

## I

(Säädökset, jotka on julkaistava)

## EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 1999/96/EY,

annettu 13 päivänä joulukuuta 1999,

**ajoneuvojen puristussytytysmoottoreiden kaasumaisten ja hiukkasmaisten päästöjen sekä ajoneuvoissa käytettävien maa- tai nestekaasulla toimivien ottomoottoreiden kaasupäästöjen torjumiseksi toteutettavista toimenpiteistä annetun jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä ja neuvoston direktiivin 88/77/ETY muuttamisesta**

EUROOPAN PARLAMENTTI JA EUROOPAN UNIONIN NEUVOSTO, jotka

ottavat huomioon Euroopan yhteisön perustamissopimuksen ja erityisesti sen 95 artiklan,

ottavat huomioon komission ehdotukset<sup>(1)</sup>,

ottavat huomioon talous- ja sosiaalikomitean lausunnon<sup>(2)</sup>,

noudattavat perustamissopimuksen 251 artiklassa määrättyä menettelyä<sup>(3)</sup>,

sekä katsovat seuraavaa:

- 1) Olisi toteutettava toimia sisämarkkinoiden puitteissa.
- 2) Neuvoston 22 päivänä marraskuuta 1973 hyväksymässä Euroopan yhteisön ensimmäisessä toimintaohjelmassa ympäristön suojelemiseksi<sup>(4)</sup> kehotetaan ottamaan huomioon viimeisin tieteellinen kehitys moottoriajoneuvojen kaasujen aiheuttaman ilman pilaantumisen estämiseksi ja mukauttamaan jo annetut direktiivit sen mukaisesti.

Viidennessä toimintaohjelmassa, jonka päälinjat neuvosto hyväksyi 1 päivänä helmikuuta 1993 antamassaan päätöslauselmassa<sup>(5)</sup>, määrätään lisätoimenpiteistä moottoriajoneuvojen päästöjen vähentämiseksi huomattavasti nykyiseltä tasolta.

- 3) Voidaan olla samaa mieltä siitä, että liikenteen kehitys yhteisössä on kuormittanut ympäristöä merkittävästi. Tietyt viralliset liikennetiheyden kasvua koskevat ennusteet ovat osoittautuneet todellisia lukuja alhaisemmiksi. Tämän vuoksi kaikille moottoriajoneuvoille on asetettava tiukkoja päästöstandardeja.

- 4) Direktiivissä 88/77/ETY<sup>(6)</sup> vahvistetaan raja-arvot ajoneuvojen dieselmoottoreiden hiilimonoksidin, palamattomien hiilivetyjen ja typen oksidien päästöille kyseisten ajoneuvojen käyttöoloja Euroopassa vastaavan testausmenettelyn perusteella. Direktiiviä 88/77/ETY muutettiin ensin direktiivillä 91/542/ETY<sup>(7)</sup> kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe (1992/1993) osui samaan aikaan kuin uusien eurooppalaisten henkilöautojen päästöstandardien käyttöönotto. Toisessa vaiheessa (1995/1996) määritettiin eurooppalaiselle autoteollisuudelle pitemmän aikavälin suuntaviivat vahvistamalla kehitteillä olevilta tekniikoilta odotettuihin saavutuksiin perustuvat raja-arvot, samalla kun teollisuudelle myönnettiin aikaa kehittää näitä tekniikoita. Direktiivissä 96/1/EY<sup>(8)</sup> vaaditaan, että pienille dieselmoottoreille, joiden yhden sylinterin sylinteritilavuus on alle 0,7 dm<sup>3</sup> ja nimellispyörimisnopeus yli 3 000/min, sovelletaan direktiivissä 91/542/ETY vahvistettua hiukkaspäästöjen raja-arvoa vuodesta 1999. Teknisiin perusteisiin on kuitenkin kohtuullista sallia vuoteen 2005 saakka erilainen hiukkaspäästöjen arvo pienille korkean pyörimisnopeuden dieselmoottoreille, joiden yhden sylinterin sylinteritilavuus on alle 0,75 dm<sup>3</sup> ja nimellispyörimisnopeus yli 3 000/min.

<sup>(1)</sup> EYVL C 173, 8.6.1998, s. 1 ja EYVL C 43, 17.2.1999, s. 25.

<sup>(2)</sup> EYVL C 407, 28.12.1998, s. 27.

<sup>(3)</sup> Euroopan parlamentin lausunto, annettu 21. lokakuuta 1998 (EYVL C 341, 9.11.1998, s. 74), neuvoston yhteinen kanta, vahvistettu 22. huhtikuuta 1999 (EYVL C 296, 15.10.1999, s. 1) ja Euroopan parlamentin päätös, tehty 16. marraskuuta 1999 (ei vielä julkaistu virallisessa lehdessä).

<sup>(4)</sup> EYVL C 112, 20.12.1973, s. 1.

<sup>(5)</sup> EYVL C 138, 17.5.1993, s. 1.

- 5) Direktiivin 91/542/ETY 5 artiklan 3 kohdan mukaisesti komission oli määrä laatia ennen vuoden 1996 loppua

<sup>(6)</sup> EYVL L 36, 9.2.1988, s. 33.

<sup>(7)</sup> EYVL L 295, 25.10.1991, s. 1.

<sup>(8)</sup> EYVL L 40, 17.2.1996, s. 1.

neuvostolle selvitys päästöjen raja-arvojen sekä tarvittaessa testausmenettelyjen tarkistamisen edistymisestä. Kyseisiä tarkistettuja raja-arvoja ei sovellettaisi uusiin tyyppihyväksyntöihin ennen 1 päivää lokakuuta 1999.

- 6) Komissio on toteuttanut ilman laatua, tieliikenteen päästöjä, polttoaineita ja moottoritekniikkaa koskevan eurooppalaisen ohjelman (Auto Oil -ohjelma) täyttääkseen direktiivin 94/12/EY<sup>(1)</sup> 4 artiklan vaatimukset. Auto Oil -ohjelman kustannustehokkuutta koskeva tutkimus on osoittanut, että raskaiden ajoneuvojen dieselmoottoritekniikkaa on edelleen tarpeen parantaa, jotta vuonna 2010 saavutettaisiin Auto Oil -ohjelmasta annetussa komission tiedonannossa tarkoitettu ilman laatu.
- 7) Direktiivissä 88/77/ETY säädettyjen uusien dieselmootto- reita koskevien vaatimusten parantaminen on osa johdonmukaista yhteisön kokonaisstrategiaa, johon kuuluu myös kevyitä hyötyajoneuvoja ja henkilöautoja koskevien standardien tarkistaminen vuodesta 2000, moottoripolttoaineiden parantaminen sekä käytössä olevien ajoneuvojen päästöjen tarkempi arviointi.
- 8) Direktiivi 88/77/ETY on yksi moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen tyyppihyväksyntää koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä 6 päivänä helmikuuta 1970 annetun neuvoston direktiivin 70/156/ETY<sup>(2)</sup> mukaisen tyyppihyväksyntämenettelyn mukaisesti hyväksytyistä erityisdirektiiveistä. Yksittäiset jäsenvaltiot eivät voi riittävässä määrin saavuttaa moottoriajoneuvoista aiheutuvien epäpuhtauspäästöjen vähentämistä tavoitetta, joka voidaan siten saavuttaa paremmin lähentämällä moottoriajoneuvojen aiheuttaman ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevaa jäsenvaltioiden lainsäädäntöä.
- 9) Vuodesta 2000 sovellettavat päästöjen raja-arvojen alennukset, jotka vastaavat 30 prosentin vähennystä hiilimonoksidin, kaikkien hiilivetyjen, typen oksidien päästöjen sekä hiukkaspäästöjen osalta, on todettu Auto Oil -ohjelmassa keskeisiksi toimenpiteiksi tyydyttävän ilman laadun saavuttamiseksi keskipitkällä aikavälillä. Neuvoston direktiivin 72/306/ETY<sup>(3)</sup> täydennyksenä pakokaasujen savun läpinäkymättömyyden vähentäminen 30 prosentilla nykyisten moottorityyppien arvoihin verrattuna vaikuttaa hiukkaspäästöjen vähenemiseen. Vuodesta 2005 sovellettavat päästöjen raja-arvojen lisäalennukset, jotka vastaavat 30 prosentin vähennystä hiilimonoksidin, kaikkien hiilivetyjen ja typen oksidien päästöjen osalta, ja 80 prosentin vähennystä hiukkaspäästöjen osalta, edistävät huomattavasti ilman laatua keskipitkällä aikavälillä. Kyseisissä alennuksissa otetaan huomioon käytössä ole-

vien ajoneuvojen ajoa paremmin simuloivien uusien testisykliä vaikutus päästöihin. Vuodesta 2008 sovellettava typen oksidien päästöjen raja-arvojen lisäalennus johtaa niiden päästöjen raja-arvojen alentamiseen lisäksi 43 prosentilla. Komissio tarkastelee käytettävissä olevaa teknologiaa jo vuoden 2002 lopulla vahvistaakseen typen oksideja koskevat sallitut normit vuodeksi 2008 Euroopan parlamentille ja neuvostolle toimitettavassa kertomuksessaan, johon se liittää tarvittaessa asianmukaisia ehdotuksia.

- 10) Otetaan käyttöön päästöjen suurimmat sallitut raja-arvot, joita sovelletaan "erittäin ympäristöystävällisiksi ajoneuvoiksi" (EYA) määriteltäviin ajoneuvoihin.
- 11) Ajoneuvon sisäistä valvontajärjestelmää (OBD-järjestelmä) ei ole täysin kehitetty raskaita ajoneuvoja varten, ja se otetaan käyttöön vuodesta 2005, jotta voitaisiin nopeasti tunnistaa ajoneuvojen päästöjen kannalta tärkeiden osien ja järjestelmien häiriöt ja tarkastusta ja huoltoa parantamalla auttaa pitämään käytössä olevien ajoneuvojen päästöt paremmin alkuperäisten päästöjen tasolla. Uusien raskaiden ajoneuvojen kestävyyttä ja käytössä olevien raskaiden ajoneuvojen vaatimustenmukaisuuden testaamista koskevat erityisvaatimukset olisi otettava käyttöön vuodesta 2005.
- 12) Kaasu- ja hiukkaspäästöjen ja savun läpinäkymättömyyden osalta otetaan käyttöön uudet tyyppihyväksynnän testisyklit, jotka antavat mahdollisuuden dieselmootto- reiden päästöjen kattavampaan arviointiin ajoneuvojen käyttöolosuhteita lähemmin muistuttavissa testausolosuhteissa. Tavanomaisten dieselmootto- reiden ja katalyysaattorihapetuksella varustettujen dieselmootto- reiden osalta otetaan käyttöön uusi yhdistetty kahden syklin testausmenettely. Kaasulla toimivien dieselmootto- reiden ja edistyneillä päästöjen rajoitusjärjestelmillä varustettujen dieselmootto- reiden osalta otetaan käyttöön uusi yhdistetty (kahden syklin) testausmenettely. Vuodesta 2005 alkaen kaikki dieselmoottorit testataan molemmilla testisykleillä. Komissio valvoo maailmanlaajuiseen yhdenmukaistettuun testausmenetelmään tähtäävien neuvottelujen edistymistä.
- 13) Jäsenvaltioiden olisi sallittava nopeuttaa verohelpotuksia käyttämällä sellaisten ajoneuvojen markkinoille saattamista, jotka täyttävät yhteisön tasolla hyväksytyt määräykset. Tällaisten helpotusten on oltava perustamissopi- muksen määräysten mukaisia ja niiden on täytettävä tie- tyt edellytykset, joiden tarkoituksena on sisämarkkinoi- den väristymisen ehkäiseminen. Tämä direktiivi ei vai- kuta jäsenvaltioiden oikeuteen sisällyttää epäpuhtaus- ja muita päästöjä moottoriajoneuvojen liikennemaksujen laskentaperusteisiin.

<sup>(1)</sup> EYVL L 100, 19.4.1994, s. 42.

<sup>(2)</sup> EYVL L 42, 23.2.1970, s. 1, direktiivi sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivillä 98/91/EY (EYVL L 11, 16.1.1999, s. 25).

<sup>(3)</sup> EYVL L 190, 20.8.1972, s. 1, direktiivi sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/20/EY (EYVL L 125, 16.5.1997, s. 21).

14) Kehitettäessä moottoriajoneuvojen päästöjä koskevaa yhteisön lainsäädäntöä olisi otettava huomioon hiukkasten ominaisuuksia koskevan meneillään olevan tutkimuksen tulokset.

15) Komissio antaa ennen 31 päivää joulukuuta 2000 kertomuksen, jossa käsitellään raskaiden dieselajoneuvojen päästöjen valvontalaitteiden kehittymistä ja suhdetta polttoaineen laatuun, tarvetta parantaa hiukkasmittauksen ja näytteenottomenetelmien tarkkuutta ja uusittavuutta, sekä maailmanlaajuisen yhdenmukaistetun testisyklin kehittämistä.

16) Direktiiviä 88/77/ETY olisi muutettava vastaavasti,

OVAT ANTANEET TÄMÄN DIREKTIIVIN:

#### 1 artikla

Muutetaan direktiivi 88/77/ETY seuraavasti:

1. Korvataan nimi seuraavasti:

”Neuvoston direktiivi 88/77/ETY annettu 3 päivänä joulukuuta 1987 ajoneuvojen puristus- ja kaasumootoreiden kasaamista ja hiukkasmaisten päästöjen sekä ajoneuvoissa käytettävien maa- tai nestekaasulla toimivien ottomootoreiden kaasupäästöjen torjumiseksi toteutettavia toimenpiteitä koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämistä”.

2. Korvataan 1 artikla seuraavasti:

#### ”1 artikla

Tässä direktiivissä tarkoitetaan:

- ’ajoneuvolla’ kaikkia direktiivin 70/156/ETY liitteessä II olevassa A jaksossa määriteltyjä ajoneuvoja, joiden käyttövoimana on puristus- ja kaasumootori, lukuun ottamatta M<sub>1</sub>-luokan ajoneuvoja, joiden suurin teknisesti sallittu kokonaisuudessa on enintään 3,5 tonnia,
- ’puristus- ja kaasumootorilla’ ajoneuvon käyttövoiman lähde, jolle voidaan antaa tyyppihyväksyntä erillisenä teknisenä yksikkönä, sellaisena kuin se on direktiivin 70/156/ETY 2 artiklassa määriteltyinä,
- ’erittäin ympäristöystävällisellä ajoneuvolla’ (EYA) tarkoitetaan ajoneuvoa, jonka käyttövoimana on moottori, joka ei ylitä direktiivin 88/77/ETY liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä C annettujen päästöjen sallittuja raja-arvoja.”

3. Korvataan liitteet I—VIII tämän direktiivin liitteessä olevilla liitteillä I—VII.

#### 2 artikla

1. Jäsenvaltiot eivät saa 1 päivästä heinäkuuta 2000 alkaen moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöihin sekä savupäästöjen läpikäymättömyyteen liittyvistä syistä:

— evätä ajoneuvotyyppiltä, jonka käyttövoimana on puristus- ja kaasumootori, EY-tyyppihyväksyntää tai kieltäytymistä antamasta direktiivin 70/156/ETY 10 artiklan 1 kohdan viimeisessä luetelmakohdassa tarkoitettua asiakirjaa tai kansallista tyyppihyväksyntää, taikka

— kieltää tällaisten uusien ajoneuvojen rekisteröintiä, myyntiä, käyttöönottoa tai käyttöä, tai

— evätä EY-tyyppihyväksyntää puristus- ja kaasumootorityypiltä, tai

— kieltää uusien puristus- ja kaasumootoreiden myyntiä tai käyttöä,

jos direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteiden asiaankuuluvat vaatimukset täyttyvät, eivätkä moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt ja savun läpikäymättömyys ylitä direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden riveillä A tai B1 tai B2 annettuja raja-arvoja ja rivillä C annettuja raja-arvoja.

2. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2000:

— jäsenvaltiot eivät enää saa antaa EY-tyyppihyväksyntää tai antaa direktiivin 70/156/ETY 10 artiklan 1 kohdan viimeisessä luetelmakohdassa tarkoitettua asiakirjaa, ja

— jäsenvaltioiden on evättävä kansallinen tyyppihyväksyntä

puristus- ja kaasumootorityyppien ja puristus- ja kaasumootorilla käyvien ajoneuvotyyppien osalta, jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt tai savun läpikäymättömyys ylittävät direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä A annetut raja-arvot.

3. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2001, kolmansiin maihin vietäväksi tarkoitettuja ajoneuvoja ja moottoreita sekä käytössä oleviin ajoneuvoihin asennettavia vaihtomootoreita lukuun ottamatta:

- jäsenvaltiot eivät pidä uusille ajoneuvoille tai uusille moottoreille direktiivin 70/156/ETY säännösten mukaisesti annettuja vaatimustenmukaisuustodistuksia enää voimassa olevina sovellettaessa mainitun direktiivin 7 artiklan 1 kohtaa, ja
- jäsenvaltioiden on kiellettävä puristus- tai kaasumoottorilla käyvien uusien ajoneuvojen rekisteröinti, myynti, käyttöönotto ja käyttö sekä uusien puristus- tai kaasumoottoreiden myynti ja käyttö,

jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt tai savun läpinäkymättömyys ylittävät direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä A annetut raja-arvot.

#### 4. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2005:

- jäsenvaltiot eivät enää saa antaa EY-tyyppihyväksyntää tai antaa direktiivin 70/156/ETY 10 artiklan 1 kohdan viimeisessä luetelmakohdassa tarkoitettua asiakirjaa, ja
- jäsenvaltioiden on evättävä kansallinen tyyppihyväksyntä

puristus- tai kaasumoottorityyppien ja puristus- tai kaasumoottorilla käyvien ajoneuvotyyppien osalta, jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt tai savun läpinäkymättömyys ylittävät direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä B1 annetut raja-arvot.

#### 5. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2006, kolmansiin maihin vietäväksi tarkoitettuja ajoneuvoja ja moottoreita sekä käytössä oleviin ajoneuvoihin asennettavia vaihtomoottoreita lukuun ottamatta:

- jäsenvaltiot eivät pidä uusille ajoneuvoille tai uusille moottoreille direktiivin 70/156/ETY säännösten mukaisesti annettuja vaatimustenmukaisuustodistuksia enää voimassa olevina sovellettaessa mainitun direktiivin 7 artiklan 1 kohtaa, ja
- jäsenvaltioiden on kiellettävä puristus- tai kaasumoottorilla käyvien uusien ajoneuvojen rekisteröinti, myynti, käyttöönotto ja käyttö sekä uusien puristus- tai kaasumoottoreiden myynti ja käyttö,

jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt tai savun läpinäkymättömyys ylittävät direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä B1 annetut raja-arvot.

#### 6. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2008:

- jäsenvaltiot eivät enää saa antaa EY-tyyppihyväksyntää tai antaa direktiivin 70/156/ETY 10 artiklan 1 kohdan viimeisessä luetelmakohdassa tarkoitettua asiakirjaa, ja
- jäsenvaltioiden on evättävä kansallinen tyyppihyväksyntä

puristus- tai kaasumoottorityyppien ja puristus- tai kaasumoottorilla käyvien ajoneuvotyyppien osalta, jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt sekä savun läpinäkymättömyys eivät täytä direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä B2 annettuja raja-arvoja.

#### 7. Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2009, kolmansiin maihin vietäviksi tarkoitettuja ajoneuvoja ja moottoreita sekä käytössä oleviin ajoneuvoihin asennettavia vaihtomoottoreita lukuun ottamatta:

- jäsenvaltiot eivät pidä uusille ajoneuvoille tai uusille moottoreille direktiivin 70/156/ETY säännösten mukaisesti annettuja vaatimustenmukaisuustodistuksia enää voimassa olevina sovellettaessa mainitun direktiivin 7 artiklan 1 kohtaa, ja
- jäsenvaltioiden on kiellettävä puristus- tai kaasumoottorilla käyvien uusien ajoneuvojen rekisteröinti, myynti, käyttöönotto tai käyttö ja uusien puristus- tai kaasumoottoreiden myynti ja käyttö,

jos moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt sekä savun läpinäkymättömyys eivät täytä direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä B2 annettuja raja-arvoja.

8. Edellä 1 kohdan mukaisesti moottorin, joka täyttää direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteiden asiaa koskevat vaatimukset eikä ylitä direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä C annettuja raja-arvoja, katsotaan täyttävän 2—7 kohdan vaatimukset.

#### 3 artikla

1. Jäsenvaltiot saavat säätää verohelpotuksia ainoastaan direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, mukaisille moottoriajoneuvoille. Tällaisten helpotusten on oltava perustamissopimuksen määräysten mukaiset ja lisäksi täytettävä seuraavat a tai b kohdan mukaiset edellytykset:

- a) Niitä sovelletaan kaikkiin jäsenvaltion markkinoilla myytäväksi tarjottaviin uusiin ajoneuvoihin, jotka eivät ylitä ennalta direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä A annettuja raja-arvoja ja 1 päivästä lokakuuta 2000 alkaen kyseisten taulukoiden rivillä B1 tai B2 annettuja raja-arvoja.

Niiden voimassaolon on päätyttävä 2 artiklan 3 kohdassa vahvistettuna määräpäivänä, jolloin uusia ajoneuvoja koskevat päästöjen raja-arvot tulevat pakollisina voimaan tai päästöjen raja-arvojen pakollisen voimaantulon määräpäivinä, jos on kyse direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä B1 tai B2 annetuista raja-arvoista;

- b) Niitä sovelletaan kaikkiin jäsenvaltion markkinoilla myytäväksi tarjottuihin uusiin ajoneuvoihin, jotka eivät ylitä direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä C annettuja päästöjen suurimpia sallittuja raja-arvoja.

2. Verohelpotukset eivät saa olla minkään ajoneuvotyypin osalta suuremmat kuin direktiivin 88/77/ETY, sellaisena kuin se on muutettuna tällä direktiivillä, liitteessä I olevan 6.2.1 jakson taulukoiden riveillä A tai B1 tai B2 annettujen arvojen tai rivillä C annettujen tavoitearvojen noudattamiseksi käyttöön otetuista teknisistä ratkaisuista ja niiden asentamisesta ajoneuvon aiheutuneet lisäkustannukset.

3. Komissiolle on ilmoitettava riittävän ajoissa kaikista suunnitelmista ottaa käyttöön tai muuttaa tässä artiklassa tarkoitettuja verohelpotuksia, jotta komissio voi esittää huomautuksensa.

#### 4 artikla

Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2005 uudentyypiset ajoneuvot sekä alkaen 1 päivästä lokakuuta 2006 kaikki ajoneuvot varustetaan ajoneuvojen sisäisellä valvontajärjestelmällä (OBD) tai ajoneuvojen sisäisellä mittausjärjestelmällä (OBM), jolla tarkkailaan käytön aikaisia pakokaasupäästöjä.

Komissio tekee Euroopan parlamentille ja neuvostolle ehdotuksen asiaa koskevista säännöksistä. Niihin on kuuluttava:

- rajoittamaton ja standardoitu pääsy OBD-järjestelmään tarkastusta, diagnoosia, huoltoa ja korjausta varten,
- virhekoodien standardointi,
- osien ja varaosien yhteensopivuus, jotta taataan OBD-järjestelmällä varustettujen ajoneuvojen korjaus, vaihto ja huolto.

#### 5 artikla

Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2005 uusien tyyppien ja 1 päivästä lokakuuta 2006 kaikkien tyyppien ajoneuvojen ja moottoreiden tyyppihyväksynnässä on vahvistettava myös päästöjä rajoittavien laitteiden toimintakelpoisuus ajoneuvon tai moottorin normaalin käyttöänsä aikana.

Komissio tutkii raskaiden hyötyajoneuvojen eri luokkien normaalien käyttöikien välisiä eroja ja harkitsee ehdotusten tekemistä asianmukaisista, eri ajoneuvoluokkien mukaan eritellyistä kestävyysvaatimuksista.

#### 6 artikla

Alkaen 1 päivästä lokakuuta 2005 uusien tyyppien ja 1 päivästä lokakuuta 2006 kaikkien tyyppien ajoneuvojen ja moottoreiden tyyppihyväksynnässä on vahvistettava myös päästöjä rajoittavien laitteiden toimintakelpoisuus ajoneuvon normaalin käyttöänsä aikana normaaleissa käyttöolosuhteissa (käytössä olevien, asianmukaisesti huollettujen ja käytettyjen ajoneuvojen vaatimustenmukaisuus).

Komissio vahvistaa ja täydentää tämän säännöksen 7 artiklan mukaisesti.

#### 7 artikla

Komissio antaa Euroopan parlamentille ja neuvostolle ehdotuksen tämän direktiivin vahvistamisesta tai täydentämisestä viimeistään 12 kuukauden kuluttua tämän direktiivin voimaantuloista tai 31 päivänä joulukuuta 2000, sen mukaan, kumpi päivämäärästä on aiempi.

Ehdotuksessa on otettava huomioon:

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/69/EY<sup>(1)</sup> 3 artiklassa ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/70/EY<sup>(2)</sup> 9 artiklassa esitetty tarkastusmenettely,
- puristusyytitys- ja kaasumoottoreiden päästöjen rajoitustekniikan, mukaan lukien jälkikäsitteilyteknologian, kehitys ottaen huomioon kyseisen tekniikan ja polttoaineen laadun riippuvuus toisistaan,
- tarve parantaa moottorien erittäin alhaisten hiukkaspäästöjen nykyisten mittaus- ja näytteenottomenetelmien tarkkuutta ja toistettavuutta,

<sup>(1)</sup> EYVL L 350, 28.12.1998, s. 1.

<sup>(2)</sup> EYVL L 350, 28.12.1998, s. 58.

— tyyppihyväksyntätestauksen maailmanlaajuisen, yhdenmukaistetun testisyklin kehittäminen,

ja ehdotukseen on otettava mukaan:

- säännökset OBD-järjestelmän käyttöönotosta raskaissa hyötyajoneuvoissa 1 päivästä lokakuuta 2005 alkaen tämän direktiivin 4 artiklan säännösten mukaisesti sekä henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen pakokaasupäästöjen vähentämisestä annettua direktiiviä 98/69/EY vastaavasti,
- säännökset päästöjä rajoittavien laitteiden kestävydestä 1 päivästä lokakuuta 2005 alkaen tämän direktiivin 5 artiklan säännösten mukaisesti,
- säännökset käytössä olevien ajoneuvojen vaatimustenmukaisuuden varmistamisesta ajoneuvojen tyyppihyväksyntämenettelyssä 1 päivästä lokakuuta 2005 alkaen tämän direktiivin 6 artiklan säännösten nojalla ottaen huomioon näiden ajoneuvojen moottoreille tehtyjen testien erityispiirteet sekä OBD-järjestelmistä saatavat erityistiedot kustannustehokasta lähestymistapaa noudattaen,
- niiden epäpuhtauksien asiaa koskevat raja-arvot, joiden osalta ei ole tällä hetkellä sääntelyä, johtuen siitä, että uusia vaihtoehtoisia polttoaineita on otettu laajasti käyttöön.

Komissio tekee 31 päivään joulukuuta 2001 mennessä selvityksen maailmanlaajuisen, yhdenmukaistetun testisyklin kehittämistä koskevissa neuvotteluissa saavutetuista tuloksista.

Komissio antaa 30 päivään kesäkuuta 2002 mennessä Euroopan parlamentille ja neuvostolle kertomuksen ajoneuvojen sisäisen OBM-järjestelmän käyttöä koskevista vaatimuksista. Komissio toimittaa kertomuksen perusteella ehdotuksen viimeistään 1 päivänä tammikuuta 2005 voimaan tulevista toimenpiteistä, joihin sisältyvät tekniset erittelyt ja vastaavat liitteet sellaisen sisäisten mittausjärjestelmien tyyppihyväksynnän mahdollistamiseksi, jolla varmistetaan vähintään sisäistä valvontajärjestelmää vastaavat valvontatasot ja joka on yhteensopiva kyseisten järjestelmien kanssa.

Komissio tarkastelee 31 päivään joulukuuta 2002 mennessä Euroopan parlamentille ja neuvostolle toimitettavassa kertomuksessa käytettävissä olevia tekniikkoja vuonna 2008 sovellettavien pakollisten tyyppioksidinormien vahvistamiseksi ja liittää siihen tarvittaessa asianmukaisia ehdotuksia.

#### 8 artikla

1. Jäsenvaltioiden on saatettava tämän direktiivin noudattamisen edellyttämät lait, asetukset ja hallinnolliset määräykset voimaan 1 päivään heinäkuuta 2000 mennessä. Niiden on ilmoitettava tästä komissiolle viipymättä.

Näissä jäsenvaltioiden antamissa säädöksissä on viitattava tähän direktiiviin, tai niitä virallisesti julkaistaessa niihin on liitettävä tällainen viittaus. Jäsenvaltioiden on säädettävä siitä, miten viittaukset tehdään.

2. Jäsenvaltioiden on toimitettava tässä direktiivissä tarkoitusta kysymyksistä antamansa keskeiset kansalliset säännökset kirjallisina komissiolle.

#### 9 artikla

Tämä direktiivi tulee voimaan päivänä, jona se julkaistaan Euroopan yhteisöjen virallisessa lehdessä.

#### 10 artikla

Tämä direktiivi on osoitettu kaikille jäsenvaltioille.

Tehty Brysselissä 13 päivänä joulukuuta 1999.

*Euroopan parlamentin puolesta*

N. FONTAINE

*Puhemies*

*Neuvoston puolesta*

S. HASSI

*Puheenjohtaja*

## LIITE

## SISÄLLYS

	Sivu
LIITE I	
SOVELTAMISALA, MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET, EY-TYYPPIHYVÄKSYNTÄHAKEMUS, ESITELMÄT JA TESTIT SEKÄ TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUS .....	10
1 Soveltamisala .....	10
2 Määritelmät ja lyhenteet .....	10
3 EY-tyyppihyväksyntähakemus .....	16
4 EY-tyyppihyväksyntä .....	17
5 Moottorimerkinnät .....	19
6 Eritelmät ja testit .....	21
7 Asennus ajoneuvoon .....	23
8 Moottoriperhe .....	23
9 Tuotannon vaatimustenmukaisuus .....	25
<b>Lisäys 1</b> Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testausmenettely, kun tavanomainen tuotannonvaihtelu on tyydyttävä .....	28
<b>Lisäys 2</b> Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testausmenettely, kun tavanomainen vaihtelu ei ole tyydyttävä tai se ei ole käytettävissä .....	30
<b>Lisäys 3</b> Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testausmenettely valmistajan pyynnöstä .....	32
LIITE II	
ILMOITUSLOMAKE .....	34
<b>Lisäys 1</b> (Kanta)moottorin olennaiset ominaisuudet ja testin suorittamista koskevat tiedot .....	35
1 Moottorin kuvaus .....	35
2 Ilmansaastumisen torjumiseksi toteutetut toimenpiteet .....	36
3 Polttoaineen syöttö .....	37
4 Venttiilien ajoitus .....	40
5 Sytytysjärjestelmä (ainoastaan ottomoottorit) .....	40
6 Moottorin käyttämät laitteet .....	40
7 Lisätietoja testiolosuhteista .....	41
8 Moottorin suorituskyky .....	42
<b>Lisäys 2</b> Moottoriperheen olennaiset ominaisuudet .....	44
1 Yleiset muuttujat .....	44
2 Moottoriperheen luettelointi .....	44
<b>Lisäys 3</b> Moottoriperheeseen kuuluvan moottorityypin olennaiset ominaisuudet .....	46
1 Moottorin kuvaus .....	46
2 Ilmansaastumisen torjumiseksi toteutetut toimenpiteet .....	47
3 Polttoaineen syöttö .....	48
4 Venttiilien ajoitus .....	51
5 Sytytysjärjestelmä (ainoastaan ottomoottorit) .....	51
<b>Lisäys 4</b> Moottoriin liittyvien ajoneuvon osien ominaisuudet .....	52

	Sivu
LIITE III TESTAUSMENETTELY .....	53
1 Johdanto .....	53
2 Testiolosuhteet .....	54
<b>Lisäys 1</b> ESC- ja ELR-testisyklit .....	56
1 Moottorin ja dynamometrin asetukset .....	56
2 ESC-testikäyttö .....	57
3 ELR-testikäyttö .....	59
4 Kaasupäästöjen laskeminen .....	61
5 Hiukkaspäästöjen laskeminen .....	64
6 Savuarvojen laskeminen .....	66
<b>Lisäys 2</b> ETC-testisykli .....	68
1 Moottorin kartoitusmenettely .....	68
2 Viitetestisyklin muodostaminen .....	68
3 Päästötestin kulku .....	69
4 Kaasupäästöjen laskeminen .....	73
5 Hiukkaspäästöjen laskeminen (ainoastaan dieselmoottorit) .....	77
<b>Lisäys 3</b> ETC-testin dynamometriaajo .....	79
<b>Lisäys 4</b> Mittaus- ja näytteenottomenettelyt .....	89
1 Johdanto .....	89
2 Dynamometri ja testisolun laitteet .....	89
3 Kaasumaisten komponenttien määrittäminen .....	90
4 Hiukkasten määrittäminen .....	92
5 Savun määrittäminen .....	94
<b>Lisäys 5</b> Kalibrointimenettely .....	96
1 Analyysilaitteiden kalibrointi .....	96
2 CVS-järjestelmän kalibrointi .....	102
3 Hiukkasten mittausjärjestelmän kalibrointi .....	104
4 Savunmittauslaitteiston kalibrointi .....	105
LIITE IV HYVÄKSYNTÄTESTEISSÄ JA TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUDEN VARMISTAMIS- SESSA KÄYTETTÄVIEN VERTAILUPOLTTOAINEIDEN TEKNISET OMINAISUUDET .....	106
1 Dieselpolttoaine .....	106
2 Maakaasu (NG) .....	107
3 Nestekaasu (LPG) .....	108
LIITE V NÄYTTEENOTTO- JA ANALYSOINTIJÄRJESTELMÄT .....	109
1 Kaasupäästöjen määrittäminen .....	109
2 Pakokaasun laimentaminen ja hiukkasten määrittäminen .....	116
3 Savun määrittäminen .....	131
LIITE VI EY-TYYPIHYVÄKSYNTÄTODISTUS .....	135
LIITE VII ESIMERKKEJÄ LASKUTOIMITUKSISTA .....	137

## KUVAT

	Sivu
Kuva 1	Testisyklien spesifiset määritelmät ..... 12
Kuva 2	Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testauksen kaaviokuva ..... 27
Kuva 3	ELR-testin kulku ..... 60
Kuva 4	NO <sub>x</sub> -tarkistuspisteen interpolointi ..... 63
Kuva 5	ETC-testin dynamometriaajo ..... 88
Kuva 6	Kaavio NO <sub>2</sub> -muuntimen tehokkuuden mittaussäiliöstä ..... 99
Kuva 7	Raakapakokaasun CO-, CO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - ja HC-analysointijärjestelmän vuokaavio Ainoastaan ESC-testi ..... 109
Kuva 8	Laimennetun pakokaasun CO-, CO <sub>2</sub> -, NO <sub>x</sub> - ja HC-analysointijärjestelmän vuokaavio ETC-testi, valinnainen ESC-testiin ..... 110
Kuva 9	Metaanianalyysin vuokaavio (kaasukromatografimenetelmä) ..... 113
Kuva 10	Metaanierottimen (NMC) avulla tehtävän metaanianalyysin vuokaavio ..... 115
Kuva 11	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä isokineettinen näytteenotin ja näytteenotto jakeittain (SB- ohjaus) ..... 117
Kuva 12	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä isokineettinen näytteenotin ja näytteenotto jakeittain (PB- ohjaus) ..... 117
Kuva 13	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä CO <sub>2</sub> - tai NO <sub>x</sub> -konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain ..... 118
Kuva 14	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä CO <sub>2</sub> -konsentraation mittaus, hiililasapaino ja koko- naisnäytteenotto ..... 118
Kuva 15	Osavirtauslaimennusjärjestelmä yhden kurkun avulla, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeit- tain ..... 119
Kuva 16	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä kaksoiskurkku tai kaksoisaukko, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain ..... 120
Kuva 17	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä moniputkijako, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeit- tain ..... 121
Kuva 18	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä virtauksen ohjaus ja kokonaisnäytteenotto ..... 122
Kuva 19	Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä virtauksen ohjaus ja näytteenotto jakeittain ..... 122
Kuva 20	Täysvirtauslaimennusjärjestelmä ..... 126
Kuva 21	Hiukkasnäytteenottojärjestelmä ..... 129
Kuva 22	Kaksoislaimennusjärjestelmä (ainoastaan täysvirtausjärjestelmä) ..... 129
Kuva 23	Täysvirtausopasimetri ..... 132
Kuva 24	Osavirtausopasimetri ..... 133

## TAULUKOT

Taulukko 1	Raja-arvot — ESC- ja ELR-testit ..... 22
Taulukko 2	Raja-arvot — ETC-testit ..... 22
Taulukko 3	Lisäyksen 1 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut ..... 29
Taulukko 4	Lisäyksen 2 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut ..... 31
Taulukko 5	Lisäyksen 3 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut ..... 33
Taulukko 6	Regressiolinjan toleranssit ..... 72
Taulukko 7	Pisteet, jotka saa poistaa regressioanalyysistä ..... 73
Taulukko 8	Mittauslaitteiden tarkkuus ..... 89
Taulukko 9	Suosittelut suodattimen kuormitukset ..... 93

## LIITE I

**SOVELTAMISALA, MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET, EY-TYYPPIHYVÄKSYNTÄHAKEMUS, ERITELMÄT JA TESTIT SEKÄ TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUS**

## 1 SOVELTAMISALA

Tätä direktiiviä sovelletaan kaikkiin dieselmoottorilla varustettujen moottoriajoneuvojen tuottamiin kaasu- ja hiukkaspäästöihin ja kaikkiin maakaasua tai nestekaasua polttoaineena käyttävien ottomoottorilla varustettujen moottoriajoneuvojen kaasupäästöihin sekä 1 artiklassa tarkoitettuihin diesel- ja otto-moottoreihin lukuun ottamatta sellaisia  $N_1$ -,  $N_2$ - ja  $M_2$ -luokan ajoneuvoja, joiden tyyppihyväksyntä on myönnetty neuvoston direktiivin 70/220/EY<sup>(1)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna komission direktiivillä 98/77/EY<sup>(2)</sup>, mukaisesti.

## 2 MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET

Tässä direktiivissä:

- 2.1 'testisyklillä' tarkoitetaan useiden testipisteiden, joille kullekin on määritetty nopeus ja vääntömomentti, muodostamaa jaksoa; moottorin on noudatettava määritettyä nopeutta ja vääntömomenttiä joko tasaisella nopeudella (ESC-testi) tai vaihtuvissa käyttöolosuhteissa (ETC-, ELR-testi),
- 2.2 'moottorin (moottoriperheen) hyväksynnällä' tarkoitetaan moottorityypin (moottoriperheen) hyväksyntää kaasu- ja hiukkaspäästöjen tason osalta,
- 2.3 'dieselmoottorilla' tarkoitetaan puristusytytysperiaatteella toimivaa moottoria,
- 'kaasumoottorilla' tarkoitetaan maakaasua tai nestekaasua polttoaineena käyttävää moottoria,
- 2.4 'moottorityypillä' tarkoitetaan sellaisten moottoreiden luokkaa, jotka eivät eroa toisistaan tämän direktiivin liitteessä II esitettyjen moottorin olennaisten ominaisuuksien osalta,
- 2.5 'moottoriperheellä' tarkoitetaan valmistajan tekemää sellaisten moottoreiden ryhmittelyä, joilla tämän direktiivin liitteen II lisäyksessä 2 määritellyn rakenteen perusteella on samanlaiset pakokaasupäästöjen ominaisuudet; kaikkien moottoriperheeseen kuuluvien moottoreiden on oltava sovellettavien päästöjen raja-arvojen mukaisia,
- 2.6 'kantamoottorilla' tarkoitetaan moottoriperheestä valittua moottoria, jonka päästöominaisuudet edustavat kyseistä moottoriperhettä,
- 2.7 'kaasupäästöillä' tarkoitetaan hiilimonoksidia, hiilivetyjä [dieselmoottorin suhteeksi oletetaan  $CH_{1,85}$ , nestekaasua polttoaineena käyttävän moottorin suhteeksi  $CH_{2,525}$  ja maakaasua polttoaineena käyttävän moottorin suhteeksi  $CH_{2,93}$  [NMHC]], metaania (maakaasua polttoaineena käyttävän moottorin suhteeksi oletetaan  $CH_4$ ) ja typen oksideja, joiden määrä ilmoitetaan typpidioksidivastaavuutena ( $NO_2$ ),
- 'hiukkaspäästöillä' tarkoitetaan tiettyyn suodatinaaseeseen jääviä aineita, kun pakokaasu on laimennettu puhtaalla, suodatetulla ilmalla siten, että lämpötila on enintään 325 K (52 °C),
- 2.8 'savulla' tarkoitetaan dieselmoottorin pakokaasuvirrassa suspensiona olevia hiukkasia, jotka absorboivat, heijastavat tai taittavat valoa,

(<sup>1</sup>) EYVL L 76, 6.4.1970, s. 1.

(<sup>2</sup>) EYVL L 286, 23.10.1998, s. 1.

