

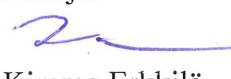

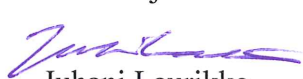
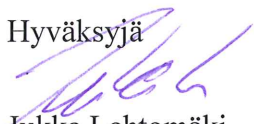


Kaupunkibussien päästötietokanta

- Yhteenveto VTT:n menetelmistä ja mittauksista

Kirjoittajat: Kimmo Erkkilä, Petri Laine, Juhani Laurikko

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Kaupunkibussien päästötietokanta - Yhteenveto VTT:n menetelmistä ja mittauksista	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot HDENIQ	Asiakkaan viite HDENIQ
Projektin nimi Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo	Projektin numero/lyhytnimi HDENIQ
Raportin laatija(t) Kimmo Erkkilä, Petri Laine, Juhani Laurikko	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 10/4
Avainsanat Kaupunkibussit, mittausmenetelmät, päästöt	Raportin numero VTT-M-10542-10
Tiivistelmä Tämä raportti on kuvaus VTT kaupunkibussien päästötietokannan rakenteesta. Raportissa on kuvattu ne lähtökohdat ja toimenpiteet, jotka johtavat päästötietokannan muodostumiseen. Lisäksi raportti sisältää joulukuussa 2010 päivitettyt mittaustulokset.	
Luottamuksellisuus	julkinen
Espoo 28.1.2011 Laatijat	
 Kimmo Erkkilä, tutkimusinsinööri	 Petri Laine, tutkimusinsinööri
 Juhani Laurikko, tiimipäällikkö	 Jukka Lehtomäki, teknologiapäällikkö
VTT:n yhteystiedot	
Jakelu HDENIQ-projekti, VTT ja muu jakelu	
<p style="text-align: center;"><i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i></p>	

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Mittausmenetelmä	5
3	Tulokset.....	8
4	Liitteet.....	10

1 Johdanto

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

VTT:n keräämä tietokanta koostuu vuosien 2002 – 2010 aikana mitattujen kaupunkibussien päästötuloksista. Tietokantaan kerätyt tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, ja se on laajuudessaan poikkeuksellisen kattava, 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 evaluointi* (RAKEBUS) -projektiin osallistuivat seuraavat tahot:

- Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta YTV
- Helsingin Kaupungin Liikennelaitos, Suunnitteluosasto
- 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.

Alkuperäinen tutkimussuunnitelma kuvasi bussiosuutta seuraavasti:

”Bussihankkeessa perimmäisenä tavoitteena on edistää uusien puhtaiden ja energiatehokkaiden teknologioiden käyttöönottoa bussiliikenteessä ja siten edistää bussiliikenteen kilpailukykyä ja haluttavuutta. Osatehtävässä kehitetään bussiliikenteen käyttöön autojen suorituskykyä (päästöt, energiankulutus ja mahdollisesti myös melu) mittaava arviointijärjestelmä. Metodikkaa tullaan käyttämään sekä uusien ajoneuvotekniikoiden evaluointiin että jo käytössä olevien autojen todellisen ympäristöllisen suorituskyvyn mittaamiseen. Tieto eri automallien ja pakokaasunpuhdistustekniikoiden todellisesta suorituskyvystä antaa pohjaa kehittää kilpai-

luttamisen 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

HDENIQ 2009 – 2011

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



Kuva 1. VTT ajoneuvotutkimusta on toteutettu laajasti suurten projektikokonaisuuksien alla

