taustalla olevat projektit ja niissä käytetyt mittausmenetelmät.

VTT:n keräämä tietokanta koostuu vuosien 2002 – 2012 aikana mitattujen kaupunkibussien päästötuloksista. Tietokantaan kerätyt tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, ja se on laajuudessaan poikkeuksellisen kattava, jopa maailmanlaajuisestikin arvioituna.

Uusien mittausten myötä tietokanta päivittyy jatkuvasti sekä uusien ajoneuvoyksilöiden että käytössä olevien autojen seurantamittausten myötä. Tietokannan perusteella on mahdollista määrittää ajoneuvotyyppien päästösuorituskyky sekä euro-luokan keskiarvona että yksilöidympänä merkki- ja euroluokkakohtaisena keskiarvona. Ajoneuvojen seurannan kautta voidaan tehdä johtopäätöksiä myös kilometrikertymän vaikutuksesta ajoneuvojen suorituskyvyn pysyvyyteen.

Kaupunkibussien päästö- ja energiankulutustutkimusta on VTT:llä toteutettu useassa projekti-kokonaisuudessa. Projektit kattavat sekä bussi- että kuorma-autokaluston tutkimuksen. Ajoneuvojen päästösuorituskyvyn ja energiatehokkuuden lisäksi tutkimuksen aiheena on ollut mm. raskaan ajoneuvokaluston turvallisuus.

Kaupunkibussien päästötutkimus aloitettiin VTT:llä laajemmin vuonna 2002 uuden raskaan kaluston tutkimuslaboratorion valmistuttua. Ensimmäiseen vuodet 2002-2004 käsittäneeseen *Bussikaluston pakokaasupäästöjen arviointi (RAKEBUS)* -projektiin osallistuivat seuraavat tahot:

- Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta YTV
- Helsingin Kaupungin Liikennelaitos, Suunnitteluyksikkö
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Gasum Oy
- Vägverket (Ruotsi)
- The International Association for Natural Gas Vehicles (Uusi-Seelanti)
- VTT Prosessit

RAKEBUS-projektissa yhtenä keskeisenä tavoitteena oli selvittää erityyppisten kaupunkibussien päästöt todellisessa ajossa. Kaupunkibussien, kuten muidenkin raskaiden autojen, moottorit hyväksytään moottorikokeen perusteella irrallisina ottamatta huomioon ajoneuvon muita ominaisuuksia tai kuormitusprofileja, joten tyyppihyväksymistestien tulokset eivät ole sovellettavissa todellisen liikenteen päästöjen arvioimiseen. Tyyppihyväksymiskokeessa ei myöskään mitata polttoaineen (tai energian) kulutusta.

Alkuperäinen tutkimussuunnitelma kuvasi bussiosuutta seuraavasti:

*”Bussihankkeessa perimmäisenä tavoitteena on edistää uusien puhtaiden ja energiatehokkaiden teknologioiden käyttöönottoa bussiliikenteessä ja siten edistää bussiliikenteen kilpailukykyä ja haluttavuutta. Osatehtävänä kehitetään bussiliikenteen käyttöön autojen suorituskykyä (päästöt, energiankulutus ja mahdollisesti myös melu) mittaava arviointijärjestelmä. Metodikkaa tullaan käyttämään sekä uusien ajoneuvotekniikoiden arviointiin että jo käytössä olevien autojen todellisen ympäristöllisen suorituskyvyn mittaamiseen. Tieto eri automallien*

*ja pakokaasunpuhdistustekniikoiden todellisesta suorituskyvystä antaa pohjaa kehittää kilpailuttamisen kriteerejä oikeudenmukaiseen ja taloudellisesti järkevään suuntaan. Tietoa voidaan käyttää ohjailemaan tulevia kalustovalintoja.”*

Tämän jälkeen kaupunkibussien tutkimustoimintaa on jatkettu RASTU *Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka 2006-2008* ja HDENIQ *Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo* –projekteissa.

Kertyneiden mittausten myötä on muodostunut myös selvä kuva ajoneuvojen teknisestä kehityksestä päästöjen ja energian käytön osalta. Tämä tieto on julkisesti saatavilla ja käytettävissä projektijulkaisujen muodossa.