- 2.9 'nettoteholla' tarkoitetaan tehoa, joka ilmaistaan EY-kilowatteina ja joka mitataan testipenkissä kampaikselin tai sitä vastaavan osan päästä direktiivissä 80/1269/ETY <sup>(1)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna komission direktiivillä 97/21/EY <sup>(2)</sup>, tarkoitettun tehon mittaamisen EY-menetelmän mukaisesti,
- 2.10 'ilmoitetulla suurimmalla teholla ( $P_{max}$ )' tarkoitetaan valmistajan tyyppihyväksyntähakemuksessa ilmoittamaa suurinta tehoa EY-kilowatteina (nettoteho),
- 2.11 'kuormitusprosentilla' tarkoitetaan tietyllä moottorin kierrosnopeudella saatua prosenttiosuutta suurimmasta mahdollisesta vääntömomentista,
- 2.12 'ESC-testillä' tarkoitetaan kolmestatoista tämän liitteen 6.2 kohdan mukaisesti suoritettavasta vakiomoodista muodostuvaa testisykliä,
- 2.13 'ELR-testillä' tarkoitetaan tämän liitteen 6.2 kohdan mukaisesti moottorin vakiokierrosnopeudella suoritettavista kuormitusvaiheista muodostuvaa testisykliä,
- 2.14 'ETC-testillä' tarkoitetaan tämän liitteen 6.2 kohdan mukaisesti suoritettavista 1 800:sta sekunneittain vaihtuvasta moodista muodostuvaa testisykliä,
- 2.15 'moottorin käyttökierrosnopeuden alueella' tarkoitetaan moottorin yleisimmin käytössä olevaa tämän direktiivin liitteen III mukaisesti määritettyjen alimman ja suurimman kierrosnopeuden välissä olevaa kierrosnopeuden aluetta,
- 2.16 'alimmalla kierrosnopeudella ( $n_{lo}$ )' tarkoitetaan moottorin alinta kierrosnopeutta, jolla moottori tuottaa 50 prosenttia ilmoitetusta suurimmasta tehosta,
- 2.17 'suurimmalla kierrosnopeudella ( $n_{hi}$ )' tarkoitetaan moottorin suurinta kierrosnopeutta, jolla moottori tuottaa 70 prosenttia ilmoitetusta suurimmasta tehosta,
- 2.18 'moottorin kierrosnopeuksilla A, B ja C' tarkoitetaan ESC- ja ELR-testeissä käytettäviä, tämän direktiivin liitteen III lisäyksessä 1 esitettyjä moottorin käyttökierrosnopeuden alueella olevia testinopeuksia,
- 2.19 'valvonta-alueella' tarkoitetaan moottorin kierrosnopeuksien A—C sekä 25—100 prosentin kuormituksen välistä aluetta,
- 2.20 'viitenopeudella ( $n_{ref}$ )' tarkoitetaan 100 prosentin kierrosnopeusarvoa, jota käytetään poistettaessa ETC-testin suhteellisten kierrosnopeusarvojen normalisointi tämän direktiivin liitteen III lisäyksen 2 mukaisesti,
- 2.21 'opasimetrillä' tarkoitetaan laitetta, jolla mitataan savuhiukkasten opasiteettia valon vähenemisperiaatteen mukaisesti,
- 2.22 'maakaasun ryhmällä' tarkoitetaan joko H- tai L-ryhmää sellaisina kuin ne on määritelty marraskuussa 1993 annetussa eurooppalaisessa standardissa EN 437,
- 2.23 'itsesäätyvyydellä' tarkoitetaan moottorin laitetta, jonka avulla ilman ja polttoaineen suhde pidetään vakiona,
- 2.24 'uudelleenkalibroinnilla' tarkoitetaan maakaasumoottorin hienosäätöä, jonka avulla sama suorituskyky (teho, polttoaineen kulutus) saavutetaan toisen lajin maakaasulla,
- 2.25 'Wobben indeksillä (alempi Wl tai ylempi Wu)' tarkoitetaan kaasun tilavuusyksikköä kohti mitatun vastaavan lämpöarvon ja kaasun suhteellisen tiheyden neliöjuuren suhdetta samoissa viiteolosuhteissa seuraavan kaavan mukaisesti:

$$W = H_{gas} \times \sqrt{\rho_{air} / \rho_{gas}}$$

<sup>(1)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.

<sup>(2)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

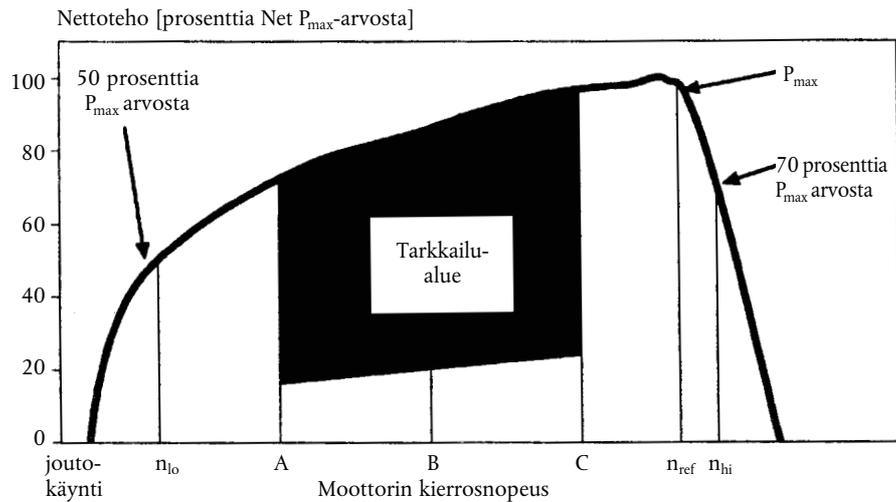
- 2.26  $\lambda$ -muutoskertoimella (S') tarkoitetaan lauseketta, joka kuvaa moottorin hallintajärjestelmältä vaadittavaa ilman ylimäärän  $\lambda$  muutoksen mukautuvuutta, jos moottorin polttoaineena käytetään koostumukseltaan puhtaasta metaanista eroavaa kaasua ( $S_{\lambda}$ :n laskeminen: ks. liite VII).
- 2.27 'erittäin ympäristöystävällisellä ajoneuvolla' (EYA) tarkoitetaan ajoneuvoa, jonka käyttövoimana on moottori, joka ei ylitä tässä liitteessä olevan 6.2.1 jakson taulukoiden rivillä C annettuja päästöjen suurimpia sallittuja raja-arvoja,
- 2.28 'estolaitteella' tarkoitetaan moottorin tai ajoneuvon rakenteeseen kuuluvaa laitetta, joka mittaa tai havainnoi ajoneuvon nopeutta, moottorin kierrosnopeutta, vaihdetta, lämpötilaa, imusarjan painetta tai jotain muuta parametriä aktivoitakseen, muuttaakseen, viivästääkseen tai palauttaakseen päästöjenrajoitusjärjestelmän jonkin osan toiminnan siten, että päästöjenrajoitusjärjestelmän tehokkuus ajoneuvon tavanomaisen käytön aikana vähenee.

Tällaista laitetta ei pidetä estolaitteena, jos

- laite on perustellusti tarpeen moottorin tilapäiseksi suojaamiseksi sellaisia ajoittaisia käyttöolosuhteita vastaan, jotka voisivat johtaa moottorin vaurioitumiseen tai häiröön, eikä tähän tarkoitukseen ole käytettävissä muita toimenpiteitä, jotka eivät vähentäisi päästöjenrajoitusjärjestelmän tehokkuutta,
- laite toimii ainoastaan tarvittaessa moottorin käynnistämisen ja/tai lämmittämisen aikana, eikä tähän tarkoitukseen ole käytettävissä muita toimenpiteitä, jotka eivät vähentäisi päästöjenrajoitusjärjestelmän tehokkuutta.

Kuva 1

#### Testisykliäen spesifiset määritelmät



#### 2.29 Symbolit ja lyhenteet

##### 2.29.1 Testimuuttujien symbolit

Symboli	Yksikkö	Termi
$A_p$	$m^2$	Isokineettisen näyteenottoanturin poikkileikkauksen pinta-ala
$A_T$	$m^2$	Pakoputken poikkileikkauksen pinta-ala
$CE_E$	—	Etaanihyötysuhde
$CE_M$	—	Metaanihyötysuhde
CI	—	Hiilivetyjen hiili 1 -vastaavuus

Symboli	Yksikkö	Termi
conc	ppm/vol%	Konsentraatiota ilmaiseva alaindeksi
$D_0$	$m^3/s$	PDP-kalibrointiyhtälön vakiotekijä
DF	—	Laimennuskerroin
D	—	Besselin funktion vakio
E	—	Besselin funktion vakio
$E_Z$	g/kWh	Tarkistuspisteen interpoloitu $NO_x$ -päästö
$f_a$	—	Laboratorion olosuhdekerroin
$f_c$	$s^{-1}$	Bessel-suodattimen katkaisutaajuus
$F_{FH}$	—	Polttoainekohtainen kerroin kosteuskorjauksen laskemiseksi
$F_S$	—	Stoikiometrinen kerroin
$G_{AIRW}$	kg/h	Imuilman massavirta (kosteaa)
$G_{AIRD}$	kg/h	Imuilman massavirta (kuiva)
$G_{DILW}$	kg/h	Laimennusilman massavirta (kosteaa)
$G_{EDFW}$	kg/h	Vastaava laimennetun pakokaasun massavirta (kosteaa)
$G_{EXHW}$	kg/h	Pakokaasun massavirta (kosteaa)
$G_{FUEL}$	kg/h	Polttoaineen massavirta
$G_{TOTW}$	kg/h	Laimennetun pakokaasun massavirta (kosteaa)
H	$MJ/m^3$	Lämpöarvo
$H_{REF}$	g/kg	Absoluuttisen kosteuden viitearvo (10,71 g/kg)
$H_a$	g/kg	Imuilman absoluuttinen kosteus
$H_d$	g/kg	Laimennusilman absoluuttinen kosteus
HTCRAT	mol/mol	Vety–hiili-suhde
i	—	Yksittäistä moodia ilmaiseva alaindeksi
K	—	Besselin vakio
k	$m^{-1}$	Valon absorptiokerroin
$K_{H,D}$	—	Dieselmootoreiden $NO_x$ :n kosteuden korjauskerroin
$K_{H,G}$	—	Kaasumootoreiden $NO_x$ :n kosteuden korjauskerroin
$K_V$	—	CFV-kalibrointitoiminto
$K_{W,a}$	—	Imuilman kuivasta kosteaan korjauksen kerroin

Symboli	Yksikkö	Termi
$K_{W,d}$	—	Laimennusilman kuivasta kosteaan korjauksen kerroin
$K_{W,e}$	—	Laimennetun pakokaasun kuivasta kosteaan korjauksen kerroin
$K_{W,r}$	—	Raakapakokaasun kuivasta kosteaan korjauksen kerroin
L	%	Testimoottorin vääntömomentti prosentteina suurimmasta vääntömomentistä
$L_a$	m	Tehollinen optisen reitin pituus
m		PDP-kalibrointiyhtälön kulmakerrointekijä
mass	g/h tai g	Päästöjen massavirtaa ilmaiseva alaindeksi
$M_{DIL}$	kg	Hiukkasten keruussa käytettävien suodattimien läpi kulkevan laimennusilmanäytteen massa
$M_d$	mg	Kerätyn laimennusilman hiukkasnäytteen massa
$M_f$	mg	Kerätyn hiukkasnäytteen massa
$M_{f,p}$	mg	Ensisijaiseen suodattimeen kerätyn hiukkasnäytteen massa
$M_{f,b}$	mg	Toissijaiseen suodattimeen kerätyn hiukkasnäytteen massa
$M_{SAM}$	kg	Hiukkasten keruussa käytettävien suodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasunäytteen massa
$M_{SEC}$	kg	Toisilaimennusilman massa
$M_{TOTW}$	kg	CVS-kokonaismassa syklin aikana kosteana
$M_{TOTW,i}$	kg	Hetkellinen CVS-massa kosteana
N	%	Opasiteetti
$N_p$	—	PDP:n kokonaiskierrosluku syklin aikana
$N_{p,i}$	—	PDP:n kierrosluku tietyssä aikana
n	$\text{min}^{-1}$	Moottorin kierrosnopeus
$n_p$	$\text{s}^{-1}$	PDP:n kierrosnopeus
$n_{hi}$	$\text{min}^{-1}$	Korkea kierrosnopeus
$n_{lo}$	$\text{min}^{-1}$	Alhainen kierrosnopeus
$n_{ref}$	$\text{min}^{-1}$	Moottorin viitekierrosnopeus ETC-testissä
$p_a$	kPa	Kylläisen vesihöyryn paine moottorin imuilmassa
$p_A$	kPa	Absoluuttinen paine
$p_B$	kPa	Ilman kokonaispaine

Symboli	Yksikkö	Termi
$p_d$	kPa	Kylläisen vesihöyryn paine laimennusilmassa
$p_s$	kPa	Kuiva ilmanpaine
$p_1$	kPa	Alipaine CVS-laitteen PDP-pumpun sisäänmenokohdassa
$P(a)$	kW	Testin ajaksi asennettavien apulaitteiden käyttöteho
$P(b)$	kW	Testin ajaksi poistettavien apulaitteiden käyttöteho
$P(n)$	kW	Korjaamaton nettoteho
$P(m)$	kW	Testipenkissä mitattu teho
$V$	—	Besselin vakio
$Q_s$	m <sup>3</sup> /s	CVS-laitteen kokonaisvirtaama
$q$	—	Laimennussuhde
$r$	—	Isokineettisen anturin ja pakoputken poikkileikkausten pinta-alojen suhde
$R_a$	%	Imuilman suhteellinen kosteus
$R_d$	%	Laimennusilman suhteellinen kosteus
$R_f$	—	FID-vastekerroin
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Tiheys
$S$	kW	Dynamometrin asetusarvo
$S_i$	m <sup>-1</sup>	Hetkellinen savutusarvo
$S_\lambda$	—	$\lambda$ -muutoskerroin
$T$	K	Absoluuttinen lämpötila
$T_a$	K	Imuilman absoluuttinen lämpötila
$t$	s	Mittausaika
$t_e$	s	Sähköinen vasteaika
$t_f$	s	Suodattimen vasteaika Besselin funktiota varten
$t_p$	s	Fyysinen vasteaika
$\Delta t$	s	Peräkkäisten savumittausarvojen aikaväli (= 1/näytteenottotaajuus)
$\Delta t_i$	s	Näyteväli määritettäessä hetkellistä virtaamaa CFV-laitteessa
$\tau$	%	Savun läpinäkyvyys
$V_0$	m <sup>3</sup> /rev	PDP-laitteen todellinen tilavuusvirtaama
$W$	—	Wobben indeksi
$W_{act}$	kWh	ETC:n todellinen sykliteho

Symboli	Yksikkö	Termi
$W_{ref}$	kWh	ETC:n viitesykliteho
WF	—	Painokerroin
$WF_E$	—	Tehollinen painokerroin
$X_0$	$m^3/rev$	PDP-laitteen tilavuusvirtaaman kalibrointisuure
$Y_i$	$m^{-1}$	Savuaron 1 sekunnin Bessel-keskiarvo

### 2.29.2 Kemiallisten komponenttien symbolit

$CH_4$	Metaani
$C_2H_6$	Etaani
$C_3H_8$	Propaani
CO	Hiilimonoksidi
DOP	Di-oktyyliftalaatti
$CO_2$	Hiilidioksidi
HC	Hiilivedyt
NMHC	Metaanittomat hiilivedyt
$NO_x$	Typen oksidit
NO	Typpioksidi
$NO_2$	Typpidioksidi
PT	Hiukkaset

### 2.29.3 Lyhenteet

CFV	Kriittisen aukon virtaamaan perustuva vakiotilavuusvirtalaite
CLD	Kemiluminisenssi-analysaattori
ELR	Eurooppalainen kuormavastetestisykli (European Load Response Test Cycle)
ESC	Eurooppalainen vakiotilainen testisykli (European Steady State Test Cycle)
ETC	Eurooppalainen muuttuvatilainen testisykli (European Transient Test Cycle)
FID	Liekin ionisaatioilmaisim
GC	Kaasukromatografi
HCLD	Lämmitettävä kemiluminisenssi-analysaattori
HFID	Lämmitettävä liekki-ionisaatioilmaisim
LPG	Nestekaasu
NDIR	Non-dispersive-tyyppinen infrapuna-analysaattori
NG	Maakaasu
NMC	Metaanierotin

## 3 EY-TYYPIHYVÄKSYNTÄHAKEMUS

### 3.1 Moottorityyppejä tai moottoriperhettä erillisenä teknisenä yksikkönä koskeva EY-tyyppihyväksyntähakemus

3.1.1 Moottorin valmistajan tai valtuutetun edustajan on tehtävä moottorityypin tai moottoriperheen hyväksyntähakemus dieselmoottoreiden kaasu- ja hiukkaspäästöjen tason sekä kaasumoottoreiden kaasupäästöjen tason osalta.

3.1.2 Hakemukseen on sisällyttävä seuraavat asiakirjat kolmena kappaleena sekä seuraavat tiedot:

3.1.2.1 moottorityypin tai tarvittaessa moottoriperheen kuvaus, joka sisältää tämän direktiivin liitteessä II tarkoitettujen, direktiivin 70/156/ETY 3 ja 4 artiklan mukaiset tiedot.

3.1.3 Liitteessä II kuvattujen "moottorityypin" tai "kantamoottorin" ominaisuuksien mukainen moottori on luovutettava 6 kohdassa määritellyt hyväksyntätestit suorittavalle tekniselle tutkimuslaitokselle.

### 3.2 Ajoneuvotyyppin EY-tyyppihyväksyntähakemus sen moottorin osalta

3.2.1 Ajoneuvon valmistajan tai valtuutetun edustajan on tehtävä ajoneuvon hyväksyntähakemus sen dieselmoottorin tai moottoriperheen kaasu- ja hiukkaspäästöjen tason ja sen kaasumoottorin tai moottoriperheen kaasupäästöjen tason osalta.

3.2.2 Hakemukseen on sisällyttävä seuraavat asiakirjat kolmena kappaleena sekä seuraavat tiedot:

3.2.2.1 ajoneuvotyyppin, moottoriin liittyvien ajoneuvon osien sekä moottorityyppin ja tarvittaessa moottoriperheen kuvaus, joka sisältää tämän direktiivin liitteessä II tarkoitetut tiedot sekä direktiivin 70/156/ETY 3 artiklan soveltamiseen vaadittavat asiakirjat.

### 3.3 Hyväksytyllä moottorilla varustetun ajoneuvotyyppin EY-tyyppihyväksyntähakemus

3.3.1 Ajoneuvon valmistajan tai valtuutetun edustajan on tehtävä ajoneuvon hyväksyntähakemus sen hyväksytyyn dieselmoottorin tai moottoriperheen kaasu- ja hiukkaspäästöjen tason ja sen hyväksytyyn kaasumoottorin tai moottoriperheen kaasupäästöjen tason osalta.

3.3.2 Hakemukseen on sisällyttävä seuraavat asiakirjat kolmena kappaleena sekä seuraavat tiedot:

3.3.2.1 ajoneuvotyyppin ja moottoriin liittyvien ajoneuvon osien tarvittavat, liitteessä II tarkoitetut tiedot sisältävä kuvaus sekä jäljennös ajoneuvotyyppiin asennetun moottorin ja tarvittaessa moottoriperheen EY-tyyppihyväksyntätodistuksesta (liite VI) erillisenä teknisenä yksikkönä sekä direktiivin 70/156/ETY 3 artiklan soveltamiseen vaadittavat asiakirjat.

## 4 EY-TYYPPIHVÄKSYNTÄ

### 4.1 EY-tyyppihyväksynnän myöntäminen kaikille polttoaineille

EY-tyyppihyväksynnän myöntäminen kaikille polttoaineille edellyttää seuraavien vaatimusten täyttymistä:

4.1.1 Dieselöljyä polttoaineena käyttävä kantamoottori täyttää tämän direktiivin vaatimukset käytettäessä liitteessä IV määritettyä vertailupolttoainetta.

4.1.2 Maakaasua polttoaineena käyttävän kantamoottorin pitää pystyä käyttämään kaikkia kaupan olevia, koostumukseltaan erilaisia polttoaineita. Maakaasua on periaatteessa kahta eri lajia, suurilämpöarvoista (H-ryhmän kaasua) ja vähälämpöarvoista (L-ryhmän kaasua), joskin lämpöarvot saattavat vaihdella huomattavasti kaasuryhmien sisällä; niiden energiamäärä Wobben indeksinä ja  $\lambda$ -muutoskertoimena ( $S_{\lambda}$ ) ilmaistuna vaihtelee huomattavasti. Wobben indeksin ja  $S_{\lambda}$ -arvon laskemisessa käytettävät kaavat esitetään 2.25 ja 2.26 kohdassa. Kyseisten muuttujien vaihtelu on otettu huomioon vertailupolttoaineiden koostumuksessa.

Kantamoottorin on täytettävä tämän direktiivin vaatimukset liitteessä IV määritettyjen vertailupolttoaineiden G20 ja G25 osalta ilman eri säätöjä testien välillä.

Polttoaineen vaihdon jälkeen sallitaan kuitenkin yhden ETC-syklin mittainen mukautusajo ilman mitausta. Ennen testiä kantamoottorille on suoritettava liitteen III lisäyksessä 2 olevassa 3 kohdassa tarkoitettu menettely mukainen totutusajo.

4.1.3 Jos maakaasumoottori on tarkoitettu käytettäväksi itsesäätyvästi sekä H-ryhmän kaasulla että L-ryhmän kaasulla siten, että kaasujen energiasisältöalue valitaan katkaisimella, kantamoottori testataan sekä H- että L-ryhmän molemmilla liitteessä IV määritetyillä vertailupolttoaineilla. Katkaisimen ollessa H-ryhmän asennossa moottori testataan polttoaineilla G20 (polttoaine 1) ja G23 (polttoaine 2) ja katkaisimen ollessa L-asennossa moottori testataan polttoaineilla G23 (polttoaine 1) ja G25 (polttoaine 2). Kantamoottorin on täytettävä tämän direktiivin vaatimukset katkaisimen kummassakin asennossa ilman polttoaineen uudelleensäätöä kahden testin välillä katkaisimen kummassakin asennossa. Polttoaineen vaihdon jälkeen sallitaan kuitenkin yhden ETC-syklin mittainen mukautusajo ilman mitausta. Ennen testiä kantamoottorille on suoritettava liitteen III lisäyksessä 2 olevassa 3 kohdassa tarkoitettu menettely mukainen totutusajo.

4.1.3.1 Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata kolmannella polttoaineella (polttoaine 3), jos  $\lambda$ -muutoskerron ( $S_\lambda$ ) on polttoaineiden G20 ja G25 muutoskertoimien välillä, esimerkiksi jos polttoaine 3 on kaupan oleva polttoaine. Tämän testin tuloksia voidaan käyttää vaatimustenmukaisuusarvioinnin perustana.

4.1.3.2 Päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle määritetään seuraavasti:

$$r = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 2 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 1 osalta}}$$

tai

$$r_a = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 2 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 3 osalta}}$$

ja

$$r_b = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 1 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 3 osalta}}$$

4.1.4 Nestekaasua polttoaineena käyttävän kantamoottorin pitää pystyä käyttämään kaikkia kaupan olevia, koostumukseltaan erilaisia polttoaineita. Käytettävän nestekaasun C3/C4-koostumus vaihtelee. Nämä vaihtelut on otettu huomioon vertailupolttoaineissa. Kantamoottorin on täytettävä päästövaatimukset liitteessä IV tarkoitetuilla vertailupolttoaineilla A ja B ilman, että polttoaineen syöttöä säädetään testien välillä. Polttoaineen vaihdon jälkeen sallitaan kuitenkin yhden ETC-syklin mittainen mukautusajo ilman mittausta. Ennen testiä kantamoottorille on suoritettava liitteen III lisäyksessä 2 olevassa 3 kohdassa tarkoitetun menettelyn mukainen totutusajo.

4.1.4.1 Päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle määritetään seuraavasti:

$$r = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 2 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 1 osalta}}$$

## 4.2 Polttoainerajoitetun EY-tyyppihyväksynnän myöntäminen

Nykyisellä tekniikalla ei ole vielä mahdollista valmistaa itsesäätäviä laihaseosmaakaasumoottoreita. Kyseiset moottorit ovat kuitenkin edullisia hyötysuhteensa ja vähäisten CO<sub>2</sub>-päästöjensä vuoksi. Jos käyttäjä voi osoittaa, että hänelle toimitetaan koostumukseltaan yhdenmukaista polttoainetta, hän voi valita käyttöönsä laihaseosmoottorin. Tällaiselle moottorille voidaan myöntää polttoainerajoitettu hyväksyntä. Kansainvälisen yhdenmukaistamisen vuoksi katsotaan toivottavaksi, että kyseisen moottorin mallikappaleelle myönnetään kansainvälinen hyväksyntä. Polttoainerajoitettujen muunnosten on oltava samanlaisia lukuun ottamatta polttoaineen syöttöjärjestelmän ECU-tietokannan sisältöä ja ruiskutuslaitteiden kaltaisia polttoaineen syöttöjärjestelmän osia, joihin on tehtävä muutoksia niiden sovittamiseksi erilaiselle polttoainevirtaamalle.

Polttoainerajoitettu EY-tyyppihyväksyntä myönnetään, jos seuraavat vaatimukset täyttyvät:

4.2.1 *Joko H-ryhmän tai L-ryhmän kaasulla toimimaan säädetyn maakaasukäyttöisen moottorin pakokaasupäästöjen hyväksyntä*

Kantamoottori on testattava kahdella liitteessä IV tarkoitetuilla vastaavan kaasuryhmän vertailupolttoaineella. H-ryhmän kaasun osalta polttoaineet ovat G20 (polttoaine 1) ja G23 (polttoaine 2), L-ryhmän kaasun osalta polttoaineet ovat G23 (polttoaine 1) ja G25 (polttoaine 2). Kantamoottorin on täytettävä päästövaatimukset ilman polttoaineen syötön säätöjä testien välillä. Polttoaineen vaihdon jälkeen sallitaan kuitenkin yhden ETC-syklin mittainen mukautusajo ilman mittausta. Ennen testiä kantamoottorille on suoritettava liitteen III lisäyksessä 2 olevassa 3 kohdassa tarkoitetun menettelyn mukainen totutusajo.

4.2.1.1 Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata kolmannella polttoaineella (polttoaine 3), jos muutoskerron  $S_\lambda$  on polttoaineiden G20 ja G23 tai vastaavasti G23 ja G25 muutoskertoimien välillä, esimerkiksi jos polttoaine 3 on kaupan oleva polttoaine. Tämän testin tuloksia voidaan käyttää vaatimustenmukaisuusarvioinnin perustana.

- 4.2.1.2 Päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle määritetään seuraavasti:
- $$r = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 2 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 1 osalta}}$$
- tai
- $$r_a = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 2 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 3 osalta}}$$
- ja
- $$r_b = \frac{\text{päästötulos viitepolttoaineen 1 osalta}}{\text{päästötulos viitepolttoaineen 3 osalta}}$$
- 4.2.1.3 Asiakkaalle toimittaessa moottorissa on oltava tarra (ks. 5.1.5 kohta), josta ilmenee, mille kaasuryhmälle moottori on hyväksytty.
- 4.2.2 *Yhdellä polttoaineen koostumuksella toimimaan säädetyin, maakaasulla tai nestekaasulla käyvän moottorin pakokaasupäästöjen hyväksyntä*
- 4.2.2.1 Maakaasukäyttöisen kantamoottorin on täytettävä päästövaatimukset liitteessä IV tarkoitettujen vertailupolttoaineiden G20 ja G25 osalta ja nestekaasukäyttöisen kantamoottorin liitteessä IV tarkoitettujen vertailupolttoaineiden A ja B osalta. Polttoaineen syöttöä saa hienosäätää testien välissä. Hienosäätöön sisältyy polttoaineen syöttötietokannan uudelleenkalibrointi, kuitenkin tietokannan perusrakennetta tai sen säätöstrategiaa muuttamatta. Tarvittaessa suoraan polttoaineen virtaamaan vaikuttavat osat, esimerkiksi ruiskutuslaitteet, voi vaihtaa.
- 4.2.2.2 Valmistajan niin halutessa moottori voidaan testata vertailupolttoaineiden G20 ja G23 tai G23 ja G25 osalta, jolloin tyyppihyväksyntä on vastaavasti voimassa ainoastaan joko H-ryhmän tai L-ryhmän kaasun osalta.
- 4.2.2.3 Asiakkaalle toimittaessa moottorissa on oltava tarra (ks. 5.1.5 kohta), josta ilmenee, mikä polttoaine-koostumus moottorille on kalibroitu.
- 4.3 **Moottoriperheen jäsenen pakokaasupäästöjen hyväksyntä**
- 4.3.1 Jäljempänä 4.3.2 kohdassa mainittua poikkeusta lukuun ottamatta kantamoottorin hyväksyntä koskee kaikkia moottoriperheen jäseniä ilman eri testejä käytettäessä polttoainetta, joka kuuluu koostumukseltaan ryhmään, jolle kantamoottori on hyväksytty (4.2.2 kohdassa kuvattujen moottoreiden osalta) tai samaa polttoaineryhmää (4.1 tai 4.2 kohdassa kuvattujen moottoreiden osalta), jolle kantamoottori on hyväksytty.
- 4.3.2 *Toissijainen testimoottori*
- Jos hyväksyntäviranomaisen havaitsee moottoriperheeseen kuuluvan moottorin tyyppihyväksyntähakemuksen tai ajoneuvon moottorin tyyppihyväksyntähakemuksen yhteydessä, että jätetty hakemus ei valitun kantamoottorin osalta täysin edusta liitteen I lisäyksessä 1 määritettyä moottoriperhettä, hyväksyntäviranomaisen voi valita testattavaksi vaihtoehdoisen ja tarvittaessa uuden viitetestimoottorin.
- 4.4 **Tyyppihyväksyntätodistus**
- Edellä 3.1, 3.2 ja 3.3 kohdassa tarkoitetun hyväksynnän osalta myönnetään liitteessä VI määritetyn mallin mukainen todistus.
- 5 MOOTTORIMERKINNÄT
- 5.1 Teknisenä yksikkönä hyväksytyssä moottorissa on oltava seuraavat merkinnät:
- 5.1.1 moottorin valmistajan tavaramerkki tai kaupan nimi,

- 5.1.2 valmistajan kaupallinen kuvaus,
- 5.1.3 EY-tyyppihyväksyntänumero, jonka edellä on EY-tyyppihyväksynnän myöntäneen maan tunnuskirjain tai -numero (tunnuskirjaimet tai -numerot) <sup>(1)</sup>.
- 5.1.4 Maakaasumoottorissa on EY-tyyppihyväksyntänumeron jälkeen oltava jokin seuraavista merkinnöistä:
- H, jos moottori on hyväksytty ja kalibroitu H-ryhmän kaasujen osalta,
  - L, jos moottori on hyväksytty ja kalibroitu L-ryhmän kaasujen osalta,
  - HL, jos moottori on hyväksytty ja kalibroitu sekä H- että L-ryhmän kaasujen osalta,
  - H<sub>v</sub>, jos moottori on kalibroitu ja hyväksytty tietyn H-ryhmän kaasun koostumuksen osalta ja moottori voidaan muuttaa jollekin toiselle H-ryhmän kaasulle hienosäätämällä moottorin polttoainejärjestelmää,
  - L<sub>v</sub>, jos moottori on kalibroitu ja hyväksytty tietyn L-ryhmän kaasun koostumuksen osalta ja moottori voidaan muuttaa jollekin toiselle L-ryhmän kaasulle hienosäätämällä moottorin polttoainejärjestelmää,
  - HL<sub>v</sub>, jos moottori on kalibroitu ja hyväksytty tietyn joko H- tai L-ryhmän kaasun koostumuksen osalta ja moottori voidaan muuttaa jollekin toiselle H- tai L-ryhmän kaasulle hienosäätämällä moottorin polttoainejärjestelmää.
- 5.1.5 *Tarrat*
- Polttoainerajoituksin hyväksytyssä maakaasu- tai nestekaasumoottorissa on oltava seuraavat tarrat:
- 5.1.5.1 *Sisältö*
- Tarrassa on oltava seuraavat tiedot:
- Edellä 4.2.1.3 kohdan tapauksessa tarrassa on oltava teksti: "AINOASTAAN H-RYHMÄN MAAKAASUN KÄYTTÖ SALLITTUA". Tarvittaessa kirjain H korvataan kirjaimella L.
- Edellä 4.2.2.3 kohdan tapauksessa tarrassa on oltava teksti: "AINOASTAAN ...-LUOKAN MAAKAASUN KÄYTTÖ SALLITTUA" tai tarvittaessa "AINOASTAAN ...-LUOKAN NESTEKAASUN KÄYTTÖ SALLITTUA". Liitteen IV vastaavan taulukon (vastaavien taulukoiden) tiedot sekä moottorin valmistajan määrittämät yksittäiset komponentit ja rajat on annettava.
- Kirjainten ja numeroiden on oltava vähintään 4 mm korkeita.
- Huomautus:*
- Jos tällaisen tarran sijoittaminen ei tilan puutteen vuoksi ole mahdollista, voidaan käyttää yksinkertaistettua koodia. Tässä tapauksessa kaikki edellä tarkoitetut tiedot sisältävän selvityksen on oltava vaivattomasti polttoainesäiliön täyttävän tai moottoria ja sen lisälaitteita huoltavan tai korjaavan henkilön sekä asianmukaisten viranomaisten saatavilla. Valmistaja ja hyväksyntäviranomaiset sopivat keskenään selvityksen paikasta ja sisällöstä.
- 5.1.5.2 *Ominaisuudet*
- Tarrojen on kestettävä moottorin käyttöikä. Tarrojen on oltava helppolukuisia, ja niiden kirjainten ja numeroiden on oltava kulumattomia. Lisäksi tarrat on kiinnitettävä siten, että niiden kiinnitys kestää moottorin käyttöä eikä tarroja voi irrottaa tuhoamatta tai vahingoittamatta niitä.

<sup>(1)</sup> 1 = Saksa, 2 = Ranska, 3 = Italia, 4 = Alankomaat, 5 = Ruotsi, 6 = Belgia, 9 = Espanja, 11 = Yhdistynyt kuningaskunta, 12 = Itävalta, 13 = Luxemburg, 16 = Norja, 17 = Suomi, 18 = Tanska, 21 = Portugali, 23 = Kreikka, FL = Liechtenstein, IS = Islanti, IRL = Irlanti.

### 5.1.5.3 Sijoittaminen

Tarrat on kiinnitettävä moottorin sellaiseen osaan, joka on tarpeen moottorin tavanomaisessa käytössä ja jota ei yleensä tarvitse vaihtaa moottorin käyttöänsä aikana. Lisäksi tarrat on sijoitettava siten, että ne ovat helposti nähtävissä, kun moottoriin on asennettu kaikki moottorin käytön kannalta tarpeelliset apulaitteet.

5.2 Ajoneuvotyyppin moottorin EY-tyyppihyväksyntähakemuksen osalta 5.1.5 kohdassa tarkoitettu merkintä on myös sijoitettava polttoaineen täyttöaukon läheisyyteen.

5.3 Hyväksytyllä moottorilla varustetun ajoneuvotyyppin EY-tyyppihyväksyntähakemuksen osalta 5.1.5 kohdassa tarkoitettu merkintä on myös sijoitettava polttoaineen täyttöaukon läheisyyteen.

## 6 ERITELMÄT JA TESTIT

### 6.1 Yleistä

Ne osat, jotka voivat vaikuttaa dieselmootorin kaasu- ja hiukkaspäästöihin ja kaasumootorin kaasupäästöihin, on suunniteltava, rakennettava ja koottava siten, että moottori on tavanomaisessa käytössä tämän direktiivin vaatimusten mukainen.

6.1.1 Estolaitteen ja/tai irrationaalisen päästöjenrajoitusmenetelmän käyttö on kielletty. Jos tyyppihyväksyntäviranomaisen epäilee, että ajoneuvotyyppissä käytetään tietyissä käyttöolosuhteissa estolaitetta (-laitteita) ja/tai irrationaalista päästöjenrajoitusmenetelmää, valmistajan on pyynnöstä toimitettava tiedot tällaisten laitteiden ja/tai rajoitusmenetelmän toiminnasta ja niiden käytön vaikutuksista päästöihin. Tietoihin on sisällyttävä kuvaus kaikista päästöjenrajoitusjärjestelmän osista sekä polttoaineensäätöjärjestelmän toimintaperiaate, mukaan lukien ajoitusmenetelmät ja kytkentäpisteet kaikilla käyttötapoilla. Näitä tietoja on pidettävä tiukasti luottamuksellisina, eikä niitä liitetä liitteessä I olevassa 3 jaksossa edellytettävään aineistoon.

### 6.2 Kaasu- ja hiukkaspäästöjä sekä savua koskevat eritelmät

Jäljempänä 6.2.1 kohdassa olevien taulukoiden rivin A mukaista tyyppihyväksyntää varten tavanomaisten dieselmootoreiden, mukaan lukien ne moottorit, joissa käytetään elektronista polttoaineen ruiskutusta, pakokaasujen kierrätystä (EGR), ja/tai hapettavaa katalysaattoria, päästöt määritetään ESC- ja ELR-testeissä. Dieselmootorit, joissa käytetään kehittyneitä pakokaasujen jälkikäsittelymenetelmiä, mukaan lukien typenpoistokatalysaattorit (deNOX) ja/tai hiukkasloukut, testataan lisäksi ETC-testissä.

Jäljempänä 6.2.1 kohdassa olevien taulukoiden rivin B1 tai B2 tai C mukaista tyyppihyväksyntätestausta varten päästöt määritellään ESC-, ELR- ja ETC-testeissä.

Kaasumootoreiden kaasupäästöt määritetään ETC-testissä.

ESC- ja ELR-testausmenettelyt kuvataan liitteen III lisäyksessä 1 ja ETC-testausmenettely liitteen III lisäyksessä 2 ja 3.

Testattavaksi toimitetun moottorin kaasupäästöt ja tarvittaessa hiukkaspäästöt sekä savu mitataan liitteen III lisäyksessä 4 kuvatuilla menetelmillä. Liitteessä V kuvataan kaasupäästöjen suositeltavat analysointimenetelmät, suositeltavat näytteenottojärjestelmät ja suositeltava savunmittausjärjestelmä.

Tekninen tutkimuslaitos saattaa hyväksyä muita järjestelmiä tai analysointilaitteita, jos niiden havaitaan tuottavan samat tulokset vastaavassa testisyklissä. Järjestelmän vastaavuus määritetään vähintään seitsemän harkittavan järjestelmän ja tämän direktiivin viitejärjestelmän välisen näyteparin korrelaatiotutkimuksen perusteella. Hiukkaspäästöjen osalta viitejärjestelmäksi katsotaan ainoastaan täysvirtauslaimennusjärjestelmä. 'Tulos' tarkoittaa tietyn syklin päästöarvoja. Korrelaatiotestaus on suoritettava samassa laboratoriossa, testisolussa ja samalla testimoottorilla, ja se suositellaan suoritettavaksi samanaikaisesti.

Vastaavuuden peruste on  $\pm 5$  prosentin yhdenmukaisuus näyteparien keskiarvojen välillä. Uuden järjestelmän sisällyttämiseksi direktiiviin vastaavus on määritettävä laskemalla toistettavuus ISO 5725 -standardissa kuvatulla tavalla.

### 6.2.1 Raja-arvot

Hiilimonoksidin, kaikkien hiilivetyjen, typen oksidien ja hiukkasten ESC-testissä määritetyt massat sekä ELR-testissä määritetty savun läpinäkyvyys eivät saa ylittää taulukossa 1 esitettyjä arvoja.

Taulukko 1

Raja-arvot — ESC- ja ELR-testit

Rivi	Hiilimonoksidin massa (CO) g/kWh	Hiilivetyjen massa (HC) g/kWh	Typen oksidien massa (NO <sub>x</sub> ) g/kWh	Hiukkasten massa (PT) g/kWh	Savu m <sup>-1</sup>
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 <sup>(1)</sup>	0,8
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (EYA)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

<sup>(1)</sup> Moottoreille, joiden iskutilavuus sylinteriä kohti on alle 0,75 dm<sup>3</sup> ja joiden nimellistehon kierrosnopeus on yli 3 000 min<sup>-1</sup>.

Niiden dieselmoottoreiden, jotka lisäksi testataan ETC-testissä, ja erityisesti kaasumoottoreiden osalta hiilimonoksidin, metaanittomien hiilivetyjen, metaanin (tarvittaessa), typen oksidien ja hiukkasten (tarvittaessa) määritetyt massat eivät saa ylittää taulukossa 2 esitettyjä arvoja.

Taulukko 2

Raja-arvot — ETC-testit <sup>(1)</sup>

Rivi	Hiilimonoksidin massa (CO) g/kWh	Metaanittomien hiilivetyjen massa (NMHC) g/kWh	Metaanin massa (CH <sub>4</sub> ) <sup>(2)</sup> g/kWh	Typen oksidien massa (NO <sub>x</sub> ) g/kWh	Hiukkasten massa (PT) <sup>(3)</sup> g/kWh
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 <sup>(4)</sup>
B 1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B 2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
C (EYA)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02

<sup>(1)</sup> ETC-testien hyväksyttävyyden tarkastamisessa noudatettavia edellytyksiä (katso liite III, lisäys 2, 3.9 kohta) tarkastellaan uudelleen ja tarvittaessa muutetaan direktiivin 70/156/ETY 13 artiklassa säädetyn menettelyn mukaisesti mitattaessa kaasukäyttöisten moottoreiden päästöjä suhteessa rivillä A esitettyihin raja-arvoihin.

<sup>(2)</sup> Ainoastaan maakaasumoottoreille.

<sup>(3)</sup> Ei sovelleta kaasukäyttöisiin moottoreihin vaiheessa A ja vaiheessa B1 ja B2.

<sup>(4)</sup> Moottoreille, joiden iskutilavuus sylinteriä kohti on alle 0,75 dm<sup>3</sup> ja joiden nimellistehon kierrosnopeus on yli 3 000 min<sup>-1</sup>.

- 6.2.2 *Diesel- ja kaasumootoreiden hiilivety päästöjen mittaukset*
- 6.2.2.1 Valmistaja voi halutessaan mittaattaa kaikkien hiilivetyjen kokonaismassan ETC-testissä metaanittomien hiilivetyjen mittauksen sijasta. Tässä tapauksessa kaikkien hiilivetyjen kokonaismassan raja-arvo on sama kuin taulukon 2 metaanittomien hiilivetyjen massan raja-arvo.
- 6.2.3 *Dieselmootoreiden erityisvaatimukset*
- 6.2.3.1 Tarkistusalueen satunnaisilla kohdilla ESC-testissä mitatut typen oksidien spesifiset massat saavat ylittää rinnakkaisista testitiloista saatavat interpoloidut arvot enintään kymmenellä prosentilla (viite liite III, lisäys 1, 4.6.2 ja 4.6.3 kohta).
- 6.2.3.2 ELR-testin satunnaisen testinopeuden savu-arvo saa ylittää joko rinnakkaisten testinopeuksien suurimman savu-arvon enintään 20 prosentilla tai raja-arvon enintään 5 prosentilla sen mukaan, kumpi on suurempi.