2 Mittausmenetelmä

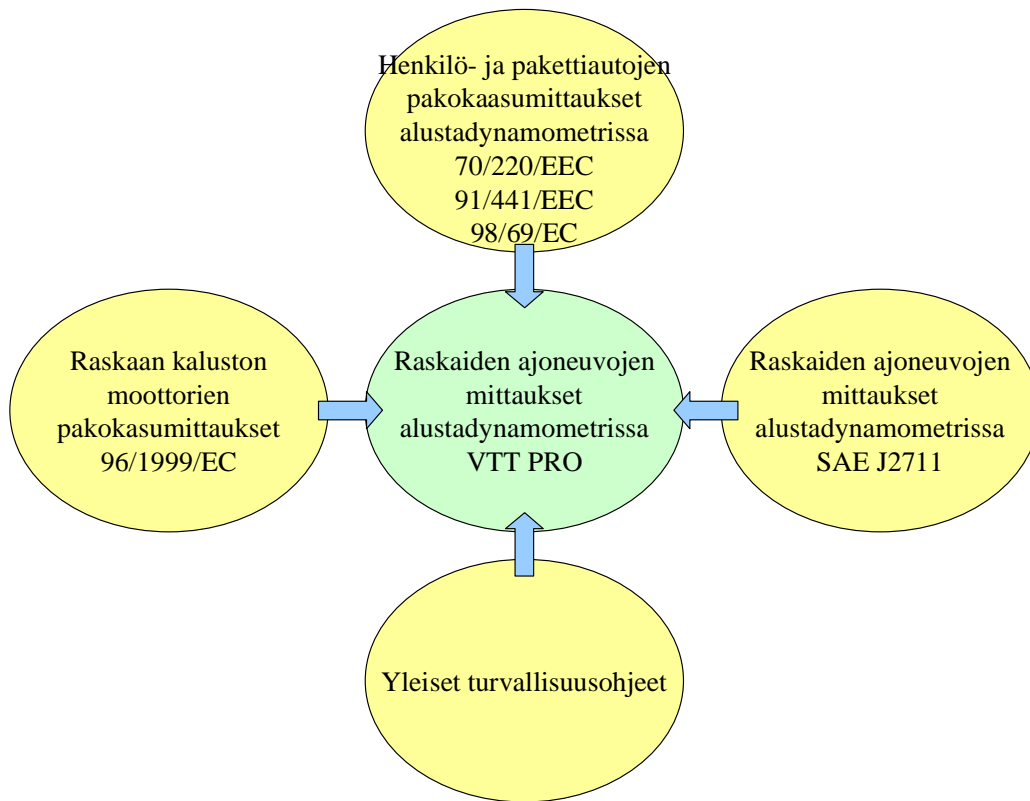
VTT:n raskaiden ajoneuvojen tutkimuslaboratoriossa on alustadynamometrin, moottoridynamometrin ja täyden virtaaman keräys- ja laimennuslaitteiston (CVS) lisäksi monipuolinen analyysilaitteisto erikoispakokaasumittauksiin, mukaan lukien laitteistot hiukkasten yksityiskohtaiseen karakterisointiin (mm. 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 laittaies-tolla 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 henkilöautojen alustadynamometrimittauksissa tai transienttityyppisissä ETC–moottorimittauksissa, eli pakokaasuista määritetään hetkelliset pitoisuudet ja yhdistämällä ne hetkelliseen pakokaasuvirtaamaan, saadaan laskettua massaemission 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 hyväksyty mittaussmenetelmä. Niinpä VTT kehitti oman, olemassa oleviin elementteihin perustuvan mittausmenetelmänsä. Näitä elementtejä ovat henkilö- ja pakettiautojen pakokaasupäästöjen hyväksymiseen käytettävä alustadynamometrimittaus (70/220/EEC), muuttuvakuormituksinen, transienttityyppinen ETC –testi raskaille ajoneuvomoottoreille (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). Nykyinen akkreditointitunnus on FINAS T259.



Kuva 2. VTT akkreditoitun raskaiden ajoneuvojen alustadynamometrimittauksen elementit.



Kuva 3. Laboratoriossa vallitsee vakiolämpötila mahdollisimman tarkan toistettavuuden saavuttamiseksi.