Projektikokonaisuudet, joissa bussitutkimusta on toteutettu ja internet-osoitteet lisätiedonhaukelle:

RAKEBUS 2002 – 2005

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/RAKEBUS.pdf>

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2007/RakeBus2005.pdf>

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2007/RakeBus2006.pdf>

RASTU 2006 – 2008

[http://www.motiva.fi/files/2278/RASTU-loppuraportti\\_2006-2008.pdf](http://www.motiva.fi/files/2278/RASTU-loppuraportti_2006-2008.pdf)

HDENIQ 2009 – 2011

<http://www.transec.fi/julkaisut/hdeniq-hanke>



Kuva 1. VTT ajoneuvotutkimusta on toteutettu laajasti suurten projektikokonaisuuksien alla

## 2 Mittausmenetelmä

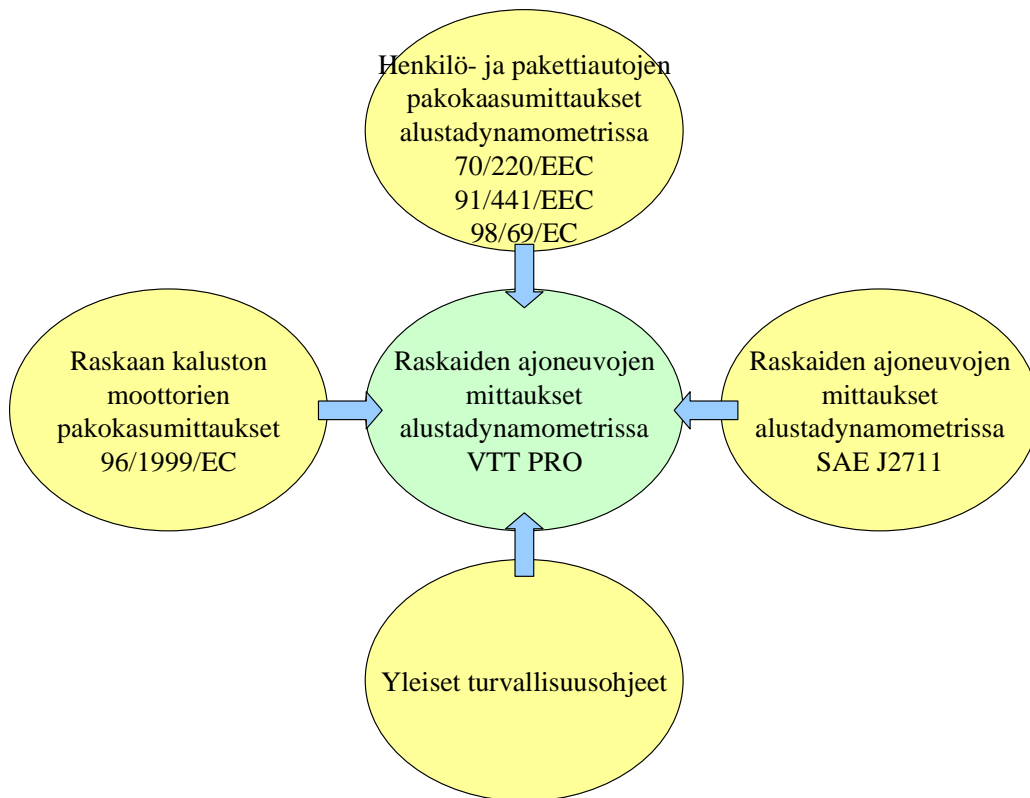
VTT:n raskaiden ajoneuvojen tutkimuslaboratoriossa on alustadynamometrin, moottoridynamometrin ja täyden virtaaman keräys- ja laimennuslaitteiston (CVS) lisäksi monipuolinen analyysilaitteisto sekä säänneltyjen päästöjen (CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM) että sääntelemättömien päästöjen erikoispakokaasumittauksiin, mukaan lukien laitteistot hiukkasten yksityiskohtaiseen karakterisointiin (mm. massaemissio, kokoluokittelu, lukumäärälaskenta).

Froude Consinen valmistaman alustadynamometrin rullan halkaisija on 2,5 metriä, ja sen tehon vastaanottokyky (jatkuva) on 300 kW. Dynamometri on varustettu erittäin nopealla säätöjärjestelmällä ja sähköisellä inertian simuloinnilla mahdollistaen dynaamisen testauksen (transienttitestauksen). Inertian simulointi on säädettävissä alueella 2.500 – 60.000 kg, eli laitteistolla kyetään jäljittelemään jopa maksimiin kuormattua ajoneuvoyhdistelmää, jonka kokonaismassa on 60 tonnia.