## 7 ASENNUS AJONEUVOON

- 7.1 Ajoneuvon moottoriasennuksen on oltava seuraavien ominaisuuksien mukainen moottorin tyyppihyväksynnän mukaan:
- 7.1.1 imualipaine ei saa olla tyyppihyväksytylle moottorille liitteessä VI määritettyä suurempi,
- 7.1.2 pakojärjestelmän vastapaine ei saa olla tyyppihyväksytylle moottorille liitteessä VI määritettyä suurempi,
- 7.1.3 pakojärjestelmän tilavuus saa poiketa enintään 40 prosenttia tyyppihyväksytylle moottorille liitteessä VI määritetystä arvosta,
- 7.1.4 moottorin käyttämiseen tarvittavien apulaitteiden käyttöteho ei saa olla tyyppihyväksytylle moottorille liitteessä VI määritettyä suurempi.

## 8 MOOTTORIPERHE

### 8.1 Moottoriperheen määrittävät muuttujat

Moottorin valmistajan määrittämä moottoriperhe voidaan määritellä perheeseen kuuluvien moottoreiden yhteisten perusominaisuuksien avulla. Joissain tapauksissa muuttujien välillä saattaa olla vuorovaikutusta. Nämä tekijät on myös otettava huomioon, jotta varmistetaan, että moottoriperheeseen sisällytetään ainoastaan moottoreita, joiden pakokaasupäästöjen ominaisuudet ovat samanlaiset.

Moottoreiden voidaan katsoa kuuluvan samaan moottoriperheeseen, jos niiden seuraavat muuttujat ovat samat:

- 8.1.1 Työtapa:
- kaksitahti
  - nelitahti
- 8.1.2 Jäähdytysjärjestelmä:
- ilma
  - vesi
  - öljy
- 8.1.3 Kaasumootoreiden ja jälkikäsitteilylaitteilla varustettujen moottoreiden osalta
- sylinteriluku

(muiden dieselmootoreiden, joissa on vähemmän sylintereitä kuin kantamoottorissa, voidaan katsoa kuuluvan samaan moottoriperheeseen, jos polttoaineen syöttöjärjestelmä syöttää polttoaineen kullekin sylinterille erikseen.)

- 8.1.4 Yksittäisen sylinterin iskutilavuus:
- enintään 15 prosentin hajonta moottoriperheen sisällä
- 8.1.5 Ilman täytösmenetelmä:
- luonnollinen ilmanotto
  - paineahdettu
  - paineahdettu ahtoilman jäähdyttimellä
- 8.1.6 Palotilan tyyppi tai rakenne:
- esikammio
  - pyörrekammio
  - avokammio
- 8.1.7 Venttiilit ja kanavat — sijainti, koko ja lukumäärä:
- sylinterin kansi
  - sylinterin seinämä
  - kampikammio
- 8.1.8 Polttoainejärjestelmä (dieselmoottorit):
- pumppu-putki-suutin
  - rivipumppu
  - jakajapumppu
  - yksikköpumppu
  - yksikkösuutin
- 8.1.9 Polttoainejärjestelmä (kaasumotorit):
- sekoitusyksikkö
  - kaasuinduktio/ruiskutus (yksipiste, monipiste)
  - nesteruiskutus (yksipiste, monipiste)
- 8.1.10 Sytytysjärjestelmä (kaasumotorit)
- 8.1.11 Muut ominaisuudet:
- pakokaasujen kierrätys
  - veden ruiskutus/emulsio
  - apuilman ruiskutus
  - ahtimen jäähdytysjärjestelmä
- 8.1.12 Pakokaasun jälkikäsitteily:
- kolmitiekatalysaattori
  - hapetuskatalysaattori
  - pelkistyskatalysaattori
  - lämpöreaktori
  - hiukkasloukku

## 8.2 Kantamoottorin valitseminen

### 8.2.1 Dieselmoottorit

Moottoriperheen kantamoottori valitaan käyttäen ensisijaisena valintaperusteena suurinta polttoaineen syöttöä tahtia kohti ilmoitetulla suurimmalla vääntömomentin kierrosnopeudella. Jos tämä valintaperuste on sama kahdella tai usealla moottorilla, kantamoottori valitaan käyttäen toissijaisena valintaperusteena suurinta polttoaineen syöttöä tahtia kohti nimelliskierrosnopeudella. Joissakin tapauksissa hyväksyntäviranomaisen saattaa tulla siihen tulokseen, että moottoriperheen suurimpien päästöarvojen määrittämiseen tarvitaan toinen moottori. Tämän vuoksi hyväksyntäviranomaisen saattaa valita jonkin muun moottorin, jos joidenkin ominaisuuksien perusteella voidaan päätellä, että kyseisen moottorin päästöt ovat moottoriperheen moottoreiden suurimmat.

Jos perheen moottoreissa on muita ominaisuuksia, joiden voidaan olettaa vaikuttavan pakokaasupäästöihin, nämä ominaisuudet on tunnistettava ja otettava huomioon perheen kantamoottoria valittaessa.

### 8.2.2 Kaasumoottorit

Perheen kantamoottori valitaan käyttäen ensisijaisena valintaperusteena suurinta iskutilavuutta. Jos tämä peruste on sama kahdella tai usealla moottorilla, kantamoottori valitaan toissijaisten valintaperusteiden avulla seuraavassa järjestyksessä:

- suurin polttoaineen syöttö tahtia kohti ilmoitetun nimellistehon kierrosnopeudella,
- suurin sytytysennakko,
- alhaisin EGR-arvo,
- ei ilmapumppua tai ilmapumpun alhaisin todellinen virtaama.

Joissakin tapauksissa hyväksyntäviranomaisen saattaa tulla siihen tulokseen, että perheen suurimpien päästöarvojen määrittämiseen tarvitaan toinen moottori. Tämän vuoksi hyväksyntäviranomaisen saattaa valita jonkin muun moottorin, jos joidenkin ominaisuuksien perusteella voidaan päätellä, että kyseisen moottorin päästöt ovat moottoriperheen moottoreiden suurimmat.

## 9 TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUS

### 9.1 Toimenpiteet tuotannon vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi on toteutettava direktiivin 70/156/ETY 10 artiklan mukaisesti. Tuotannon vaatimustenmukaisuus tarkistetaan tämän direktiivin liitteen VI mukaisten tyyppihyväksyntätodistusten kuvausten perusteella.

Direktiivin 70/156/ETY liitteessä X olevaa 2.4.2 ja 2.4.3 kohtaa sovelletaan, jos toimivaltaiset viranomaiset eivät ole tyytyväisiä valmistajan tarkastusmenettelyyn.

#### 9.1.1 Jos epäpuhtauspäästöjä mitataan ja moottorin tyyppihyväksynnällä on ollut yksi tai useita laajennuksia, testit suoritetaan vastaavaan laajennukseen liittyvässä tietopaketissa kuvatulle moottorille (kuvatuille moottoreille).

##### 9.1.1.1 Epäpuhtauksitestissä käytettävän moottorin vaatimustenmukaisuus

Kun moottori on luovutettu viranomaisille, valmistaja ei saa tehdä säätöjä valittuihin moottoreihin.

##### 9.1.1.1.1 Sarjasta otetaan satunnaisotannalla kolme moottoria. Moottoreita, jotka testataan 6.2.1 kohdassa olevan rivin A mukaista tyyppihyväksyntää varten vain ESC- ja ELR-testeillä tai vain ETC-testillä, koskevat tuotannon vaatimustenmukaisuuden tarkistamisessa sovellettavat testit. Viranomaisen suostumuksella kaikki muut 6.2.1 kohdassa olevien taulukoiden rivien A, B1 tai B2 tai C mukaisesti hyväksytyt moottorit testataan joko ESC- ja ELR-testisykleissä tai ETC-testisykleissä tuotannon vaatimustenmukaisuuden tarkistamiseksi. Raja-arvot on annettu tämän liitteen 6.2.1 kohdassa.

##### 9.1.1.1.2 Kun toimivaltainen viranomainen on tyytyväinen valmistajan ilmoittamiin tavanomaisiin tuotannonvaihteluihin, testit suoritetaan tämän liitteen lisäyksen 1 sekä moottoriajoneuvoihin ja niiden perävaunuihin sovellettavan direktiivin 70/156/ETY liitteen X mukaisesti.

Kun toimivaltainen viranomainen ei ole tyytyväinen valmistajan ilmoittamiin tavanomaisiin tuotannonvaihteluihin, testit suoritetaan tämän liitteen lisäyksen 2 sekä moottoriajoneuvoihin ja niiden perävaunuihin sovellettavan direktiivin 70/156/ETY liitteen X mukaisesti.

Valmistajan pyynnöstä testit voidaan suorittaa tämän liitteen lisäyksen 3 mukaisesti.

- 9.1.1.1.3 Vaatimustenmukaisuus todetaan moottorin näytteisiin perustuvan testin mukaan siten, että sarjan tuotannon katsotaan täyttävän vaatimustenmukaisuuden edellytykset, jos kaikkien päästöjen osalta voidaan tehdä myönteinen päätös, ja sarjan tuotannon ei katsota täyttävän vaatimustenmukaisuuden edellytyksiä, jos jollekin päästölle voidaan tehdä kielteinen päätös, vastaavassa liitteessä olevien testiperusteiden mukaisesti. Kun yhden päästön osalta on tehty myönteinen päätös, päätöstä ei voi muuttaa muita päästöjä koskevien päätösten tekemiseksi tarvittavien lisätestien vuoksi.

Jos kaikkien päästöjen osalta ei saada myönteistä päätöstä ja jos jonkin päästön osalta ei saada kielteistä päätöstä, testi suoritetaan toiselle moottorille (ks. kuva 2).

Jos päätöstä ei saada, valmistaja voi päättää keskeyttää testauksen milloin tahansa. Tällöin kirjataan kielteinen päätös.

- 9.1.1.2 Testit suoritetaan uusilla moottoreilla. Kaasumoottoreille on suoritettava liitteen III lisäyksessä 2 olevan 3 kohdan mukainen totutuskäyttö.

- 9.1.1.2.1 Valmistajan pyynnöstä testit voidaan kuitenkin suorittaa diesel- tai kaasumoottoreille, joilla on suoritettu pidempi kuin 9.1.1.2 kohdan mukainen totutuskäyttö, kuitenkin enintään 100 tuntia. Tässä tapauksessa moottorin totutuskäytön suorittaa valmistaja, joka sitoutuu siihen, ettei säädä moottoreita.

- 9.1.1.2.2 Kun valmistaja pyytää saada suorittaa 9.1.1.2.1 kohdan mukaisen totutuskäytön, totutuskäyttö voidaan suorittaa joko:

— kaikille testattaville moottoreille

tai

— ensimmäiselle testattavalle moottorille, jolloin evoluutiokerroin lasketaan seuraavasti:

— epäpuhtauspäästöt mitataan ensimmäisen testattavan moottorin 0 ja x käyttötunnilla,

— kunkin pilaavan aineen päästöjen evoluutiokerroin lasketaan 0 ja x käyttötunnin välillä:

Päästöt, x tuntia

Päästöt, 0 tuntia

Kerroin voi olla pienempi kuin yksi.

Tämän jälkeen testattaville moottoreille ei tehdä totutuskäyttöä, mutta niiden 0 käyttötunnin päästöt korjataan evoluutiokertoimella.

Tässä tapauksessa otettavat arvot ovat:

— ensimmäisen moottorin arvot kohdassa x tuntia,

— muiden moottoreiden 0 tunnin arvot, jotka kerrotaan evoluutiokertoimella.

- 9.1.1.2.3 Diesel- ja nestekaasumoottoreiden testit voidaan suorittaa kaupallisella polttoaineella. Valmistajan pyynnöstä voidaan kuitenkin käyttää liitteessä IV kuvattuja vertailupolttoaineita. Tämä edellyttää tämän liitteen kohdassa 4 kuvattuja testejä, joissa kukin kaasumoottori testataan vähintään kahdella vertailupolttoaineella.

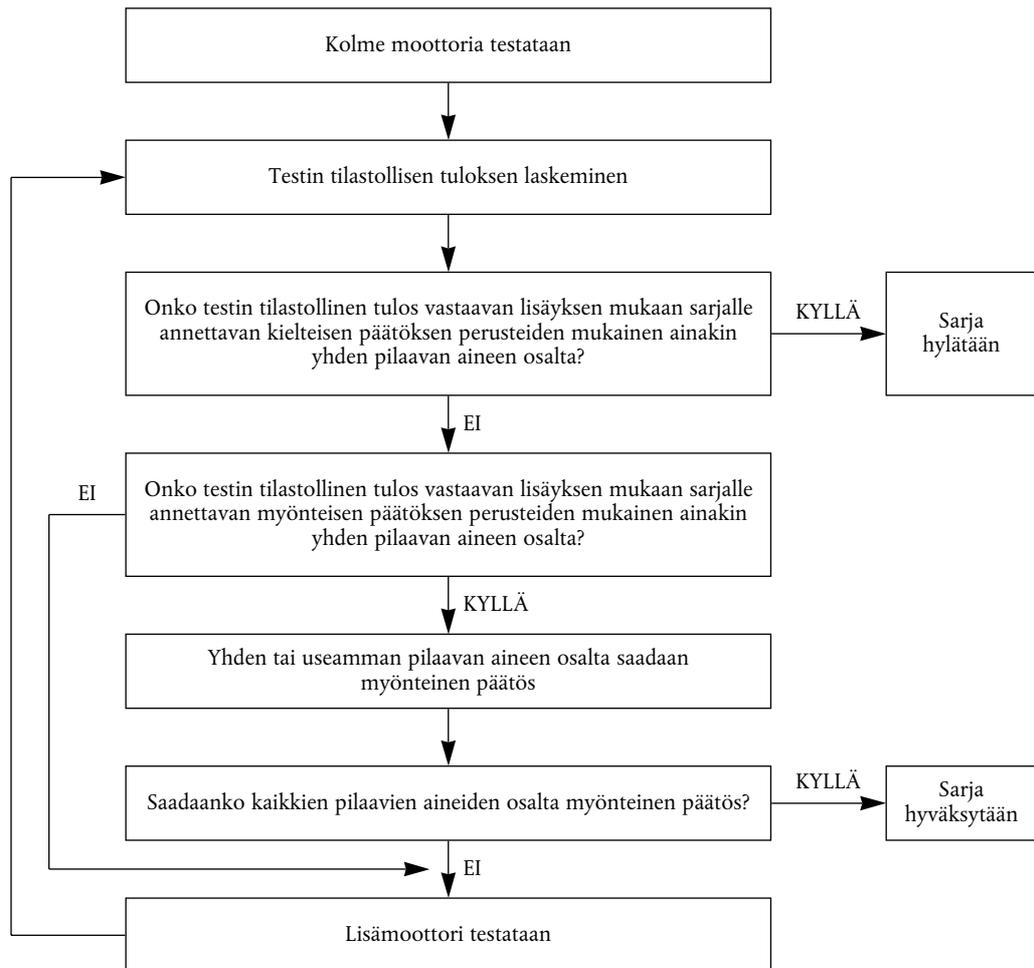
- 9.1.1.2.4 Maakaasukäyttöisten kaasumoottoreiden testit voidaan suorittaa kaupallisella polttoaineella seuraavasti:
- H-merkityt moottorit H-ryhmän kaupallisella polttoaineella,
  - L-merkityt moottorit L-ryhmän kaupallisella polttoaineella,
  - HL-merkityt moottorit H- tai L-ryhmän kaupallisella polttoaineella.

Valmistajan pyynnöstä voidaan kuitenkin käyttää liitteessä IV kuvattuja vertailupolttoaineita. Tämä edellyttää tämän liitteen kohdassa 4 kuvattuja testejä, joissa kukin kaasumoottori testataan vähintään kahdella vertailupolttoaineella.

- 9.1.1.2.5 Jos testeissä kaupallista polttoainetta käyttänyt kaasumoottori ei ole vaatimusten mukainen ja testin tulos riitautetaan, testi on suoritettava uudelleen vertailupolttoaineella, jonka osalta kantamoottori on testattu, tai mahdollisesti 4.1.3.1 ja 4.1.3.2 kohdassa tarkoitettulla kolmannella polttoaineella, jos kantamoottori on testattu kyseisen polttoaineen osalta. Tämän jälkeen tulos on muunnettava laskutoimituksella käyttäen vastaavaa kerrointa (vastaavia kertoimia)  $r$ ,  $r_a$  tai  $r_b$  sellaisina kuin ne kuvataan 4.1.3.2, 4.1.4.1 ja 4.2.1.2 kohdassa. Jos  $r$ ,  $r_a$  tai  $r_b$  on arvoltaan alle yksi, korjausta ei tehdä. Sekä mitattujen tulosten on osoitettava, että moottori on raja-arvojen mukainen kaikkien polttoaineiden osalta (polttoaineet 1 ja 2 sekä tarvittaessa polttoaine 3).
- 9.1.1.2.6 Tietyllä polttoainekoostumuksella käytettäväksi vahvistetun kaasumoottorin tuotannon vaatimustenmukaisuustestit on suoritettava polttoaineella, jolle moottori on kalibroitu.

Kuva 2

**Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testauksen kaaviokuva**



## Lisäys 1

TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUDEN TESTAUSMENETTELY, KUN TAVANOMAINEN  
TUOTANNONVAIHTELU ON TYYDYTTÄVÄ

1. Tässä lisäyksessä kuvataan menettelytavat, joita käytetään tuotannon vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen epäpuhtauspäästöjen osalta, kun valmistajan ilmoittama tavanomainen tuotannonvaihtelu on tyydyttävä.
2. Näytteidenoton menettelytapa on valittu siten, että näytteen vähimmäiskoon ollessa kolme moottoria erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 40 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,95 (tuottajan riski = 5 prosenttia), kun taas erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 65 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,10 (kuluttajan riski = 10 prosenttia).
3. Seuraavaa menettelytapaa käytetään kunkin liitteessä I olevassa 6.2.1 kohdassa mainitun pilaavan aineen osalta (ks. kuva 2):

Olkoon:

$L$  = pilaavan aineen raja-arvon luonnollinen logaritmi,

$\chi_i$  = näytteen  $i$ nnen moottorin mitatun arvon luonnollinen logaritmi,

$s$  = tuotannon tavanomaisen vaihtelun arvio (mitattujen arvojen luonnollisen logaritmin ottamisen jälkeen),

$n$  = nykyisen näytteen numero.

4. Kunkin näytteen vakioitujen poikkeamien summa raja-arvolla lasketaan seuraavan kaavan avulla:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - \chi_i)$$

5. Jonka jälkeen:
  - jos testin tilastollinen tulos on suurempi kuin näytteen koolle taulukossa 3 annettu myönteisen päätöksen luku, pilaavalle aineelle annetaan myönteinen päätös;
  - jos testin tilastollinen tulos on pienempi kuin näytteen koolle taulukossa 3 annettu kielteisen päätöksen luku, pilaavalle aineelle annetaan kielteinen päätös;
  - muussa tapauksessa testataan ylimääräinen moottori liitteessä I olevan 9.1.1.1 kohdan mukaisesti ja laskutoimitus sovelletaan näytteeseen, johon on lisätty yksi yksikkö.

Taulukko 3

Lisäyksen 1 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut

Näytteen vähimmäiskoko: 3

Testattujen moottoreiden kumulatiivinen määrä (näytteen koko)	Myönteisen päätöksen luku $A_n$	Kielteisen päätöksen luku $B_n$
3	3,327	-4,724
4	3,261	-4,790
5	3,195	-4,856
6	3,129	-4,922
7	3,063	-4,988
8	2,997	-5,054
9	2,931	-5,120
10	2,865	-5,185
11	2,799	-5,251
12	2,733	-5,317
13	2,667	-5,383
14	2,601	-5,449
15	2,535	-5,515
16	2,469	-5,581
17	2,403	-5,647
18	2,337	-5,713
19	2,271	-5,779
20	2,205	-5,845
21	2,139	-5,911
22	2,073	-5,977
23	2,007	-6,043
24	1,941	-6,109
25	1,875	-6,175
26	1,809	-6,241
27	1,743	-6,307
28	1,677	-6,373
29	1,611	-6,439
30	1,545	-6,505
31	1,479	-6,571
32	-2,112	-2,112

## Lisäys 2

## TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUDEN TESTAUSMENETTELY, KUN TAVANOMAINEN VAIHTELU EI OLE TYYDYTTÄVÄ TAI SE EI OLE KÄYTETTÄVISSÄ

1. Tässä lisäyksessä kuvataan menettelytavat, joita käytetään tuotannon vaatimustenmukaisuuden toteamiseen epäpuhtauspäästöjen osalta, kun valmistajan ilmoittama tavanomainen tuotannonvaihtelu ei ole tyydyttävä tai ei ole käytettävissä.
2. Näytteidenoton menettelytapa on valittu siten, että näytteen vähimmäiskoon ollessa kolme moottoria erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 40 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,95 (tuottajan riski = 5 prosenttia), kun taas erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 65 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,10 (kuluttajan riski = 10 prosenttia).
3. Liitteessä I olevassa 6.2.1 kohdassa mainittujen pilaavien aineiden arvojen jakauman oletetaan olevan logaritmisesti normaali, ja arvot pitää muuttaa ottamalla niiden luonnollinen logaritmi. Arvot  $m_0$  ja  $m$  ovat vastaavasti näytteen vähimmäis- ja enimmäiskoko ( $m_0 = 3$  ja  $m = 32$ ), ja  $n$  on testattavan näytteen numero.
4. Jos sarjassa mitattujen arvojen luonnolliset logaritmit ovat  $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ , ja  $L$  on pilaavan aineen raja-arvon luonnollinen logaritmi, on

$$d_i = \chi_i - L$$

ja

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$V_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

5. Taulukossa 4 esitetään myönteisen ( $A_n$ ) ja kielteisen ( $B_n$ ) päätöksen luvut kunkin näytemäärän osalta. Testin tilastollinen tulos on suhde  $\bar{d}_n/V_n$ , ja sitä käytetään sarjan myönteisen tai kielteisen päätöksen määrittämiseen seuraavasti:

Jotta  $m_0 \leq n < m$ :

- päätös on sarjan osalta myönteinen, jos  $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \leq A_n$
- päätös on sarjan osalta kielteinen, jos  $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \geq B_n$
- suoritetaan uusi mittaus, jos  $A_n < \frac{\bar{d}_n}{V_n} < B_n$

6. Huomautuksia

Seuraavat rekursiiviset kaavat ovat hyödyksi testin peräkkäisiä tilastollisia arvoja laskettaessa:

$$\bar{d}_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n$$

$$V_n^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) V_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1}$$

$$(n = 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; V_1 = 0)$$

Taulukko 4

Lisäyksen 2 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut

Näytteen vähimmäiskoko: 3

Testattujen moottoreiden kumulatiivinen määrä (näytteen koko)	Myönteisen päätöksen luku $A_n$	Kielteisen päätöksen luku $B_n$
3	-0,80381	16,64743
4	-0,76339	7,68627
5	-0,72982	4,67136
6	-0,69962	3,25573
7	-0,67129	2,45431
8	-0,64406	1,94369
9	-0,61750	1,59105
10	-0,59135	1,33295
11	-0,56542	1,13566
12	-0,53960	0,97970
13	-0,51379	0,85307
14	-0,48791	0,74801
15	-0,46191	0,65928
16	-0,43573	0,58321
17	-0,40933	0,51718
18	-0,38266	0,45922
19	-0,35570	0,40788
20	-0,32840	0,36203
21	-0,30072	0,32078
22	-0,27263	0,28343
23	-0,24410	0,24943
24	-0,21509	0,21831
25	-0,18557	0,18970
26	-0,15550	0,16328
27	-0,12483	0,13880
28	-0,09354	0,11603
29	-0,06159	0,09480
30	-0,02892	0,07493
31	-0,00449	0,05629
32	0,03876	0,03876

## Lisäys 3

## TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUDEN TESTAUSMENETTELY VALMISTAJAN PYYNNÖSTÄ

1. Tässä lisäyksessä kuvataan menettelytavat, joiden avulla valmistajan pyynnöstä varmistetaan tuotannon vaatimustenmukaisuus epäpuhtauspäästöjen osalta.
2. Näytteidenoton menettelytapa on valittu siten, että näytteen vähimmäiskoon ollessa kolme moottoria erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 30 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,90 (tuottajan riski = 10 prosenttia), kun taas erän mahdollisuus läpäistä testi silloin, kun 65 prosenttia moottoreista on viallisia, on 0,10 (kuluttajan riski = 10 prosenttia).
3. Seuraavaa menettelytapaa käytetään kunkin liitteessä I olevassa 6.2.1 kohdassa mainitun pilaavan aineen osalta (ks. kuva 2):

Olkoon:

$L$  = pilaavan aineen raja-arvo,

$x_i$  = näytteen  $i$ :n moottorin mittausarvo,

$n$  = testattavan näytteen numero.

4. Lasketaan näytteelle testin tilastollinen arvo, joka määrää ei-vaatimustenmukaisten moottoreiden määrän, eli  $x_i \geq L$ .
5. Jonka jälkeen:
  - jos testin tilastollinen tulos on pienempi tai yhtä suuri kuin näytteen koolle taulukossa 5 annettu myönteisen päätöksen luku, pilaavalle aineelle annetaan myönteinen päätös,
  - jos testin tilastollinen tulos on suurempi tai yhtä suuri kuin näytteen koolle taulukossa 5 annettu kielteisen päätöksen luku, pilaavalle aineelle annetaan kielteinen päätös,
  - muussa tapauksessa testataan ylimääräinen moottori liitteessä I olevan 9.1.1.1 kohdan mukaisesti ja laskutoimitus sovelletaan näytteeseen, johon on lisätty yksi yksikkö.

Taulukossa 5 esitetyt myönteisen ja kielteisen päätöksen luvut on laskettu kansainvälisen ISO 8422/1991 -standardin avulla.

Taulukko 5

Lisäyksen 3 näytetaulukon myönteisten ja kielteisten päätösten luvut

Näytteen vähimmäiskoko: 3

Testattujen moottoreiden kumulatiivinen määrä (näytteen koko)	Myönteisen päätöksen luku	Kielteisen päätöksen luku
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

## LIITE II

## NEUVOSTON DIREKTIIVIN 70/156/EY LIITTEEN I MUKAINEN ILMOITUSLOMAKE N:o ...

## EY-TYYPPIHYVÄKSYNNÄSTÄ

**ajoneuvojen puristusytetyismootoreiden kaasumaisten ja hiukkasmaisten päästöjen sekä ajoneuvoissa käytettävien maa- tai nestekaasulla toimivien ottomootoreiden kaasupäästöjen torjumiseksi toteutettavien toimenpiteiden osalta**

(Direktiivi 88/77/EY sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 1999/96/EY)

Ajoneuvotyyppi/kantamoottori/moottorityyppi (1): .....

0. YLEISTÄ
- 0.1 Merkki (yrityksen nimi): .....
- 0.2 Tyyppi ja kaupallinen kuvaus (luetellaan kaikki vaihtoehdot): .....
- 0.3 Tyypin tunnistustavat, jos ne on merkitty ajoneuvoon, ja näiden merkintöjen sijainti: .....
- 0.4 Ajoneuvoluokka (tarvittaessa): .....
- 0.5 Moottoriluokka: diesel/maakaasukäyttöinen/nestekaasukäyttöinen(1): .....
- 0.6 Valmistajan nimi ja osoite: .....
- 0.7 Lakisääteisten kilpien ja merkintöjen sijainti ja kiinnitysmenetelmä: .....
- 0.8 Osien ja erillisten teknisten yksiköiden osalta EY-hyväksyntämerkin sijainti ja kiinnitysmenetelmä: .....
- 0.9 Kokoonpanotehtaan (kokoonpanotehtaiden) osoite (osoitteet): .....

## LIITTEET

1. (Kanta)moottorin olennaiset ominaisuudet ja testin suorittamista koskevat tiedot
2. Moottoriperheen olennaiset ominaisuudet
3. Moottoriperheeseen kuuluvan moottorityyppin olennaiset ominaisuudet
4. Moottoriin liittyvien ajoneuvon osien ominaisuudet (tarvittaessa)
5. Valokuvat ja/tai piirustukset kantamoottorista/moottorityyppistä ja tarvittaessa moottorilasta
6. Luetellaan muut mahdolliset liitteet.

**Päiväys, tiedosto**

\_\_\_\_\_

(1) Tarpeeton yliviivataan.

## Lisäys 1

(KANTA)MOOTTORIN OLENNAISET OMINAISUUDET JA TESTIN SUORITTAMISTA KOSKEVAT TIEDOT<sup>(1)</sup>

- 1 **Moottorin kuvaus**
- 1.1 Valmistaja: .....
- 1.2 Valmistajan moottorikoodi: .....
- 1.3 Työtapa: nelitahti/kaksitahti<sup>(2)</sup>
- 1.4 Synlintereiden lukumäärä ja järjestely: .....
- 1.4.1 Halkaisija: ..... mm
- 1.4.2 Iskunpituus: ..... mm
- 1.4.3 Sytytysjärjestys: .....
- 1.5 Sylinteritilavuus: ..... cm<sup>3</sup>
- 1.6 Puristussuhde<sup>(3)</sup>: .....
- 1.7 Piirustus (piirustukset) palotilasta ja männänpäästä: .....
- 1.8 Imu- ja pakoaukkojen pienimmät poikkipinnat: ..... cm<sup>2</sup>
- 1.9 Joutokäyntinopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 1.10 Suurin nettoteho: ..... kW kierrosnopeudella ..... min<sup>-1</sup>
- 1.11 Moottorin suurin sallittu kierrosnopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 1.12 Suurin nettovääntömomentti: ..... Nm kierrosnopeudella ..... min<sup>-1</sup>
- 1.13 Sytytysjärjestelmä: diesel/otto<sup>(2)</sup>
- 1.14 Polttoaine: diesel/nestekaasu/H-ryhmän maakaasu/L-ryhmän maakaasu/HL-ryhmän maakaasu<sup>(2)</sup>
- 1.15 *Jäähdytysjärjestelmä*
- 1.15.1 *Neste*
- 1.15.1.1 Nesteen tyyppi: .....
- 1.15.1.2 Kiertopumppu (kiertopumput): kyllä/ei<sup>(2)</sup>
- 1.15.1.3 Ominaisuudet tai merkki (merkit) ja tyyppi (tyypit) (tarvittaessa): .....
- 1.15.1.4 Välytysuhde (välytysuhteet) (tarvittaessa): .....
- 1.15.2 *Ilma*
- 1.15.2.1 Puhallin: kyllä/ei<sup>(2)</sup>
- 1.15.2.2 Ominaisuudet tai merkki (merkit) ja tyyppi (tyypit) (tarvittaessa): .....
- 1.15.2.3 Välytysuhde (välytysuhteet) (tarvittaessa): .....
- 1.16 *Valmistajan sallima lämpötila*
- 1.16.1 Nestejäähdytys: korkein lämpötila pakoaukolla: ..... K
- 1.16.2 Ilmajäähdytys: viitepiste: .....
- Viitepisteen korkein lämpötila: ..... K

<sup>(1)</sup> Jos moottorit ja järjestelmät eivät ole tavanomaisia valmistajan on toimitettava tässä tarkoitettuja tietoja vastaavat tiedot.<sup>(2)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(3)</sup> Määritetään toleranssi.

- 1.16.3 Ilman korkein lämpötila imuilman välijäähdyttimen pakoaukolla (tarvittaessa): ..... K
- 1.16.4 Pakokaasun korkein lämpötila pakoputken (pakoputkien) ja pakosarjan ulkolaipan (ulkolaippojen) tai turboahtimen (turboahtimien) liitoskohdassa: ..... K
- 1.16.5 Polttoaineen lämpötila: vähintään ..... K, enintään: ..... K  
dieselmoottorien osalta ruiskutuspumun syötössä, kaasumoottorien osalta paineentasaajan viimeisessä vaiheessa
- 1.16.6 Polttoaineen paine: vähintään ..... kPa, enintään ..... kPa  
paineentasaajan viimeisessä vaiheessa, ainoastaan maakaasulla toimivat moottorit
- 1.16.7 Voiteluaineen lämpötila: vähintään ..... K, enintään ..... K
- 1.17 *Ahdin*: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 1.17.1 Merkki: .....
- 1.17.2 Tyyppi: .....
- 1.17.3 Järjestelmän kuvaus (esimerkiksi enimmäispaine, hukkaportti (tarvittaessa)): .....
- 1.17.4 Välijäähdytin: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 1.18 *Imujärjestelmä*  
Suurin sallittu imun alipaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella direktiivin 80/1269/ETY <sup>(2)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(3)</sup>, mukaisissa käyttöolosuhteissa: ..... kPa
- 1.19 *Pakojärjestelmä*  
Suurin sallittu pakokaasun vastapaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella direktiivin 80/1269/ETY <sup>(2)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(3)</sup>, mukaisissa käyttöolosuhteissa: ..... kPa  
Pakojärjestelmän tilavuus: ..... cm<sup>3</sup>
- 2 **Ilmansaastumisen torjumiseksi toteutetut toimenpiteet**
- 2.1 Kampikammiokaasujen kierrätyslaite (kuvaus ja piirustukset): .....
- 2.2 Muut pakokaasunpuhdistuslaitteet (jos sellaisia on eikä niitä mainita muissa kohdissa) .....
- 2.2.1 Katalysaattori: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.1.1 Merkki (merkit): .....
- 2.2.1.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 2.2.1.3 Katalysaattoreiden ja katalyyttielementtien lukumäärä: .....
- 2.2.1.4 Katalysaattorin (katalysaattoreiden) mitat, muoto ja tilavuus: .....
- 2.2.1.5 Katalysaattorin toimintatapa: .....
- 2.2.1.6 Jalometallien kokonaissisältö: .....

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan<sup>(2)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.<sup>(3)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

2.2.1.7	Suhteellinen pitoisuus: .....
2.2.1.8	Substraatti (rakenne ja materiaali): .....
2.2.1.9	Kennotiheys: .....
2.2.1.10	Katalysaattorin (katalysaattoreiden) koteloitintyyppi: .....
2.2.1.11	Katalysaattorin (katalysaattoreiden) sijainti (paikka ja vertailuetaisyys pakojärjestelmässä): .....
2.2.2	Happianturi: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
2.2.2.1	Merkki (merkit): .....
2.2.2.2	Tyyppi: .....
2.2.2.3	Sijainti: .....
2.2.3	Ilman suihkutus: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
2.2.3.1	Tyyppi (ilmapulssi, ilmapumppu, jne.): .....
2.2.4	Pakokaasun takaisinkierrätys: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
2.2.4.1	Ominaisuudet (virtaama jne.): .....
2.2.5	Hiukkasloukku: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
2.2.5.1	Hiukkasloukun mitat, muoto ja tilavuus: .....
2.2.5.2	Hiukkasloukun tyyppi ja rakenne: .....
2.2.5.3	Sijainti (vertailuetaisyys pakojärjestelmässä): .....
2.2.5.4	Talteenottomenetelmä tai -järjestelmä, kuvaus, ja/tai piirustus: .....
2.2.6	Muut järjestelmät: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
2.2.6.1	Kuvaus ja toiminta: .....
3	<b>Polttoaineen syöttö</b>
3.1	<i>Dieselmoottorit</i>
3.1.1	Syöttöpumppu
	Paine <sup>(2)</sup> : ..... kPa tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup> : .....
3.1.2	Ruiskutusjärjestelmä
3.1.2.1	Pumppu
3.1.2.1.1	Merkki (merkit): .....
3.1.2.1.2	Tyyppi (tyypit): .....
3.1.2.1.3	Virtausmäärä: ..... mm <sup>3</sup> <sup>(2)</sup> iskua kohti moottorin kierrosnopeudella ..... min <sup>-1</sup> ja täydellä ruiskutuksella tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> : .....
	Ilmoitetaan käytetty menetelmä: moottorissa/pumppupenkissä <sup>(1)</sup>
	Jos moottorissa on ahtopaineen säätö, ilmoitetaan polttoaineen virtausmäärän ja ahtopaineen suhde moottorin kierrosnopeuteen.
3.1.2.1.4	Ruiskutusennakko
3.1.2.1.4.1	Ruiskutusennakon käyrä <sup>(2)</sup> : .....
3.1.2.1.4.2	Ruiskutuksen staattinen ajoitus <sup>(2)</sup> : .....
3.1.2.2	Ruiskutusputkisto
3.1.2.2.1	Pituus: ..... mm
3.1.2.2.2	Sisähalkaisija: ..... mm
3.1.2.3	Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

- 3.1.2.3.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.2.3.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.2.3.3 "Avautumispaine": ..... kPa <sup>(2)</sup>  
tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....
- 3.1.2.4 Kierroslukusäädin
- 3.1.2.4.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.2.4.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.2.4.3 Katkaisun aloitusnopeus täydellä kuormituksella: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.4 Suurin kuormittamaton nopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.5 Joutokäyntinopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.3 Kylmäkäynnistysjärjestelmä
- 3.1.3.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.3.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.3.3 Kuvaus: .....
- 3.1.3.4 Apukäynnistyslaite:
- 3.1.3.4.1 Merkki: .....
- 3.1.3.4.2 Tyyppi: .....
- 3.2 Kaasukäyttöiset moottorit <sup>(3)</sup>
- 3.2.1 Polttoaine: maakaasu/nestekaasu <sup>(1)</sup>
- 3.2.2 Paineentasain (paineentasaimet) tai höyrystin/paineentasain (paineentasaimet) <sup>(1)</sup>
- 3.2.2.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.2.3 Paineenalennusvaiheiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.4 Viimeisen vaiheen paine: vähintään ..... kPa, enintään: ..... kPa
- 3.2.2.5 Pääsäätöpisteiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.6 Joutokäynnin säätöpisteiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.7 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.3 Polttoaineen syöttö: sekoitusyksikkö/kaasuruiskutus/nesteruiskutus/suoraruiskutus <sup>(1)</sup>
- 3.2.3.1 Seoksen säätö: .....
- 3.2.3.2 Järjestelmän kuvaus ja/tai kaavio ja piirustukset: .....
- 3.2.3.3 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.4 Sekoitusyksikkö:
- 3.2.4.1 Numero: .....
- 3.2.4.2 Merkki (merkit): .....
- 3.2.4.3 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.4.4 Sijainti: .....
- 3.2.4.5 Säätömahdollisuudet: .....

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

<sup>(3)</sup> Jos järjestelmän kokoonpano on erilainen, toimitetaan vastaavat tiedot (3.2 kohtaa varten).

3.2.4.6	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.5	Imusarjaruiskutus	
3.2.5.1	Ruiskutus: yksipiste/monipiste <sup>(1)</sup>	
3.2.5.2	Ruiskutus: jatkuva/samanaikainen/jaksoittainen <sup>(1)</sup>	
3.2.5.3	Ruiskutuslaitteisto	
3.2.5.3.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.5.3.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.5.3.3	Säätömahdollisuudet: .....	
3.2.5.3.4	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.5.4	Syöttöpumppu (tarvittaessa):	
3.2.5.4.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.5.4.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.5.4.3	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.5.5	Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)	
3.2.5.5.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.5.5.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.5.5.3	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.6	Suoraruiskutus	
3.2.6.1	Ruiskutuspumppu/paineentasain <sup>(1)</sup>	
3.2.6.1.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.6.1.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.6.1.3	Ruiskutuksen ajoitus: .....	
3.2.6.1.4	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.6.2	Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)	
3.2.6.2.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.6.2.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.6.2.3	Avautumispaine tai ominaiskaavio <sup>(2)</sup> : .....	
3.2.6.2.4	Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....	
3.2.7	Elektroninen säätöyksikkö (Electronic control unit, ECU)	
3.2.7.1	Merkki (merkit): .....	
3.2.7.2	Tyyppi (tyypit): .....	
3.2.7.3	Säätömahdollisuudet: .....	
3.2.8	Erityislaitteet maakaasua polttoaineena käytettäessä	
3.2.8.1	Vaihtoehto 1 (ainoastaan, jos moottori on hyväksytty useiden eri polttoainekoostumusten osalta)	
3.2.8.1.1	Polttoaineen koostumus:	
	metaani (CH <sub>4</sub> ):	perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia enintään ..... mooliprosenttia
	etaani (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ):	perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia enintään ..... mooliprosenttia
	propani (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ):	perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia enintään ..... mooliprosenttia

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

- butaani (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>): perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia  
enintään ..... mooliprosenttia
- C<sub>5</sub>/C<sub>5</sub>+: perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia  
enintään ..... mooliprosenttia
- happi (O<sub>2</sub>): perus: ..... mooliprosenttia vähintään: ..... mooliprosenttia  
enintään ..... mooliprosenttia
- inertti (N<sub>2</sub>, He jne.): perus: ..... mooliprosenttia vähintään ..... mooliprosenttia  
enintään ..... mooliprosenttia
- 3.2.8.1.2 Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)
- 3.2.8.1.2.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.8.1.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.8.1.3 Muita tietoja (tarvittaessa)
- 3.2.8.2 Vaihtoehto 2  
(ainoastaan, jos moottori on hyväksytty useiden eri polttoainekoostumusten osalta)
- 4 Venttiilien ajoitus**
- 4.1 Venttiilin suurin nousu sekä suurimmat avautumis- ja sulkeutumiskulmat suhteessa kuolokohtiin tai vastaavat tiedot: .....
- 4.2 Vertailu- ja/tai asetusalueet <sup>(1)</sup>: .....
- 5 Sytytysjärjestelmä (ainoastaan ottomoottorit)**
- 5.1 Sytytysjärjestelmän tyyppi: sytytystulpat ja yhteinen puola/sytytystulpat ja erilliset puolat/puola tulpassa/muu (mikä) <sup>(1)</sup>
- 5.2 Sytytyksen säätöyksikkö
- 5.2.1 Merkki (merkit): .....
- 5.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 5.3 Sytytyksen ennakkokäyrä/ennakkokartta <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....
- 5.4 Sytytyksen ajoitus <sup>(2)</sup>: ..... astetta ennen yläkuolokohtaa kierrosnopeudella  
min<sup>-1</sup> ja alipainesäätimen alipaineella ..... kPa
- 5.5 Sytytystulpat
- 5.5.1 Merkki (merkit): .....
- 5.5.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 5.5.3 Kärkiväli: ..... mm
- 5.6 Sytytyspuola(t)
- 5.6.1 Merkki (merkit): .....
- 5.6.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 6 Moottorin käyttämät laitteet**
- Moottori on luovutettava testattavaksi kaikilla käytössä tarvittavilla apulaitteilla varustettuna (esimerkiksi tuuletin, vesipumppu) kuten direktiivin 80/1269/ETY <sup>(3)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(4)</sup>, liitteessä I olevan 5.1.1 kohdan käyttöolosuhteissa määritellään.