Tietokanta koostuu alustadynamometrilla ajettujen testien tuloksista. Tutkimusmenetelmän mukaisesti alustadynamometrilla suoritetaan Braunschweig -kaupunkibussisykli käyttäen ajoneuvon kuormituksen puolta nimelliskuormasta. Testisyklin aikana kertyneet ympäristöpäästöt ja polttoaineen kulutus ilmoitetaan massoina ajomatkaan suhteutettuna [g/km].

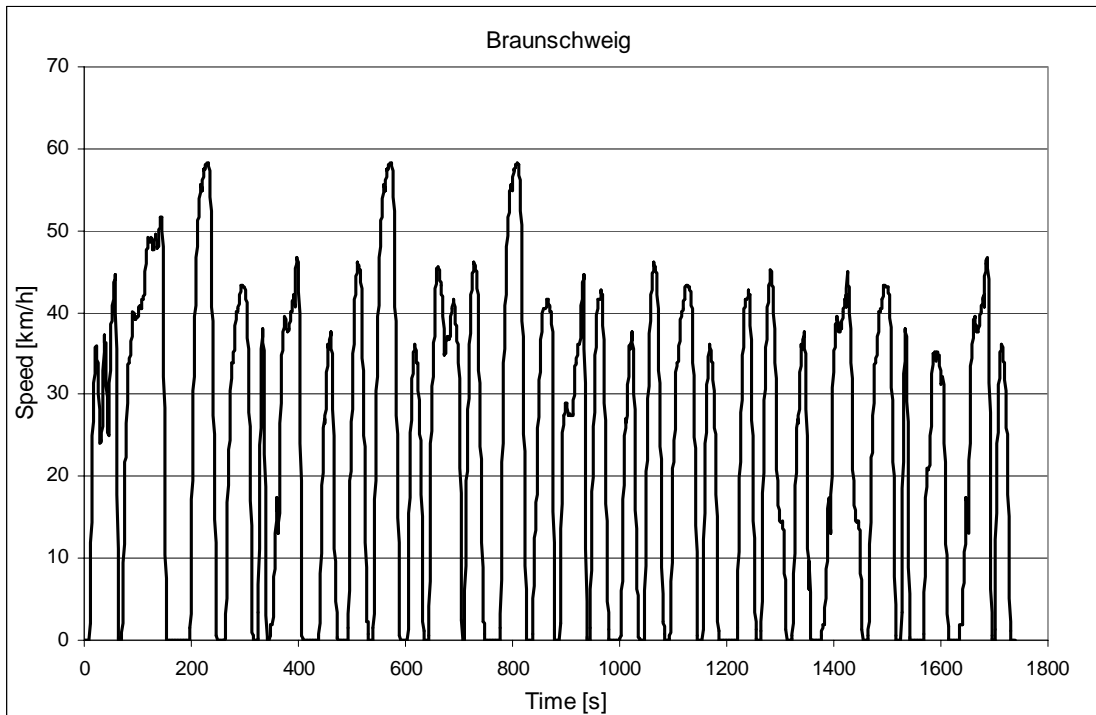
Ajo-ohjelmana käytetty Braunschweig-sykli on saksalaisperäinen, mutta yleisesti tunnettu ja laajalti käytetty varsinkin kaupunkiliikenteen bussien mittaamisessa. Sykli on tallennus ajoneuvon nopeudesta ajan suhteen, ja se kuvaa vertailumittausten mukaan hyvin myös Helsingin keskustan tyyppistä ajoa (Kuva 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 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 testiajtoa, 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, nykyään myös kaasujoneuvojen osalta. Polttoaineen punnitusmenettely otettiin käyttöön maakaasuautoille 2009, jota aikaisemmat polttoaineenkulutustulokset on määritelty laskennallisesti pakokaasupäästöistä (normaali käytäntö mm. henkilöautojen tyyppihyväksymismittauksissa).