Säännellyt pakokaasukomponentit mitataan Direktiivin 1999/96/EC vaatimukset täyttävän täyden virtaaman CVS –laitteiston (Pierburg CVS-120-WT) ja analysaattorijärjestelmän (Pierburg AMA 4000) avulla. Koska mittaukset tehdään dynaamisia ajosyklejä käyttäen, pakokaasumittaus tapahtuu periaatteessa samalla tavalla kuin transienttityyppisissä ETC-moottorimittauksissa, eli pakokaasuista määritetään hetkelliset pitoisuudet ja yhdistämällä ne hetkelliseen pakokaasuvirtaamaan, saadaan laskettua massaemissio kunakin ajanhetkenä. Lisäksi kerätään osavirtanäyte koko kokeen (tai osasyklin) ajalta näytepussiin henkilöautojen testin tapaan. Siitä saatavaa keskiarvotulosta voidaan verrata hetkellisten emissiotasojen kautta laskettuun kokonaistulokseen.

Kuten jo edellä todettiin, raskaiden ajoneuvomoottorien hyväksymistestaus tapahtuu moottorikokeina. Mitään normitestiä kokonaisille ajoneuvoille ei ole. VTT:llä tunnistettiin kuitenkin tarve luoda raskaiden ajoneuvojen alustadynamometrimittauksiin hyväksytty mittausmenetelmä. Niinpä VTT kehitti oman, olemassa oleviin elementteihin perustuvan mittausmenetelmänsä. Näitä elementtejä ovat henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästöjen hyväksymiseen käytettävä alustadynamometrimittaus (perusdirektiivi 70/220/EEC), muuttuvakuormituksinen, transienttityyppinen ETC –testi raskaille ajoneuvomoottoreille (perusdirektiivi 1999/96/EC) ja amerikkalainen suositus ”Recommended Practice for Measuring Fuel Economy and Emissions of Hybrid-Electric and Conventional Heavy-Duty Vehicles” (SAE J2711). VTT:n mittausmenetelmän elementit on esitetty kuvassa 1.

Menetelmä kattaa sekä pakokaasumittaukset että polttoaineen kulutuksen mittaukset. Kesäkuussa 2003 Mittatekniikan Keskuksen (MIKES) alaisena toimiva akkreditointielin FINAS myönsi VTT:n menetelmälle akkreditoinnin (FINAS T125, VTT:n oma mittausmenetelmä, koodi MK02E). VTT Tutkimus ja kehitys –toiminnon nykyinen akkreditointitunnus on FINAS T259.



Kuva 2. VTT akkreditoitun raskaiden ajoneuvojen alustadynamometrimitoituksen elementit.



Kuva 3. Laboratoriossa vallitsee vakiolämpötila mahdollisimman tarkan toistettavuuden saavuttamiseksi.



Tietokanta koostuu alustadynamometrilla ajettujen testien tuloksista. Tutkimusmenetelmän mukaisesti alustadynamometrilla suoritetaan Braunschweig -kaupunkibussisykli käyttäen inertia-asetuksena ajoneuvon (punnittua) omamassa lisätynä hyötykuormalla, joka on puolet enimmäiskuormasta. Testisyklin aikana kertyneet ympäristöpäästöt ja polttoaineen kulutus ilmoitetaan massoina ajomatkaan suhteutettuna [g/km].