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.<sup>(3)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.<sup>(4)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

## 6.1 Koetta varten asennettavat apulaitteet

Jos testipenkkiin ei voi asentaa apulaitteita tai testipenkki ei sovellu siihen, apulaitteiden käyttöteho on määritettävä ja vähennettävä moottorin mitatusta tehosta testisyklin (testisyklien) koko käyttöalueella.

## 6.2 Koetta varten poistettavat apulaitteet

Ainoastaan ajoneuvon käyttöä varten tarvittavat apulaitteet (esimerkiksi kompressori, ilmastointilaite) on poistettava koetta varten. Jos apulaitteita ei voi poistaa, niiden käyttöteho voidaan määrittää ja lisätä moottorin mitattuun tehoon testisyklin (testisyklien) koko käyttöalueella.

## 7 Lisätietoja testiolosuhteista

## 7.1 Käytettävä voiteluaine

7.1.1 Merkki: .....

7.1.2 Tyyppi: .....

(Ilmoitetaan öljyn osuus prosentteina seoksesta, jos voiteluaine ja polttoaine sekoitetaan): .....

## 7.2 Moottorin käyttämät laitteet (tarvittaessa)

Apulaitteiden käyttöteho on määritettävä ainoastaan, jos

- moottorin käyttöä varten tarvittavia apulaitteita ei ole asennettu moottoriin ja/tai
- moottorin käyttöä varten tarpeettomia apulaitteita on asennettu moottoriin.

7.2.1 Numerointi- ja tunnistustiedot: .....

7.2.2 Ilmoitetuilla moottorin eri kierrosnopeuksilla käytetty teho:

Laite	Moottorin eri kierrosnopeuksilla käytetty teho (kW)						
	Joutokäynti	Alhainen nopeus	Suuri nopeus	Nopeus A <sup>(1)</sup>	Nopeus B <sup>(1)</sup>	Nopeus C <sup>(1)</sup>	Vertailunopeus <sup>(2)</sup>
P(a) Moottorin käyttöä varten tarvittavat apulaitteet (vähennetään moottorin mitatusta tehosta) ks. 6.1 kohta							
P(b) Moottorin käytössä tarpeettomat apulaitteet (lisätään moottorin mitattuun tehoon) ks. 6.2 kohta							

<sup>(1)</sup> ESC-testi.<sup>(2)</sup> Vain ETC-testi.

8 **Moottorin suorituskyky**8.1 *Moottorin kierrosnopeudet* <sup>(1)</sup>Alhainen nopeus ( $n_{lo}$ ): ..... min<sup>-1</sup>Suuri nopeus ( $n_{hi}$ ): ..... min<sup>-1</sup>

ESC- ja ELR-syklejä varten

Joutokäynti

Nopeus A: ..... min<sup>-1</sup>Nopeus B: ..... min<sup>-1</sup>Nopeus C: ..... min<sup>-1</sup>

ETC-sykliä varten

Vertailunopeus: ..... min<sup>-1</sup>8.2 *Moottorin teho* (mitattu direktiivin 80/1269/ETY <sup>(2)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(3)</sup>, säännösten mukaisesti), kilowatteina (kW)

	Moottorin kierrosnopeus				
	Joutokäynti	Nopeus A <sup>(1)</sup>	Nopeus B <sup>(1)</sup>	Nopeus C <sup>(1)</sup>	Vertailunopeus <sup>(2)</sup>
P(m) Testipenkissä mitattu teho					
P(a) Testiä varten asennettavien apulaitteiden käyttöteho (6.1 kohta) — jos asennettu — jos ei asennettu	0	0	0	0	0
P(b) Testiä varten poistettavien apulaitteiden käyttöteho (6.2 kohta) — jos asennettu — jos ei asennettu	0	0	0	0	0
P(n) Moottorin nettoteho = P(m) - P(a) + P(b)					

<sup>(1)</sup> ESC-testi.<sup>(2)</sup> Vain ETC-testi.<sup>(1)</sup> Määritetään toleranssi; poikkeama saa olla ± 3 % prosenttia valmistajan ilmoittamista arvoista.<sup>(2)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.<sup>(3)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

8.3 *Dynamometrin asetukset (kW)*

ESC- ja ELR-testien sekä ETC-testin viitesyklin dynamometrin asetusten on perustuttava 8.2 kohdan moottorin nettotehoon P(n). On suositeltavaa asentaa moottori testipenkkiin nettotilassa. Tällöin P(m) ja P(n) ovat yhtä suuret. Jos moottoria ei ole mahdollista tai sopivaa käyttää nettotilassa, dynamometrin asetukset on korjattava nettotilaan yllä olevan kaavan avulla.

## 8.3.1 ESC- ja ELR-testit

Dynamometrin asetukset on laskettava liitteen III lisäyksessä 1 olevan 1.2 kohdan kaavan mukaisesti.

Kuorma prosentteina	Moottorin kierrosnopeus			
	Joutokäynti	Nopeus A	Nopeus B	Nopeus C
10	—			
25	—			
50	—			
75	—			
100	—			

## 8.3.2 ETC-testi

Jos moottoria ei testata nettotilassa, moottorin valmistajan on toimitettava syklin koko käyttöalueelle teknisen tutkimuslaitoksen hyväksymä muuntokaava liitteen III lisäyksessä 2 olevassa 2 kohdassa tarkoitetun mitatun tehon tai mitatun syklityön muuntamiseksi nettotehoksi tai nettosyklityöksi.

## Lisäys 2

## MOOTTORIPERHEEN OLENNAISET OMINAISUUDET

- 1 **Yleiset muuttujat**
- 1.1 Palamistahti: .....
- 1.2 Jäähdytysaine: .....
- 1.3 Sylinterien lukumäärä <sup>(1)</sup>: .....
- 1.4 Yksittäisen sylinterin iskutilavuus: .....
- 1.5 Moottorin ilmanvaihto: .....
- 1.6 Palotilan tyyppi/rakenne: .....
- 1.7 Venttiilien ja venttiiliaukkojen järjestely, mitat ja lukumäärä: .....
- 1.8 Polttoainejärjestelmä: .....
- 1.9 Sytytysjärjestelmä (kaasumoottorit): .....
- 1.10 Muut ominaisuudet:
- välijäähdytysjärjestelmä <sup>(1)</sup>: .....
- pakokaasun takaisinkierrätys <sup>(1)</sup>: .....
- veden ruiskutus/emulsio <sup>(1)</sup>: .....
- ilman ruiskutus <sup>(1)</sup>: .....
- 1.11 Pakokaasujen jälkikäsitely <sup>(1)</sup>: .....
- Todiste identtisestä (tai kantamoottorilla alhaisimmasta) suhteesta: järjestelmän tilavuus / polttoaineen syöttö iskua kohti kaavion numeron (numeroiden) mukaisesti: .....

2 **Moottoriperheen luettelointi**

- 2.1 Dieselmoottoriperheen nimi: .....
- 2.1.1 Kyseiseen perheeseen kuuluvien moottoreiden eritelmät:

					Kantamoottori
Moottorityyppi					
Sylinterien lukumäärä					
Nimellisaika (min <sup>-1</sup> )					
Polttoaineen syöttö iskua kohti (mg)					
Nettonimellisteho (kW)					
Kierrosnopeus suurimmalla vääntömomentilla (min <sup>-1</sup> )					
Polttoaineen syöttö iskua kohti (mm <sup>3</sup> )					
Suurin vääntömomentti (Nm)					
Hidas joutokäyntinopeus (min <sup>-1</sup> )					
Sylinterin iskutilavuus (prosentteina kantamoottorin tilavuudesta)					100

<sup>(1)</sup> Jos ei sovellettavissa, myös se merkitään.

2.2 Kaasumoottoriperheen nimi: .....

2.2.1 Kyseiseen perheeseen kuuluvien moottoreiden eritelmät:

					Kantamoottori
Moottorityyppi					
Sylinterien lukumäärä					
Nimellisaika (min <sup>-1</sup> )					
Polttoaineen syöttö iskua kohti (mg)					
Nettonimellisteho (kW)					
Kierrosnopeus suurimmalla vääntömomentilla (min <sup>-1</sup> )					
Polttoaineen syöttö iskua kohti (mm <sup>3</sup> )					
Suurin vääntömomentti (Nm)					
Hidas joutokäyntinopeus (min <sup>-1</sup> )					
Sylinterin iskutilavuus (prosentteina kantamoottorin tilavuudesta)					100
Sytytyksen ajoitus					
Pakokaasujen kierrätyksen virtaama					
Ilmapumppu kyllä/ei					
Ilmapumpun todellinen virtaama					

## Lisäys 3

MOOTTORIPERHEESEEN KUULUVAN MOOTTORITYYPIN OLENNAISET OMINAISUUDET <sup>(1)</sup>

1	<b>Moottorin kuvaus</b>	
1.1	Valmistaja: .....	
1.2	Valmistajan merkitsemä moottorin numerotunnus: .....	
1.3	Toimintaperiaate: nelitahtinen/kaksitahtinen <sup>(2)</sup>	
1.4	Sylinterien lukumäärä ja järjestely: .....	
1.4.1	Halkaisija: .....	mm
1.4.2	Iskunpituus: .....	mm
1.4.3	Sytytysjärjestys: .....	
1.5	Moottorin iskutilavuus: .....	cm <sup>3</sup>
1.6	Volumetrinen puristussuhde <sup>(3)</sup> : .....	
1.7	Piirustus (piirustukset) palotilasta ja männänpästä: .....	
1.8	Otto- ja poistokanavien pienin poikkileikkaus: .....	cm <sup>2</sup>
1.9	Joutokäyntinopeus: .....	min <sup>-1</sup>
1.10	Suurin nettoteho: ..... kW kierrosnopeudella .....	min <sup>-1</sup>
1.11	Moottorin suurin sallittu kierrosnopeus: .....	min <sup>-1</sup>
1.12	Suurin nettovääntömomentti: ..... Nm kierrosnopeudella .....	min <sup>-1</sup>
1.13	<i>Palamisjärjestelmä: dieselmoottori/ottomoottori <sup>(2)</sup></i>	
1.14	<i>Polttoaine: Diesel/nestekaasu/H-ryhmän maakaasu/L-ryhmän maakaasu/HL-ryhmän maakaasu <sup>(2)</sup></i>	
1.15	<i>Jäähdytysjärjestelmä</i>	
1.15.1	<i>Neste</i>	
1.15.1.1	<i>Nesteen tyyppi: .....</i>	
1.15.1.2	<i>Kiertopumppu (kiertopumput): kyllä/ei <sup>(2)</sup></i>	
1.15.1.3	<i>Ominaisuudet tai merkki (merkit) ja tyyppi (tyypit) (tarvittaessa): .....</i>	
1.15.1.4	<i>Välityssuhde (välityssuhteet) (tarvittaessa): .....</i>	
1.15.2	<i>Ilma</i>	
1.15.2.1	<i>Puhallin: kyllä/ei <sup>(2)</sup></i>	
1.15.2.2	<i>Ominaisuudet tai merkki (merkit) ja tyyppi (tyypit) (tarvittaessa): .....</i>	
1.15.2.3	<i>Välityssuhde (välityssuhteet) (tarvittaessa): .....</i>	
1.16	<i>Valmistajan sallima lämpötila</i>	
1.16.1	<i>Nestejäähdytys: korkein ulostulolämpötila: .....</i>	K
1.16.2	<i>Ilmajäähdytys:</i>	
	<i>Vertailupiste: .....</i>	

<sup>(1)</sup> Ilmoitettava moottoriperheen kunkin moottorin osalta.<sup>(2)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(3)</sup> Määritetään toleranssi.

- Korkein lämpötila vertailupisteessä: ..... K
- 1.16.3 Ilman korkein lämpötila välijäähdyttimen ulostulokohdassa (tarvittaessa): ..... K
- 1.16.4 Pakokaasun korkein lämpötila pakoputken (pakoputkien) ja pakosarjan ulkolaipan (ulkolaippojen) tai turboahtimen (turboahtimien) liitoskohdassa: ..... K
- 1.16.5 Polttoaineen lämpötila: vähintään ..... K, enintään: ..... K  
dieselmootoreiden osalta ruiskutuspumun syötössä, maakaasulla toimivien kaasumootoreiden osalta paineentasaajan viimeisessä vaiheessa
- 1.16.6 Polttoaineen paine: vähintään ..... kPa, enintään ..... kPa  
paineentasaajan viimeisessä vaiheessa, ainoastaan maakaasulla toimivat kaasumootorit
- 1.16.7 Voiteluaineen lämpötila: vähintään ..... K, enintään ..... K
- 1.17 *Ahdin*: kyllä/ei <sup>(1)</sup>.
- 1.17.1 Merkki: .....
- 1.17.2 Tyyppi: .....
- 1.17.3 Järjestelmän kuvaus [esimerkiksi suurin ahtopaine, pakokaasun ohivirtausventtiili (tarvittaessa)]:  
.....
- 1.17.4 Välijäähdytin: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 1.18 *Imujärjestelmä*  
Suurin sallittu imun alipaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella direktiivin 80/1269/EY <sup>(2)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(3)</sup>, mukaisissa käyttöolosuhteissa  
..... kPa
- 1.19 *Pakojärjestelmä*  
Suurin sallittu pakokaasun vastapaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella direktiivin 80/1269/EY <sup>(2)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY <sup>(3)</sup>, mukaisissa käyttöolosuhteissa  
..... kPa  
Pakojärjestelmän tilavuus: ..... dm<sup>3</sup>
- 2 Ilmansaastumisen torjumiseksi toteutetut toimenpiteet**
- 2.1 Kampikammiokaasujen kierrätyslaite (kuvaus ja piirustukset): .....
- 2.2 Muut pakokaasunpuhdistuslaitteet (jos sellaisia on eikä niitä mainita muissa kohdissa) .....
- 2.2.1 Katalyysaattori: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.1.1 Katalyysaattoreiden ja katalyyttielementtien lukumäärä: .....
- 2.2.1.2 Katalyysaattorin (katalyysaattoreiden) mitat, muoto ja tilavuus: .....
- 2.2.1.3 Katalyysaattorin toimintatapa: .....
- 2.2.1.4 Jalometallien kokonaissisältö: .....
- 2.2.1.5 Suhteellinen pitoisuus: .....
- 2.2.1.6 Substraatti (rakenne ja materiaali): .....
- 2.2.1.7 Kennotiheys: .....

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan<sup>(2)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.<sup>(3)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

- 2.2.1.8 Katalysaattorin (katalysaattoreiden) kotelointityyppi: .....
- 2.2.1.9 Katalysaattorin (katalysaattoreiden) sijainti (paikka ja vertailuetaisyys pakojärjestelmässä): .....
- 2.2.2 Happianturi: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.2.1 Tyyppi: .....
- 2.2.3 Ilman suihkutus: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.3.1 Tyyppi (ilmapulssi, ilmapumppu jne.): .....
- 2.2.4 Pakokaasun takaisinkierätyks: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.4.1 Ominaisuudet (virtaama jne.): .....
- 2.2.5 Hiukkasloukku: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.5.1 Hiukkasloukun mitat, muoto ja tilavuus: .....
- 2.2.5.2 Hiukkasloukun tyyppi ja rakenne: .....
- 2.2.5.3 Sijainti (vertailuetaisyys pakojärjestelmässä): .....
- 2.2.5.4 Talteenottomenetelmä tai -järjestelmä, kuvaus ja/tai piirustus: .....
- 2.2.6 Muut järjestelmät: kyllä/ei <sup>(1)</sup>
- 2.2.6.1 Kuvaus ja toiminta: .....
- 3 **Polttoaineen syöttö**
- 3.1 *Dieselmoottorit*
- 3.1.1 Syöttöpumppu
- Paine <sup>(2)</sup>: ..... kPa tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup>: .....
- 3.1.2 Ruiskutusjärjestelmä
- 3.1.2.1 Pumppu
- 3.1.2.1.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.2.1.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.2.1.3 Virtausmäärä: ..... mm<sup>3</sup> <sup>(2)</sup> iskuä kohti moottorin kierrosnopeudella ..... min<sup>-1</sup> ja täydellä ruiskutuksella tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....
- Ilmoitetaan käytetty menetelmä: moottorissa/pumppupenkissä <sup>(1)</sup>
- Jos moottorissa on ahtopaineen säätö, ilmoitetaan polttoaineen virtausmäärän ja ahtopaineen suhde moottorin kierrosnopeuteen.
- 3.1.2.1.4 Ruiskutusennakko
- 3.1.2.1.4.1 Ruiskutusennakon käyrä <sup>(2)</sup>: .....
- 3.1.2.1.4.2 Ruiskutuksen staattinen ajoitus <sup>(2)</sup>: .....
- 3.1.2.2 Ruiskutusputkisto
- 3.1.2.2.1 Pituus: ..... mm
- 3.1.2.2.2 Sisähalkaisija: ..... mm
- 3.1.2.3 Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)
- 3.1.2.3.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.2.3.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.2.3.3 "Avautumispaine" ..... kPa <sup>(2)</sup>  
tai ominaiskaavio <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> .....

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

- 3.1.2.4 Kierroslukusäädin
- 3.1.2.4.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.2.4.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.2.4.3 Katkaisun aloitusnopeus täydellä kuormituksella: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.4 Suurin kuormittamaton nopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.2.4.5 Joutokäyntinopeus: ..... min<sup>-1</sup>
- 3.1.3 Kylmäkäynnistysjärjestelmä
- 3.1.3.1 Merkki (merkit): .....
- 3.1.3.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.1.3.3 Kuvaus: .....
- 3.1.3.4 Apukäynnistyslaite:
- 3.1.3.4.1 Merkki: .....
- 3.1.3.4.2 Tyyppi: .....
- 3.2 Kaasukäyttöiset moottorit <sup>(1)</sup>
- 3.2.1 Polttoaine: maakaasu/nestekaasu <sup>(2)</sup>
- 3.2.2 Paineentasain (paineentasaimet) tai höyrystin/paineentasain (paineentasaimet) <sup>(2)</sup>
- 3.2.2.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.2.3 Paineenalennusvaiheiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.4 Viimeisen vaiheen paine: vähintään ..... kPa, enintään ..... kPa
- 3.2.2.5 Pääsäätopisteiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.6 Joutokäynnin säätopisteiden lukumäärä: .....
- 3.2.2.7 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.3 Polttoaineen syöttö: sekoitusyksikkö/kaasuruiskutus/nesteruiskutus/suoraruiskutus <sup>(2)</sup>
- 3.2.3.1 Seoksen säätö: .....
- 3.2.3.2 Järjestelmän kuvaus ja/tai kaavio ja piirustukset: .....
- 3.2.3.3 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.4 Sekoitusyksikkö
- 3.2.4.1 Numero: .....
- 3.2.4.2 Merkki (merkit): .....
- 3.2.4.3 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.4.4 Sijainti: .....
- 3.2.4.5 Säätomahdollisuudet: .....
- 3.2.4.6 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.5 Imusarjaruiskutus
- 3.2.5.1 Ruiskutus: yksipiste/monipiste <sup>(2)</sup>
- 3.2.5.2 Ruiskutus: jatkuva/samanaikainen/jaksoittainen <sup>(2)</sup>
- 3.2.5.3 Ruiskutuslaitteisto

<sup>(1)</sup> Jos järjestelmän kokoonpano on erilainen, toimitetaan vastaavat tiedot (3.2 kohtaa varten).

<sup>(2)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

- 3.2.5.3.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.5.3.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.5.3.3 Säätömahdollisuudet: .....
- 3.2.5.3.4 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.5.4 Syöttöpumppu (tarvittaessa)
- 3.2.5.4.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.5.4.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.5.4.3 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.5.5 Ruiskutussuutin (ruiskutuslaitteet)
- 3.2.5.5.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.5.5.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.5.5.3 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.6 Suoraruiskutus
- 3.2.6.1 Ruiskutuspumppu/paineentasain <sup>(1)</sup>
- 3.2.6.1.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.6.1.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.6.1.3 Ruiskutuksen ajoitus: .....
- 3.2.6.1.4 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.6.2 Ruiskutuslaitteet (ruiskutuslaitteet)
- 3.2.6.2.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.6.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.6.2.3 Avautumispaino tai ominaiskaavo <sup>(2)</sup>: .....
- 3.2.6.2.4 Varmennusnumero direktiivin 1999/96/EY mukaisesti: .....
- 3.2.7 Elektroninen säätöyksikkö (Electronic control unit, ECU)
- 3.2.7.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.7.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.7.3 Säätömahdollisuudet: .....
- 3.2.8 Erityislaitteet maakaasua polttoaineena käytettäessä
- 3.2.8.1 Vaihtoehto 1
- (ainoastaan, jos moottori on hyväksytty useiden eri polttoainekoostumusten osalta)
- 3.2.8.1.1 Polttoaineen koostumus:
- |                                            |                  |                       |                 |                                |
|--------------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|
| metaani (CH <sub>4</sub> ):                | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| etaani (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ):   | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| propaani (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ): | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| butaani (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ): | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| C <sub>5</sub> /C <sub>5</sub> +:          | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| happi (O <sub>2</sub> ):                   | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |
| inerti (N <sub>2</sub> , He, jne.):        | perusarvo: ..... | mooliprosenttia       | vähintään ..... | mooliprosenttia enintään ..... |
|                                            |                  | ..... mooliprosenttia |                 |                                |

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

- 3.2.8.1.2 Ruiskutussuutin (ruiskutussuuttimet)
- 3.2.8.1.2.1 Merkki (merkit): .....
- 3.2.8.1.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 3.2.8.1.3 Muita tietoja (tarvittaessa)
- 3.2.8.2 Vaihtoehto 2  
(ainoastaan, jos moottori on hyväksytty useiden eri polttoainekoostumusten osalta)
- 4 Venttiilien ajoitus**
- 4.1 Venttiilien suurin nousu sekä suurimmat avautumis- ja sulkeutumiskulmat suhteessa kuolokohtiin tai vastaavat tiedot: .....
- 4.2 Vertailu- ja/tai asetusalueet <sup>(1)</sup>: .....
- 5 Sytytysjärjestelmä (ainoastaan ottomoottorit)**
- 5.1 *Sytytysjärjestelmän* tyyppi: sytytystulpat ja yhteinen puola/sytytystulpat ja erilliset puolat/puola tulpassa/muu (mikä) <sup>(1)</sup>
- 5.2 Sytytyksen säätöyksikkö
- 5.2.1 Merkki (merkit): .....
- 5.2.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 5.3 Sytytyksen ennakkokäyrä/ennakkokartta <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>: .....
- 5.4. Sytytyksen ajoitus <sup>(2)</sup>: ..... astetta ennen yläkuolokohtaa kierrosnopeudella ..... min<sup>-1</sup> ja alipainesäätimen alipaineella ..... kPa
- 5.5 *Sytytystulpat*
- 5.5.1 Merkki (merkit): .....
- 5.5.2 Tyyppi (tyypit): .....
- 5.5.3 Kärkiväli: ..... mm
- 5.6 *Sytytyspuola(t)*
- 5.6.1 Merkki (merkit): .....
- 5.6.2 Tyyppi (tyypit): .....

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

<sup>(2)</sup> Määritetään toleranssi.

## Lisäys 4

## MOOTTORIIN LIITTYVIEN AJONEUVON OSIEN OMINAISUUDET

- 1 Imujärjestelmän alipaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella: ..... kPa
- 2 Pakojärjestelmän vastapaine moottorin nimelliskierrosnopeudella ja 100 prosentin kuormituksella: ... kPa
- 3 Pakojärjestelmän tilavuus: ..... cm<sup>3</sup>
- 4 Direktiivin 80/1269/ETY<sup>(1)</sup>, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 97/21/EY<sup>(2)</sup>, liitteessä I olevan 5.1.1 kohdan mukaisissa käyttöolosuhteissa moottorin käyttöä varten tarvittavien apulaitteiden käyttöteho.

Laite	Moottorin eri kierrosnopeuksilla käytetty teho (kW)						
	Joutokäynti	Alhainen nopeus	Korkea nopeus	Nopeus A <sup>(1)</sup>	Nopeus B <sup>(1)</sup>	Nopeus C <sup>(1)</sup>	Vertailunopeus <sup>(2)</sup>
P(a)							
Moottorin käyttöä varten tarvittavat apulaitteet (vähennetään moottorin mitatusta tehosta)							
(ks. lisäyksen 1 6.1 kohta)							

<sup>(1)</sup> ESC-testi.

<sup>(2)</sup> Vain ETC-testi.

<sup>(1)</sup> EYVL L 375, 31.12.1980, s. 46.

<sup>(2)</sup> EYVL L 125, 16.5.1997, s. 31.

## LIITE III

## TESTAUSMENETTELY

## 1. JOHDANTO

1.1 Tässä liitteessä kuvataan menetelmät testattavien moottoreiden kaasu-, hiukkas- ja savupäästöjen määrittämiseksi. Liitteessä kuvataan kolme testisykliä, joita sovelletaan liitteessä I olevan 6.2 kohdan säännösten mukaisesti:

- FSC-testi, joka muodostuu kolmestatoista tasaisen moodin syklistä,
- ELR-testi, joka muodostuu eri nopeuksilla suoritettavista vaihtelevista kuormitusvaiheista, jotka ovat yhden testausmenettelyn kiinteitä osia, ja ne suoritetaan samanaikaisesti;
- ETC-testi, joka muodostuu sekunnittaisten siirtymätilojen sarjasta.

1.2 Testi suoritetaan moottori testipenkkiin asennettuna ja dynamometriin kytkettynä.

## 1.3 Mittausperiaate

Moottorin pakokaasuista mitattaviin päästöihin kuuluvat kaasumaiset komponentit (hiilimonoksidi, hiilivetyjen kokonaismäärä ainoastaan dieselmoottoreiden osalta ESC-testissä, metaanittomat hiilivedyt ainoastaan diesel- ja kaasumoottoreiden osalta ETC-testissä, metaani ainoastaan kaasumoottoreiden osalta ETC-testissä sekä typen oksidit), hiukkaset (ainoastaan dieselmoottoreiden osalta) ja savu (ainoastaan dieselmoottoreiden osalta ELR-testissä). Tämän lisäksi käytetään merkikikaasuna usein hiilidioksidia osittaisen ja täyslaimennusmenetelmän laimennussuhteen selvittämiseksi. Hyvän insinööritavan mukaisesti suositellaan hiilidioksidin yleistä mittausta mittausongelmien havaitsemiseksi testauskäytön aikana.

## 1.3.1 ESC-testi

Edellä mainittujen pakokaasupäästöjen määrät mitataan ennalta määrättyssä lämpimän moottorin käyttötilan lannesarjassa ottamalla jatkuvasti näytteitä raakapakokaasusta. Testisykli muodostuu useista nopeus- ja tehotoiloista, jotka kattavat dieselmoottoreiden tyypillisimmät käyttöolosuhteet. Kunkin moodin aikana määritetään teho, pakokaasun virtaus ja kunkin kaasupäästön konsentraatio, ja mitatut arvot painotetaan. Hiukkasnäyte laimennetaan käsitellyllä ulkoilmalla. Koko testin aikana otetaan yksi näyte, joka kerätään sopiviin suodattimiin. Kunkin päästön määrät lasketaan grammoina kilowattituntia kohti tämän liitteen lisäyksessä 1 kuvatulla tavalla. Lisäksi mitataan NO<sub>x</sub> kolmessa tutkimuslaitoksen valitsemassa säätöalueen testauspisteessä<sup>(1)</sup>, ja mitattuja arvoja verrataan valitut testauspisteet sisältävistä testisyklin tiloista saatujen laskutoimitusten tuloksiin. NO<sub>x</sub>-tarkistuksessa varmistetaan moottorin päästöjen hallinnan tehokkuus moottorin tyypillisellä käyttöalueella.

## 1.3.2 ELR-testi

Lämpimän moottorin savu määritetään ennalta määrättyssä kuormavastetestissä opasimetrin avulla. Testi muodostuu moottorin kuormittamisesta vakionopeudella 10—100 prosenttia kuormalla kolmella eri moottorin kierrosnopeudella. Lisäksi suoritetaan neljäs teknisen tutkimuslaitoksen<sup>(1)</sup> valitsema kuormitusvaihe, jonka arvoa verrataan aikaisempien kuormitusvaiheiden tuloksiin. Savun enimmäismäärä määritetään keskiarvoalgoritmien avulla tämän liitteen lisäyksessä 1 kuvatulla tavalla.

<sup>(1)</sup> Testipisteet on valittava hyväksytyjen tilastollisten satunnaismenetelmien avulla.

## 1.3.3 ETC-testi

Edellä mainittujen pakokaasupäästöjen määrät tutkitaan ennalta määrättyssä lämpimän moottorin siirtymäsyklissä, joka perustuu kuorma- ja linja-autoihin asennettujen moottoreiden maantiekäytön rasisumalleihin, laimentamalla kokonaispakokaasu ensin käsittelyllä ulkoilmalla. Dynamometriltä saatavia moottorin vääntömomentin ja kierrosnopeuden signaaleja käytetään tehon integroimiseksi suhteessa syklin aikaan, jolloin tulokseksi saadaan moottorin syklin aikana tekemä työ. NO<sub>x</sub>- ja HC-konsentraatiot syklin aikana määritetään integroimalla analysaattorin signaali. CO-, CO<sub>2</sub>- ja NMHC-konsentraatiot voidaan määrittää joko integroimalla analysaattorin signaali tai ottamalla pussinäytteitä. Hiukkaspäästöistä kerätään suhteellinen näyte sopiviin suodattimiin. Laimennetun pakokaasun virtaus syklin aikana määritetään pilaavien aineiden massapäästöarvojen laskemiseksi. Massapäästöarvot suhteutetaan moottorin työhön kunkin pilaavan aineen päästön määrittämiseksi grammoina kilowattituntia kohti tämän liitteen lisäyksessä 2 kuvatulla tavalla.

## 2. TESTIOLOSUHTEET

## 2.1 Moottorin testiolosuhteet

2.1.1 Moottorin imuilman absoluuttinen lämpötila (T<sub>a</sub>) kelvineinä ja kuiva ilmanpaine kilopascalina (kPa) mitataan, ja muuttuja F määritetään seuraavasti:

(a) dieselmoottorit:

Luonnollinen ilmanotto ja mekaanisesti ahdetut moottorit:

$$F = \left(\frac{99}{p_s}\right) * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7}$$

Turboahdetut moottorit, joko imuilman jäähdtyksellä tai ilman sitä:

$$F = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5}$$

(b) kaasumoottorit:

$$F = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} * \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,6}$$

## 2.1.2 Testin kelpoisuus

Jotta testiä voitaisiin pitää kelpoisena, muuttujan F on oltava seuraavien edellytysten mukainen:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

## 2.2 Ahtoilman jäähdtyksellä varustetut moottorit

Ahtoilman lämpötila kirjataan, ja se saa ilmoitetun enimmäistehon kierrosnopeudella ja täydellä kuormalla poiketa ± 5 K liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 1.16.3 kohdassa määritetystä ahtoilman enimmäislämpötilasta. Jäähdtyysväliaineen lämpötilan on oltava vähintään 293 K (20 °C).

Jos käytössä on testauslaitoksen järjestelmä tai ulkoinen puhallin, ahtoilman lämpötila saa ilmoitetun enimmäistehon kierrosnopeudella ja täydellä kuormalla poiketa ± 5 K liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 1.16.3 kohdassa määritetystä ahtoilman enimmäislämpötilasta. Edellä mainittujen edellytysten täyttämiseksi käytettyjä ahtoilman jäähdtyttimen asetuksia ei säädetä ja niitä on käytettävä koko testisyklin ajan.

**2.3 Moottorin ilman imujärjestelmä**

Moottorissa on käytettävä ilman imujärjestelmää, joka rajoittaa ilman imun korkeintaan  $\pm 100$  Pa:iin moottorin ylärajasta, kun moottori toimii ilmoitetun enimmäistehon kierrosnopeudella ja täydellä kuormalla.

**2.4 Moottorin pakojärjestelmä**

Moottorissa on käytettävä pakojärjestelmää, jonka vastapaine on korkeintaan  $\pm 1\ 000$  Pa moottorin ylärajasta, kun moottori toimii ilmoitetun enimmäistehon kierrosnopeudella ja täydellä kuormalla, ja jonka tilavuus on  $\pm 40$  prosentin tarkkuudella sama kuin valmistajan määrittämä. Testauslaitoksen järjestelmää voidaan käyttää, jos sen avulla saavutetaan moottorin todelliset toimintaolosuhteet. Pakojärjestelmän on oltava pakokaasun näytteenottoa koskevien, liitteen III lisäyksessä 4 olevan 3.4 kohdan ja liitteessä V olevan 2.2.1 kohdan, EP ja 2.3.1 kohdan, EP vaatimusten mukainen.

Jos moottorissa on pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä, pakoputken halkaisijan on oltava sama kuin käytössä olevissa laitteissa vähintään 4 pakoputken halkaisijaa virtausuuntaa vastaan jälkikäsitteilylaitteen sisältävän paisuntakammion syöttöaukosta lähtien. Etäisyys pakosarjan laipasta tai turboahtimen poistoaukolta jälkikäsitteilylaitteeseen on oltava sama kuin ajoneuvokokoonpanossa tai valmistajan ilmoittamien, etäisyyttä koskevien määritelmien mukainen. Pakokaasujen vastapaineen tai rajoituksen on oltava edellä mainittujen perusteiden mukainen, ja siihen voidaan asettaa venttiili. Jälkikäsitteilyä voidaan poistaa harjoitustestien ja moottorin määrittämisajaksi, ja se voidaan korvata vastaavalla epäaktiivista katalyysaattoritukea sisältävällä säiliöllä.

**2.5 Jäähdytysjärjestelmä**

Testissä on käytettävä tilavuudeltaan sellaista moottorin jäähdytysjärjestelmää, joka riittää moottorin valmistajan ilmoittaman normaalin käyntilämpötilan säilyttämiseen.

**2.6 Voiteluöljy**

Testissä käytettävän voiteluöljyn eritelmät on kirjattava ja esitettävä yhdessä testin tulosten kanssa kuten liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 7.1 kohdassa määritetään.

**2.7 Polttoaine**

Polttoaineen on oltava liitteessä IV määritettyä vertailupolttoainetta.

Valmistajan on määritettävä polttoaineen lämpötila ja mittauspiste liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 1.16.5 kohdassa annetuissa rajoissa. Polttoaineen lämpötilan on oltava vähintään 306 K (33°C). Jos polttoaineen lämpötilaa ei ole määritetty, sen on oltava 311 K  $\pm 5$  K (38°C  $\pm 5$ °C) polttoaineen syötön tuloaukolla.

Maakaasu- ja nestekaasukäyttöisissä moottoreissa polttoaineen lämpötilan ja mittauspisteen on oltava liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 1.16.5 kohdassa tai liitteen II lisäyksessä 3 olevassa 1.16.5 kohdassa annetuissa rajoissa, jos moottori ei ole kantamoottori.

**2.8 Pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän testaus**

Jos moottorissa on pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmä, testisyklin (testisykliin) aikana mitattujen pakokaasupäästöjen on vastattava käyttöolosuhteiden päästöjä. Jos tätä ei voida saavuttaa yhdellä testisyklillä (esimerkiksi kun hiukkassuodatin on ajoittain regeneroitava), on suoritettava useita testisyklejä, joiden tuloksista otetaan keskiarvot ja/tai ne painotetaan. Moottorin valmistaja ja tekninen tutkimuslaitos sopivat hyvän insinööritavan mukaisesta tarkasta menettelytavasta.

## Lisäys 1

## ESC- JA ELR-TESTISYKLIT

## 1 MOOTTORIN JA DYNAMOMETRIN ASETUKSET

## 1.1 Moottorin kierrosnopeuksien A, B ja C määrittäminen

Valmistajan on ilmoitettava moottorin kierrosnopeudet A, B ja C seuraavien säännösten mukaisesti:

Suuri nopeus  $n_{hi}$  määritetään laskemalla 70 prosenttia liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 8.2 kohdassa määritetystä ilmoitetusta suurimmasta nettotehosta  $P(n)$ . Suurin moottorin kierrosnopeus, jolla tämä tehoarvo esiintyy tehokäyrällä, määritetään kierrosnopeudeksi  $n_{hi}$ .

Alhainen nopeus  $n_{lo}$  määritetään laskemalla 50 prosenttia liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 8.2 kohdassa määritetystä ilmoitetusta suurimmasta nettotehosta  $P(n)$ . Alhaisin moottorin kierrosnopeus, jolla tämä tehoarvo esiintyy tehokäyrällä, määritetään kierrosnopeudeksi  $n_{lo}$ .

Moottorin kierrosnopeudet A, B ja C lasketaan seuraavasti:

$$\text{Nopeus A} = n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Nopeus B} = n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Nopeus C} = n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

Nopeudet A, B ja C voidaan varmentaa jommalla kummalla seuraavista menetelmistä:

- Muut testikohdat on mitattava direktiivin 80/1269/ETY mukaisen moottorin tehon hyväksynnän aikana nopeuksien  $n_{hi}$  ja  $n_{lo}$  määrittämiseksi tarkasti. Suurin teho,  $n_{hi}$  ja  $n_{lo}$ , on määritettävä tehokäyrästä, ja moottorin kierrosnopeudet A, B ja C lasketaan edellä olevien säännösten mukaisesti.
- Moottorin koko kuormituskäyrä kartoitetaan kuormittamattoman enimmäisnopeuden ja joutokäynnin välillä käyttäen vähintään viittä mittauspistettä tuhannen kierroksen käyntinopeusalaan kohti sekä mittauspisteitä  $\pm 50$  kierroksen tarkkuudella ilmoitetun enimmäistehon nopeudesta. Suurin teho,  $n_{hi}$  ja  $n_{lo}$  määritetään kyseisestä kartoituskäyrästä, ja moottorin kierrosnopeudet A, B ja C lasketaan yllä olevien säännösten mukaisesti.

Jos mitatut moottorin kierrosnopeudet vaihtelevat enintään  $\pm 3$  prosenttia moottorin valmistajan ilmoittamista moottorin kierrosnopeuksista, päästöttestissä käytetään ilmoitettuja kierrosnopeuksia. Jos toleranssi ylittyy jollakin moottorin kierrosnopeudella, päästöttestissä käytetään mitattuja moottorin kierrosnopeuksia.

## 1.2 Dynamometrin asetusten määrittäminen

Täyskuormituksen vääntömomenttikäyrä määritetään kokeellisesti eri testitilojen vääntömomenttiarvojen laskemiseksi liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 8.2 1 kohdassa määritetyissä netto-olosuhteissa. Mahdollisten moottorin käyttämien laitteiden käyttöteho otetaan laskuissa huomioon. Kunkin testimoodin dynamometriasetukset lasketaan seuraavan kaavan avulla:

$$s = P(n) * \frac{L}{100} \text{ jos testi suoritetaan netto-olosuhteissa,}$$

$$s = P(n) * \frac{L}{100} + (P(a) - P(b)) \text{ jos testiä ei suoriteta netto-olosuhteissa,}$$

jossa

s = dynamometrin asetus, kW

P(n) = liitteen II lisäyksessä 1 olevassa 8.2 kohdassa tarkoitettu moottorin nettoteho, kW

L = 2.7.1 kohdassa tarkoitettu prosentuaalinen kuormitus, %

P(a) = liitteen II lisäyksessä 1 olevan 6.1 kohdan mukaisesti asennettavien apulaitteiden käyttöteho

P(b) = liitteen II lisäyksessä 1 olevan 6.2 kohdan mukaisesti poistettavien apulaitteiden käyttöteho.

## 2 ESC-TESTIKÄYTTÖ

Valmistajan pyynnöstä voidaan suorittaa harjoitustesti, jonka aikana moottori ja pakoputkisto mukauteen ennen mittaussykliä.

### 2.1 Näytteenottosuodattimien valmisteleminen

Kukin suodatin (suodatinpari) sijoitetaan vähintään tuntia ennen testiä suljettuun mutta sinetöimättömään petrimaljaan, joka asetetaan punnituskammioon vakautumaan. Vakautusajan lopussa kukin suodatin (suodatinpari) punnitaan ja taarapaino kirjataan. Tämän jälkeen suodatin (suodatinpari) varastoidaan suljettuun petrimaljaan tai sinetöityyn suodatintelineeseen siihen asti, kun sitä käytetään testauksessa. Jos suodatinta (suodatinparia) ei käytetä kahdeksan tunnin kuluessa punnituskammioista poistamisesta, se on käsiteltävä ja punnittava uudelleen ennen käyttöä.

### 2.2 Mittauslaitteiston asentaminen

Instrumentaatio ja näytteenottimet asennetaan vaatimusten mukaisesti. Jos käytössä on pakokaasun laimennuksen täysvirtauslaimennusjärjestelmä, järjestelmään on liitettävä peräputki.

### 2.3 Laimennusjärjestelmän ja moottorin käynnistäminen

Laimennusjärjestelmä ja moottori on käynnistettävä ja lämmitettävä valmistajan suositusten ja hyvän insinööritavan mukaisesti, kunnes kaikki paineet ja lämpötilat ovat vakautuneet enimmäistehoon.

### 2.4 Hiukkasten keräämisjärjestelmän käynnistäminen

Hiukkasten keräämisjärjestelmä käynnistetään ja asetetaan ohitusasentoon. Laimennusilman hiukkasten taustataso voidaan määrittää johtamalla laimennusilmaa hiukkassuodattimien läpi. Jos käytetään suodatettua laimennusilmaa, voidaan tehdä yksi mittaus ennen testiä tai sen jälkeen. Jos laimennusilmaa ei suodateta, mittaukset voidaan tehdä ennen testiä sekä sen jälkeen ja laskea tulosten keskiarvo.