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 vierinvastuksen voittamiseen, n. 10% ilmanvastuksen voittamiseen ja loput n. 70% muutetaan jarruissa lämmöksi. Painon 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

Keskiarvotulokset on jaoteltu kahdella tavalla. Toisaalta ne jakautuvat Euro-luokkien yleiseksi keskiarvoiksi, eri polttoaineiden mukaan jaoteltuna (Kuva 5) ja toisaalta merkkikohtaisiksi keskiarvoiksi, polttoaineen ja euroluokan mukaan jaoteltuina (Kuva 6). Keskiarvo muodostuu useasta mittauksesta samantyyppisille ajoneuvoille, vaikkakin joitain pääkaupunkiseudulla harvinaisempia ajoneuvoja edustaa joskus vain yksi auto ja sille tehty yksi mittaus. Keskiarvo sisältää mittauksia eri ajoneuvo yksilöistä sekä samojen yksilöiden vuotuisia seurantamittauksia. Mikäli sama yksilö on mitattu useita kertoja, huomioidaan keskiarvossa vain ensimmäinen ja viimeinen mittaus. Kaiken kaikkiaan bussitietokanta käsittää tulokset tällä hetkellä noin 75 erillisestä testistä. Työ kaupunkibussien parissa jatkuu edelleen monipuolisena ja lisää mittauksia tullaan lisäämään tietokantaan säännöllisesti.

Taulukko 1. Euroluokka ja polttoaine -kohtaiset keskiarvotulokset.

Kaupunkibussien keskiarvotulokset kaksiakselisten ajovastuksilla, Braunschweig-syklissä, puolessa kuormassa

Päivitetty 27.12.2010

Braunschweig	Lukumäärä n	Ajomäärä Min	Max	CO g/km	HC g/km	CH4* g/km	NOx g/km	PM g/km	CO2 g/km	CO2 eqv** g/km	FC kg/100km	FC MJ/km
Diesel Euro 1	2	555025	672700	1.39	0.32	0.00	15.59	0.436	1219	1219	38.6	16.4
Diesel Euro 2	13	160500	1125674	1.60	0.21	0.00	12.86	0.213	1258	1258	40.7	17.3
Diesel Euro 3	18	15934	692092	0.85	0.12	0.00	8.48	0.209	1191	1191	38.4	16.3
Diesel Euro 4	9	6105	474152	2.96	0.10	0.00	8.36	0.112	1184	1184	38.2	16.2
Diesel Euro 5***	-	-	-	2.96	0.10	0.00	7.20	0.091	1184	1184	38.2	16.2
Diesel EEV	14	12378	307502	0.90	0.02	0.00	6.03	0.071	1126	1126	36.4	15.5
CNG Euro 2	2	211000	672946	4.32	7.12	6.76	16.92	0.009	1128	1283	42.1	20.7
CNG Euro 3	2	37600	237189	0.05	2.64	2.51	9.44	0.019	1177	1237	43.7	21.5
CNG EEV	8	1824	454460	2.00	1.11	1.05	2.99	0.008	1250	1274	46.3	22.7

(ind.x) = yksilön tunniste

*Maakaasuautoille käytetty CH4 = THC * 0.95, dieselille CH4 = 0

** CO2 ekv = CO2 + 23 * CH4

*** Euro 5 tulokset arvioitu Euro 4 tulosten perusteella

Taulukko 2. Ajoneuvomerkki ja euroluokka -kohtaiset keskiarvotulokset.