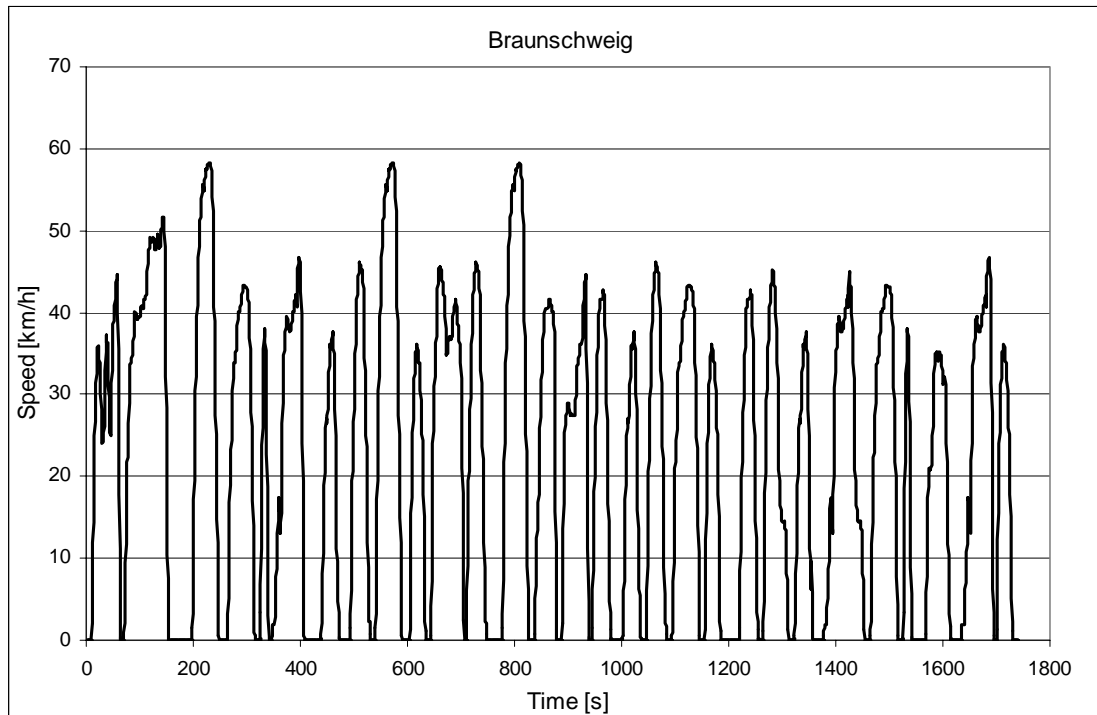
Ajo-ohjelmassa käytetty Braunschweig-sykli on saksalaisperäinen, Braunschweigin kaupungin bussiliikenteestä aikoinaan kerätty sykli, mutta sittemmin yleisesti tunnettu ja laajalti käytetty varsinkin kaupunkiliikenteen bussien mittaamisessa. Sykli on tallennus ajoneuvon nopeudesta ajan suhteen, ja se kuvaa vertailumittausten mukaan hyvin myös Helsingin keskustan tyyppistä ajoa (Kuva 4). Todellisesta ajosuoritteesta tallennettu nopeus/aika-profiili toistetaan kaikilla tutkimuksen ajoneuvoilla. Toisin sanoen kaikilla ajoneuvoilla toteutetaan samanlainen ajosuorite. Tämä on keskeisen tärkeää ajoneuvojen vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi. Erityyppisillä ajosuoritteilla ajoneuvojen suorituskyky ei ole vertailukelpoinen.

VTT:n menetelmässä ajoneuvo lämmitetään ennen mittauksia normaaliin käyttölämpötilaan ajamalla puoli tuntia nopeudella 80 km/h. Tämän jälkeen ajoneuvon tila vakioidaan ajamalla yksi kokonainen mittasykli, esim. Braunschweig-sykli (1740 s). Vakioinnin jälkeen suoritetaan kaksi peräkkäistä testiajoa, joiden tuloksien keskiarvo on varsinainen ilmoitettava tulos. Mittaus tapahtuu normaalissa huoneenlämmössä.

VTT käyttää kaupunkibussien seurantamittauksissa tavallista jakeluasemilta saatavaa kauppa-laatuista, kevät-, kesä- ja syyskäyttöön tarkoitettua (-5/-15) dieselpolttoainetta (Neste). Polttoaine-erät hankitaan VTT:lle n. kaksi kertaa vuodessa ja niistä otetaan kontrollinäytteet, jotka arkistoidaan.

Ajoneuvon polttoaineen kulutus testin aikana mitataan ulkoisesta polttoainesäiliöstä punnitsamalla. Hiilidioksidipäästöjen määrittämisessä käytetään pakokaasuanalysaattoreiden tuottaman pitoisuustiedon sijasta polttoaineenkulutukseen perustuvaa laskentaa polttoaineenkulutuksen paremman mittatarkkuuden vuoksi. Polttoainetiedot perustuvat dieselin ja maakaasun osalta Euroopan Komission yhteisen tutkimuslaitoksen raportista EUR 26028 EN – 2013 Well-to-Wheels analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context ([http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/sites/iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/files/documents/report\\_2013/wtt\\_appendix\\_1\\_v4\\_july\\_2013\\_final.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/sites/iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/files/documents/report_2013/wtt_appendix_1_v4_july_2013_final.pdf)). Etanolidieselin osalta laskentaperusteena on käytetty etanolin hiilipitoisuutta ja polttoaineen lämpöarvoa.