### 2.5 Laimennussuhteen säätäminen

Laimennusilma säädetään siten, että laimennetun pakokaasun välittömästi ennen ensisijaista suodatinta mitattu lämpötila ei missään moodissa ole suurempi kuin 325 K (52 °C). Laimennussuhteen (q) on oltava vähintään 4.

Järjestelmissä, joissa laimennussuhteen säätö toteutetaan mittaamalla CO<sub>2</sub>- tai NO<sub>x</sub>-konsentraatio, laimennusilman CO<sub>2</sub>- tai NO<sub>x</sub>-konsentraatio on mitattava kunkin testin alussa ja lopussa. Tällöin taustailman CO<sub>2</sub>- tai NO<sub>x</sub>-konsentraatiomittausten alku- ja loppumittausten tulokset saavat erota toisistaan enintään 100 ppm (CO<sub>2</sub>) tai 5 ppm (NO<sub>x</sub>).

### 2.6 Analyysointilaitteiden tarkistus

Päästöanalyysointilaitteet on nollattava ja kohdistettava.

### 2.7 Testisykli

#### 2.7.1 Testimoottorin dynamometrikäytössä on noudatettava seuraavaa 13-moodista sykliä:

Moodin numero	Moottorin kierrosnopeus	Prosentuaalinen kuorma	Painotuskerroin	Moodin pituus
1	Joutokäynti	—	0,15	4 minuuttia
2	A	100	0,08	2 minuuttia
3	B	50	0,10	2 minuuttia
4	B	75	0,10	2 minuuttia
5	A	50	0,05	2 minuuttia
6	A	75	0,05	2 minuuttia
7	A	25	0,05	2 minuuttia
8	B	100	0,09	2 minuuttia
9	B	25	0,10	2 minuuttia
10	C	100	0,08	2 minuuttia
11	C	25	0,05	2 minuuttia
12	C	75	0,05	2 minuuttia
13	C	50	0,05	2 minuuttia

#### 2.7.2 Testisarja

Testisarja käynnistetään. Testi suoritetaan 2.7.1 kohdassa asetetussa moodien numerojärjestyksessä.

Moottoria on käytettävä kussakin moodissa määrätty aika, ja moottorin kierrosnopeuden ja kuormituksen muutokset on tehtävä moodin 20 ensimmäisen sekunnin aikana. Määritetty kierrosnopeus on säilytettävä  $\pm 50$  kierroksen tarkkuudella, ja määritetty vääntömomentti on säilytettävä  $\pm 2$  prosentin tarkkuudella testinopeuden suurimmasta vääntömomentista.

Valmistajan pyynnöstä testisarja voidaan toistaa riittävän monta kertaa suuremman hiukkasmassan keräämiseksi suodattimeen. Valmistajan on toimitettava tarkka kuvaus tietojen arvioinnista ja laskutoimituksista. Kaasupäästöt määritetään ainoastaan ensimmäisen testisyklin aikana.

#### 2.7.3 Analysaattorin tulokset

Analysaattoreiden tulokset on tallennettava nauhapiirturilla tai mitattava vastaavalla tiedonkeruujärjestelmällä pakokaasun virratessa analysaattoreiden läpi koko testisyklin ajan.

#### 2.7.4 Hiukkasnäytteiden otto

Koko testimenettelyn aikana käytetään yhtä suodatinparia (ensisijainen suodatin ja toissijainen suodatin, ks. liitteen III lisäys 4). Testisyklin menettelytavassa määritetyt moodikohtaiset painotuskertoimet on otettava huomioon ottamalla syklin kunkin yksittäisen moodin pakokaasun massavirtaan suhteessa oleva näyte. Tämä voidaan toteuttaa säätämällä näytteen virtausta, näytteenottoaikaa ja/tai laimennussuhdetta siten, että 5.6 kohdassa tarkoitettujen tehollisten painotuskertointen perusteet saavutetaan.

Moodikohtaisen näytteenottoajan on oltava vähintään 4 sekuntia / painotuskertoimen arvo 0,01. Näyte on otettava kussakin moodissa mahdollisimman myöhään. Hiukkasten kerääminen on lopetettava enintään 5 sekuntia ennen moodin loppua.

#### 2.7.5 Moottorin tila

Kunkin moodin aikana on kirjattava moottorin kierrosnopeus ja kuormitus, imuilman lämpötila ja alipaine, pakokaasun lämpötila ja vastapaine, polttoaineen virtaus ja ilman tai pakokaasun virtaus, ahtoilman lämpötila, polttoaineen lämpötila sekä kosteus siten, että kierrosnopeus- ja kuormitusvaatimukset (ks. 2.7.2 kohta) täyttyvät hiukkasnäytteen oton aikana tai joka tapauksessa kunkin moodin viimeisen minuutin aikana.

Muut laskutoimituksiin mahdollisesti tarvittavat tiedot on kirjattava (ks. 4 ja 5 kohta).

### 2.7.6 Valvonta-alueen NO<sub>x</sub>-tarkistus

Valvonta-alueen NO<sub>x</sub>-tarkistus on suoritettava välittömästi sen jälkeen, kun moodi 13 on suoritettu. Moottoria on vakautettava moodissa 13 kolmen minuutin ajan ennen mittausten aloittamista. Valvonta-alueella on tehtävä kolme mittausta eri mittauspisteissä, jotka tekninen tutkimuslaitos valitsee<sup>(1)</sup>. Kunkin mittauksen ajan on oltava kaksi minuuttia.

Mittauksen menettelytapa on samanlainen kuin 13-moodisen syklin NO<sub>x</sub>-mittaus, ja se on suoritettava tämän lisäyksen 2.7.3, 2.7.5 ja 4.1 kohdan sekä liitteen III lisäyksessä 4 olevan 3 kohdan mukaisesti.

Laskutoimitukset on suoritettava 4 kohdan mukaisesti.

### 2.7.7 Analysaattorien uusintatarkistus

Uusintatarkistuksessa päästötestin jälkeen on käytettävä nollakaasua ja samaa vertailukaasua. Testi katsotaan hyväksyttäväksi, jos ennen testiä ja testin jälkeen saatujen tulosten ero on alle 2 prosenttia vertailukaasun arvosta.

## 3 ELR-TESTIKÄYTTÖ

### 3.1 Mittauslaitteiden asentaminen

Opasimetri ja mahdolliset näyteanturit asennetaan äänenvaimentimen tai mahdollisesti asennetun jälkikäsitteilylaitteen jälkeen mittauslaitteiden valmistajan yleisten asennusohjeiden mukaisesti. Lisäksi ISO-normin DIS 11614 10 kohdan vaatimukset on otettava soveltuvin osin huomioon.

Ennen nollauksen ja asteikon tarkistamista opasimetri on lämmitettävä ja vakautettava laitteen valmistajan suositusten mukaisesti. Jos opasimetri on varustettu puhdistusilmajärjestelmällä mittausoptiikan nokeentumisen estämiseksi, myös tämä järjestelmä on aktivoitava ja säädettävä valmistajan suositusten mukaisesti.

### 3.2 Opasimetrin tarkistaminen

Nollauksen ja asteikon tarkistukset on tehtävä opasiteetin lukematilassa, sillä opasiteettiasteikossa on kaksi helposti määritettävää kalibrointipistettä eli nollan prosentin ja sadan prosentin opasiteetti. Tämän jälkeen lasketaan oikea valonabsorptiokerroin mitatun opasiteetin ja opasimetrin valmistajan antaman L<sub>A</sub>-arvon mukaisesti, kun laite palautetaan k-lukematilaan testausta varten.

Kun opasimetrin valokiilan edessä ei ole esteitä, opasiteetti-arvon lukemaksi on säädettävä arvo 0,0% ± 1,0%. Kun valo estetään pääsemästä vastaanottimeen, opasiteetti-arvon lukemaksi on asetettava 100,0% ± 1,0%.

### 3.3 Testisykli

#### 3.3.1 Moottorin vakioiminen

Moottori ja järjestelmä on lämmitettävä enimmäisteholla moottorin muuttujien vakioimiseksi moottorin valmistajan suositusten mukaisesti. Esivakiointivaiheen pitäisi myös estää pakokaasujärjestelmään aikaisemmista testeistä jääneiden kertymien vaikutus varsinaiseen mittaukseen.

Kun moottori on vakioitu, sykli on aloitettava 20 ± 2 sekunnin kuluessa esivakiointivaiheen jälkeen. Valmistajan pyynnöstä voidaan suorittaa harjoitustesti moottorin lisävakioimiseksi ennen mittaussykliä.

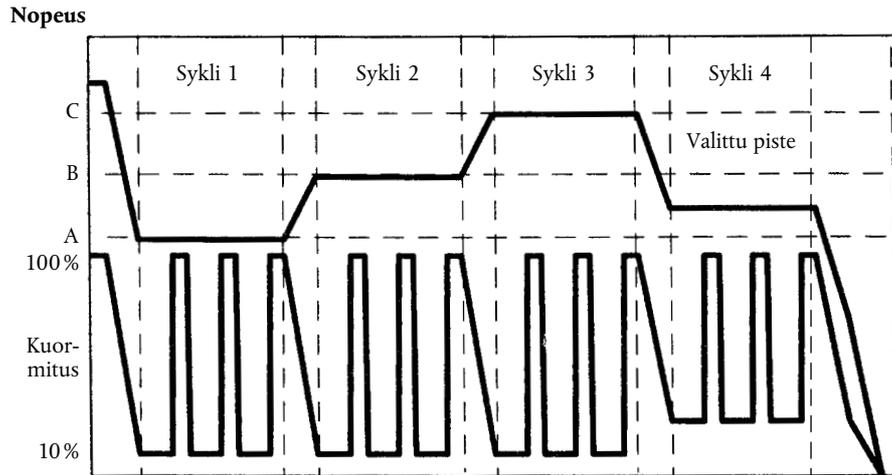
<sup>(1)</sup> Testipisteet on valittava hyväksytyjen tilastollisten satunnaismenetelmien avulla.

## 3.3.2 Testisarja

Testi koostuu kolmen kuormitusvaiheen sarjasta kullakin kolmesta moottorin kierrosnopeudesta A (sykli 1), B (sykli 2) ja C (sykli 3), jotka on määritetty liitteessä III olevan 1.1 kohdan mukaisesti; niiden jälkeen seuraa valvonta-alueeseen kuuluvalla nopeudella ja teknisen tutkimuslaitoksen valitsemalla 10—100 prosentin kuormituksella suoritettava sykli 4. Testimoottorin dynamometrikäytössä on noudatettava kuvassa 3 esitettävää jaksoa.

Kuva 3

## ELR-testin kulku



- Moottoria on käytettävä nopeudella A ja 10 prosentin kuormalla  $20 \pm 2$  sekunnin ajan. Määritetty kierrosnopeus on säilytettävä  $\pm 20$  kierroksen tarkkuudella ja määritetty vääntömomentti on säilytettävä  $\pm 2$  prosentin tarkkuudella testinopeuden enimmäisvääntömomentista.
- Edellisen lohkon lopussa kierrosnopeuden säätövipu on siirrettävä nopeasti täysin auki -asentoon, jossa se on pidettävä  $10 \pm 1$  sekunnin ajan. Dynamometrissä on käytettävä sopivaa kuormaa moottorin kierrosnopeuden pitämiseksi vakiona  $\pm 150$  kierroksen tarkkuudella kolmen ensimmäisen sekunnin ajan ja  $\pm 20$  kierroksen tarkkuudella lohkon loppuosan ajan.
- Kohdissa a) ja b) kuvattu jakso on toistettava kaksi kertaa.
- Kun kolmas kuormitusvaihe on suoritettu, moottori on säädettävä kierrosnopeudelle B ja 10 prosentin kuormalle  $20 \pm 2$  sekunnin kuluessa.
- Jakso kohdasta a) kohtaan c) on suoritettava moottorin toimiessa kierrosnopeudella B.
- Kun kolmas kuormitusvaihe on suoritettu, moottori on säädettävä kierrosnopeudelle C ja 10 prosentin kuormalle  $20 \pm 2$  sekunnin kuluessa.
- Jakso kohdasta a) kohtaan c) on suoritettava moottorin toimiessa kierrosnopeudella C.
- Kun kolmas kuormitusvaihe on suoritettu, moottori on säädettävä valitulle kierrosnopeudelle ja mille tahansa yli 10 prosentin kuormalle  $20 \pm 2$  sekunnin kuluessa.
- Jakso kohdasta a) kohtaan c) on suoritettava moottorin toimiessa valitulla kierrosnopeudella.

## 3.4

## Syklin kelpoisuus

Kunkin testinopeuden (A, B, C) keskiarvojen suhteellisten vakiopoikkeamien on oltava vähemmän kuin 15 prosenttia vastaavasta keskiarvosta (kunkin testinopeuden kolmesta peräkkäisestä kuormitusvaiheesta 6.3.3 kohdan mukaisesti lasketut  $SV_A$ ,  $SV_B$ ,  $SV_C$ ) tai vähemmän kuin 10 prosenttia liitteen I taulukossa 1 esitetystä raja-arvosta sen mukaan, kumpi on suurempi. Jos ero on suurempi, jakso on toistettava, kunnes kaikki kolme peräkkäistä kuormitusvaihetta täyttävät kelpoisuusperusteet.

### 3.5 Opasimetrim uusintatarkistus

Opasimetrim testin jälkeinen nollapisteen poikkeama saa olla enintään  $\pm 5,0$  prosenttia liitteen I taulukossa 1 esitetystä raja-arvosta.

## 4 KAASUPÄÄSTÖJEN LASKEMINEN

### 4.1 Tietojen arviointi

Kaasupäästöjen arvioimiseksi kunkin moodin viimeisen 30 sekunnin kaaviolukemasta on otettava keskiarvo, ja hiilivetyjen (HC), hiilimonoksidin (CO) ja typen oksidien (NO<sub>x</sub>) keskimääräiset konsentraatiot (conc) kunkin jakson aikana on määritettävä keskimääräisistä kaaviolukemista ja vastaavista kalibrointitiedoista. Toista kirjaamista voidaan käyttää, jos se varmistaa vastaavanlaisen tietojen hankinnan.

Valvonta-alueen NO<sub>x</sub>-tarkistuksessa edellä mainittuja vaatimuksia sovelletaan ainoastaan typen oksideihin.

Pakokaasun virtaus G<sub>EXHW</sub> tai laimennetun pakokaasun virtaus G<sub>TOTW</sub>, jos sitä käytetään, on määritettävä liitteen III lisäyksessä 4 olevan 2.3 kohdan mukaisesti.

### 4.2 Kuiva/kostea korjaus

Mitattu konsentraatio on muunnettava kosteaksi seuraavien kaavojen avulla, jos konsentraatiota ei ole mitattu kosteana.

$$\text{conc (kosteaa)} = K_w \cdot \text{conc (kuiva)}$$

Raakapakokaasun osalta:

$$K_{w,r} = \left( 1 - F_{FH} \cdot \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - K_{W2}$$

ja

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left( 1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

Laimennetun pakokaasun osalta:

$$K_{w,e,1} = \left( 1 - \frac{HTCRAT \cdot \text{CO}_2 \% (\text{kosteaa})}{200} \right) - K_{W1}$$

tai

$$K_{w,e,2} = \left( \frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{HTCRAT \cdot \text{CO}_2 \% (\text{kuiva})}{200}} \right)$$

Laimennusilman osalta

$$K_{w,d} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1,608 \cdot H_d}{1\,000 + (1,608 \cdot H_d)}$$

$$H_d = \frac{6,220 \cdot R_d \cdot p_d}{p_B - p_d \cdot R_d \cdot 10^{-2}}$$

jossa

H<sub>d</sub>, H<sub>a</sub> = veden määrä grammoina/kg kuivaa ilmaa

R<sub>d</sub>, R<sub>a</sub> = laimennus-/imuilman suhteellinen kosteus, %

p<sub>d</sub>, p<sub>a</sub> = laimennus-/imuilman kylläisen höyryn paine, kPa

p<sub>B</sub> = barometrinen kokonaispaine, kPa.

Imuilman osalta (jos eri kuin laimennusilma)

$$K_{w,a} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W2} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1\,000 + (1,608 \cdot H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,220 \cdot R_a \cdot p_a}{p_B - p_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

#### 4.3 Kosteuden ja lämpötilan NO<sub>x</sub>-korjaus

Koska NO<sub>x</sub>-päästöt riippuvat ulkoilman olosuhteista, NO<sub>x</sub>-konsentraatioon on tehtävä seuraavan kaavan mukaiset ulkoilman lämpötilan ja kosteuden mukaiset korjaukset:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A * (H_a - 10,71) + B * (T_a - 298)}$$

kun:

$$A = 0,309 G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266$$

$$B = -0,209 G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954$$

T<sub>a</sub> = imuilman lämpötila, K (lämpötila ja kosteus on mitattava samasta pisteestä)

H<sub>a</sub> = imuilman kosteus, veden määrä grammoina/kg kuivaa ilmaa

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

jossa

R<sub>a</sub> = imuilman suhteellinen kosteus, %

p<sub>a</sub> = imuilman kylläisen höyryn paine, kPa

p<sub>B</sub> = barometrinen kokonaispaine, kPa.

#### 4.4 Päästöjen massavirtauksien laskeminen

Kunkin moodin päästöjen massavirtaus (g/h) lasketaan seuraavasti olettaen, että pakokaasun tiheys lämpötilassa 273 K (0°C) ja 101,3 kPa:n paineessa on 1,293 kg/m<sup>3</sup>:

$$(1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$(2) \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{EXHW}$$

$$(3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{EXHW}$$

jossa NO<sub>x conc</sub>, CO<sub>conc</sub>, HC<sub>conc</sub> <sup>(1)</sup> ovat keskimääräisiä konsentraatioita (ppm) raakapakokaasussa 4.1 kohdan mukaisesti määritettynä.

Jos kaasupäästöt on vaihtoehtoisesti määritetty täysvirtauslaimennusjärjestelmän avulla, on sovellettava seuraavia kaavoja:

$$(1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{H,D} * G_{TOTW}$$

$$(2) \text{CO}_{x \text{ mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{TOTW}$$

$$(3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{TOTW}$$

jossa NO<sub>x conc</sub>, CO<sub>conc</sub>, HC<sub>conc</sub> <sup>(1)</sup> ovat kunkin moodin keskimääräisiä taustakorjattuja konsentraatioita (ppm) laimennetussa pakokaasussa tämän liitteen III lisäyksessä 2 olevan 4.3.1.1 kohdan mukaisesti määritettynä.

#### 4.5 Spesifisten päästöjen laskeminen

Päästöt (g/kWh) on laskettava kaikille komponenteille erikseen seuraavasti:

$$\overline{\text{NO}_x} = \frac{\sum \text{NO}_{x, \text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\sum \text{CO}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\sum \text{HC}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum \text{P}(n)_i * \text{WF}_i}$$

Edellä olevassa laskussa käytetyt painotuskertoimet (WF) ovat 2.7.1 kohdan mukaiset.

<sup>(1)</sup> Perustuu C1-ekvivalenttiin.

#### 4.6 Pinta-alan tarkistusarvojen laskeminen

NO<sub>x</sub>-päästöt on mitattava ja laskettava 4.6.1 kohdan mukaisesti kolmessa 2.7.6 kohdan mukaan valitussa tarkistuspisteessä, ja ne on myös määritettävä interpoloimalla vastaavaa tarkistuspistettä lähinnä olevista testisyklin moodeista 4.6.2 kohdan mukaisesti. Mitattuja arvoja on sitten verrattava interpoloituihin arvoihin 4.6.3 kohdan mukaisesti.

##### 4.6.1 Spesifisen päästön laskeminen

Kunkin tarkistuspisteen (Z) NO<sub>x</sub>-päästöt on laskettava seuraavasti:

$$NO_{x, \text{mass}, Z} = 0,001587 * NO_{x, \text{conc}, Z} * K_{H,D} * G_{EXHW}$$

$$NO_{x, Z} = NO_{x, \text{mass}, Z} / P(n)_Z$$

##### 4.6.2 Testisyklin päästöarvon määrittäminen

Kunkin tarkistuspisteen NO<sub>x</sub>-päästöt on interpoloitava valitun tarkistuspisteen Z kattavan testisyklin neljästä lähimmästä moodista kuten kuvassa 4 esitetään. Kyseisissä moodeissa (R, S, T, U) sovelletaan seuraavia määritelmiä:

$$\text{Nopeus (R)} = \text{Nopeus (T)} = n_{RT}$$

$$\text{Nopeus (S)} = \text{Nopeus (U)} = n_{SU}$$

$$\text{Prosentuaalinen kuorma (R)} = \text{Prosentuaalinen kuorma (S)}$$

$$\text{Prosentuaalinen kuorma (T)} = \text{Prosentuaalinen kuorma (U)}$$

Valitun tarkistuspisteen Z NO<sub>x</sub>-päästöt on laskettava seuraavasti:

$$E_Z = E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \cdot (M_Z - M_{RS}) / (M_{TU} - M_{RS})$$

ja:

$$E_{TU} = E_T + (E_U - E_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$E_{RS} = E_R + (E_S - E_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{TU} = M_T + (M_U - M_T) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

$$M_{RS} = M_R + (M_S - M_R) \cdot (n_Z - n_{RT}) / (n_{SU} - n_{RT})$$

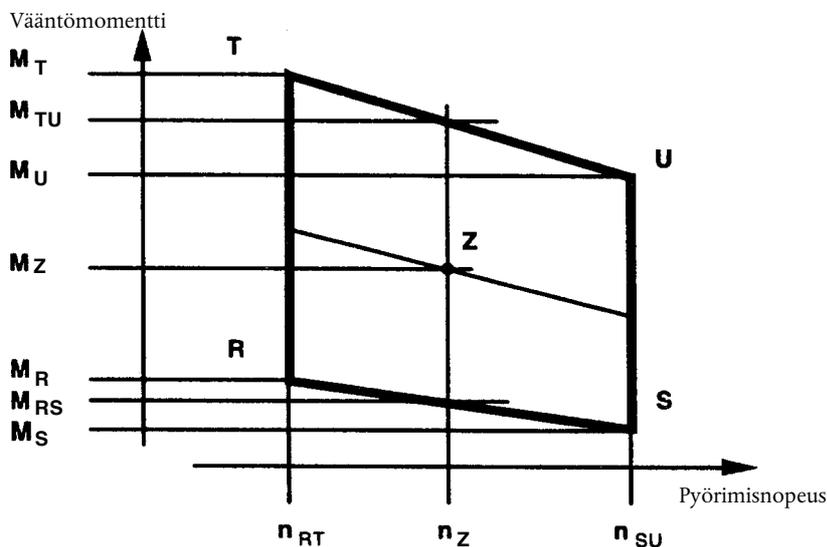
jossa:

E<sub>R</sub>, E<sub>S</sub>, E<sub>T</sub>, E<sub>U</sub> = tarkistuspisteen kattavien moodien 4.6.1 kohdan mukaisesti lasketut spesifiset NO<sub>x</sub>-päästöt

M<sub>R</sub>, M<sub>S</sub>, M<sub>T</sub>, M<sub>U</sub> = moottorin vääntömomentti tarkistuspisteen kattavissa moodeissa

Kuva 4

#### NO<sub>x</sub>-tarkistuspisteen interpolointi



4.6.3  $NO_x$ -päästöarvojen vertailu

Tarkistuspuite Z mitattua spesifistä  $NO_x$  -päästöä ( $NO_{x,z}$ ) verrataan interpoloituun arvoon ( $E_z$ ) seuraavasti:

$$NO_{x,diff} = 100 * (NO_{x,z} - E_z) / E_z$$

## 5 HIUKKASPÄÄSTÖJEN LASKEMINEN

## 5.1 Tietojen arviointi

Suodattimien näytteiden kokonaismassat ( $M_{SAM,i}$ ) kirjataan kussakin moodissa hiukkasten arvioimiseksi.

Suodattimet on palautettava punnituskammioon, jossa niitä vakautetaan vähintään yhden ja enintään 80 tunnin ajan, minkä jälkeen ne punnitaan. Suodattimien bruttopaino kirjataan ja siitä vähennetään suodattimien taarapaino (ks. tämän lisäyksen 2.1 kohta). Hiukkasten massa  $M_f$  on ensisijaiseen suodattimeen ja toissijaiseen suodattimeen jääneiden hiukkasten massan summa.

Jos taustakorjausta käytetään, suodattimen läpi virtaavan laimennusilman massa ( $M_{DIL}$ ) ja hiukkasten massa ( $M_d$ ) on kirjattava. Jos mittauksia on tehty enemmän kuin yksi, kerroin  $M_d/M_{DIL}$  on laskettava kulkelekin yksittäiselle mittaukselle, ja arvoista on otettava keskiarvo.

## 5.2 Osavirtauslaimennusjärjestelmä

Lopulliset, raportoitavat hiukkaspäästöjen testitulokset on määritettävä seuraavien vaiheiden avulla. Koska laimennussuhteen säädössä voi käyttää eri tapoja, arvo  $G_{EDFW}$  voidaan laskea eri tavoin. Kaikkien laskutapojen on perustuttava näytteenottoajan yksittäisten moodien keskiarvoille.

## 5.2.1 Isokineettiset järjestelmät

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,1} + (G_{EXHW,i} * r)}{(G_{EXHW,i} * r)}$$

jossa r vastaa isokineettisen anturin ja pakoputken poikkileikkauksen pinta-alan arvojen suhdetta:

$$R = \frac{A_P}{A_T}$$

5.2.2 Järjestelmät, joissa mitataan  $CO_2$ - tai  $NO_x$ -konsentraatio

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{conc_{E,i} - conc_{A,i}}{conc_{D,i} - conc_{A,i}}$$

jossa

$conc_E$  = merkkikaasun kostea konsentraatio raakapakokaasussa

$conc_D$  = merkkikaasun kostea konsentraatio laimennetussa pakokaasussa

$conc_A$  = merkkikaasun kostea konsentraatio laimennusilmassa.

Kuivana mitatut konsentraatiot on muunnettava kosteiksi konsentraatioiksi tämän lisäyksen 4.2 kohdan mukaisesti.

5.2.3 Järjestelmät, joissa käytetään  $CO_2$ -mittausta ja hiililasapainomenetelmää<sup>(1)</sup>

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

jossa

$CO_{2D}$  = laimennetun pakokaasun  $CO_2$ -konsentraatio

$CO_{2A}$  = laimennusilman  $CO_2$ -konsentraatio

(kosteaa konsentraatio, tilavuusprosentteina)

<sup>(1)</sup> Arvo koskee ainoastaan liitteessä IV määritettyä vertailupolttoainetta.

Tämä yhtälö perustuu hiiliasapaino-oletukseen (moottoriin johdetut hiiliatomit päästetään hiilidioksidina) ja määritetään seuraavasti:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

ja

$$q_i = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} * (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

#### 5.2.4 Järjestelmät, joissa käytetään virtauksen mittausta

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

#### 5.3 Täysvirtauslaimennusjärjestelmä

Raportoitavat hiukkaspäästöjen testitulokset on määritettävä seuraavien vaiheiden avulla. Kaikkien laskutapojen on perustuttava näytteenottoajan yksittäisten moodien keskiarvoihin.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

#### 5.4 Hiukkasten massavirran laskeminen

Hiukkasten massavirta on laskettava seuraavasti:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\ 000}$$

jossa

$$\overline{G_{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} * WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{i=n} M_{SAM,i}$$

$i = 1, \dots, n$

määritettynä testisyklin ajalta laskemalla yhteen yksittäisten moodien keskiarvot näytteenottoajalta.

Hiukkasten massavirran taustakorjaus voidaan tehdä seuraavasti:

$$PT_{mass} = \left[ \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left( \frac{M_d}{M_{DIL}} * \left( \sum_{i=1}^{i=n} \left( 1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\ 000}$$

Jos mittauksia tehdään enemmän kuin yksi,  $(M_d/M_{DIL})$  on korvattava yhtälöllä  $\overline{(M_d/M_{DIL})}$ .

$DF_i = 13,4 / (\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) * 10^{-4})$  yksittäisissä moodeissa

tai

$DF_i = 13,4 / \text{concCO}_2$  yksittäisissä moodeissa

#### 5.5 Spesifisen päästön laskeminen

Hiukkaspäästöt on laskettava seuraavasti:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{mass}}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

5.6 **Tehollinen painotuskerroin**

Kunkin moodin tehollinen painotuskerroin  $WF_{E,i}$  lasketaan seuraavasti:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} * \overline{G_{EDFW}}}{M_{SAM} * G_{EDFW,i}}$$

Tehollisten painotuskertoimien arvo saa poiketa enintään  $\pm 0,003$  ( $\pm 0,005$  joutokäyntitilassa) 2.7.1 kohdassa luetelluista painotuskertoimista.

## 6 SAVUARVOJEN LASKEMINEN

6.1 **Besselin algoritmi**

Besselin algoritmia on käytettävä yhden sekunnin keskiarvojen laskemiseksi hetkellisistä savulukemista 6.3.1 kohdan mukaisesti muunnettuna. Algoritmi emuloi toisen kertaluvun alipäästösuodatinta, ja sen käyttö vaatii iteroituja laskutoimituksia kertoimien määrittämiseksi. Kyseiset kertoimet ovat opasimetrijärjestelmän vasteajan ja näytteenottotaajuuden funktio. Tämän vuoksi 6.1.1 kohdan toimenpiteet on toistettava aina, kun vasteaika ja/tai näytteenottotaajuus muuttuu.

6.1.1 *Suodattimen vasteajan ja Besselin vakioiden laskeminen*

Tarvittava Bessel-suodattimen vasteaika ( $t_F$ ) on liitteen III lisäyksessä 4 olevassa 5.2.4. kohdassa tarkoitettuna opasimetrijärjestelmän fyysisen ja sähköisen vasteajan funktio, ja se on laskettava seuraavan yhtälön avulla:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

jossa:

$t_p$  = fyysinen vasteaika, s

$t_e$  = sähköinen vasteaika, s.

Suodattimen katkaisutaajuuden ( $f_c$ ) arvioinnin laskut perustuvat 0—1 askelsyötteeseen ajassa  $< 0,01$  s (ks. liite VII). Vasteaika on tämän askeltoiminnon Bessel-suodatetun lähtösignaalin 10 prosentin ( $t_{10}$ ) ja 90 prosentin ( $t_{90}$ ) välinen nousuaika. Tämä tulos on saatava iteroimalla  $f_c$ -arvo, kunnes  $t_{90}$  minus  $t_{10} = t_F$ .  $f_c$ -arvon ensimmäinen iterointi saadaan seuraavasta kaavasta:

$$f_c = \pi / (10 * t_F)$$

Besselin vakiot E ja K on laskettava seuraavien yhtälöiden avulla:

$$E = \frac{1}{1 + \Omega * \sqrt{3} * D + D * \Omega^2}$$

$$K = 2 * E * (D * \Omega^2 - 1) - 1$$

jossa:

$D = 0,618034$

$\Delta t = 1 / \text{näytteenottotaajuus}$

$\Omega = 1 / [\tan(\pi * \Delta t * f_c)]$

6.1.2 *Besselin algoritmin laskeminen*

Besselin algoritmin avulla laskettu keskimääräinen yhden sekunnin vaste askelsyötteeseen  $S_i$  on laskettava seuraavasti arvojen E ja K avulla:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

jossa

$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$

$S_i = 1$

$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$ .

Ajat  $t_{10}$  ja  $t_{90}$  on interpoloitava. Arvojen  $t_{90}$  ja  $t_{10}$  välinen aikaero määrittää  $f_c$ :n tämän arvon vasteajan  $t_F$ . Jos kyseinen vasteaika ei ole tarpeeksi lähellä vaadittavaa vasteaikaa, iterointia on jatkettava, kunnes todellinen vasteaika on yhden prosentin tarkkuudella sama kuin vaadittava vasteaika:

$$|(t_{90} - t_{10}) - t_F| \leq 0,01 * t_F$$

6.2 **Tietojen arviointi**

Savun mittausarvojen näytteenoton vähimmäistaajuus on 20 Hz.

6.3 **Savun määrittäminen**6.3.1 *Tietojen muuntaminen*

Koska kaikkien opasimetrien perusmittayksikkö on läpäisykyky, savuarvot on muunnettava läpäistävyydestä ( $\tau$ ) valon absorptiokertoimeksi ( $k$ ) seuraavasti:

$$k = -\frac{1}{L_A} * \ln \left( 1 - \frac{N}{100} \right)$$

ja

$$N = 100 - \tau$$

jossa

$k$  = valon absorptiokerroin,  $m^{-1}$

$L_A$  = laitteen valmistajan antama optisen reitin tehollinen pituus, m

$N$  = opasiteetti, %

$\tau$  = läpäistävyys, %.

Muunnos on tehtävä ennen tietojen käsittelemistä edelleen.

6.3.2 *Besselin keskiarvon mukaisen savuarvon laskeminen*

Oikea katkaisutaajuus  $f_c$  tuottaa suodattimen vaadittavan vasteajan  $t_f$ . Kun tämä taajuus on määritetty 6.1.1 kohdan iterointiprosessin avulla, on laskettava Besselin algoritmin oikeat vakiot E ja K. Tämän jälkeen Besselin algoritmia on sovellettava hetkelliseen savujälkeen (k-arvo) 6.1.2 kohdan mukaisesti:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Besselin algoritmi on luonnostaan rekursiivinen. Tämän vuoksi algoritmin käynnistämiseen tarvitaan muutamia arvojen  $S_{i-1}$  ja  $S_{i-2}$  alkusyötearvoja sekä arvojen  $Y_{i-1}$  ja  $Y_{i-2}$  alkulähtöarvoja. Näiden voidaan olettaa olevan 0.

Kolmen nopeuden A, B ja C kunkin kuormitusvaiheen suurin yhden sekunnin arvo  $Y_{max}$  on valittava kunkin savujäljen yksittäisistä  $Y_1$ -arvoista.

6.3.3 *Lopputulos*

Keskimääräiset savuarvot (SV) kustakin testisyklistä (testinopeudesta) on laskettava seuraavasti:

Testinopeus A:

$$SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A})/3$$

Testinopeus B:

$$SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B})/3$$

Testinopeus C:

$$SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C})/3$$

jossa

$Y_{max1}$ ,  $Y_{max2}$ ,  $Y_{max3}$  = savuarvon korkein Besselin algoritmin mukainen yhden sekunnin keskiarvo kustakin kolmesta kuormitusvaiheesta

Lopullinen arvo on laskettava seuraavasti:

$$SV = (0,43 * SV_A) + (0,56 * SV_B) + (0,01 * SV_C)$$

## Lisäys 2

## ETC-TESTISYKLI

## 1 MOOTTORIN KARTOITUSMENETTELY

1.1 **Kartoitusnopeusalueen määrittäminen**

ETC:n luomiseksi testisolussa moottorin kierrosnopeudet on kartoitettava ennen testisykliä kierrosnopeus/vääntömomenttikäyrän määrittämiseksi. Suurin ja pienin kartoitusnopeus määritetään seuraavasti:

Pienin kartoitusnopeus = joutokäynti

Suurin kartoitusnopeus =  $n_{hi} * 1,02$  tai kierrosnopeus, jossa täyden kuormituksen vääntömomentti putoaa nolnaan, sen mukaan, kumpi nopeus on alempi.

1.2 **Moottorin tehokartoituksen tekeminen**

Moottori on lämmitettävä enimmäisteholla moottorin muuttujien vakioimiseksi moottorin valmistajan suositusten ja hyvän insinööritavan mukaisesti. Kun moottori on vakioitu, moottorin kartoitus on suoritettava seuraavasti:

- Moottori irrotetaan kuormasta ja sitä käytetään joutokäyntinopeudella.
- Moottoria käytetään täyskuormituksella / kaasuläppä täysin auki alimmalla kartoitusnopeudella.
- Moottorin kierrosnopeutta nostetaan alimmasta kartoitusarvosta ylimpään kartoitusarvoon keskimäärin  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  nopeudella. Moottorin nopeus- ja vääntömomenttipisteet on kirjattava ja näytteenottotaajuuden on oltava vähintään yksi piste sekunnissa.

1.3 **Kartoituskäyrän luominen**

Kaikki 1.2 kohdassa kirjatut tietopisteet on yhdistettävä pisteiden välisen lineaarisen interpoloinnin avulla. Tästä saatava vääntömomenttikäyrä on kartoituskäyrä, ja sen avulla moottorisyyklin normalisoidut vääntömomenttiarvot muunnetaan testisyklin todellisiksi vääntömomenttiarvoiksi, kuten 2 kohdassa kuvataan.

1.4 **Vaihtoehtoinen kartoitus**

Jos valmistaja uskoo, että edellä mainitut kartoitusmenetelmät eivät ole turvallisia tai että ne eivät edusta jonkin moottorin ominaisuuksia, voidaan käyttää muita kartoitusmenetelmiä. Kyseisillä vaihtoehtoisilla tekniikoilla on toteutettava eriteltyjen kartoitusmenetelmien tarkoitus suurimman käytettävissä olevan vääntömomentin määrittämiseksi kaikilla testisykliä aikana saavutettavilla kierrosnopeuksilla. Teknisen tutkimuslaitoksen on hyväksyttävä sekä poikkeaminen tässä kohdassa ilmoitetuista kartoitusmenetelmistä turvallisuus- tai sopimattomuussyistä että vaihtoehtoisen menettelyn perustelut. Missään tapauksessa ei kuitenkaan voida hyväksyä rajoitettujen tai turboahdettujen moottoreiden osalta moottorin kierrosnopeutta jatkuvasti laskevia ajoja.

1.5 **Testien replikoiminen**

Moottoria ei tarvitse kartoittaa ennen jokaista testisykliä. Moottori on uudelleenkartoitettava ennen testisykliä, jos:

- edellisestä kartoituksesta on kulunut kohtuuttoman pitkä aika asiantuntijan harkinnan mukaisesti tai
- moottoriin on tehty fyysisiä muutoksia tai uudelleenkalibrointeja, jotka saattavat vaikuttaa moottorin suorituskykyyn.

## 2 VIITETESTISYKLIN MUODOSTAMINEN

Siirtymätestin sykli kuvataan tämän liitteen lisäyksessä 3. Vääntömomentin ja kierrosnopeuden normalisoidut arvot on muutettava todellisiksi arvoiksi seuraavasti, jolloin tulokseksi saadaan viitesykli.

## 2.1 Todellinen nopeus

Nopeuden normalisointi poistetaan seuraavan kaavan avulla:

$$\text{Todellinen nopeus} = \frac{\% \text{ nopeus (viitenopeus} - \text{joutokäyntinopeus)}}{100} = \text{joutokäyntinopeus}$$

Viitenopeus ( $n_{ref}$ ) vastaa lisäyksen 3 moottorin dynamometrisäädöissä eriteltyjä 100 prosentin nopeusarvoja. Se määritetään seuraavasti (ks. liitteen I kuva 1):

$$n_{ref} = n_{lo} + 95 \% * (n_{hi} - n_{lo})$$

jossa  $n_{hi}$  ja  $n_{lo}$  on joko eritelty liitteessä I olevan 2 kohdan mukaisesti tai määritetty liitteen III lisäyksessä 1 olevan 1.1 kohdan mukaisesti.

## 2.2 Todellinen vääntömomentti

Vääntömomentti normalisoidaan vastaavan kierrosnopeuden enimmäisvääntömomentiksi. Viitesyklin vääntömomenttiarvojen normalisointi on poistettava seuraavasti 1.3 kohdan mukaisesti määritetyn kartoituskäyrän avulla:

$$\text{Todellinen vääntömomentti} = \frac{\% \text{ momentti} * \text{enimmäisvääntömomentti}}{100}$$

edellä 2.1 kohdassa määritetyn vastaavan todellisen nopeuden osalta.

Käyttöpisteiden ("m") negatiiviset vääntömomenttiarvot ohittavat viitesyklin luonnin ajaksi normalisoidut arvot jollakin seuraavista tavoista:

- negatiivinen 40 prosenttia vastaavassa nopeuspisteessä käytettävissä olevasta positiivisesta vääntömomentistä,
- negatiivisen vääntömomentin kartoitus vaaditaan moottorin käyttämiseksi kartoituksen vähimmäisnopeudesta enimmäisnopeuteen,
- negatiivisen vääntömomentin määrittäminen on tarpeen moottorin käyttämiseksi joutokäynti- ja viitenopeuksilla ja näiden kahden pisteen välisellä lineaarisella interpoloinnilla.

## 2.3 Esimerkki normalisoinninpoistomenettelystä

Tässä esimerkissä poistetaan seuraavan testipisteen normalisointi:

$$\text{prosentuaalinen nopeus} = 43$$

$$\text{prosentuaalinen vääntömomentti} = 82$$

Oletetaan seuraavat arvot:

$$\text{viitenopeus} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{joutokäyntinopeus} = 600 \text{ min}^{-1}$$

jolloin tulokseksi saadaan

$$\text{todellinen nopeus} = \frac{43 * (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{todellinen vääntömomentti} = \frac{82 * 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

jossa kartoituskäyrältä saatu enimmäisvääntömomentti moottorin kierrosnopeudella  $1\,288 \text{ min}^{-1}$  on 700 Nm.

## 3 PÄÄSTÖTESTIN KULKU

Valmistajan pyynnöstä voidaan ennen mittaus sykliä suorittaa harjoitustesti moottorin ja pakojärjestelmän vakioimiseksi.

Maa- ja nestekaasua polttoaineena käyttäville moottoreille on suoritettava totutus käyttö ETC-testillä. Moottoria käytetään vähintään kahden ETC-syklin ajan kunnes yhden ETC-syklin aikana mitattujen CO-päästöjen taso ylittää enintään 25 prosentilla edellisen ETC-syklin aikana mitattujen CO-päästöjen tason.

### 3.1 **Näytteenotto-suodattimien valmisteleminen (ainoastaan dieselmoottorit)**

Kukin suodatin (suodatinpari) sijoitetaan vähintään tuntia ennen testiä suljettuun, mutta sinetöimättömään petrimaljaan, joka asetetaan punnituskammioon vakautusta varten. Vakautusajan lopussa kukin suodatin (suodatinpari) punnitaan ja taarapaino kirjataan. Tämän jälkeen suodatin (suodatinpari) varastoidaan suljettuun petrimaljaan tai sinetöityyn suodatintelineeseen siihen asti, kun sitä tarvitaan testauksessa. Jos suodatinta (suodatinparia) ei käytetä kahdeksan tunnin kuluessa punnituskammioista poistamisesta, se on käsiteltävä ja punnittava uudelleen ennen käyttöä.