Kaupunkibussien keskiarvotulokset kaksiakselisten ajovastuksilla, Braunschweig-syklissä, puolessa kuormassa
Päivitetty 27.12.2010

Braunschweig	Lukumäärä n	Ajomäärä Min	Max	CO g/km	HC g/km	CH4* g/km	NOX g/km	PM g/km	CO2 g/km	CO2 ekv** g/km	Kulutus kg/100km	Kulutus MJ/km
Euro 2 Volvo	6	160500	1125674	1.16	0.14	0	12.3	0.157	1309	1309	42.5	18.1
Euro 2 MB (12l)	3	226723	484546	1.26	0.31	0	12.4	0.248	1221	1221	39.1	16.6
Euro 2 Scania	1	352440	352440	0.98	0.24	0	8.8	0.176	1268	1268	40.1	17.0
Euro 2 Renault	2	295840	489211	2.40	0.26	0	15.2	0.257	1101	1101	36.5	15.5
Euro 3 Volvo (7l)	5	22987	187313	1.31	0.02	0	8.8	0.308	1226	1226	39.4	16.7
Euro 3 Scania	9	15934	692092	0.60	0.17	0	8.3	0.154	1171	1172	37.8	16.1
Euro 3 CRT Scania	2	16630	391233	0.30	0.06	0	7.8	0.029	1216	1216	38.8	16.5
Euro 4 Volvo (7l)	2	6105	13525	6.71	0.02	0	11.4	0.083	1117	1117	35.4	15.0
Euro 4 Volvo (9l)	1	9779	9779	3.14	0.01	0	2.9	0.104	1256	1256	40.4	17.2
Euro 4 MB	1	10896	10896	1.41	0.04	0	2.6	0.058	1064	1064	35.8	15.2
Euro 4 Scania	5	101888	474152	1.78	0.14	0	8.3	0.134	1235	1235	39.8	16.9
EEV Iveco CRT	4	12378	195218	0.13	0.00	0	5.1	0.012	1078	1078	34.4	14.6
EEV Volvo	3	44619	169942	2.93	0.05	0	6.3	0.043	1087	1088	34.8	14.8
EEV Scania	7	24205	307502	0.47	0.02	0	6.4	0.117	1170	1170	38.2	16.2
Euro 2 CNG Volvo	1	211000	211000	2.87	8.96	9	17.6	0.007	1157	1345	43.2	21.2
Euro 2 CNG MB	1	672946	672946	5.76	5.27	5	16.3	0.011	1100	1221	40.9	20.1
Euro 3 CNG Volvo	2	37600	237189	0.05	2.64	3	9.4	0.019	1177	1237	43.7	21.5
EEV CNG MB	2	91340	138381	0.14	2.53	2	4.9	0.016	1586	1644	58.4	28.7
EEV CNG MAN (13l)	1	41972	41972	0.50	0.19	0	2.2	0.003	1300	1304	47.4	23.3
EEV CNG MAN (12l)	5	1824	454460	2.61	0.53	1	2.4	0.004	1156	1167	43.0	21.1
EEV CNG Iveco	1	4806	4806	2.62	1.17	1.1	2.2	0.008	1044	1071	38.3	18.8

(ind.x) = yksilön tunnistus

*Maakaasuautoille käytetty CH4 = THC * 0.95, dieselille CH4 = 0

** CO2 ekv = CO2 + 23 * CH4

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

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

VTT Emission Control has accreditation from the Finnish accreditation service FINAS¹ for the measurement of regulated exhaust emissions (gaseous and mass of particulate matter) and fuel consumption from heavy-duty road vehicles on a transient-load chassis dynamometer (see Accreditation Certificate FINAS T001, Attachment 1.17)²

At present, there is no standard or equivalent common guideline for measurements on heavy-duty vehicles on a chassis dynamometer. Therefore, the accreditation is based on an in-house method that the accreditation body has deemed sufficient to grant their approval. This method is a compendium from several existing standards or equivalent prescriptions of procedures that can be applied, parallel to their original application, to the case at hand, as well. These include the following list:

- Measurement of exhaust emissions (gaseous and particulate mass) from light-duty vehicles, EU (Directive 70/220/EEC, primary amendments regarding measurement and test procedure 91/441/EC and 98/69/EC).
- Measurement of exhaust emissions (gaseous and particulate mass) from light-duty vehicles, US (Code of Federal Regulations, Title 40, Part 86).
- Measurement of exhaust emissions (gaseous and particulate mass) from heavy-duty engines for on-road applications, EU (Directive 88/77/EEC, primary amendment regarding measurement and test procedure 1999/96/EC).
- Chassis dynamometer test procedure – Heavy-duty road vehicles. Surface Vehicle Recommended Practice SAE J2177, issued April 1992.
- Chassis dynamometer simulation of road load using coastdown techniques. Surface Vehicle Recommended Practice SAE J2262, issued April 1995.
- Measurements of exhaust emissions and fuel consumption on heavy vehicles on a chassis dynamometer, (SAEJ2711, Recommended Practice for Measuring Fuel Economy and Emissions of Hybrid-Electric and Conventional Heavy-Duty Vehicles), issued September 2002.

The complete measurement is a process that includes both the hardware (specifications for the performance) and operational procedure. In the accreditation process at VTT the procedure has been split apart to various sub-processes, and each of these subprocesses were linked to these

¹ <http://www.mikes.fi/frameset.aspx?url=finas.aspx%3fcategoryID=2&langID=uk>

² http://www.mikes.fi/Scopes/T001_Liite1_17_M19_2007.htm

main reference documents listed above, and some in-house practices, as well, that are in written documentation (but only available in Finnish language at the moment). The following graph (overleaf) breaks down the procedure and lists the relevant references for each main block.

As described in the graph, the specifications, calibration etc. of the exhaust sampling, dilution and analysis are according to the European Directive 1999/96/EC for heavy-duty engines. This includes particulate sampling and filter weighing.

Determination of the road load coefficients using on-the-road coast-down tests is at large following procedures of the European Directive for light-duty vehicles (passenger cars and vans), i.e. 70/220/EEC, with further amendments like 91/441/EC and 98/69/EC, as well as provisions in SAEJ2264.

Also derived from on-road work are the recording of the duty cycles (driving cycles) including momentary road gradient for added reality in simulation of the driving on actual routes. This, however, is based on an in-house method and practice, and used only on road routes for trucks, as for urban busses the gradient is less important.

Both driving cycle (speed vs. time) and road gradient (inclination) are carried over to the two VDU units that give the driver the necessary information to be able to follow the desired duty-cycle. Showing the road gradient on a secondary display increases the driver's possibility to keep the vehicle at the right speed.

The preparations and setting up of the test vehicles is a combination of practices from the SAE J2711 and in-house methods. It includes using normalised wheel/axle load on driving wheels, and "normal" tyres, i.e. same set or at least type of tyres are used in all vehicles, only changing size to match vehicle specs, if necessary.