Kaupunkibussien ajovastuksina käytetään vastuksia, jotka on määritetty kullekin ajoneuvo-luokalle rullauskokeilla käyttäen kuormana puolta nimelliskuormasta. Puolikuorma antaa kuvan ajoneuvojen keskimääräisestä suorituskyvystä. Kuorman vaikutus runsaasti kiihdytyksiä ja jarrutuksia sisältävässä Braunschweig-syklissä on merkittävä, sillä ajoneuvon massan kiihdyttämiseen käytetään n. 80 % vetopyörälle tuodusta energiasta. Tyypillisesti vetopyörälle tuodusta työstä n. 20 % kuluu vierintävastuksen voittamiseen, n. 10 % ilmanvastuksen voittamiseen ja loput n. 70 % muutetaan jarruissa lämmöksi. Massan vaikutus Braunschweig-syklissä on keskimäärin n. 2,1 l/100 km jokaista tuhatta kiloa kohden. On siis huomionarvoista ja tärkeää, että ajoneuvojen testaus tapahtuu vakio-olosuhteissa ja vakiokuormituksella. Vain sillä tavalla voidaan ajoneuvojen välistä vertailua suorittaa millään uskottavalla tasolla. VTT:n raskaan kaluston laboratorio on rakennettu vastaamaan näitä vaatimuksia, kuten myös VTT:n käyttämät mittausmenetelmät ottavat huomioon tarvittavat yksityiskohdat luotettavien tutkimustulosten tuottamiseksi. Mittausmenetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteenä olevassa raskaan kaluston alustadynamometrimittausten menetelmien yhteenvedossa (Liite 1.).



Kuva 4 Braunschweig kaupunkibussisyklin nopeus – aika profiili

### 3 Tulokset

Tiivistelmä kaupunkibussien päästötietokannan sisällöstä koostuu kahdesta taulukosta, joissa on laskettuna kalustotyyppien keskiarvoja eri luokitteluilla. Ensimmäisessä taulukossa (Taulukko 1) linja-autokaluston päästöt esitetään polttoaineittain eriteltyinä päästöluokkien keskimääräisinä tuloksina. Jaottelussa on erikseen myös hybridi- ja kevytrakenneteknologiaa käyttävät bussit. Toisessa taulukossa (Taulukko 2) tulokset esitetään keskiarvoina valmistajan ja pakokaasujen jälkikäsittelyteknologian mukaan jaoteltuina. Taulukoissa esitetyt tulokset koostuvat useista eri ajoneuvoyksilöillä suoritetuista mittaustuloksista. Mikäli ajoneuvon päästöt on mitattu useamman kuin kaksi kertaa, ajoneuvoyksilön tuloksista keskiarvoon lasketaan mukaan vain ensimmäinen ja viimeinen tulos.

Vuoden 2013 tietokantapäivitykseen sisältyy ensimmäiset tulokset Euro VI -päästöluokan busseista. Tietokannan koostetaulukko on laskettu yksi keskiarvo Euro VI -busseille. Keskiarvo on muodostettu yhden kevytrakennebussin, kaksiakselisen bussin ja telibussin tuloksista suhteuttamalla kevytrakenteisen ja telibussin tulokset syklin aikana tehdyn työmäärän perusteella vastaamaan kaksiakselisen bussin tuloksia. Tässä tietokannassa julkaistujen tulosten perusteella näyttää siltä, että Euro VI-päästötason bussien päästötaso on säänneltyjen lähipäästöjen osalta laskenut marginaaliseksi aikaisempien päästöluokkien busseihin verrattuna.

*Taulukko 1: Keskimääräiset päästöt rakenteen, polttoaineen ja päästöluokan mukaan jaoteltuna*