### 3.2 **Mittauslaitteiston asentaminen**

Instrumentaatio ja näytteenottimet asennetaan vaatimusten mukaisesti. Täysvirtauslaimennusjärjestelmään on liitettävä peräputki.

### 3.3 **Laimennusjärjestelmän ja moottorin käynnistäminen**

Laimennusjärjestelmä ja moottori on käynnistettävä ja lämmitettävä valmistajan suositusten ja hyvän insinööritavan mukaisesti, kunnes kaikki lämpötilat ja paineet ovat vakautuneet enimmäistehon kierrosnopeudella.

### 3.4 **Hiukkasten keräämisjärjestelmän käynnistäminen (ainoastaan dieselmoottorit)**

Hiukkasten keräämisjärjestelmä käynnistetään ja sitä käytetään ohituksella. Laimennusilman hiukkasten taustataso voidaan määrittää johtamalla laimennusilmaa hiukkassuodattimien läpi. Jos käytetään suodatettua laimennusilmaa, yksi mittaus voidaan tehdä ennen testiä tai sen jälkeen. Jos laimennusilmaa ei suodateta, mittaukset voidaan tehdä syklin alussa ja lopussa ja laskea tuloksista keskiarvo.

### 3.5 **Täysvirtauslaimennusjärjestelmän säätäminen**

Laimennettu kokonaispakokaasuvirtaus on säädettävä siten, että vettä ei kondensoidu järjestelmään ja että suodattimen pinnan enimmäislämpötila on 325 K (52°C) tai vähemmän (ks. liitteessä V oleva 2.3.1 kohta, DT).

### 3.6 **Analysaattoreiden tarkistus**

Päästöanalysaattorit on nollattava ja kohdistettava. Jos käytetään näytepusseja, ne on tyhjennettävä.

### 3.7 **Moottorin käynnistäminen**

Vakautettu moottori on käynnistettävä omistajan käsikirjassa valmistajan suosittelun käynnistysmenetelmän mukaisesti joko tuotantokäynnistysmoottorin tai dynamometrin avulla. Testi voidaan valinnaisesti käynnistää myös moottorin esimukautusvaiheesta moottoria sammuttamatta, kun moottori on saavuttanut joutokäyntinopeuden.

### 3.8 **Testisykli**

#### 3.8.1 *Testijakso*

Testijakso on käynnistettävä, jos moottori on saavuttanut joutokäyntinopeuden. Testi on suoritettava tämän lisäyksen 2 kohdan viitesyklin mukaisesti. Moottorin kierrosnopeuden ja vääntömomentin komentojen säätöasteiden taajuuden on oltava 5 Hz (suositus: 10 Hz) tai suurempi. Moottorin kierrosnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentä on kirjattava testisyklin aikana vähintään kerran sekunnissa, ja signaalit voidaan suodattaa elektronisesti.

#### 3.8.2 *Analysaattorin vaste*

Jos sykli käynnistetään suoraan esimukautusvaiheesta, mittauslaitteisto on käynnistettävä samanaikaisesti moottorin tai testijakson käynnistämisen kanssa:

- laimennusilman kerääminen tai analysointi on aloitettava,
- laimennetun pakokaasun kerääminen tai analysointi on aloitettava,
- laimennetun pakokaasun (CVS) määrän sekä tarvittavien lämpötilojen ja paineiden mittaaminen on aloitettava,
- dynamometrin kierrosnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentätietojen kirjaaminen on aloitettava.

HC ja  $\text{No}_x$  on mitattava jatkuvasti laimennustunnelissa 2 Hz:n taajuudella. Keskimääräiset konsentraatiot on määritettävä integroimalla analysaattorin signaalit testisyklin aikana. Järjestelmän vasteaika ei saa ylittää 20:tä sekuntia, ja se on tarvittaessa koordinoitava CVS:n virtauksen muutosten ja näytteenottoajan/testisyklin poikkeamien kanssa. CO,  $\text{CO}_2$ , NMHC ja  $\text{CH}_4$  on määritettävä integroimalla tai analysoimalla syklin aikana näytempussiin kerääntyneet konsentraatiot. Laimennusilman kaasumaisten pilaavien aineiden konsentraatiot on määritettävä integroimalla tai keräämällä ne taustapussiin. Kaikki muut arvot on kirjattava vähintään kerran sekunnissa (1 Hz).

### 3.8.3 *Hiukkasten kerääminen (ainoastaan dieselmoottorit)*

Jos sykli käynnistetään suoraan esimukautusvaiheesta, hiukkasten keräämisjärjestelmä on vaihdettava ohitustilasta hiukkasten keräämistilaan samanaikaisesti moottorin tai testijakson käynnistämisen kanssa.

Jos virtauksen kompensatiota ei käytetä, näytempumppu (näytempumput) on säädettävä siten, että virtaama hiukkasten näyteanturin tai siirtoputken läpi pidetään  $\pm 5$  prosentin tarkkuudella asetetusta virtauksesta. Jos virtauksen kompensatiota (eli näytevirtauksen suhteellista säätöä) käytetään, on osoitettava, että päättunnelin virtauksen suhde hiukkasten näytevirtaukseen vaihtelee enintään  $\pm 5$  prosenttia asetusarvostaan (paitsi näytteenkeruun kymmenen ensimmäisen sekunnin aikana).

*Huomautus:* Kaksoislaimennustoiminnassa näytevirta on näytesuodattimien virtauksen ja toisen laimennuksen ilman virtauksen välinen nettoero.

Kaasumittarin (kaasumittareiden) tai virtausinstrumentaation syötön keskimääräinen lämpötila ja paine on kirjattava. Jos asetettua virtausta ei voida säilyttää koko syklin ajan ( $\pm 5$  prosentin tarkkuudella) suodattimen suuren hiukkaskuormituksen vuoksi, testi ei ole pätevä. Testi on suoritettava uudelleen käyttäen pienempää virtausta ja/tai halkaisijaltaan suurempaa suodatinta.

### 3.8.4 *Moottorin pysähtyminen*

Jos moottori pysähtyy milloin tahansa testisyklin aikana, moottori on esimukautettava ja käynnistettävä uudelleen, ja testi on toistettava. Jos jossakin tarvittavista testilaitteista esiintyy vika testisyklin aikana, testi ei ole pätevä.

### 3.8.5 *Testin jälkeiset toimet*

Kun testi on suoritettu kokonaan, laimennetun pakokaasun tilavuusmittaus ja kaasun virtaus näytempussiin on lopetettava ja hiukkasten näytempumppu on pysäytettävä. Integroiduissa analysointijärjestelmissä näytteenoton on jatkuttava, kunnes järjestelmän vasteajat ovat kuluneet umpeen.

Mahdollisten keräysspussien konsentraatiot on analysoitava mahdollisimman pian, viimeistään 20 minuutin kuluessa testisyklin päättymisestä.

Päästötestin jälkeen analysaattoreille tehdään uusintatarkistus nollakaasulla ja samalla vertailukaasulla. Testin tulos katsotaan hyväksyttäväksi, jos ennen testiä ja sen jälkeen saadut tulokset eroavat enintään kaksi prosenttia vertailukaasun arvosta.

Ainoastaan dieselmoottoareiden osalta hiukkassuodattimet on palautettava punnituskammioon viimeistään tunnin kuluttua testin päättymisestä ja niitä on vakautettava suljetussa, sinetöimättömässä petrimaljassa vähintään tunnin, mutta enintään 80 tunnin ajan ennen punnitsemista.

## 3.9 **Testikäytön verifiointi**

### 3.9.1 *Tietojen siirtymä*

Takaisinkytkennän ja viitesyklin arvojen välisen aikaviiveen aiheuttaman painotuksen minimoimiseksi koko moottorin kierrosnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentäsignaalin sekvenssiä voidaan edistää tai jättää ajallisesti suhteessa viitekierrosnopeuden ja -vääntömomentin sekvenssiin. Jos takaisinkytkentäsignaaleja siirretään, sekä kierrosnopeutta että vääntömomenttia on siirrettävä saman verran samaan suuntaan.

## 3.9.2 Syklin työn laskeminen

Syklin todellinen työ  $W_{act}$  (kWh) on laskettava kirjattujen moottorin kierrosnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentäarvojen kunkin parin avulla. Työ on laskettava takaisinkytkentätietojen siirron jälkeen, jos tämä vaihtoehto valitaan. Syklin todellista työtä  $W_{act}$  verrataan syklin viitetyöhön  $W_{ref}$  ja sen avulla lasketaan jarrukohtaiset päästöt (ks. 4.4 ja 5.2 kohta). Samaa menetelmää käytetään sekä moottorin todellisen että viitetehton integroimiseen. Jos arvot on määritettävä vierekkäisten viitearvojen tai vierekkäisten mittausarvojen väliin, on käytettävä lineaarista interpolointia.

Syklin viitetyön ja todellisen työn integroinnissa kaikki negatiiviset vääntömomentin arvot on asetettava nolllaksi ja otettava mukaan laskuihin. Jos integrointi suoritetaan viittä hertsiä pienemmällä taajuudella, ja jos tietynä ajanjaksona vääntömomentin arvo muuttuu positiivisesta negatiiviseksi tai negatiivisesta positiiviseksi, negatiivinen osa on laskettava ja asetettava nolllaksi. Positiivinen osa on sisällytettävä integroituun arvoon.

$W_{act}$ -arvon on oltava  $-15\% — +5\%$   $W_{ref}$ -arvosta.

## 3.9.3 Testisyklin tilastollinen validointi

Kierrosnopeuden, vääntömomentin ja tehon takaisinkytkentäarvot on regressoitava lineaarisesti viitearvoihin nähden. Tämä on tehtävä takaisinkytkentätietojen siirron jälkeen, jos tämä vaihtoehto valitaan. Menetelmänä on käytettävä pienimmän neliösumman menetelmää, jossa yhtälöllä on seuraava muoto:

$$y = mx + b$$

jossa:

$y$  = kierrosnopeuden ( $\text{min}^{-1}$ ), vääntömomentin (Nm) tai tehon (kW) takaisinkytkennän (todellinen) arvo

$m$  = regressiolinjan kaltevuus

$x$  = kierrosnopeuden ( $\text{min}^{-1}$ ), vääntömomentin (Nm) tai tehon (kW) viitearvo

$b$  = regressiolinjan y-leikkaus

Y-arvon X-arvolle asetettu estimaatin keskivirhe (SE) ja determinaatikerroin ( $r^2$ ) on laskettava kullekin regressiolinjalle.

Tämä analyysi suositellaan suoritettavaksi yhden hertsin taajuudella. Kaikki negatiiviset vääntömomentin viitearvot ja niiden takaisinkytkentäarvot on poistettava syklin vääntömomentin ja tehon tilastollisista validointilaskutoimituksista. Jotta testi voidaan katsoa kelpoiseksi, taulukossa 6 esitettyjen perusteiden on täytyttävä.

Taulukko 6

## Regressiolinjan toleranssit

	Kierrosnopeus	Vääntömomentti	Teho
Y-arvon X-arvolle asetettu estimaatin keskivirhe (SE)	enintään $100 \text{ min}^{-1}$	enintään 13% tehon kartoituksessa saadusta moottorin suurimmasta vääntömomentista	enintään 8% tehon kartoituksessa saadusta moottorin suurimmasta tehosta
Regressiolinjan kaltevuus, $m$	0,95—1,03	0,83—1,03	0,89—1,03
Determinaatikerroin, $r^2$	vähintään 0,9700	vähintään 0,8800	vähintään 0,9100
Regressiolinjan Y-leikkaus, $b$	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ tai $\pm 2\%$ suurimmasta vääntömomentista sen mukaan, kumpi on suurempi	$\pm 4 \text{ kW}$ tai $\pm 2\%$ suurimmasta tehosta sen mukaan, kumpi on suurempi

Regressioanalyysistä saa poistaa pisteitä taulukossa 7 ilmoitetuista kohdista.

Taulukko 7

Pisteet, jotka saa poistaa regressioanalyysistä

Olosuhde	Poistettavat pisteet
Täysi kuormitus / kaasuläppä täysin auki ja vääntömomentin takaisinkytkentä ≠ viitevääntömomentti	Momentti ja/tai teho
Ei kuormitusta, ei joutokäyntipistettä ja vääntömomentin takaisinkytkentä > viitevääntömomentti	Momentti ja/tai teho
Ei kuormitusta / kaasuläppä kiinni, joutokäyntipiste ja nopeus > viitejoutokäynti	Nopeus ja/tai teho

## 4 KAASUPÄÄSTÖJEN LASKEMINEN

## 4.1 Laimennetun pakokaasun virtauksen määrittäminen

Laimennetun pakokaasun kokonaisvirta syklin aikana (kg/testi) on laskettava syklin mittausarvoista ja virtauksen mittauslaitteen vastaavista kalibroitiedoista (PDP:lle  $V_0$  tai CFV:lle  $K_v$  kuten liitteen III lisäyksessä 5 olevassa 2 kohdassa määritetään). Jos laimennetun pakokaasun lämpötila pidetään vakiona lämmönvaihtimen avulla koko syklin ajan (PDP-CVS:lle  $\pm 6$  K, CFV-CVS:lle  $\pm 11$  K, ks. liitteessä V oleva 2.3 kohta), on sovellettava seuraavia kaavoja.

*PDP-CVS-järjestelmä:*

$$M_{TOTW} = 1,293 * V_0 * N_p * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

jossa

$M_{TOTW}$  = laimennetun pakokaasun massa syklin aikana kosteana, kg

$V_0$  = testiolosuhteissa yhden kierroksen aikana pumpatun kaasun määrä, m<sup>3</sup>/kierros

$N_p$  = pumpun kierrosten kokonaismäärä testin aikana

$p_B$  = testisolun ilmanpaine, kPa

$p_1$  = ilmanpaineen alittava alipaine pumpun syötössä, kPa

$T$  = laimennetun pakokaasun keskimääräinen lämpötila pumpun syötössä syklin aikana, K

*CFV-CVS-järjestelmä:*

$$M_{TOTW} = 1,293 * t * K_v * p_A / T^{0,5}$$

jossa

$M_{TOTW}$  = laimennetun pakokaasun massa syklin aikana kosteana, kg

$t$  = syklin aika, s

$K_v$  = kriittisen aukon virtaamaan perustuvan vakiotilavuusvirtalaitteen kalibroitikerroin normaaliolosuhteissa

$p_A$  = absoluuttinen paine vakiotilavuusvirtalaitteen syöttöpuolella, kPa

$T$  = absoluuttinen lämpötila vakiotilavuusvirtalaitteen syöttöpuolella, K

Jos käytetään järjestelmää, jossa on virtauksen kompenzaatio (eli järjestelmää, jossa ei ole lämmönvaihdinta), hetkellisten päästöjen massa on laskettava ja integroitava koko syklin ajalle. Tässä tapauksessa laimennetun pakokaasun hetkellinen massa lasketaan seuraavasti:

*PDP-CVS-järjestelmä:*

$$M_{TOTW,i} = 1,293 * V_0 * N_{p,i} * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

jossa

$M_{TOTW,i}$  = laimennetun pakokaasun hetkellinen massa kosteana, kg

$N_{p,i}$  = pumpun kierrosten kokonaismäärä ajanjaksona

CFV-CVS-järjestelmä:

$$M_{\text{TOTW},i} = 1,293 * \Delta t_i * K_v * p_A / T^{0,5}$$

jossa

$M_{\text{TOTW},i}$  = laimennetun pakokaasun hetkellinen massa kosteana, kg

$\Delta t_i$  = ajanjakso, s

Jos näytteen hiukkasmaisten ( $M_{\text{SAM}}$ ) ja kaasumaisten pilaavien aineiden kokonaismassa on suurempi kuin 0,5 prosenttia CVS:n kokonaisvirtauksesta ( $M_{\text{TOTW}}$ ), CVS:n virtaus on korjattava  $M_{\text{SAM}}$ -arvolle tai hiukkasnäyte on johdettava uudelleen CVS:n läpi ennen virtauksen mittausta (PDP tai CFV).

#### 4.2 Kosteuden NO<sub>x</sub>-korjaus

Koska NO<sub>x</sub>-päästöt riippuvat ympäröivän ilman olosuhteista, NO<sub>x</sub>-konsentraatio on korjattava ilman kosteuden suhteen seuraavissa kaavoissa annettujen tekijöiden avulla.

a) dieselmoottorit:

$$K_{\text{H,D}} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (H_a - 10,71)}$$

b) kaasumoottorit:

$$K_{\text{H,G}} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (H_a - 10,71)}$$

jossa

$H_a$  = imuilman kosteus, vettä/kg kuivaa ilmaa

jossa

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

$R_a$  = imuilman suhteellinen kosteus, %

$p_a$  = kylläisen vesihöyryn paine imuilmassa, kPa

$p_B$  = barometrinen kokonaispaine, kPa.

#### 4.3 Päästöjen massavirtauksen laskeminen

##### 4.3.1 Vakiomassavirtausjärjestelmät

Järjestelmissä, joissa on lämmönvaihdin, pilaavien aineiden massa (g/testi) määritetään seuraavien yhtälöiden avulla:

(1)  $\text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{\text{H,D}} * M_{\text{TOTW}}$  (dieselmoottorit)

(2)  $\text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{\text{H,G}} * M_{\text{TOTW}}$  (kaasumoottorit)

(3)  $\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}}$

(4)  $\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$  (dieselmoottorit)

(5)  $\text{HC}_{\text{mass}} = 0,000502 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$  (nestekaasumoottorit)

(6)  $\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000516 * \text{NMHC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}'}$  (maakaasumoottorit)

(7)  $\text{CH}_4_{\text{mass}} = 0,000552 * \text{CH}_4_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}}$  (maakaasumoottorit)

jossa

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$ ,  $\text{CO}_{\text{conc}}$ ,  $\text{HC}_{\text{conc}}$  <sup>(1)</sup>,  $\text{NMHC}_{\text{conc}}$  = keskimääräisiä integroimalla (pakollinen NO<sub>x</sub>-lle ja HC:lle) tai pussimittauksesta saatuja syklin aikaisia taustakorjattuja konsentraatioita, ppm

$M_{\text{TOTW}}$  = 4.1 kohdan mukaisesti määritetty syklin aikainen laimennetun pakokaasun kokonaismassa, kg

$K_{\text{H,D}}$  = 4.2 kohdan mukaisesti määritetty dieselmoottoreiden kosteuden korjauskerroin

$K_{\text{H,G}}$  = 4.2. kohdan mukaisesti määritetty kaasumoottoreiden kosteuden korjauskerroin.

<sup>(1)</sup> Perustuu C1-ekvivalenttiin.

Kuivana mitatut konsentraatiot on muunnettava kosteiksi konsentraatioiksi liitteen III lisäyksessä 1 olevan 4.2 kohdan mukaisesti.

NMHC<sub>conc</sub>-arvon määrittäminen riippuu käytetystä menetelmästä (ks. liitteen III lisäyksessä 4 oleva 3.3.4 kohta). Molemmissa tapauksissa on määritettävä CH<sub>4</sub>-konsentraatio, ja se on vähennettävä HC-konsentraatiosta seuraavasti:

a) GC-menetelmä

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \text{HC}_{\text{conc}} - \text{CH}_{4\text{conc}}$$

b) NMC-menetelmä

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \frac{\text{HC}(\text{w/oCutter}) * (1 - \text{CE}_M) - \text{HC}(\text{wCutter})}{\text{CE}_E - \text{CE}_M}$$

jossa

HC(wCutter) = HC-konsentraatio, kun näytekaasu virtaa NMC:n läpi

HC(w/oCutter) = HC-konsentraatio, kun näytekaasu ohittaa NMC:n

CE<sub>M</sub> = liitteen III lisäyksessä 5 olevan 1.8.4.1 kohdan mukaisesti määritetty metaanitehokkuus

CE<sub>E</sub> = liitteen III lisäyksessä 5 olevan 1.8.4.2 kohdan mukaisesti määritetty etaanitehokkuus

#### 4.3.1.1 Taustakorjattujen konsentraatioiden määrittäminen

Kaasumaisten pilaavien aineiden keskimääräiset taustakorjauskonsentraatiot laimennusilmassa on vähennettävä mitatuista konsentraatioista pilaannuttavien aineiden nettokonsentraatioiden selvittämiseksi. Taustakonsentraatioiden keskimääräiset arvot voidaan määrittää näytepussimenetelmällä tai integroimalla jatkuva mittaus. Seuraavaa kaavaa on käytettävä:

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d * (1 - (1/\text{DF}))$$

jossa

conc = vastaavan pilaavan aineen konsentraatio laimennetussa pakokaasussa korjattuna laimennusilman sisältämällä vastaavan pilaavan aineen määrällä, ppm

conc<sub>e</sub> = vastaavan pilaavan aineen konsentraatio mitattuna laimennetussa pakokaasussa, ppm

conc<sub>d</sub> = vastaavan pilaavan aineen konsentraatio mitattuna laimennusilmassa, ppm

DF = laimennuskerroin

Laimennuskerroin on laskettava seuraavasti:

a) dieselmoottorit ja nestekaasukäyttöiset kaasumoottorit:

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conce}} + (\text{HC}_{\text{conce}} + \text{CO}_{\text{conce}}) * 10^{-4}}$$

b) maakaasukäyttöiset kaasumoottorit:

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conce}} + (\text{NMHC}_{\text{conce}} + \text{CO}_{\text{conce}}) * 10^{-4}}$$

jossa

CO<sub>2, conce</sub> = CO<sub>2</sub>-konsentraatio laimennetussa pakokaasussa, tilavuusprosenttia

HC<sub>conce</sub> = HC-konsentraatio laimennetussa pakokaasussa, ppm C1

NMHC<sub>conce</sub> = NMHC-konsentraatio laimennetussa pakokaasussa, ppm C1

CO<sub>conce</sub> = CO-konsentraatio laimennetussa pakokaasussa, ppm

F<sub>S</sub> = stoikiometrinen kerroin

Kuivana mitatut konsentraatiot on muunnettava kosteiksi konsentraatioiksi liitteen III lisäyksessä 1 olevan 4.2 kohdan mukaisesti.

Stoikiometrinen kerroin lasketaan seuraavasti:

$$F_S = 100 * \frac{x}{x + \frac{y}{2} + 3,76 * \left(x + \frac{y}{4}\right)}$$

jossa

$x, y$  = polttoaineen koostumus  $C_xH_y$

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää seuraavia stoikiometrisiä kertoimia, jos polttoaineen koostumus ei ole tiedossa:

$F_S$  (diesel) = 13,4

$F_S$  (nestekaasu) 11,6

$F_S$  (maakaasu) 9,5

#### 4.3.2 Virtauskompensoidut järjestelmät

Jos järjestelmässä ei ole lämmönvaihdinta, pilaavien aineiden massa (g/testi) on määritettävä laskemalla hetkellisten päästöjen massa ja integroimalla hetkelliset arvot koko syklin ajalle. Myös taustakorjaus on laskettava suoraan hetkellisen konsentraation arvolle. Seuraavia kaavoja on sovellettava:

$$(1) \text{NO}_x \text{ mass} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{x \text{ conce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,D}}) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{x \text{ concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,D}}) \text{ (dieselmoottorit)}$$

$$(2) \text{NO}_x \text{ mass} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{x \text{ conce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,G}}) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{x \text{ concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,G}}) \text{ (kaasumoottorit)}$$

$$(3) \text{CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{CO}_{\text{conce},i} * 0,000966) - (M_{\text{TOTW}} * \text{CO}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000966)$$

$$(4) \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000479) - (M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000479) \text{ (dieselmoottorit)}$$

$$(5) \text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000502) - (M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000502) \text{ (nestekaasumoottorit)}$$

$$(6) \text{NMHC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NMHC}_{\text{conce},i} * 0,000516) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NMHC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000516) \text{ (maakaasumoottorit)}$$

$$(7) \text{CH}_4 \text{ mass} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{CH}_4 \text{ conce},i * 0,000552) - (M_{\text{TOTW}} * \text{CH}_4 \text{ concd} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000552) \text{ (maakaasumoottorit)}$$

jossa

$\text{conc}_e$  = laimennetusta pakokaasusta mitatun vastaavan pilaavan aineen konsentraatio, ppm

$\text{conc}_d$  = laimennusilmasta mitatun vastaavan pilaavan aineen konsentraatio, ppm

$M_{\text{TOTW},i}$  = laimennetun pakokaasun hetkellinen massa (ks. 4.1 kohta), kg

$M_{\text{TOTW}}$  = laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana (ks. 4.1 kohta), kg

$K_{\text{H,D}}$  = 4.2 kohdan mukaisesti määritetty dieselmoottoreiden kosteuden korjauskerroin

$K_{\text{H,G}}$  = 4.2 kohdan mukaisesti määritetty kaasumoottoreiden kosteuden korjauskerroin

DF = 4.3.1.1 kohdan mukaisesti määritetty laimennuskerroin

#### 4.4 Spesifisten päästöjen laskeminen

Kaikkien yksittäisten komponenttien päästöt (g/kWh) on laskettava seuraavasti:

$$\overline{NO_x} = NO_{x\text{ mass}}/W_{\text{act}} \text{ (diesel- ja kaasumoottorit)}$$

$$\overline{CO} = CO_{\text{mass}}/W_{\text{act}} \text{ (diesel- ja kaasumoottorit)}$$

$$\overline{HC} = HC_{\text{mass}}/W_{\text{act}} \text{ (dieselmoottorit ja nestekaasukäyttöiset kaasumoottorit)}$$

$$\overline{NMHC} = NMHC_{\text{mass}}/W_{\text{act}} \text{ (maakaasukäyttöiset kaasumoottorit)}$$

$$\overline{CH_4} = CH_{4\text{ mass}}/W_{\text{act}} \text{ (maakaasukäyttöiset kaasumoottorit)}$$

jossa

$W_{\text{act}}$  = 3.9.2 kohdassa määritetty syklin todellinen työ, kWh

#### 5 HIUKKASPÄÄSTÖJEN LASKEMINEN (AINOASTAAN DIESELMOOTTORIT)

##### 5.1 Massavirtauksen laskeminen

Hiukkasten massavirta (g/testi) on laskettava seuraavasti:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\ 000}$$

jossa

$M_f$  = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa, mg

$M_{\text{TOTW}}$  = 4.1 kohdassa määritetty laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana, kg

$M_{\text{SAM}}$  = laimennustunnelista hiukkasten keräämistä varten otetun laimennetun pakokaasun massa, kg

ja

$M_f$  =  $M_{f,p} + M_{f,b}$ , jos nämä on punnittu erikseen, mg

$M_{f,p}$  = ensisijaiseen suodattimeen kerättyjen hiukkasten massa, mg

$M_{f,b}$  = toissijaiseen suodattimeen kerättyjen hiukkasten massa, mg

Jos käytössä on kaksoislaimennusjärjestelmä, toisilaimennusilman massa on vähennettävä hiukkassuodattimien läpi johdetun kaksoislaimennetun pakokaasun kokonaismassasta.

$$M_{\text{SAM}} = M_{\text{TOT}} - M_{\text{SEC}}$$

jossa

$M_{\text{TOT}}$  = hiukkassuodattimien läpi johdetun kaksoislaimennetun pakokaasun massa, kg

$M_{\text{SEC}}$  = toisilaimennusilman massa, kg

Jos laimennusilman taustahiukkastaso on määritetty 3.4 kohdan mukaisesti, hiukkasten massa voidaan tehdä taustakorjaus. Tässä tapauksessa hiukkasten massa (g/testi) on laskettava seuraavasti:

$$PT_{\text{mass}} = \left[ \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left( \frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} * \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\ 000}$$

jossa

$M_f$ ,  $M_{\text{SAM}}$ ,  $M_{\text{TOTW}}$  = ks. edellä

$M_{\text{DIL}}$  = taustahiukkasnäyteanturin ottaman ensimmäisen laimennusilman massa, kg

$M_d$  = ensimmäisestä laimennusilmasta kerättyjen taustahiukkasten massa, mg

$DF$  = 4.3.1.1 kohdassa määritetty laimennuskerroin

**5.2 Spesifisten päästöjen laskeminen**

Hiukkaspäästöt (g/kWh) on laskettava seuraavalla tavalla:

$$\overline{PT} = PT_{\text{mass}}/W_{\text{act}}$$

jossa:

$W_{\text{act}}$  = 3.9.2 kohdassa määritetty syklin todellinen työ, kWh

---

## Lisäys 3

## ETC-TESTIN DYNAMOMETRIAJO

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
1	0	0	63	28,5	20,9	125	65,3	"m"
2	0	0	64	32	73,9	126	64	"m"
3	0	0	65	4	82,3	127	59,7	"m"
4	0	0	66	34,5	80,4	128	52,8	"m"
5	0	0	67	64,1	86	129	45,9	"m"
6	0	0	68	58	0	130	38,7	"m"
7	0	0	69	50,3	83,4	131	32,4	"m"
8	0	0	70	66,4	99,1	132	27	"m"
9	0	0	71	81,4	99,6	133	21,7	"m"
10	0	0	72	88,7	73,4	134	19,1	0,4
11	0	0	73	52,5	0	135	34,7	14
12	0	0	74	46,4	58,5	136	16,4	48,6
13	0	0	75	48,6	90,9	137	0	11,2
14	0	0	76	55,2	99,4	138	1,2	2,1
15	0	0	77	62,3	99	139	30,1	19,3
16	0,1	1,5	78	68,4	91,5	140	30	73,9
17	23,1	21,5	79	74,5	73,7	141	54,4	74,4
18	12,6	28,5	80	38	0	142	77,2	55,6
19	21,8	71	81	41,8	89,6	143	58,1	0
20	19,7	76,8	82	47,1	99,2	144	45	82,1
21	54,6	80,9	83	52,5	99,8	145	68,7	98,1
22	71,3	4,9	84	56,9	80,8	146	85,7	67,2
23	55,9	18,1	85	58,3	11,8	147	60,2	0
24	72	85,4	86	56,2	"m"	148	59,4	98
25	86,7	61,8	87	52	"m"	149	72,7	99,6
26	51,7	0	88	43,3	"m"	150	79,9	45
27	53,4	48,9	89	36,1	"m"	151	44,3	0
28	34,2	87,6	90	27,6	"m"	152	41,5	84,4
29	45,5	92,7	91	21,1	"m"	153	56,2	98,2
30	54,6	99,5	92	8	0	154	65,7	99,1
31	64,5	96,8	93	0	0	155	74,4	84,7
32	71,7	85,4	94	0	0	156	54,4	0
33	79,4	54,8	95	0	0	157	47,9	89,7
34	89,7	99,4	96	0	0	158	54,5	99,5
35	57,4	0	97	0	0	159	62,7	96,8
36	59,7	30,6	98	0	0	160	62,3	0
37	90,1	"m"	99	0	0	161	46,2	54,2
38	82,9	"m"	100	0	0	162	44,3	83,2
39	51,3	"m"	101	0	0	163	48,2	13,3
40	28,5	"m"	102	0	0	164	51	"m"
41	29,3	"m"	103	0	0	165	50	"m"
42	26,7	"m"	104	0	0	166	49,2	"m"
43	20,4	"m"	105	0	0	167	49,3	"m"
44	14,1	0	106	0	0	168	49,9	"m"
45	6,5	0	107	0	0	169	51,6	"m"
46	0	0	108	11,6	14,8	170	49,7	"m"
47	0	0	109	0	0	171	48,5	"m"
48	0	0	110	27,2	74,8	172	50,3	72,5
49	0	0	111	17	76,9	173	51,1	84,5
50	0	0	112	36	78	174	54,6	64,8
51	0	0	113	59,7	86	175	56,6	76,5
52	0	0	114	80,8	17,9	176	58	"m"
53	0	0	115	49,7	0	177	53,6	"m"
54	0	0	116	65,6	86	178	40,8	"m"
55	0	0	117	78,6	72,2	179	32,9	"m"
56	0	0	118	64,9	"m"	180	26,3	"m"
57	0	0	119	44,3	"m"	181	20,9	"m"
58	0	0	120	51,4	83,4	182	10	0
59	0	0	121	58,1	97	183	0	0
60	0	0	122	69,3	99,3	184	0	0
61	0	0	123	72	20,8	185	0	0
62	25,5	11,1	124	72,1	"m"	186	0	0

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
187	0	0	255	54,5	"m"	323	43	24,8
188	0	0	256	51,7	17	324	38,7	0
189	0	0	257	56,2	78,7	325	48,1	31,9
190	0	0	258	59,5	94,7	326	40,3	61
191	0	0	259	65,5	99,1	327	42,4	52,1
192	0	0	260	71,2	99,5	328	46,4	47,7
193	0	0	261	76,6	99,9	329	46,9	30,7
194	0	0	262	79	0	330	46,1	23,1
195	0	0	263	52,9	97,5	331	45,7	23,2
196	0	0	264	53,1	99,7	332	45,5	31,9
197	0	0	265	59	99,1	333	46,4	73,6
198	0	0	266	62,2	99	334	51,3	60,7
199	0	0	267	65	99,1	335	51,3	51,1
200	0	0	268	69	83,1	336	53,2	46,8
201	0	0	269	69,9	28,4	337	53,9	50
202	0	0	270	70,6	12,5	338	53,4	52,1
203	0	0	271	68,9	8,4	339	53,8	45,7
204	0	0	272	69,8	9,1	340	50,6	22,1
205	0	0	273	69,6	7	341	47,8	26
206	0	0	274	65,7	"m"	342	41,6	17,8
207	0	0	275	67,1	"m"	343	38,7	29,8
208	0	0	276	66,7	"m"	344	35,9	71,6
209	0	0	277	65,6	"m"	345	34,6	47,3
210	0	0	278	64,5	"m"	346	34,8	80,3
211	0	0	279	62,9	"m"	347	35,9	87,2
212	0	0	280	59,3	"m"	348	38,8	90,8
213	0	0	281	54,1	"m"	349	41,5	94,7
214	0	0	282	51,3	"m"	350	47,1	99,2
215	0	0	283	47,9	"m"	351	53,1	99,7
216	0	0	284	43,6	"m"	352	46,4	0
217	0	0	285	39,4	"m"	353	42,5	0,7
218	0	0	286	34,7	"m"	354	43,6	58,6
219	0	0	287	29,8	"m"	355	47,1	87,5
220	0	0	288	20,9	73,4	356	54,1	99,5
221	0	0	289	36,9	"m"	357	62,9	99
222	0	0	290	35,5	"m"	358	72,6	99,6
223	0	0	291	20,9	"m"	359	82,4	99,5
224	0	0	292	49,7	11,9	360	88	99,4
225	21,2	62,7	293	42,5	"m"	361	46,4	0
226	30,8	75,1	294	32	"m"	362	53,4	95,2
227	5,9	82,7	295	23,6	"m"	363	58,4	99,2
228	34,6	80,3	296	19,1	0	364	61,5	99
229	59,9	87	297	15,7	73,5	365	64,8	99
230	84,3	86,2	298	25,1	76,8	366	68,1	99,2
231	68,7	"m"	299	34,5	81,4	367	73,4	99,7
232	43,6	"m"	300	44,1	87,4	368	73,3	29,8
233	41,5	85,4	301	52,8	98,6	369	73,5	14,6
234	49,9	94,3	302	63,6	99	370	68,3	0
235	60,8	99	303	73,6	99,7	371	45,4	49,9
236	70,2	99,4	304	62,2	"m"	372	47,2	75,7
237	81,1	92,4	305	29,2	"m"	373	44,5	9
238	49,2	0	306	46,4	22	374	47,8	10,3
239	56	86,2	307	47,3	13,8	375	46,8	15,9
240	56,2	99,3	308	47,2	12,5	376	46,9	12,7
241	61,7	99	309	47,9	11,5	377	46,8	8,9
242	69,2	99,3	310	47,8	35,5	378	46,1	6,2
243	74,1	99,8	311	49,2	83,3	379	46,1	"m"
244	72,4	8,4	312	52,7	96,4	380	45,5	"m"
245	71,3	0	313	57,4	99,2	381	44,7	"m"
246	71,2	9,1	314	61,8	99	382	43,8	"m"
247	67,1	"m"	315	66,4	60,9	383	41	"m"
248	65,5	"m"	316	65,8	"m"	384	41,1	6,4
249	64,4	"m"	317	59	"m"	385	38	6,3
250	62,9	25,6	318	50,7	"m"	386	35,9	0,3
251	62,2	35,6	319	41,8	"m"	387	33,5	0
252	62,9	24,4	320	34,7	"m"	388	53,1	48,9
253	58,8	"m"	321	28,7	"m"	389	48,3	"m"
254	56,9	"m"	322	25,2	"m"	390	49,9	"m"

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
391	48	"m"	459	51	100	527	60,7	"m"
392	45,3	"m"	460	53,2	99,7	528	54,5	"m"
393	41,6	3,1	461	53,1	99,7	529	51,3	"m"
394	44,3	79	462	55,9	53,1	530	45,5	"m"
395	44,3	89,5	463	53,9	13,9	531	40,8	"m"
396	43,4	98,8	464	52,5	"m"	532	38,9	"m"
397	44,3	98,9	465	51,7	"m"	533	36,6	"m"
398	43	98,8	466	51,5	52,2	534	36,1	72,7
399	42,2	98,8	467	52,8	80	535	44,8	78,9
400	42,7	98,8	468	54,9	95	536	51,6	91,1
401	45	99	469	57,3	99,2	537	59,1	99,1
402	43,6	98,9	470	60,7	99,1	538	66	99,1
403	42,2	98,8	471	62,4	"m"	539	75,1	99,9
404	44,8	99	472	60,1	"m"	540	81	8
405	43,4	98,8	473	53,2	"m"	541	39,1	0
406	45	99	474	44	"m"	542	53,8	89,7
407	42,2	54,3	475	35,2	"m"	543	59,7	99,1
408	61,2	31,9	476	30,5	"m"	544	64,8	99
409	56,3	72,3	477	26,5	"m"	545	70,6	96,1
410	59,7	99,1	478	22,5	"m"	546	72,6	19,6
411	62,3	99	479	20,4	"m"	547	72	6,3
412	67,9	99,2	480	19,1	"m"	548	68,9	0,1
413	69,5	99,3	481	19,1	"m"	549	67,7	"m"
414	73,1	99,7	482	13,4	"m"	550	66,8	"m"
415	77,7	99,8	483	6,7	"m"	551	64,3	16,9
416	79,7	99,7	484	3,2	"m"	552	64,9	7
417	82,5	99,5	485	14,3	63,8	553	63,6	12,5
418	85,3	99,4	486	34,1	0	554	63	7,7
419	86,6	99,4	487	23,9	75,7	555	64,4	38,2
420	89,4	99,4	488	31,7	79,2	556	63	11,8
421	62,2	0	489	32,1	19,4	557	63,6	0
422	52,7	96,4	490	35,9	5,8	558	63,3	5
423	50,2	99,8	491	36,6	0,8	559	60,1	9,1
424	49,3	99,6	492	38,7	"m"	560	61	8,4
425	52,2	99,8	493	38,4	"m"	561	59,7	0,9
426	51,3	100	494	39,4	"m"	562	58,7	"m"
427	51,3	100	495	39,7	"m"	563	56	"m"
428	51,1	100	496	40,5	"m"	564	53,9	"m"
429	51,1	100	497	40,8	"m"	565	52,1	"m"
430	51,8	99,9	498	39,7	"m"	566	49,9	"m"
431	51,3	100	499	39,2	"m"	567	46,4	"m"
432	51,1	100	500	38,7	"m"	568	43,6	"m"
433	51,3	100	501	32,7	"m"	569	40,8	"m"
434	52,3	99,8	502	30,1	"m"	570	37,5	"m"
435	52,9	99,7	503	21,9	"m"	571	27,8	"m"
436	53,8	99,6	504	12,8	0	572	17,1	0,6
437	51,7	99,9	505	0	0	573	12,2	0,9
438	53,5	99,6	506	0	0	574	11,5	1,1
439	52	99,8	507	0	0	575	8,7	0,5
440	51,7	99,9	508	0	0	576	8	0,9
441	53,2	99,7	509	0	0	577	5,3	0,2
442	54,2	99,5	510	0	0	578	4	0
443	55,2	99,4	511	0	0	579	3,9	0
444	53,8	99,6	512	0	0	580	0	0
445	53,1	99,7	513	0	0	581	0	0
446	55	99,4	514	30,5	25,6	582	0	0
447	57	99,2	515	19,7	56,9	583	0	0
448	61,5	99	516	16,3	45,1	584	0	0
449	59,4	5,7	517	27,2	4,6	585	0	0
450	59	0	518	21,7	1,3	586	0	0
451	57,3	59,8	519	29,7	28,6	587	8,7	22,8
452	64,1	99	520	36,6	73,7	588	16,2	49,4
453	70,9	90,5	521	61,3	59,5	589	23,6	56
454	58	0	522	40,8	0	590	21,1	56,1
455	41,5	59,8	523	36,6	27,8	591	23,6	56
456	44,1	92,6	524	39,4	80,4	592	46,2	68,8
457	46,8	99,2	525	51,3	88,9	593	68,4	61,2
458	47,2	99,3	526	58,5	11,1	594	58,7	"m"