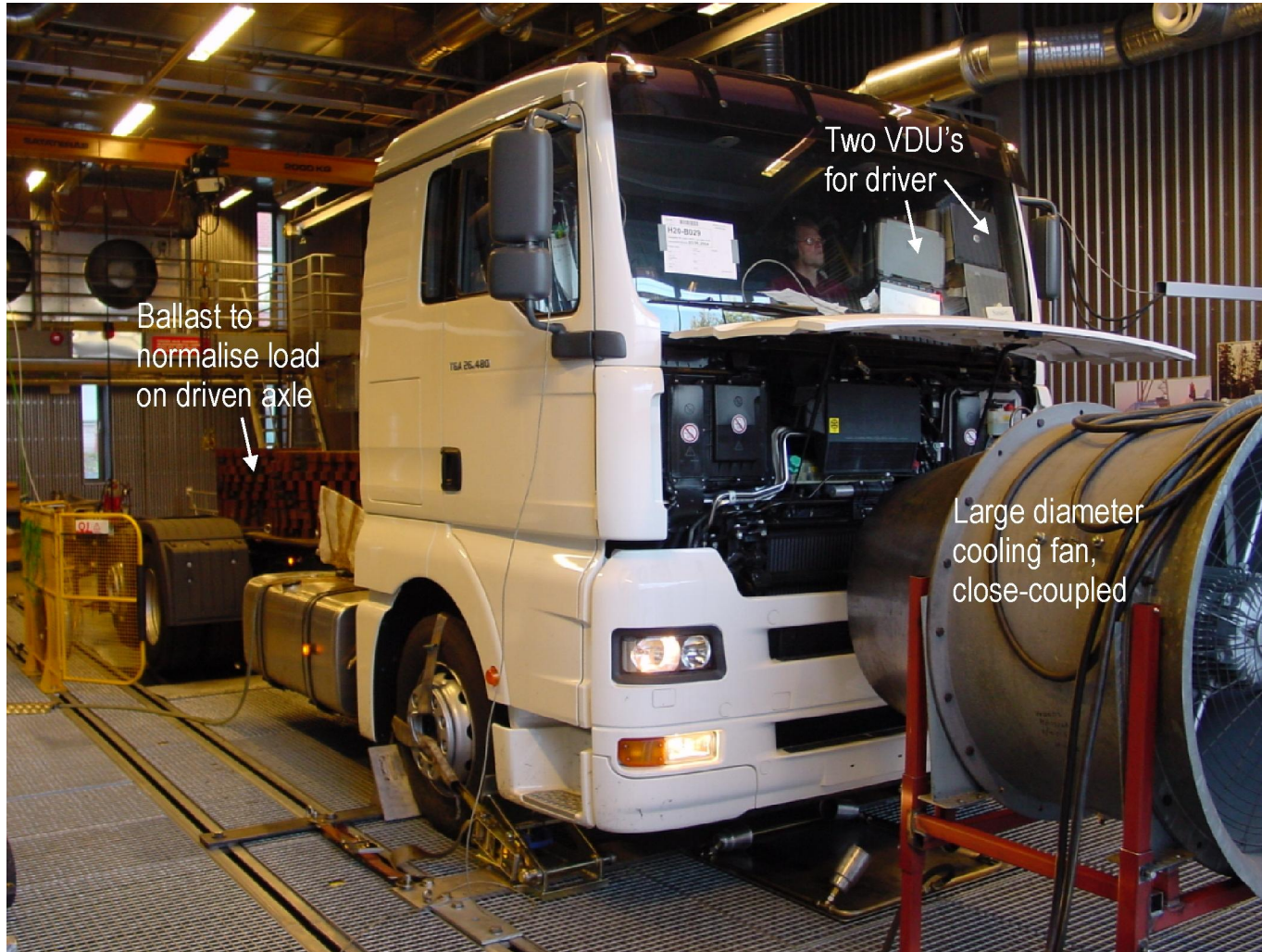
Setting up and calibration of the chassis dyno follows the outlines laid down in the European Light-duty vehicle directive, and the SAE Practise in SAEJ2177 and SAEJ2711. Air compressor and cooling fan are both disengaged to decrease variability in engine operation, and air is taken from the external lab air supply and cooling provided by a large diameter fan close-coupled to the vehicle cooling system to provide adequate air flow and cooling effect. However, in some cases when the operation of the cooling fan is an essential part of the engine load, it is left on.

Fuel temperature is normalised, and external fuel tank on a digital scale is used for fuel consumption (mass) measurements. Ambient temperature in the test cell is kept constant during the test at normal ambient, ranging from +20 to +25 °C.