Braunschweig	Lukumäärä n	Ajomäärä Min	Max	CO g/km	HC g/km	CH <sub>4</sub> * g/km	NOx g/km	PM g/km	CO <sub>2</sub> g/km	CO <sub>2</sub> eqv** g/km	FC kg/100k m	FC MJ/km
2 - akseliset												
Diesel Euro I	2	555025	672700	1.39	0.32		15.59	0.436	1220	1220	38.6	16.6
Diesel Euro II	13	160500	1125674	1.60	0.21		12.86	0.213	1286	1286	40.7	17.5
Diesel Euro III	14	15934	786164	0.85	0.12		8.48	0.209	1213	1213	38.4	16.6
Diesel Euro IV	8	6105	474152	2.96	0.10		8.36	0.112	1207	1207	38.2	16.5
Diesel Euro V***				2.96	0.10		7.51	0.089	1207	1207	38.2	16.5
Diesel EEV	21	1020	696931	1.08	0.03	0.01	6.49	0.068	1166		36.9	15.9
Diesel Euro VI****	3	21726	65201	0.15	0.00		0.09	0.005	1098	1098	34.8	15.0
Ethanol EEV	2	25249	98032	0.27	0.43		5.79	0.025	1248	1248	65.6	16.6
Diesel Hyb, EEV	5	2602	136255	0.89	0.02		5.12	0.046	848	848	26.9	11.6
CNG Euro II	2	211000	672946	4.32	7.12	6.76	16.92	0.009	1068	1224	42.1	20.7
CNG Euro III	2	37600	237189	0.05	2.64	2.51	9.44	0.019	1111	1168	43.7	21.5
CNG EEV	8	1824	640252	2.78	1.28	1.21	3.17	0.008	1196	1224	47.1	23.2
2 - akseliset, kevyt												
Diesel****	4	993	26436	0.88	0.03		6.70	0.047	953	953	30.17	13.0
3 - akseliset												
Diesel Euro V	4	1400	232494	6.68	0.03		3.16	0.089	1414	1414	44.8	19.3
Diesel EEV	6	5444	94910	1.41	0.04		5.50	0.077	1461	1462	46.2	19.9
CNG EEV	5	121773	651529	10.96	1.69	1.61	6.37	0.010	1319	1356	51.9	25.5

(ind.x) = yksilöön tunniste  
 \*Maakaasuautoille käytetty CH<sub>4</sub> = THC \* 0.95, dieseleille CH<sub>4</sub> = 0  
 \*\* CO<sub>2</sub> eqv = CO<sub>2</sub> + 23 \* CH<sub>4</sub>  
 \*\*\* Euro V tulokset arvioitu Euro IV tulosten perusteella  
 \*\*\*\* sisältää tulokset päästöluokista Euro III, Euro IV ja EEV  
 \*\*\*\*\* Alustava tulos, laskettu eri kokoluokkien autojen tuloksista työmäärään suhteuttamalla

Taulukko 2: Merkkikohtaiset päästötulokset jaoteltuina rakenteen, polttoaineen ja päästötökniikan mukaan