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
595	31,6	"m"	663	54,9	59,8	731	56,8	"m"
596	19,9	8,8	664	54	39,3	732	57,1	"m"
597	32,9	70,2	665	53,8	"m"	733	52	"m"
598	43	79	666	52	"m"	734	44,4	"m"
599	57,4	98,9	667	50,4	"m"	735	40,2	"m"
600	72,1	73,8	668	50,6	0	736	39,2	16,5
601	53	0	669	49,3	41,7	737	38,9	73,2
602	48,1	86	670	50	73,2	738	39,9	89,8
603	56,2	99	671	50,4	99,7	739	42,3	98,6
604	65,4	98,9	672	51,9	99,5	740	43,7	98,8
605	72,9	99,7	673	53,6	99,3	741	45,5	99,1
606	67,5	"m"	674	54,6	99,1	742	45,6	99,2
607	39	"m"	675	56	99	743	48,1	99,7
608	41,9	38,1	676	55,8	99	744	49	100
609	44,1	80,4	677	58,4	98,9	745	49,8	99,9
610	46,8	99,4	678	59,9	98,8	746	49,8	99,9
611	48,7	99,9	679	60,9	98,8	747	51,9	99,5
612	50,5	99,7	680	63	98,8	748	52,3	99,4
613	52,5	90,3	681	64,3	98,9	749	53,3	99,3
614	51	1,8	682	64,8	64	750	52,9	99,3
615	50	"m"	683	65,9	46,5	751	54,3	99,2
616	49,1	"m"	684	66,2	28,7	752	55,5	99,1
617	47	"m"	685	65,2	1,8	753	56,7	99
618	43,1	"m"	686	65	6,8	754	61,7	98,8
619	39,2	"m"	687	63,6	53,6	755	64,3	47,4
620	40,6	0,5	688	62,4	82,5	756	64,7	1,8
621	41,8	53,4	689	61,8	98,8	757	66,2	"m"
622	44,4	65,1	690	59,8	98,8	758	49,1	"m"
623	48,1	67,8	691	59,2	98,8	759	52,1	46
624	53,8	99,2	692	59,7	98,8	760	52,6	61
625	58,6	98,9	693	61,2	98,8	761	52,9	0
626	63,6	98,8	694	62,2	49,4	762	52,3	20,4
627	68,5	99,2	695	62,8	37,2	763	54,2	56,7
628	72,2	89,4	696	63,5	46,3	764	55,4	59,8
629	77,1	0	697	64,7	72,3	765	56,1	49,2
630	57,8	79,1	698	64,7	72,3	766	56,8	33,7
631	60,3	98,8	699	65,4	77,4	767	57,2	96
632	61,9	98,8	700	66,1	69,3	768	58,6	98,9
633	63,8	98,8	701	64,3	"m"	769	59,5	98,8
634	64,7	98,9	702	64,3	"m"	770	61,2	98,8
635	65,4	46,5	703	63	"m"	771	62,1	98,8
636	65,7	44,5	704	62,2	"m"	772	62,7	98,8
637	65,6	3,5	705	61,6	"m"	773	62,8	98,8
638	49,1	0	706	62,4	"m"	774	64	98,9
639	50,4	73,1	707	62,2	"m"	775	63,2	46,3
640	50,5	"m"	708	61	"m"	776	62,4	"m"
641	51	"m"	709	58,7	"m"	777	60,3	"m"
642	49,4	"m"	710	55,5	"m"	778	58,7	"m"
643	49,2	"m"	711	51,7	"m"	779	57,2	"m"
644	48,6	"m"	712	49,2	"m"	780	56,1	"m"
645	47,5	"m"	713	48,8	40,4	781	56	9,3
646	46,5	"m"	714	47,9	"m"	782	55,2	26,3
647	46	11,3	715	46,2	"m"	783	54,8	42,8
648	45,6	42,8	716	45,6	9,8	784	55,7	47,1
649	47,1	83	717	45,6	34,5	785	56,6	52,4
650	46,2	99,3	718	45,5	37,1	786	58	50,3
651	47,9	99,7	719	43,8	"m"	787	58,6	20,6
652	49,5	99,9	720	41,9	"m"	788	58,7	"m"
653	50,6	99,7	721	41,3	"m"	789	59,3	"m"
654	51	99,6	722	41,4	"m"	790	58,6	"m"
655	53	99,3	723	41,2	"m"	791	60,5	9,7
656	54,9	99,1	724	41,8	"m"	792	59,2	9,6
657	55,7	99	725	41,8	"m"	793	59,9	9,6
658	56	99	726	43,2	17,4	794	59,6	9,6
659	56,1	9,3	727	45	29	795	59,9	6,2
660	55,6	"m"	728	44,2	"m"	796	59,9	9,6
661	55,4	"m"	729	43,9	"m"	797	60,5	13,1
662	54,9	51,3	730	38	10,7	798	60,3	20,7

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
799	59,9	31	867	52,3	99,4	935	52,8	60,1
800	60,5	42	868	53	99,3	936	53,7	69,7
801	61,5	52,5	869	54,2	99,2	937	54	70,7
802	60,9	51,4	870	55,5	99,1	938	55,1	71,7
803	61,2	57,7	871	56,7	99	939	55,2	46
804	62,8	98,8	872	57,3	98,9	940	54,7	12,6
805	63,4	96,1	873	58	98,9	941	52,5	0
806	64,6	45,4	874	60,5	31,1	942	51,8	24,7
807	64,1	5	875	60,2	"m"	943	51,4	43,9
808	63	3,2	876	60,3	"m"	944	50,9	71,1
809	62,7	14,9	877	60,5	6,3	945	51,2	76,8
810	63,5	35,8	878	61,4	19,3	946	50,3	87,5
811	64,1	73,3	879	60,3	1,2	947	50,2	99,8
812	64,3	37,4	880	60,5	2,9	948	50,9	100
813	64,1	21	881	61,2	34,1	949	49,9	99,7
814	63,7	21	882	61,6	13,2	950	50,9	100
815	62,9	18	883	61,5	16,4	951	49,8	99,7
816	62,4	32,7	884	61,2	16,4	952	50,4	99,8
817	61,7	46,2	885	61,3	"m"	953	50,4	99,8
818	59,8	45,1	886	63,1	"m"	954	49,7	99,7
819	57,4	43,9	887	63,2	4,8	955	51	100
820	54,8	42,8	888	62,3	22,3	956	50,3	99,8
821	54,3	65,2	889	62	38,5	957	50,2	99,8
822	52,9	62,1	890	61,6	29,6	958	49,9	99,7
823	52,4	30,6	891	61,6	26,6	959	50,9	100
824	50,4	"m"	892	61,8	28,1	960	50	99,7
825	48,6	"m"	893	62	29,6	961	50,2	99,8
826	47,9	"m"	894	62	16,3	962	50,2	99,8
827	46,8	"m"	895	61,1	"m"	963	49,9	99,7
828	46,9	9,4	896	61,2	"m"	964	50,4	99,8
829	49,5	41,7	897	60,7	19,2	965	50,2	99,8
830	50,5	37,8	898	60,7	32,5	966	50,3	99,8
831	52,3	20,4	899	60,9	17,8	967	49,9	99,7
832	54,1	30,7	900	60,1	19,2	968	51,1	100
833	56,3	41,8	901	59,3	38,2	969	50,6	99,9
834	58,7	26,5	902	59,9	45	970	49,9	99,7
835	57,3	"m"	903	59,4	32,4	971	49,6	99,6
836	59	"m"	904	59,2	23,5	972	49,4	99,6
837	59,8	"m"	905	59,5	40,8	973	49	99,5
838	60,3	"m"	906	58,3	"m"	974	49,8	99,7
839	61,2	"m"	907	58,2	"m"	975	50,9	100
840	61,8	"m"	908	57,6	"m"	976	50,4	99,8
841	62,5	"m"	909	57,1	"m"	977	49,8	99,7
842	62,4	"m"	910	57	0,6	978	49,1	99,5
843	61,5	"m"	911	57	26,3	979	50,4	99,8
844	63,7	"m"	912	56,5	29,2	980	49,8	99,7
845	61,9	"m"	913	56,3	20,5	981	49,3	99,5
846	61,6	29,7	914	56,1	"m"	982	49,1	99,5
847	60,3	"m"	915	55,2	"m"	983	49,9	99,7
848	59,2	"m"	916	54,7	17,5	984	49,1	99,5
849	57,3	"m"	917	55,2	29,2	985	50,4	99,8
850	52,3	"m"	918	55,2	29,2	986	50,9	100
851	49,3	"m"	919	55,9	16	987	51,4	99,9
852	47,3	"m"	920	55,9	26,3	988	51,5	99,9
853	46,3	38,8	921	56,1	36,5	989	52,2	99,7
854	46,8	35,1	922	55,8	19	990	52,8	74,1
855	46,6	"m"	923	55,9	9,2	991	53,3	46
856	44,3	"m"	924	55,8	21,9	992	53,6	36,4
857	43,1	"m"	925	56,4	42,8	993	53,4	33,5
858	42,4	2,1	926	56,4	38	994	53,9	58,9
859	41,8	2,4	927	56,4	11	995	55,2	73,8
860	43,8	68,8	928	56,4	35,1	996	55,8	52,4
861	44,6	89,2	929	54	7,3	997	55,7	9,2
862	46	99,2	930	53,4	5,4	998	55,8	2,2
863	46,9	99,4	931	52,3	27,6	999	56,4	33,6
864	47,9	99,7	932	52,1	32	1000	55,4	"m"
865	50,2	99,8	933	52,3	33,4	1001	55,2	"m"
866	51,2	99,6	934	52,2	34,9	1002	55,8	26,3

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
1003	55,8	23,3	1071	42,5	"m"	1139	45,5	24,8
1004	56,4	50,2	1072	41	"m"	1140	44,8	73,8
1005	57,6	68,3	1073	39,9	"m"	1141	46,6	99
1006	58,8	90,2	1074	39,9	38,2	1142	46,3	98,9
1007	59,9	98,9	1075	40,1	48,1	1143	48,5	99,4
1008	62,3	98,8	1076	39,9	48	1144	49,9	99,7
1009	63,1	74,4	1077	39,4	59,3	1145	49,1	99,5
1010	63,7	49,4	1078	43,8	19,8	1146	49,1	99,5
1011	63,3	9,8	1079	52,9	0	1147	51	100
1012	48	0	1080	52,8	88,9	1148	51,5	99,9
1013	47,9	73,5	1081	53,4	99,5	1149	50,9	100
1014	49,9	99,7	1082	54,7	99,3	1150	51,6	99,9
1015	49,9	48,8	1083	56,3	99,1	1151	52,1	99,7
1016	49,6	2,3	1084	57,5	99	1152	50,9	100
1017	49,9	"m"	1085	59	98,9	1153	52,2	99,7
1018	49,3	"m"	1086	59,8	98,9	1154	51,5	98,3
1019	49,7	47,5	1087	60,1	98,9	1155	51,5	47,2
1020	49,1	"m"	1088	61,8	48,3	1156	50,8	78,4
1021	49,4	"m"	1089	61,8	55,6	1157	50,3	83
1022	48,3	"m"	1090	61,7	59,8	1158	50,3	31,7
1023	49,4	"m"	1091	62	55,6	1159	49,3	31,3
1024	48,5	"m"	1092	62,3	29,6	1160	48,8	21,5
1025	48,7	"m"	1093	62	19,3	1161	47,8	59,4
1026	48,7	"m"	1094	61,3	7,9	1162	48,1	77,1
1027	49,1	"m"	1095	61,1	19,2	1163	48,4	87,6
1028	49	"m"	1096	61,2	43	1164	49,6	87,5
1029	49,8	"m"	1097	61,1	59,7	1165	51	81,4
1030	48,7	"m"	1098	61,1	98,8	1166	51,6	66,7
1031	48,5	"m"	1099	61,3	98,8	1167	53,3	63,2
1032	49,3	31,3	1100	61,3	26,6	1168	55,2	62
1033	49,7	45,3	1101	60,4	"m"	1169	55,7	43,9
1034	48,3	44,5	1102	58,8	"m"	1170	56,4	30,7
1035	49,8	61	1103	57,7	"m"	1171	56,8	23,4
1036	49,4	64,3	1104	56	"m"	1172	57	"m"
1037	49,8	64,4	1105	54,7	"m"	1173	57,6	"m"
1038	50,5	65,6	1106	53,3	"m"	1174	56,9	"m"
1039	50,3	64,5	1107	52,6	23,2	1175	56,4	4
1040	51,2	82,9	1108	53,4	84,2	1176	57	23,4
1041	50,5	86	1109	53,9	99,4	1177	56,4	41,7
1042	50,6	89	1110	54,9	99,3	1178	57	49,2
1043	50,4	81,4	1111	55,8	99,2	1179	57,7	56,6
1044	49,9	49,9	1112	57,1	99	1180	58,6	56,6
1045	49,1	20,1	1113	56,5	99,1	1181	58,9	64
1046	47,9	24	1114	58,9	98,9	1182	59,4	68,2
1047	48,1	36,2	1115	58,7	98,9	1183	58,8	71,4
1048	47,5	34,5	1116	59,8	98,9	1184	60,1	71,3
1049	46,9	30,3	1117	61	98,8	1185	60,6	79,1
1050	47,7	53,5	1118	60,7	19,2	1186	60,7	83,3
1051	46,9	61,6	1119	59,4	"m"	1187	60,7	77,1
1052	46,5	73,6	1120	57,9	"m"	1188	60	73,5
1053	48	84,6	1121	57,6	"m"	1189	60,2	55,5
1054	47,2	87,7	1122	56,3	"m"	1190	59,7	54,4
1055	48,7	80	1123	55	"m"	1191	59,8	73,3
1056	48,7	50,4	1124	53,7	"m"	1192	59,8	77,9
1057	47,8	38,6	1125	52,1	"m"	1193	59,8	73,9
1058	48,8	63,1	1126	51,1	"m"	1194	60	76,5
1059	47,4	5	1127	49,7	25,8	1195	59,5	82,3
1060	47,3	47,4	1128	49,1	46,1	1196	59,9	82,8
1061	47,3	49,8	1129	48,7	46,9	1197	59,8	65,8
1062	46,9	23,9	1130	48,2	46,7	1198	59	48,6
1063	46,7	44,6	1131	48	70	1199	58,9	62,2
1064	46,8	65,2	1132	48	70	1200	59,1	70,4
1065	46,9	60,4	1133	47,2	67,6	1201	58,9	62,1
1066	46,7	61,5	1134	47,3	67,6	1202	58,4	67,4
1067	45,5	"m"	1135	46,6	74,7	1203	58,7	58,9
1068	45,5	"m"	1136	47,4	13	1204	58,3	57,7
1069	44,2	"m"	1137	46,3	"m"	1205	57,5	57,8
1070	43	"m"	1138	45,4	"m"	1206	57,2	57,6

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
1207	57,1	42,6	1275	60,6	8,2	1343	61,3	19,2
1208	57	70,1	1276	60,6	5,5	1344	61	9,3
1209	56,4	59,6	1277	61	14,3	1345	60,8	44,2
1210	56,7	39	1278	61	12	1346	60,9	55,3
1211	55,9	68,1	1279	61,3	34,2	1347	61,2	56
1212	56,3	79,1	1280	61,2	17,1	1348	60,9	60,1
1213	56,7	89,7	1281	61,5	15,7	1349	60,7	59,1
1214	56	89,4	1282	61	9,5	1350	60,9	56,8
1215	56	93,1	1283	61,1	9,2	1351	60,7	58,1
1216	56,4	93,1	1284	60,5	4,3	1352	59,6	78,4
1217	56,7	94,4	1285	60,2	7,8	1353	59,6	84,6
1218	56,9	94,8	1286	60,2	5,9	1354	59,4	66,6
1219	57	94,1	1287	60,2	5,3	1355	59,3	75,5
1220	57,7	94,3	1288	59,9	4,6	1356	58,9	49,6
1221	57,5	93,7	1289	59,4	21,5	1357	59,1	75,8
1222	58,4	93,2	1290	59,6	15,8	1358	59	77,6
1223	58,7	93,2	1291	59,3	10,1	1359	59	67,8
1224	58,2	93,7	1292	58,9	9,4	1360	59	56,7
1225	58,5	93,1	1293	58,8	9	1361	58,8	54,2
1226	58,8	86,2	1294	58,9	35,4	1362	58,9	59,6
1227	59	72,9	1295	58,9	30,7	1363	58,9	60,8
1228	58,2	59,9	1296	58,9	25,9	1364	59,3	56,1
1229	57,6	8,5	1297	58,7	22,9	1365	58,9	48,5
1230	57,1	47,6	1298	58,7	24,4	1366	59,3	42,9
1231	57,2	74,4	1299	59,3	61	1367	59,4	41,4
1232	57	79,1	1300	60,1	56	1368	59,6	38,9
1233	56,7	67,2	1301	60,5	50,6	1369	59,4	32,9
1234	56,8	69,1	1302	59,5	16,2	1370	59,3	30,6
1235	56,9	71,3	1303	59,7	50	1371	59,4	30
1236	57	77,3	1304	59,7	31,4	1372	59,4	25,3
1237	57,4	78,2	1305	60,1	43,1	1373	58,8	18,6
1238	57,3	70,6	1306	60,8	38,4	1374	59,1	18
1239	57,7	64	1307	60,9	40,2	1375	58,5	10,6
1240	57,5	55,6	1308	61,3	49,7	1376	58,8	10,5
1241	58,6	49,6	1309	61,8	45,9	1377	58,5	8,2
1242	58,2	41,1	1310	62	45,9	1378	58,7	13,7
1243	58,8	40,6	1311	62,2	45,8	1379	59,1	7,8
1244	58,3	21,1	1312	62,6	46,8	1380	59,1	6
1245	58,7	24,9	1313	62,7	44,3	1381	59,1	6
1246	59,1	24,8	1314	62,9	44,4	1382	59,4	13,1
1247	58,6	"m"	1315	63,1	43,7	1383	59,7	22,3
1248	58,8	"m"	1316	63,5	46,1	1384	60,7	10,5
1249	58,8	"m"	1317	63,6	40,7	1385	59,8	9,8
1250	58,7	"m"	1318	64,3	49,5	1386	60,2	8,8
1251	59,1	"m"	1319	63,7	27	1387	59,9	8,7
1252	59,1	"m"	1320	63,8	15	1388	61	9,1
1253	59,4	"m"	1321	63,6	18,7	1389	60,6	28,2
1254	60,6	2,6	1322	63,4	8,4	1390	60,6	22
1255	59,6	"m"	1323	63,2	8,7	1391	59,6	23,2
1256	60,1	"m"	1324	63,3	21,6	1392	59,6	19
1257	60,6	"m"	1325	62,9	19,7	1393	60,6	38,4
1258	59,6	4,1	1326	63	22,1	1394	59,8	41,6
1259	60,7	7,1	1327	63,1	20,3	1395	60	47,3
1260	60,5	"m"	1328	61,8	19,1	1396	60,5	55,4
1261	59,7	"m"	1329	61,6	17,1	1397	60,9	58,7
1262	59,6	"m"	1330	61	0	1398	61,3	37,9
1263	59,8	"m"	1331	61,2	22	1399	61,2	38,3
1264	59,6	4,9	1332	60,8	40,3	1400	61,4	58,7
1265	60,1	5,9	1333	61,1	34,3	1401	61,3	51,3
1266	59,9	6,1	1334	60,7	16,1	1402	61,4	71,1
1267	59,7	"m"	1335	60,6	16,6	1403	61,1	51
1268	59,6	"m"	1336	60,5	18,5	1404	61,5	56,6
1269	59,7	22	1337	60,6	29,8	1405	61	60,6
1270	59,8	10,3	1338	60,9	19,5	1406	61,1	75,4
1271	59,9	10	1339	60,9	22,3	1407	61,4	69,4
1272	60,6	6,2	1340	61,4	35,8	1408	61,6	69,9
1273	60,5	7,3	1341	61,3	42,9	1409	61,7	59,6
1274	60,2	14,8	1342	61,5	31	1410	61,8	54,8

Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
1411	61,6	53,6	1479	60,7	26,7	1547	58,8	6,4
1412	61,3	53,5	1480	60,1	4,7	1548	58,7	5
1413	61,3	52,9	1481	59,9	0	1549	57,5	"m"
1414	61,2	54,1	1482	60,4	36,2	1550	57,4	"m"
1415	61,3	53,2	1483	60,7	32,5	1551	57,1	1,1
1416	61,2	52,2	1484	59,9	3,1	1552	57,1	0
1417	61,2	52,3	1485	59,7	"m"	1553	57	4,5
1418	61	48	1486	59,5	"m"	1554	57,1	3,7
1419	60,9	41,5	1487	59,2	"m"	1555	57,3	3,3
1420	61	32,2	1488	58,8	0,6	1556	57,3	16,8
1421	60,7	22	1489	58,7	"m"	1557	58,2	29,3
1422	60,7	23,3	1490	58,7	"m"	1558	58,7	12,5
1423	60,8	38,8	1491	57,9	"m"	1559	58,3	12,2
1424	61	40,7	1492	58,2	"m"	1560	58,6	12,7
1425	61	30,6	1493	57,6	"m"	1561	59	13,6
1426	61,3	62,6	1494	58,3	9,5	1562	59,8	21,9
1427	61,7	55,9	1495	57,2	6	1563	59,3	20,9
1428	62,3	43,4	1496	57,4	27,3	1564	59,7	19,2
1429	62,3	37,4	1497	58,3	59,9	1565	60,1	15,9
1430	62,3	35,7	1498	58,3	7,3	1566	60,7	16,7
1431	62,8	34,4	1499	58,8	21,7	1567	60,7	18,1
1432	62,8	31,5	1500	58,8	38,9	1568	60,7	40,6
1433	62,9	31,7	1501	59,4	26,2	1569	60,7	59,7
1434	62,9	29,9	1502	59,1	25,5	1570	61,1	66,8
1435	62,8	29,4	1503	59,1	26	1571	61,1	58,8
1436	62,7	28,7	1504	59	39,1	1572	60,8	64,7
1437	61,5	14,7	1505	59,5	52,3	1573	60,1	63,6
1438	61,9	17,2	1506	59,4	31	1574	60,7	83,2
1439	61,5	6,1	1507	59,4	27	1575	60,4	82,2
1440	61	9,9	1508	59,4	29,8	1576	60	80,5
1441	60,9	4,8	1509	59,4	23,1	1577	59,9	78,7
1442	60,6	11,1	1510	58,9	16	1578	60,8	67,9
1443	60,3	6,9	1511	59	31,5	1579	60,4	57,7
1444	60,8	7	1512	58,8	25,9	1580	60,2	60,6
1445	60,2	9,2	1513	58,9	40,2	1581	59,6	72,7
1446	60,5	21,7	1514	58,8	28,4	1582	59,9	73,6
1447	60,2	22,4	1515	58,9	38,9	1583	59,8	74,1
1448	60,7	31,6	1516	59,1	35,3	1584	59,6	84,6
1449	60,9	28,9	1517	58,8	30,3	1585	59,4	76,1
1450	59,6	21,7	1518	59	19	1586	60,1	76,9
1451	60,2	18	1519	58,7	3	1587	59,5	84,6
1452	59,5	16,7	1520	57,9	0	1588	59,8	77,5
1453	59,8	15,7	1521	58	2,4	1589	60,6	67,9
1454	59,6	15,7	1522	57,1	"m"	1590	59,3	47,3
1455	59,3	15,7	1523	56,7	"m"	1591	59,3	43,1
1456	59	7,5	1524	56,7	5,3	1592	59,4	38,3
1457	58,8	7,1	1525	56,6	2,1	1593	58,7	38,2
1458	58,7	16,5	1526	56,8	"m"	1594	58,8	39,2
1459	59,2	50,7	1527	56,3	"m"	1595	59,1	67,9
1460	59,7	60,2	1528	56,3	"m"	1596	59,7	60,5
1461	60,4	44	1529	56	"m"	1597	59,5	32,9
1462	60,2	35,3	1530	56,7	"m"	1598	59,6	20
1463	60,4	17,1	1531	56,6	3,8	1599	59,6	34,4
1464	59,9	13,5	1532	56,9	"m"	1600	59,4	23,9
1465	59,9	12,8	1533	56,9	"m"	1601	59,6	15,7
1466	59,6	14,8	1534	57,4	"m"	1602	59,9	41
1467	59,4	15,9	1535	57,4	"m"	1603	60,5	26,3
1468	59,4	22	1536	58,3	13,9	1604	59,6	14
1469	60,4	38,4	1537	58,5	"m"	1605	59,7	21,2
1470	59,5	38,8	1538	59,1	"m"	1606	60,9	19,6
1471	59,3	31,9	1539	59,4	"m"	1607	60,1	34,3
1472	60,9	40,8	1540	59,6	"m"	1608	59,9	27
1473	60,7	39	1541	59,5	"m"	1609	60,8	25,6
1474	60,9	30,1	1542	59,6	0,5	1610	60,6	26,3
1475	61	29,3	1543	59,3	9,2	1611	60,9	26,1
1476	60,6	28,4	1544	59,4	11,2	1612	61,1	38
1477	60,9	36,3	1545	59,1	26,8	1613	61,2	31,6
1478	60,8	30,5	1546	59	11,7	1614	61,4	30,6

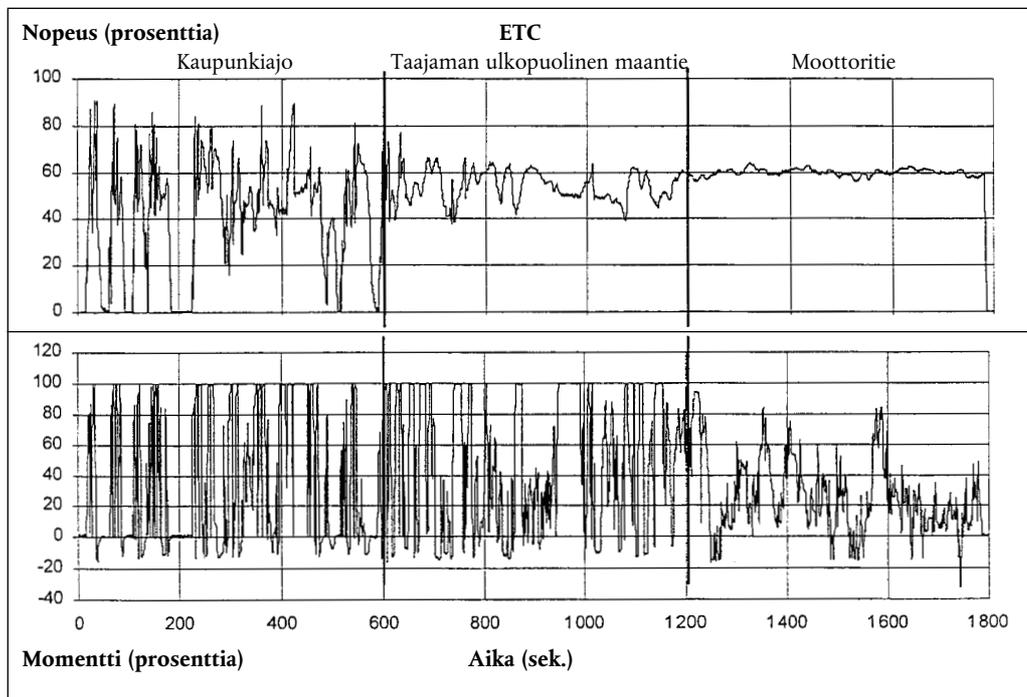
Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %	Aika s	Normaali- nopeus %	Normaali- momentti %
1615	61,7	29,6	1677	60,6	6,7	1739	60,9	"m"
1616	61,5	28,8	1678	60,6	12,8	1740	60,8	4,8
1617	61,7	27,8	1679	60,7	11,9	1741	59,9	"m"
1618	62,2	20,3	1680	60,6	12,4	1742	59,8	"m"
1619	61,4	19,6	1681	60,1	12,4	1743	59,1	"m"
1620	61,8	19,7	1682	60,5	12	1744	58,8	"m"
1621	61,8	18,7	1683	60,4	11,8	1745	58,8	"m"
1622	61,6	17,7	1684	59,9	12,4	1746	58,2	"m"
1623	61,7	8,7	1685	59,6	12,4	1747	58,5	14,3
1624	61,7	1,4	1686	59,6	9,1	1748	57,5	4,4
1625	61,7	5,9	1687	59,9	0	1749	57,9	0
1626	61,2	8,1	1688	59,9	20,4	1750	57,8	20,9
1627	61,9	45,8	1689	59,8	4,4	1751	58,3	9,2
1628	61,4	31,5	1690	59,4	3,1	1752	57,8	8,2
1629	61,7	22,3	1691	59,5	26,3	1753	57,5	15,3
1630	62,4	21,7	1692	59,6	20,1	1754	58,4	38
1631	62,8	21,9	1693	59,4	35	1755	58,1	15,4
1632	62,2	22,2	1694	60,9	22,1	1756	58,8	11,8
1633	62,5	31	1695	60,5	12,2	1757	58,3	8,1
1634	62,3	31,3	1696	60,1	11	1758	58,3	5,5
1635	62,6	31,7	1697	60,1	8,2	1759	59	4,1
1636	62,3	22,8	1698	60,5	6,7	1760	58,2	4,9
1637	62,7	12,6	1699	60	5,1	1761	57,9	10,1
1638	62,2	15,2	1700	60	5,1	1762	58,5	7,5
1639	61,9	32,6	1701	60	9	1763	57,4	7
1640	62,5	23,1	1702	60,1	5,7	1764	58,2	6,7
1641	61,7	19,4	1703	59,9	8,5	1765	58,2	6,6
1642	61,7	10,8	1704	59,4	6	1766	57,3	17,3
1643	61,6	10,2	1705	59,5	5,5	1767	58	11,4
1644	61,4	"m"	1706	59,5	14,2	1768	57,5	47,4
1645	60,8	"m"	1707	59,5	6,2	1769	57,4	28,8
1646	60,7	"m"	1708	59,4	10,3	1770	58,8	24,3
1647	61	12,4	1709	59,6	13,8	1771	57,7	25,5
1648	60,4	5,3	1710	59,5	13,9	1772	58,4	35,5
1649	61	13,1	1711	60,1	18,9	1773	58,4	29,3
1650	60,7	29,6	1712	59,4	13,1	1774	59	33,8
1651	60,5	28,9	1713	59,8	5,4	1775	59	18,7
1652	60,8	27,1	1714	59,9	2,9	1776	58,8	9,8
1653	61,2	27,3	1715	60,1	7,1	1777	58,8	23,9
1654	60,9	20,6	1716	59,6	12	1778	59,1	48,2
1655	61,1	13,9	1717	59,6	4,9	1779	59,4	37,2
1656	60,7	13,4	1718	59,4	22,7	1780	59,6	29,1
1657	61,3	26,1	1719	59,6	22	1781	50	25
1658	60,9	23,7	1720	60,1	17,4	1782	40	20
1659	61,4	32,1	1721	60,2	16,6	1783	30	15
1660	61,7	33,5	1722	59,4	28,6	1784	20	10
1661	61,8	34,1	1723	60,3	22,4	1785	10	5
1662	61,7	17	1724	59,9	20	1786	0	0
1663	61,7	2,5	1725	60,2	18,6	1787	0	0
1664	61,5	5,9	1726	60,3	11,9	1788	0	0
1665	61,3	14,9	1727	60,4	11,6	1789	0	0
1666	61,5	17,2	1728	60,6	10,6	1790	0	0
1667	61,1	"m"	1729	60,8	16	1791	0	0
1668	61,4	"m"	1730	60,9	17	1792	0	0
1669	61,4	8,8	1731	60,9	16,1	1793	0	0
1670	61,3	8,8	1732	60,7	11,4	1794	0	0
1671	61	18	1733	60,9	11,3	1795	0	0
1672	61,5	13	1734	61,1	11,2	1796	0	0
1673	61	3,7	1735	61,1	25,6	1797	0	0
1674	60,9	3,1	1736	61	14,6	1798	0	0
1675	60,9	4,7	1737	61	10,4	1799	0	0
1676	60,6	4,1	1738	60,6	"m"	1800	0	0

"m" = käyttö.

Kuvassa 5 esitetään ETC-testin dynamometriajo graafisesti.

Kuva 5

ETC-testin dynamometriajo



## Lisäys 4

## MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETTELYT

## 1 JOHDANTO

Testattavaksi luovutetun moottorin päästöjen kaasumaiset komponentit sekä hiukkas- ja savupäästöt on mitattava liitteessä V kuvattujen menetelmien avulla. Liitteen V vastaavissa kohdissa kuvataan suositeltuja analyysijärjestelmiä kaasupäästöille (1 kohta), suositeltuja hiukkasten laimennus- ja näytteenottojärjestelmiä (2 kohta) ja suositeltuja savunmittausopasimetrejä (3 kohta).

ESC-testissä kaasumaiset komponentit on määritettävä raakapakokaasusta. Ne voidaan määrittää myös laimennetusta pakokaasusta, jos hiukkasmäärityksessä käytetään täysvirtauslaimennusjärjestelmää. Hiukkaset on määritettävä joko osa- tai täysvirtauslaimennusjärjestelmän avulla.

ETC-testissä on käytettävä ainoastaan täysvirtauslaimennusjärjestelmää kaasua ja hiukkaspäästöjen määrittämiseksi, ja sen katsotaan olevan viitejärjestelmä. Tekninen tutkimuslaitos voi kuitenkin hyväksyä osavirtauslaimennusjärjestelmät, jos niiden liitteessä I olevan 6.2 kohdan mukainen vastaavuus on osoitettu ja jos tekniselle tutkimuslaitokselle annetaan yksityiskohtainen kuvaus tietojen arviointi- ja laskemismenetelyistä.

## 2 DYNAMOMETRI JA TESTISOLUN LAITTEET

Seuraavia laitteita on käytettävä testattaessa moottoreiden päästöjä moottoridynamometrissä:

## 2.1 Moottoridynamometri

Käytettävän moottoridynamometrin ominaisuuksien on oltava riittävät tämän liitteen lisäyksissä 1 ja 2 kuvattujen testisykliä suorittamiseen. Nopeudenmittausjärjestelmän tarkkuuden on oltava  $\pm 2$  prosenttia lukemasta. Vääntömomentin mittausjärjestelmän tarkkuuden on oltava  $\pm 3$  prosenttia lukemasta asteikon 20 prosenttia ylittävällä osalla ja  $\pm 0,6$  prosenttia koko asteikosta asteikon 20 prosenttia alittavalla osalla.

## 2.2 Muut laitteet

Polttoaineen ja ilman kulutuksen, jäähdytysväliaineen ja voiteluaineen lämpötilan, pakokaasun paineen ja imuilman alipaineen, pakokaasun ja imuilman lämpötilan, ilmanpaineen, kosteuden ja polttoaineen lämpötilan mittauslaitteita on käytettävä tarpeen mukaan. Kyseisten laitteiden on oltava taulukossa 8 esitettyjen vaatimusten mukaiset:

Taulukko 8

## Mittauslaitteiden tarkkuus

Mittauslaite	Tarkkuus
Polttoaineen kulutus	$\pm 2$ prosenttia moottorin suurimmasta arvosta
Ilman kulutus	$\pm 2$ prosenttia moottorin suurimmasta arvosta
Lämpötilat $\leq 600$ K (327 °C)	$\pm 2$ K absoluuttinen
Lämpötilat $> 600$ K (327 °C)	$\pm 1$ prosentti lukemasta
Ilmanpaine	$\pm 0,1$ kPa absoluuttinen
Pakokaasun paine	$\pm 0,2$ kPa absoluuttinen
Imuilman alipaine	$\pm 0,05$ kPa absoluuttinen
Muut paineet	$\pm 0,1$ kPa absoluuttinen
Suhteellinen kosteus	$\pm 3$ % absoluuttinen
Absoluuttinen kosteus	$\pm 5$ % lukemasta

### 2.3 Pakokaasun virtaus

Raakapakokaasun päästöjen laskemiseksi on tiedettävä pakokaasun virtaus (ks. lisäyksessä 1 oleva 4.4 kohta). Pakokaasun virtauksen määrittämiseen voidaan käyttää toista seuraavista menetelmistä:

- a) pakokaasun virtauksen suora mittaus virtausuuttimen tai vastaavan laitteen avulla,
- b) ilman ja polttoaineen virtauksen mittaus sopivilla mittausjärjestelmillä ja pakokaasun virtauksen laskeminen seuraavan yhtälön avulla:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (pakokaasun kostea massa)}$$

Pakokaasun virtauksen määrittämisen tarkkuuden on oltava vähintään  $\pm 2,5$  prosenttia lukemasta tai parempi.

Myös muita vastaavia menetelmiä voidaan käyttää.

### 2.4 Laimennetun pakokaasun virtaus

Laimennetun pakokaasun sisältämien päästöjen laskemiseksi täysvirtauslaimennusjärjestelmän (pakollinen ETC-testissä) avulla on tiedettävä laimennetun pakokaasun virtaus (ks. lisäyksessä 2 oleva 4.3 kohta). Laimennetun pakokaasun massan kokonaisvirtaus ( $G_{\text{TOTW}}$ ) tai laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana ( $M_{\text{TOTW}}$ ) on mitattava PDP:n tai CFV:n avulla (liitteessä V oleva 2.3.1 kohta). Tarkkuuden on oltava vähintään  $\pm 2$  prosenttia lukemasta, ja se on määritettävä liitteen III lisäyksessä 5 olevan 2.4 kohdan säännösten mukaisesti.

## 3 KAASUMAISTEN KOMPONENTTIEN MÄÄRITTÄMINEN

### 3.1 Analysaattorin yleiset eritelvät

Analysaattorin mittausalueen on sovelluttava pakokaasun komponenttien konsentraatioiden mittauksessa vaadittavalle tarkkuudelle (3.1.1 kohta). On suositeltavaa käyttää analysaattoreita siten, että mitattu konsentraatio on koko asteikon 15—100 prosentin välillä.

Jos tulostusjärjestelmä (tietokone, tietojenkoontiyksikkö) voi tuottaa riittävän tarkan ja erottelukykyisen tuloksen myös koko asteikon 15 prosenttia alittavalla osalla, myös kyseisen alueen mittaukset voidaan hyväksyä. Tässä tapauksessa on suoritettava lisäkalibrointi vähintään neljässä ei-nollakohtaisessa nimellisesti vakioetäisyyksin sijaitsevassa pisteessä kalibrointikäyrien tarkkuuden varmistamiseksi liitteen III lisäyksessä 5 olevan 1.5.5.2 kohdan mukaisesti.

Laitteiston sähkömagneettisen yhteensopivuuden (EMC) on oltava sellaisella tasolla, että sillä minimoidaan lisävirheiden mahdollisuus.

#### 3.1.1 Mittausvirhe

Mittauksen kokonaisvirhe, mukaan lukien ristiherkkyys muille kaasuille (ks. liitteen III lisäyksessä 5 oleva 1.9 kohta), ei saa ylittää  $\pm 5$ :tä prosenttia lukemasta tai  $\pm 3,5$ :tä prosenttia koko asteikosta sen mukaan, kumpi näistä on pienempi. Jos konsentraatio on alle 100 ppm, mittausvirhe saa olla enintään  $\pm 4$  ppm.

#### 3.1.2 Toistettavuus

Toistettavuuden, joka on määrittämyksen mukaisesti 2,5 kertaa kymmenen peräkkäisen kalibrointi- tai vertailukaasun vasteen vakioepäsuoritus, on oltava enintään  $\pm 1$  prosentti koko asteikon konsentraatiosta kullekin 155 ppm (tai ppm C) ylittävälle alueelle tai  $\pm 2$  prosenttia kullekin 155 ppm (tai ppm C) alittavalle alueelle.

#### 3.1.3 Kohina

Analysaattorin huipusta huippuun -vaste nolla- ja kalibrointi- tai vertailukaasulle minä tahansa kymmenen sekunnin jaksone ei saa ylittää kahta prosenttia kaikkien käytettävien alueiden koko asteikosta.

#### 3.1.4 Nollapisteen poikkeama

Nollapisteen poikkeaman on oltava tunnin aikana alle 2 prosenttia alimman käytettävän alueen koko asteikosta. Nollavaste on määritetty nollakaasun keskivasteeksi 30 sekunnin aikana kohina mukaan lukien.

### 3.1.5 *Asteikon poikkeama*

Asteikon poikkeaman on oltava tunnin aikana alle 2 prosenttia alimman käytettävän alueen koko asteikosta. Asteikko on määritetty asteikkovasteen ja nollavasteen väliseksi eroiksi. Asteikkovaste on määritetty vertailukaasun keskivasteeksi 30 sekunnin aikana kohina mukaan lukien.

## 3.2 **Kaasun kuivaaminen**

Mahdollisen kaasun kuivauslaitteen vaikutuksen mitattavien kaasujen konsentraatioon on oltava mahdollisimman pieni. Kemiallisia kuivauslaitteita ei saa käyttää veden poistamiseen näytteestä.

## 3.3 **Analysaattorit**

Käytettävät mittauserätyypit kuvataan 3.3.1—3.3.4 kohdissa. Liitteessä V annetaan yksityiskohtainen kuvaus mittauserätyypistä. Mitattavat kaasut on analysoitava seuraavien laitteiden avulla. Epälineaarisissa analysaattoreissa saa käyttää linearisointipiirejä.

### 3.3.1 *Hiilimonoksidin (CO) analyysi*

Hiilimonoksidianalysaattorin on oltava tyypiltään ei-dispersiivinen infrapuna-absorptioanalysaattori (NDIR).

### 3.3.2 *Hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) analyysi*

Hiilidioksidianalysaattorin on oltava tyypiltään ei-dispersiivinen infrapuna-absorptioanalysaattori (NDIR).

### 3.3.3 *Hiilivetyjen (HC) analyysi*

Dieselmootoreiden hiilivetyanalysaattorin on oltava tyypiltään lämmitetty liekki-ionianalysaattori (HFID), jonka ilmaisimen, venttiilien, putkistojen ja muiden lämmitettyjen osien avulla voidaan pitää kaasun lämpötilana  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190 \pm 10^\circ\text{C}$ ). Maa- ja nestekaasukäyttöisten moottoreiden hiilivetyanalysaattori voi olla tyypiltään lämmittämätön liekki-ionianalysaattori (FID) käytettävän menetelmän mukaan (ks. liitteessä V oleva 1.3 kohta).

### 3.3.4 *Metaanittomien hiilivetyjen (NMHC) analyysi (ainoastaan maakaasukäyttöiset kaasumootorit)*

Metaanittomat hiilivedyt on määritettävä toisella seuraavista menetelmistä:

#### 3.3.4.1 Kaasukromatografiomenetelmä (GC)

Metaanittomat hiilivedyt on määritettävä vähentämällä kaasukromatografilla (GC) 423 K:n ( $150^\circ\text{C}$ :n) lämpötilassa analysoitu metaani 3.3.3 kohdan mukaisesti mitatuista hiilivedyistä.

#### 3.3.4.2 Metaanierotin-menetelmä (NMC)

Metaaniton jae on määritettävä lämmitetyn, FID:n kanssa sarjassa käytetyn NMC:n avulla 3.3.3 kohdan mukaisesti vähentämällä metaani hiilivedyistä.