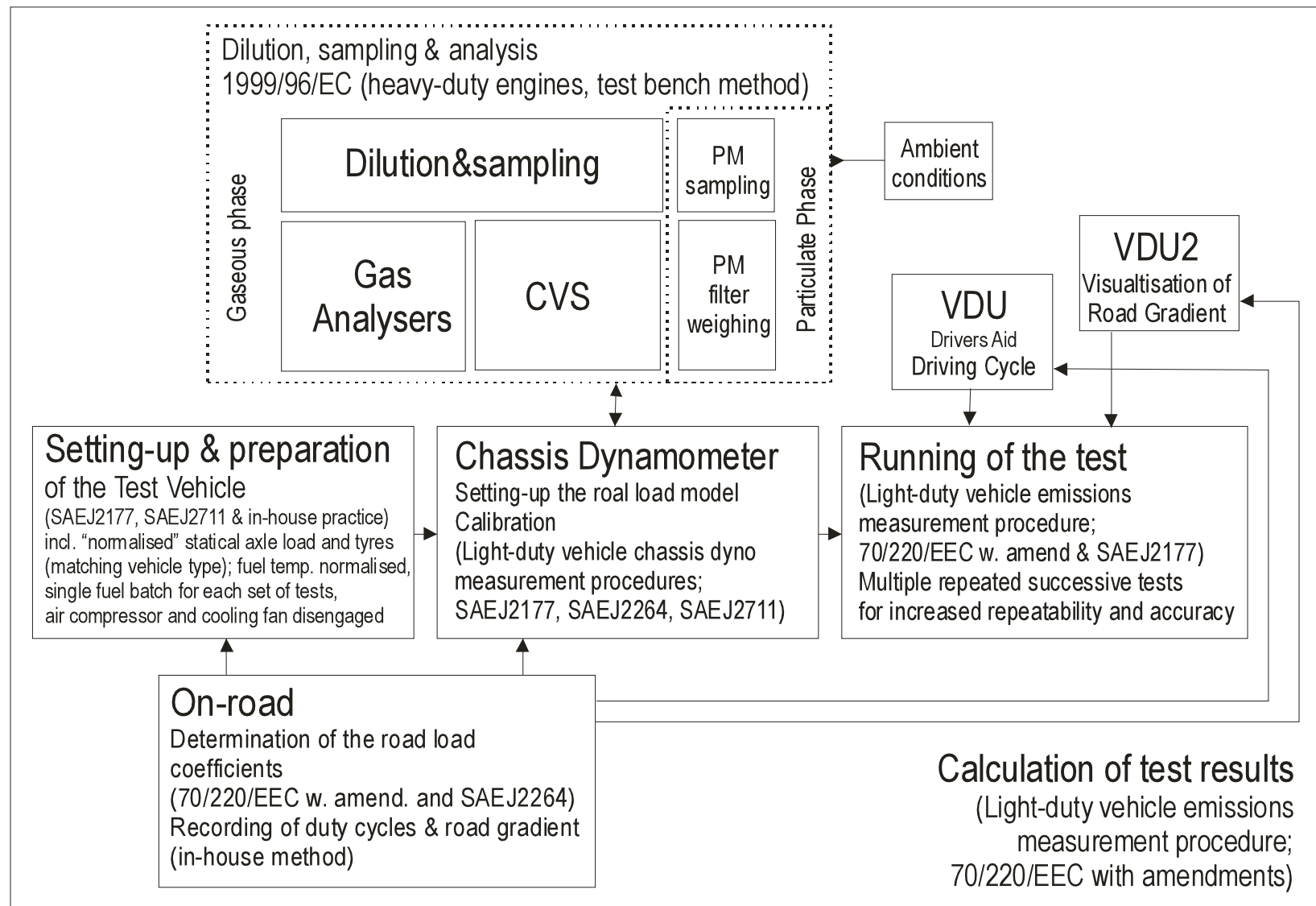
The photograph (overleaf) gives a typical set-up for a truck on the chassis dyno.

Running of the test is performed according to the provisions in the European Light-duty vehicle directive, including e.g. tolerances for the deviations from the speed vs. time profile etc. Multiple successive repetitions of the test runs are performed to increase the accuracy of the results.

Calculation of the test results are also following the provisions in the European Light-duty vehicle directive (70/220/EEC) with all the relevant amendments taken into consideration.



Heavy-duty truck on a chassis dynamometer test set-up at VTT Processes



Block diagram of the testing procedure for heavy-duty truck on a chassis dynamometer at VTT Processes