Braunschweig														
Merkki	Taso	Polttoaine	Tyyppi	Exht.	CO [g/km]	HC [g/km]	CH4 [g/km]	NOx [g/km]	PM [g/km]	CO2 [g/km]	CO2 eqv.	FC [kg/100 km]	FC [MJ/km]	UC [kg/100 km]
Volvo	Euro I	Diesel	2 - axle		0.06	0.12		19.47	0.248	1352	1352	42.8	18.4	
Scania	Euro I	Diesel	2 - axle		2.71	0.52		11.71	0.624	1087	1087	34.4	14.8	
Volvo	Euro II	Diesel	2 - axle		1.16	0.14		12.35	0.157	1343	1343	42.5	18.3	
MB	Euro II	Diesel	2 - axle		1.26	0.31		12.43	0.248	1236	1236	39.1	16.9	
Scania	Euro II	Diesel	2 - axle		0.98	0.24		8.77	0.176	1267	1267	40.1	17.3	
Kabus	Euro II	Diesel	2 - axle		4.31	0.15		16.54	0.398	1368	1368	43.3	18.7	
Renault	Euro II	Diesel	2 - axle		2.40	0.26		15.22	0.257	1155	1155	36.5	15.7	
Volvo	Euro II	CNG	2 - axle		2.87	8.96	8.51	17.58	0.007	1171	1367	43.2	21.3	
Volvo	Euro II	Diesel	2 - axle	PDPF	0.07	0.03		12.34	0.075	1267	1267	40.1	17.3	
Volvo	Euro II	Diesel	2 - axle	CRT	0.04	0.10		11.75	0.407	1589	1589	50.3	21.7	
Volvo	Euro II	Diesel	2 - axle	SCRT	0.12	0.01		1.54	0.010	1314	1314	41.6	17.9	
Volvo	Euro III	Diesel	2 - axle		1.31	0.02		8.81	0.308	1244	1244	39.4	17.0	
Scania	Euro III	Diesel	2 - axle		0.60	0.17		8.30	0.154	1195	1195	37.8	16.3	
Volvo	Euro III	CNG	2 - axle		0.05	2.64	2.51	9.44	0.019	1185	1243	43.7	21.5	
Scania	Euro III	Diesel	2 - axle	PDPF	0.13	0.03		7.37	0.093	1141	1141	36.1	15.6	
Scania	Euro III	Diesel	2 - axle	SCR + DPF	0.06	0.00		2.51	0.007	1194	1194	37.8	16.3	1.40
Volvo	Euro III	Diesel	2 - axle	CRT	1.17	0.10		9.70	0.042	1103	1103	34.9	15.0	
Volvo	Euro IV	Diesel	2 - axle	SCR	6.71	0.02		11.44	0.083	1119	1119	35.4	15.3	0.55
MB	Euro IV	Diesel	2 - axle	SCR	1.41	0.04		2.57	0.058	1130	1130	35.8	15.4	
Scania	Euro IV	Diesel	2 - axle	EGR	1.78	0.14		8.29	0.134	1258	1258	39.8	17.2	
Iveco	EEV	Diesel	2 - axle	SCRT	0.17	0.00	0.00	6.87	0.013	1107		35.0	15.1	2.35
Iveco	EEV	Diesel	2 - axle	SCR	5.03	0.04		6.56	0.154	1208	1208	38.2	16.5	N/A
Volvo	EEV	Diesel	2 - axle	SCR	3.18	0.04		6.09	0.072	1120	1120	35.5	15.3	2.20
Scania	EEV	Diesel	2 - axle	EGR	0.41	0.06		6.43	0.107	1228	1228	38.9	16.7	
VDL	EEV	Diesel	2 - axle	SCRT	0.58	0.01	0.00	5.66	0.011	1217	1217	38.5	16.6	N/A
Volvo	EEV	Diesel	2 - axle	SCRT	0.04	0.01		6.96	0.031	1107	1107	35.0	15.1	1.75
VDL	EEV	Diesel	lt. 2 - axle	SCR	0.55	0.01	0.00	5.47	0.036	919	919	29.1	12.5	N/A
Scania	EEV	Ethanol	2 - axle		0.27	0.43		5.79	0.025	1248	1248	65.6	16.6	
MB	EEV	CNG	2 - axle		0.14	2.53	2.40	4.89	0.016	1583	1639	58.4	28.7	
MAN	EEV	CNG	2 - axle		3.86	0.80	0.76	2.69	0.004	1201	1218	44.3	21.8	
Iveco	EEV	CNG	2 - axle		2.62	1.17	1.11	2.16	0.008	1038	1063	38.3	18.8	
Scania	Euro III	Diesel	3 - axle	SCR + DPF	0.08	0.01		0.47	0.016	1443	1443	45.6	19.7	
Scania	Euro IV	Diesel	3 - axle	EGR	0.98	0.05		9.75	0.162	1501	1501	47.5	20.5	
Volvo	Euro V	Diesel	3 - axle	SCR	6.68	0.03		3.16	0.089	1414	1414	44.8	19.3	2.94
Volvo	EEV	Diesel	3 - axle	SCR	1.33	0.07		4.76	0.082	1483	1483	46.9	20.2	2.70
Scania	EEV	Diesel	3 - axle	EGR	0.13	0.01		9.53	0.082	1395	1395	44.2	19.0	
Golden Dragon	EEV	Diesel	3 - axle	SCR	0.35	0.02		2.97	0.042	1407	1407	44.5	19.2	4.10
VDL	EEV	Diesel	3 - axle	SCRT	3.96	0.02	0.00	6.19	0.093	1518	1518	48.0	20.7	1.7
MAN	EEV	CNG	3 - axle	EGR	12.90	1.96	1.77	7.75	0.011	1398	1439	51.6	25.4	
Solaris	EEV	CNG	3 - axle	SEGR	3.19	0.63	0.56	0.83	0.004	1445	1458	53.3	26.2	

## 4 Liitteet

LIITE 1. SUMMARY OF THE METHODOLOGY APPLIED AT VTT  
FOR MEASUREMENT EXHAUST EMISSIONS AND FUEL  
CONSUMPTION FROM HEAVY-DUTY VEHICLES USING CHASSIS  
DYNAMOMETER