### 3.3.5 *Typen oksidien (NO<sub>x</sub>) analyysi*

Typen oksidien analysaattorin on oltava tyypiltään kemiluminisenssianalysaattori (CLD) tai lämmitetty kemiluminisenssianalysaattori (HCLD), jossa on NO<sub>2</sub>/NO-muunnin, jos mittaus tehdään kuivana. Jos mittaus tehdään kosteana, on käytettävä HCLD-analysaattoria, jonka muuntimen lämpötilan on oltava yli 328 K ( $55^\circ\text{C}$ ), jos vesijäähdytyskokeen (ks. liitteen III lisäyksessä 5 oleva 1.9.2.2 kohta) tulos on tyydyttävä.

## 3.4 **Näytteiden ottaminen kaasupäästöistä**

### 3.4.1 *Raakapakokaasu (ainoastaan ESC-testi)*

Kaasupäästöjen näytteenottimet on sijoitettava mahdollisimman etäälle virtaussuuntaa vastaan pakojärjestelmän pakoaukosta, joko vähintään 0,5 metrin tai kolme kertaa pakoputken halkaisijan päähän, sen mukaan, kumpi on suurempi, ja niin lähelle moottoria, että pakokaasun lämpötila anturin kohdalla on vähintään 343 K ( $70^\circ\text{C}$ ).

Jos monisyylinterisessä moottorissa on monihaarainen pakosarja, näytteenottimen imuaukko on sijoitettava niin kauas virtaussuuntaan, että näyte edustaa kaikkien sylintereiden keskimääräisiä päästöjä. Jos monisyylinterisessä moottorissa, esimerkiksi V-moottorissa, on selkeästi toisistaan erillään olevat pakosarjat, näyte voidaan ottaa kustakin ryhmästä erikseen ja laskea pakokaasun keskimääräiset päästöt. Myös muita menetelmiä, joiden on osoitettu korreloivan yllä kuvattujen menetelmien kanssa, voidaan käyttää. Pakokaasun päästöjen laskemisessa on käytettävä pakokaasun kokonaismassavirtaa.

Jos moottorissa on pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä, pakokaasunäyte on otettava pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmän jälkeen.

#### 3.4.2 Laimennettu pakokaasu (palkollinen ETC-testissä, valinnainen ESC-testissä)

Moottorin ja täysvirtauslaimennusjärjestelmän välisen pakoputken on oltava liitteessä IV olevan 2.3.1 kohdan, EP, mukainen.

Kaasupäästöjen näytteenotin (näytteenottimet) on asennettava laimennustunneliin hiukkasten näytteenottimen lähelle kohtaan, jossa laimennusilma ja pakokaasu ovat hyvin sekoittuneet.

ETC-testissä näytteenotto voidaan yleensä tehdä kahdella tavalla:

- pilaavat aineet kerätään näytempussiin koko syklin ajan ja mitataan testin päätyttyä,
- pilaavia aineita kerätään jatkuvasti ja ne integroidaan koko syklin ajalle; tämä menetelmä on pakollinen HC:n ja NO<sub>x</sub>:n osalta.

## 4 HIUKKASTEN MÄÄRITTÄMINEN

Hiukkasten määrittämiseen tarvitaan laimennusjärjestelmä. Laimentaminen voidaan toteuttaa joko osavirtauslaimennuksena (ainoastaan ESC-testi) tai täysvirtauslaimennuksena (pakollinen ETC-testissä). Laimennusjärjestelmän virtauskapasiteetin on oltava riittävä estämään täysin veden kondensoituminen laimennus- ja näytteenottojärjestelmiin ja pitämään laimennetun pakokaasun lämpötila enintään 325 K:ssa (52 °C:ssa) suodattimien telineistä välittömästi virtaussuuntaa vastaan. Laimennusilmasta saa poistaa kosteuden ennen sen johtamista laimennusjärjestelmään, ja se on erityisen hyödyllistä, jos laimennusilma on hyvin kosteata. Laimennusilman lämpötilan on oltava 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C). Jos ulkoilman lämpötila on alle 293 K (20 °C), laimennusilma on suositeltavaa esilämmittää lämpötilan ylärajan 303 K (30 °C) yläpuolelle. Laimennusilman lämpötila saa kuitenkin olla enintään 325 K (52 °C) ennen pakokaasun johtamista laimennustunneliin.

Osavirtauslaimennusjärjestelmä on suunniteltava siten, että pakokaasuvirta jaetaan kahteen jakeeseen, joista pienempi laimennetaan ilmalla ja jota näin ollen käytetään hiukkasten mittaamiseen. Tämän vuoksi on olennaisen tärkeää määrittää laimennussuhde erittäin tarkasti. Pakokaasuvirta voidaan jakaa eri menetelmillä, jolloin käytettävä jakomenetelmä määrää käytettävät näytteenottolaitteet ja -menettelyt varsinkin pitkälle (liitteessä V oleva 2.2 kohta). Hiukkasten näytteenotin on asennettava kaasupäästöjen näytteenottimen läheisyyteen, ja asennuksen on oltava 3.4.1 kohdan säännösten mukainen.

Hiukkasten massan määrittämiseksi vaaditaan hiukkasten näytteenottojärjestelmä, hiukkasten näytteenotto-suodattimet, mikrogrammavaaka ja punnituskammio, jonka lämpötila ja kosteus on säädelty.

Hiukkasten näytteenotossa on käytettävä yksisuodatinmenetelmää, jossa käytetään yhtä suodatinparia (ks. 4.1.3 kohta) koko testisyklin ajan. ESC-testissä on seurattava näytteenottoaikoja ja -virtauksia erittäin tarkoin testin näytteenottovaiheen aikana.

### 4.1 Hiukkasnäytesuodattimet

#### 4.1.1 Suodattimen eritelmä

Suodattimina on käytettävä fluorohiilipäälyllytetyjä lasikuitusuodattimia tai fluorohiilipohjaisia kalvosuodattimia. Kaikkien tyyppien 0,3 µm DOP (dioktyylifalaatti) -keräystehokkuuden on oltava vähintään 95 prosenttia kaasun pintanopeudella 35—80 cm/s.

4.1.2 *Suodattimen koko*

Hiukkassuodattimen pienin halkaisija on 47 mm (tahrän halkaisija 37 mm). Myös halkaisijaltaan suurempia suodattimia voidaan käyttää (4.1.5 kohta).

4.1.3 *Ensisijaiset suodattimet ja toissijaiset suodattimet*

Laimennetusta pakokaasusta on otettava testijakson ajan näytteet sarjaan sijoitetun suodatinparin avulla (yksi ensisijainen suodatin ja yksi toissijainen suodatin). Toissijainen suodatin saa sijaita enintään 100 mm virtausuuntaan ensisijaisesta suodattimesta, eikä se saa koskettaa ensisijaista suodatinta. Suodattimet voi punnita erikseen tai parina siten, että suodattimien tahrpuolet ovat vierekkäin.

4.1.4 *Suodattimen pintaopeus*

Kaasun pintaopeuden suodattimen läpi on oltava 35—80 cm/s. Paineen putoamisen kasvu testin alun ja lopun välillä saa olla enintään 25 kPa.

4.1.5 *Suodattimen kuormitus*

Suodattimen suositeltu vähimmäiskuormitus on 0,5 mg/1 075 mm<sup>2</sup>:n tahrä-alue. Taulukossa 9 esitetään yleisimmän kokoisten suodattimien arvot.

Taulukko 9

Suositellut suodattimen kuormitukset

Suodattimen halkaisija (mm)	Suosittelut tahrän halkaisija (mm)	Suosittelut vähimmäiskuormitus (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

4.2 **Punnituskammion ja analyysiväian eritelmät**4.2.1 *Punnituskammion olosuhteet*

Punnituskammio (tai punnitushuone), jossa hiukkassuodattimia vakautetaan ja jossa suodattimet punnitaan, on pidettävä suodattimien vakautus- ja punnitusaikana 295 K ± 3 K:n lämpötilassa (22°C ± 3°C). Kosteus on pidettävä 282,5 K ± 3 K:n (9,5°C ± 3°C) kastepisteessä ja suhteellisen kosteuden on oltava 45 prosenttia ± 8 prosenttia.

4.2.2 *Viitesuodattimen punnitseminen*

Kammiossa (tai huoneessa) ei saa olla epäpuhtauksia (kuten pölyä), joka voisi laskeutua hiukkassuodattimille niiden vakautuksen aikana. Punnitushuoneen olot saavat poiketa 4.2.1 kohdassa eritellyistä, jos poikkeama kestää enintään 30 minuuttia. Punnitushuoneen pitäisi olla vaatimusten mukainen ennen henkilöstön menemistä huoneeseen. Näytesuodattimen (näytesuodatinparin) kanssa on punnittava mielellään samanaikaisesti tai enintään neljän tunnin kuluessa vähintään kaksi käyttämätöntä viitesuodatinta (viitesuodatinparia). Viitesuodattimien (viitesuodatinparien) on oltava saman kokoisia ja samasta materiaalista kuin näytesuodattimien.

Jos viitesuodattimien (viitesuodatinparien) keskipaino muuttuu näytesuodattimien punnituksen välillä enemmän kuin ± 5 prosenttia (vastaavasti ± 7,5 prosenttia suodatinparin osalta) suositellusta suodattimen vähimmäiskuormituksesta (4.1.5 kohta), kaikki näytesuodattimet on hävitettävä ja päästötesti on uusittava.

Jos punnitushuoneen 4.2.1 kohdassa määritellyt vakausperusteet eivät täyty, mutta viitesuodattimien (viitesuodatinparien) punnitukset ovat kyseisten perusteiden mukaisia, moottorin valmistaja voi valita, hyväksyykö hän näytesuodattimien painot vai hylkääkö hän testin, korjauttaa punnitushuoneen säätöjärjestelmän ja suorittaa testin uudelleen.

#### 4.2.3 *Analyysivaaka*

Kaikkien suodattimien painojen määrittämiseen käytettävän analyysivaakan tarkkuuden (vakiopoikkeaman) on oltava 20 µg ja erotuskyvyn 10 µg (1 numero = 10 µg). Jos suodattimen halkaisija on alle 70 mm, tarkkuuden on oltava 2 µg ja erotuskyvyn 1 µg.

#### 4.3 **Hiukkasten mittauksen lisäeritelvät**

Kaikki laimennusjärjestelmän ja näytteenottojärjestelmän raaka- ja laimennetun pakokaasun kanssa kosketuksiin joutuvat osat pakoputkesta suodatintelineeseen on suunniteltava siten, että hiukkasten kerääntyminen tai muuttuminen on mahdollisimman vähäistä. Kaikki osat on valmistettava sähköä johtavista materiaaleista, jotka eivät reagoi pakokaasun komponenttien kanssa, ja ne on maadoitettava sähköisesti sähköstaattisten vaikutusten estämiseksi.

#### 5 SAVUN MÄÄRITYS

Tässä osassa annetaan vaadittavien ja valinnaisien ELR-testissä käytettävien laitteiden eritelvät. Savun mittauksessa on käytettävä opasimetriä, jossa on opasiteetin ja valon absorptiokertoimen lukutilat. Opasiteetin lukutilaa on käytettävä ainoastaan kalibrointiin ja opasimetrin tarkistamiseen. Testisyklin savu-arvot on mitattava valon absorptiokertoimen lukutilassa.

#### 5.1 **Yleiset vaatimukset**

ELR-testissä on käytettävä kolme toiminnallista yksikköä sisältävää savun mittaus- ja tietojenkäsittelyjärjestelmää. Nämä yksiköt voidaan integroida yhdeksi komponentiksi tai niitä voidaan käsitellä toisiinsa yhteydessä olevien komponenttien järjestelmänä. Toiminnalliset yksiköt ovat seuraavat:

- liitteessä V olevan 3 kohdan eritelmien mukainen opasimetri,
- liitteen III lisäyksessä 1 olevan 6 ja 6.4 kohdan mukaisten funktioiden suorittamiseen pystyvä tietojenkäsittely-yksikkö,
- kirjoitin ja/tai sähköinen tallennusväline liitteen III lisäyksessä 1 olevassa 6.3 kohdassa määritettyjen vaadittavien savu-arvojen kirjaamiseen ja tulostamiseen.

#### 5.2 **Erikoiset vaatimukset**

##### 5.2.1 *Lineaarisuus*

Lineaarisuuden on oltava  $\pm 2$  prosenttia opasiteetista.

##### 5.2.2 *Nollapisteen poikkeama*

Nollapisteen poikkeama ei saa ylittää  $\pm 1$ :tä prosenttia opasiteetista yhden tunnin mittaisen jakson aikana.

##### 5.2.3 *Opasimetrin näyttö ja alue*

Opasiteetin näyttöasteikon on oltava 0—100 prosentin opasiteetti ja luettavuuden 0,1 prosentin opasiteetti. Valon absorptiokertoimen näyttöasteikon on oltava 0—30 m<sup>-1</sup> valon absorptiokerroin ja luettavuuden 0,01 m<sup>-1</sup> valon absorptiokerroin.

##### 5.2.4 *Laitteen vasteaika*

Opasimetrin fyysinen vasteaika saa olla enintään 0,2 sekuntia. Fyysinen vasteaika on aika, joka kuluu nopeavasteisen vastaanottimen tulosteen muuttumiseen 10:stä 90 prosenttiin kokonaispoikkeamasta silloin, kun mitattavan kaasun opasiteetti muuttuu alle 0,1 sekunnissa.

Opasimetrin sähköinen vasteaika saa olla enintään 0,05 sekuntia. Sähköinen vasteaika on aika, joka kuluu opasimetrin tulosteen muuttumiseen 10:stä 90 prosenttiin koko asteikolla silloin, kun valonlähde keskeytetään tai sammutetaan kokonaan alle 0,01 sekunnissa.

5.2.5 *Harmaasuodattimet*

Opasimetrin kalibrointiin, lineaarisuuden mittauksiin tai asteikon säätämiseen käytettävän harmaasuodattimen opasiteetin arvo on tunnettava 1,0 prosentin tarkkuudella. Suodattimen nimellisarvon tarkkuus on tarkistettava vähintään kerran vuodessa kansallisen tai kansainvälisen standardin viitteen avulla.

Harmaasuodattimet ovat herkkiä laitteita, ja ne vahingoittuvat helposti käytössä. Niitä on käsiteltävä ainoastaan tarvittaessa ja silloinkin huolellisesti suodattimen naarmuuntumisen tai likaantumisen välttämiseksi.

---

## Lisäys 5

## KALIBROINTIMENETTELY

## 1 ANALYYSILAITTEIDEN KALIBROINTI

1.1 **Johdanto**

Kaikki analysaattorit on kalibroitava niin usein kuin se on tarpeen tämän direktiivin tarkkuusvaatimusten täyttämiseksi. Tässä osassa kuvataan liitteen III lisäyksessä 4 olevassa 3 kohdassa ja liitteessä V olevassa 1 kohdassa tarkoitettujen analysaattoreiden kalibroimiseen käytettävät menetelmät.

1.2 **Kalibroitikaasut**

Kaikkien kalibroitikaasujen pisimmät säilytysajat on otettava huomioon.

Valmistajan ilmoittama kalibroitikaasujen viimeinen käyttöpäivä on kirjattava.

1.2.1 *Puhtaat kaasut*

Kaasuilta vaadittava puhtaus on määritetty jäljempänä esitetyillä epäpuhtauksien raja-arvoilla. Seuraavien kaasujen on oltava käytettävissä:

Puhdistettu typpi

(Epäpuhtaudet  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

Puhdistettu happi

(Puhtaus  $> 99,5$  tilavuusprosenttia O<sub>2</sub>)

Vety-helium-seos

( $40 \pm 2\%$  vetyä, loput heliumia)

(Epäpuhtaudet  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>)

Puhdistettu synteettinen ilma

(Epäpuhtaudet  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Happipitoisuus 18—21 tilavuusprosenttia)

Puhdistettua propaania tai hiilimonoksidia (CO) CVS-tarkistukseen

1.2.2 *Kalibrointi- ja vertailukaasut*

Kemialliselta koostumukseltaan seuraavat kaasujen sekoitukset on oltava käytettävissä:

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> ja puhdistettua synteettistä ilmaa (ks. 1.2.1 kohta),

CO ja puhdistettua typpeä,

NO<sub>x</sub> ja puhdistettua typpeä (tämän kalibroitikaasun NO<sub>2</sub>-pitoisuus saa olla enintään 5 prosenttia NO-pitoisuudesta),

CO<sub>2</sub> ja puhdistettua typpeä,

CH<sub>4</sub> ja puhdistettua synteettistä ilmaa,

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ja puhdistettua synteettistä ilmaa.

*Huomautus:* Muita kaasujen yhdistelmiä saa käyttää, jos kaasut eivät reagoi keskenään.

Kalibrointi- ja vertailukaasun todellisen konsentraation on oltava  $\pm 2$  prosentin tarkkuudella sama kuin nimellisarvon. Kalibroitikaasun kaikki konsentraatiot on annettava tilavuuspohjaisina (tilavuusprosentteina tai tilavuus-ppm-arvoina).

Kalibrointi- ja vertailukaasut voidaan tuottaa myös kaasunjakajan avulla, jolloin kaasu laimennetaan puhdistetulla typellä (N<sub>2</sub>) tai puhdistetulla synteettisellä ilmalla. Sekoituslaitteen tarkkuuden on oltava riittävä, jotta laimennettujen kalibroitikaasujen tarkkuus voidaan määrittää  $\pm 2$  prosentin tarkkuudella.

1.3 **Analysaattoreiden ja näytteenottojärjestelmän käyttö**

Analysaattoreita on käytettävä laitteen valmistajan käynnistys- ja käyttöohjeiden mukaisesti. Jäljempänä 1.4—1.9 kohdissa esitetyt vähimmäisvaatimukset on otettava huomioon.

#### 1.4 Vuototesti

Järjestelmälle on tehtävä vuototesti. Näytteenotin on irrotettava pakojärjestelmästä ja pakojärjestelmän pää on tukittava. Analysaattorin pumppu on käynnistettävä. Alun vakautusjakson jälkeen kaikkien virtausmittareiden lukeman on oltava nolla. Jos lukema ei ole nolla, näytteenottolinjat on tarkistettava ja vika on korjattava.

Tyhjiöpuolen suurin sallittu vuotomäärä on 0,5 prosenttia tarkistettavan järjestelmän osan käytön aikaisesta virtauksesta. Analysaattorin ja ohituksen virtoja voidaan käyttää käytön aikaisten virtausten arvioimiseen.

Toinen tapa on aiheuttaa konsentraation askelmuutos näytteenottolinjan alussa vaihtamalla nollakaasusta vertailukaasuun. Alukonsentraatiosta riittävän ajan kuluessa laskenut konsentraatio viittaa kalibroinnin tai tiiviyden häiriöihin.

#### 1.5 Kalibrointimenettely

##### 1.5.1 Instrumentit

Instrumentit on kalibroitava ja kalibrointikäyriä on verrattava vakiokaasuihin. Kalibroinnissa on käytettävä samoja kaasun virtauksia kuin pakokaasunäytteiden otossa.

##### 1.5.2 Lämmitysaika

Lämmitysajan on oltava valmistajan suositusten mukainen. Jos lämmitysaikaa ei ole määritetty, on suositeltavaa lämmitellä analysaattoreita kahden tunnin ajan.

##### 1.5.3 NDIR- ja HFID-analysaattorit

NDIR-analysaattori on viritettävä tarpeen mukaisesti ja HFID-analysaattorin liekki on optimoitava (1.8.1 kohta).

##### 1.5.4 Kalibrointi

Kaikki tavallisesti käytettävät käyttöalueet on kalibroitava.

CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja HC-analysaattorit on nollattava puhdistetun synteettisen ilman (tai typen) avulla.

Analysaattoreihin on johdettava oikeat kalibrointikaasut, arvot on kirjattava, ja kalibrointikäyrä on määritettävä 1.5.5 kohdan mukaisesti.

Nollaus on tarkistettava uudelleen ja kalibrointimenettely tarvittaessa toistettava.

##### 1.5.5 Kalibrointikäyrän määrittäminen

###### 1.5.5.1 Yleiset ohjeet

Analysaattorin kalibrointikäyrä on määritettävä vähintään viiden mahdollisimman tasaisesti sijoitetun kalibrointipisteen (ei nollan) avulla. Suurimman nimelliskonsentraation on oltava vähintään 90 prosenttia koko asteikosta.

Kalibrointikäyrä on laskettava pienimmän neliösumman menetelmällä. Jos tuloksen polynominen aste on suurempi kuin 3, kalibrointipisteiden määrän (nolla mukaan lukien) on oltava vähintään yhtä suuri kuin tämä polynominen aste  $\pm 2$ .

Kalibrointikäyrä saa poiketa enintään  $\pm 2$  prosenttia kunkin kalibrointipisteen nimellisarvosta ja enintään  $\pm 1$  prosenttia kokonaisasteikosta nollan kohdalla.

Kalibrointikäyrästä ja kalibrointipisteistä voi varmistaa, että kalibrointi on suoritettu oikein. Analysaattorin erilaiset ominaisuusmuuttujat on ilmoitettava, erityisesti seuraavat:

- mittausalue
- herkkyys
- kalibroinnin suorituspäivämäärä.

- 1.5.5.2 **Kalibrointi alle 15 prosenttia kokonaisasteikosta olevalla alueella**
- Analysaattorin kalibrointikäyrä on muodostettava vähintään neljän nimellisen tasaisesti kokonaisasteikon 15 prosentin alle sijoitetun lisäkalibrointipisteen (ei nollan) avulla.
- Kalibrointikäyrä on laskettava pienimmän neliösumman menetelmällä.
- Kalibrointikäyrä saa poiketa enintään  $\pm 4$  prosenttia kunkin kalibrointipisteen nimellisarvosta ja enintään  $\pm 1$  prosentti kokonaisasteikosta nollan kohdalla.
- Näitä säännöksiä ei sovelleta, jos kyseessä on kokonaisasteikkoarvo, joka on enintään 155 ppm.
- 1.5.5.3 **Vaihtoehtoiset menetelmät**
- Jos jonkin muun menetelmän (esimerkiksi tietokoneen, elektronisesti säädetyn katkaisimen) voidaan osoittaa tuottavan vastaavan tarkkuuden, sitä voi käyttää.
- 1.6 **Kalibroinnin verifiointi**
- Kukin normaalisti käytettävä toiminta-alue on tarkistettava ennen kutakin analyysiä seuraavan menettelyn mukaisesti.
- Kalibrointi on tarkistettava nollakaasun ja nimellisarvoltaan yli 80 prosenttia koko mittausasteikosta olevan vertailukaasun avulla.
- Jos kahden testattavan pisteen mittausarvot eroavat enintään  $\pm 4$  prosenttia ilmoitetun viitearvon koko asteikosta, säätömuuttujia saa muuttaa. Jos erot ovat suuremmat, on muodostettava uusi kalibrointikäyrä 1.5.5 kohdan mukaisesti.
- 1.7 **NO<sub>x</sub>-muuntimen tehokkuustesti**
- NO<sub>2</sub>:n muuntamisessa NO:ksi käytettävän muuntimen tehokkuus on testattava 1.7.1—1.7.8 kohtien ohjeiden mukaisesti (kuva 6).
- 1.7.1 **Testin asetukset**
- Muuntimien tehokkuus voidaan testata otsonaattoria käyttäen kuvassa 6 esitetyn testilaitteiston (ks. myös liitteen III lisäyksessä 4 oleva 3.3.5 kohta) ja jäljempänä kuvatun menettelyn avulla.
- 1.7.2 **Kalibrointi**
- CLD ja HCLD on kalibroitava yleisimmälle käyttöalueelle valmistajan ohjeiden mukaisesti nolla- ja vertailukaasun (jonka NO-pitoisuuden on oltava suunnilleen 80 prosenttia käyttöalueesta ja kaasuseoksen NO<sub>2</sub>-konsentraation on oltava alle 5 prosenttia NO-konsentraatiosta) avulla. NO<sub>x</sub>-analysaattorin on oltava NO-tilassa, jotta vertailukaasu ei läpäise muunninta. Ilmoitettu konsentraatio on kirjattava.
- 1.7.3 **Laskeminen**
- NO<sub>x</sub>-muuntimen tehokkuus lasketaan seuraavasti:
- $$\text{Tehokkuus (\%)} = \left( 1 + \frac{a - b}{c - d} \right) * 100$$
- jossa
- a on 1.7.6 kohdan mukainen NO<sub>x</sub>-konsentraatio
- b on 1.7.7 kohdan mukainen NO<sub>x</sub>-konsentraatio
- c on 1.7.4 kohdan mukainen NO-konsentraatio
- d on 1.7.5 kohdan mukainen NO-konsentraatio.
- 1.7.4 **Hapen lisääminen**
- Happea tai nollailmaa lisätään T-liittimen avulla jatkuvasti kaasuvirtaan, kunnes ilmoitettu konsentraatio on noin 20 prosenttia pienempi kuin 1.7.2 kohdassa annettu ilmoitettu kalibrointikonsentraatio (analysaattori NO-tilassa). Ilmoitettu konsentraatio c on kirjattava. Otsonaattori ei saa olla aktivoituna prosessin aikana.

## 1.7.5 Otsonaattorin aktivoiminen

Otsonaattori on nyt aktivoitu tuottamaan niin paljon otsonia, että NO-konsentraatio laskee noin 20 prosenttiin (vähimmäisarvo 10 prosenttia) 1.7.2 kohdassa annetusta kalibrointikonsentraatiosta. Ilmoitettu konsentraatio d on kirjattava (analysaattori NO-tilassa).

1.7.6 NO<sub>x</sub>-tila

Seuraavaksi NO-analysaattori kytketään NO<sub>x</sub>-tilaan, jolloin (NO:sta, NO<sub>2</sub>:sta, O<sub>2</sub>:sta ja N<sub>2</sub>:sta koostuva) kaasuseos virtaa muuntimen läpi. Ilmoitettu konsentraatio a on kirjattava (analysaattori NO<sub>x</sub>-tilassa).

## 1.7.7 Otsonaattorin aktivoinnin poistaminen

Otsonaattorin aktivointi on nyt poistettu. Edellä 1.7.6 kohdassa kuvattu kaasuseos virtaa muuntimen läpi ilmaisimeen. Ilmoitettu konsentraatio b on kirjattava (analysaattori NO<sub>x</sub>-tilassa).

## 1.7.8 NO-tila

Kun otsonaattori on aktivoimattomassa tilassa ja laite on kytketty NO-tilaan, myös hapen tai synteettisen ilman virtaus katkaistaan. Analysaattorin NO<sub>x</sub>-lukema saa poiketa enintään ± 5 prosenttia 1.7.2 kohdan mukaisesti mitatusta arvosta (analysaattori NO-tilassa).

## 1.7.9 Testin aikaväli

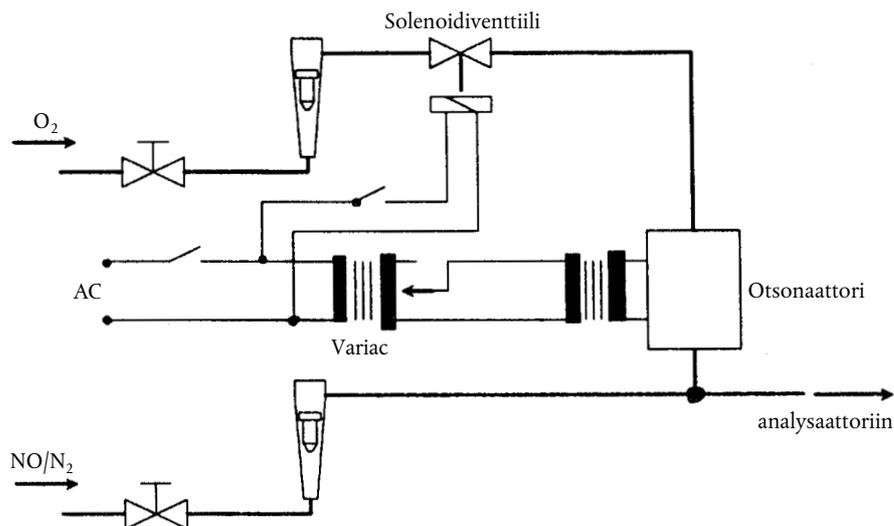
Muuntimen tehokkuus on testattava ennen jokaista NO<sub>x</sub>-analysaattorin kalibrointia.

## 1.7.10 Tehokkuusvaatimukset

Muuntimen vähimmäistehokkuus on 90 prosenttia, mutta tehokkuudeltaan yli 95 prosenttia oleva muunnin on erittäin suositeltava.

**Huomautus:** Jos otsonaattori ei voi 1.7.5 kohdan mukaisesti vähentää konsentraatiota 80 prosentista 20 prosenttiin analysaattorin yleisimmällä alueella, on käytettävä suurinta aluetta, jolla vähennys saavutetaan.

Kuva 6

Kaavio NO<sub>2</sub>-muuntimen tehokkuuden mittauslaitteesta

## 1.8 FID:n säätäminen

## 1.8.1 Ilmaisimen vasteen optimointi

FID on säädettävä laitteen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tavallisimman käyttöalueen vasteen optimointiin on käytettävä propaania ilmavertailukaasussa.

Kun polttoaineen ja ilman virtaukset on asetettu valmistajan suositusten mukaisiksi, analysaattoriin on johdettava  $350 \pm 75$  ppm C -vertailukaasua. Vaste tietyllä polttoainevirtauksella on määritettävä vertailukaasun vasteen ja nollakaasun vasteen välisestä erosta. Polttoaineen virtaus on säädettävä asteittain sekä valmistajan suosittamaa suuremmaksi että sitä pienemmäksi. Vertailu- ja nollakaasujen vasteet on kirjattava näillä polttoainevirtauksilla. Vertailu- ja nollakaasujen vasteiden välinen ero on piirrettävä ja polttoaineen virtaus on säädettävä käyrän rikkaammalle puolelle.

#### 1.8.2 Hiilivetyvaskertoimet

Analysaattori on kalibroitava käyttämällä ilman propaanin ja puhdistetun synteettisen ilman sekoitusta 1.5 kohdan mukaisesti.

Vasteen kertoimet on määritettävä otettaessa analysaattori käyttöön ja suurten huoltojen yhteydessä. Tietyn hiilivetylajin vastekerroin ( $R_f$ ) on FID:n C1-lukeman suhde kaasun konsentraatioon sylinterissä ppm C1 -arvona ilmaistuna.

Testikaasun konsentraation on oltava riittävä tuottamaan noin koko asteikon 80 prosentin suuruinen vaste. Konsentraatio on tunnettava  $\pm 2$  prosentin tarkkuudella käyttäen viitteenä tilavuutena ilmaistua gravimetristä vakiota. Tämän lisäksi kaasusylinteriä on esivakautettava 24 tunnin ajan 298 K:n  $\pm 5$  K:n ( $25^\circ\text{C}$ :n  $\pm 5^\circ\text{C}$ :n) lämpötilassa.

Käytettävät testikaasut ja suositellut suhteelliset vastekerroinalueet ovat seuraavat:

Metaani ja puhdistettu synteettinen ilma  $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

Propyleeni ja puhdistettu synteettinen ilma  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Toluenei ja puhdistettu synteettinen ilma  $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Kyseiset arvot ovat suhteessa propaanin ja puhdistetun synteettisen ilman vastekertoimen ( $R_f$ ) arvoon 1,00.

#### 1.8.3 Happi-interferenssitesti

Happi-interferenssitarkistus on tehtävä analysaattorin käyttöönoton ja suurten huoltojen yhteydessä.

Testissä on määritettävä vastekerroin 1.8.2 kohdan mukaisesti. Käytettävä testikaasu ja suositeltu suhteellinen vastekerroinalue on seuraava:

$$\text{Propaani ja typpi } 0,95 \leq R_f \leq 1,05$$

Kyseinen arvo on suhteessa propaanin ja puhdistetun synteettisen ilman vastekertoimen ( $R_f$ ) arvoon 1,00.

FID-polttimen ilman happikonsentraation on oltava  $\pm 1$  mooliprosentin tarkkuudella sama kuin viimeisimmässä happi-interferenssitestissä käytetyn polttimen ilman happikonsentraatio. Jos ero on suurempi, happi-interferenssi on tarkistettava ja analysaattori on säädettävä tarvittaessa uudelleen.

#### 1.8.4 NMC:n tehokkuus (ainoastaan maakaasukäyttöisten kaasumoottoreiden osalta)

NMC:tä käytetään ei-metaanisten hiilivetyjen poistamiseen kaasuäyhteestä hapettamalla hiilivedyt metaania lukuun ottamatta. Ihanteellisesti metaanin muunnos on 0 prosenttia, ja muiden hiilivetyjen muunnos etaanina on 100 prosenttia. NMHC:n mittaamiseksi tarkasti nämä kaksi tehokkuutta on määritettävä ja niitä on käytettävä NMHC-päästön massavirtauksen laskemiseksi (ks. liitteen III lisäyksessä 2 oleva 4.3 kohta).

##### 1.8.4.1 Metaanitehokkuus

Metaanikalibrointikaasua on johdettava FID:n läpi sekä NMC ohittaen että sitä ohittamatta, ja saadut kaksi konsentraatiota on kirjattava. Tehokkuus on määritettävä seuraavasti:

$$CE_M = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

jossa

$\text{conc}_w$  = HC-konsentraatio, kun  $\text{CH}_4$  virtaa NMC:n läpi

$\text{conc}_{w/o}$  = HC-konsentraatio, kun  $\text{CH}_4$  ohittaa NMC:n.

## 1.8.4.2 Etaanitehokkuus

Etaanin kalibroitinkaasu on johdettava FID:n läpi sekä NMC ohittaen että sitä ohittamatta, ja saadut kaksi konsentraatiota on kirjattava. Tehokkuus on määritettävä seuraavasti:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

jossa

$\text{conc}_w$  = HC-konsentraatio, kun  $C_2H_6$  virtaa NMC:n läpi

$\text{conc}_{w/o}$  = HC-konsentraatio, kun  $C_2H_6$  ohittaa NMC:n.

1.9 CO-, CO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-analysaattoreiden interferenssit

Muiden kuin analysoitavien kaasujen läsnäolo pakokaasussa saattaa vaikuttaa lukemaan monin eri tavoin. NDIR-instrumenteissa esiintyy positiivista interferenssiä, kun interferoiva kaasu vaikuttaa samoin kuin mitattava kaasu, mutta vähäisemmässä määrin. NDIR-instrumenttien negatiivista interferenssiä esiintyy, kun interferoiva kaasu laajentaa mitattavan kaasun absorptioaluetta, ja CLD-instrumenteissa esiintyy negatiivista interferenssiä, kun interferoiva kaasu vaimentaa säteilyä. Interferenssitarkistukset 1.9.1 ja 1.9.2 kohdassa on tehtävä ennen analysaattorin alkukäyttöönottoa ja suurten huoltojen yhteydessä.

## 1.9.1 CO-analysaattorin interferenssitarkistus

Vesi ja CO<sub>2</sub> saattavat vaikuttaa CO-analysaattorin suorituskykyyn. Tämän vuoksi huoneenlämpöisen veden läpi on kuplitettava CO<sub>2</sub>-vertailukaasua, jonka konsentraatio on 80—100 prosenttia testauksessa käytettävän suurimman alueen koko asteikosta, ja analysaattorin vaste on kirjattava. Analysaattorin vaste saa olla enintään yksi prosentti koko asteikosta, kun alue on 300 ppm tai sitä suurempi, tai yli 3 ppm, jos alue on alle 300 ppm.

1.9.2 NO<sub>x</sub>-analysaattorin vaimennustarkistukset

CLD- (ja HCLD-)analysaattoreihin vaikuttavat kaksi kaasua ovat CO<sub>2</sub> ja vesihöyry. Näiden kaasujen vaimennusvasteet ovat suhteessa niiden konsentraatioihin, ja sen vuoksi niiden vaimennus suurimmilla testauksessa odotettavissa olevilla konsentraatioilla on määritettävä testaamalla.

1.9.2.1 CO<sub>2</sub>-vaimennuksen tarkistus

NDIR-analysaattorin läpi on johdettava CO<sub>2</sub>-vertailukaasua, jonka konsentraatio on 80—100 prosenttia suurimmasta käyttöalueesta, ja CO<sub>2</sub>-arvo on kirjattava arvona A. Tämän jälkeen vertailukaasua laimennetaan noin 50 prosenttia NO-vertailukaasulla, ja se johdetaan NDIR- ja (H)CLD-analysaattorin läpi, jolloin CO<sub>2</sub>- ja NO-arvot kirjataan vastaavasti arvoina B ja C: Tämän jälkeen CO<sub>2</sub>-virtaus katkaistaan ja (H)CLD-analysaattorin läpi johdetaan pelkästään NO-vertailukaasua, ja NO-arvo kirjataan arvona D.

Vaimennus, joka saa olla enintään 3 prosenttia koko asteikosta, lasketaan seuraavasti:

$$\% \text{ vaimennus} = \left[ 1 - \left( \frac{(C * A)}{(D * A) - (D * B)} \right) \right] * 100$$

jossa

A on NDIR-analysaattorin avulla mitattu laimentamaton CO<sub>2</sub>-konsentraatio prosentteina

B on NDIR-analysaattorin avulla mitattu laimennettu CO<sub>2</sub>-konsentraatio prosentteina

C on (H)CLD-analysaattorin avulla mitattu laimennettu NO-konsentraatio, ppm

D on (H)CLD-analysaattorin avulla mitattu laimentamaton NO-konsentraatio, ppm

CO<sub>2</sub>- ja NO-vertailukaasujen arvojen laimentamiseksi ja määrän määrittämiseksi voidaan myös käyttää muita menetelmiä, esimerkiksi dynaamista sekoitusta.

## 1.9.2.2 Veden vaimennustesti

Tätä tarkistusta käytetään ainoastaan kostean kaasun konsentraatiomittauksiin. Veden vaimennuksen laskemisessa on otettava huomioon NO-vertailukaasun laimentaminen vesihöyryllä ja seoksen vesihöyry-konsentraation määrittäminen testauksen aikana odotettuun arvoon.

(H)CLD-analysaattorin läpi johdetaan NO-vertailukaasua, jonka konsentraatio on 80—100 prosenttia tavallisen käyttöalueen koko asteikosta, ja NO-arvo kirjataan arvona D. NO-vertailukaasu kuplitetaan tämän jälkeen huoneenlämpöisen veden läpi ja johdetaan (H)CLD-analysaattorin läpi, jonka jälkeen NO-arvo kirjataan arvona C. Analysaattorin absoluuttinen käyttöpaine ja veden lämpötila on määritettävä ja kirjattava vastaavasti arvoina E ja F. Seoksen kylläisen vesihöyryn paine, joka vastaa kuplitusveden lämpötilaa F, on määritettävä ja kirjattava arvona G. Seoksen vesihöyrykonsentraatio (H, prosentteina) lasketaan seuraavasti:

$$H = 100 * (G/E)$$

Odotettu laimennetun NO-vertailukaasun (vesihöyryssä) konsentraatio ( $D_e$ ) lasketaan seuraavasti:

$$D_e = D * (1 - H/100)$$

Dieselmoottorin pakokaasuissa pakokaasujen suurin testauksen aikana odotettu vesihöyrykonsentraatio ( $H_m$ , prosentteina) on arvioitava laimentamattoman CO<sub>2</sub>-vertailukaasun konsentraatiosta (A, mitattu 1.9.2.1 kohdan mukaisesti) seuraavasti olettaen, että polttoaineen atomien H/C-suhde on 1,8:1:

$$H_m = 0,9 * A$$

Veden vaimennus, joka saa olla enintään 3 prosenttia, on laskettava seuraavasti:

$$\% \text{ vaimennus} = 100 * [(D_e - C)/D_e] * (H_m/H)$$

jossa

$D_e$  on oletettu laimennetun NO:n konsentraatio, ppm

C on laimennetun NO:n konsentraatio, ppm

$H_m$  on vesihöyryn suurin konsentraatio, prosentteina

H on vesihöyryn todellinen konsentraatio, prosentteina

*Huomautus:* On tärkeää, että NO-vertailukaasun NO<sub>2</sub>-konsentraatio on tämän tarkistuksen aikana erittäin pieni, sillä veden NO<sub>2</sub>-absorptiota ei ole otettu huomioon vaimennuslaskuissa.

## 1.10 Kalibrointivälit

Analysaattorit on kalibroitava 1.5 kohdan mukaisesti vähintään kolmen kuukauden välein tai aina, kun järjestelmää on korjattu tai muutettu siten, että se saattaa vaikuttaa kalibrointiin.

## 2 CVS-JÄRJESTELMÄN KALIBROINTI

### 2.1 Yleistä

CVS-järjestelmä on kalibroitava tarkan, kansallisten tai kansainvälisten standardien mukaisen virtausmittarin ja rajoituslaitteen avulla. Virtaus järjestelmän läpi on mitattava eri rajoitusasetuksilla, ja järjestelmän säätömuuttujat on mitattava ja suhteutettava virtaukseen.

Kalibroinnissa voi käyttää erityyppisiä virtausmittareita, esimerkiksi kalibroitua vakiotilavuusvirtalaitetta, kalibroitua laminaarista virtausmittaria tai kalibroitua turbiinimittaria.

### 2.2 Vakiotilavuusvirtapumpun (PDP) kalibrointi

Kaikki pumppuun liittyvät muuttujat on mitattava samanaikaisesti pumpun kanssa sarjaan kytketyn virtausmittarin muuttujien kanssa. Laskettu virtaus (m<sup>3</sup>/min pumpun syötössä, absoluuttinen paine ja lämpötila) on piirrettävä yhdessä korrelaatiofunktion, joka on pumpun muuttujien määrätyn yhdistelmän arvo, kanssa. Tämän jälkeen on määritettävä lineaarinen funktio, joka suhteuttaa pumpun virtauksen ja korrelaatiofunktion. Jos CVS:n käyttö on moninopeuksinen, kaikki käytettävät alueet on kalibroitava. Lämpötila on pidettävä vakaana kalibroinnin aikana.

## 2.2.1 Tietojen analysointi

Ilman virtaus ( $Q_s$ ) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 6 asetusta) on laskettava virtausmittarin tiedoista valmistajan määrittämän menetelmän avulla vakio-oloissa  $m^3/min$ -arvona. Ilman virtaus on tämän jälkeen muunnettava pumpun virtaukseksi ( $V_0$ ) kuutiometreinä pumpun kierrosta kohti ( $m^3/kierros$ ) pumpun syötön absoluuttisessa paineessa ja lämpötilassa seuraavasti:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} * \frac{T}{273} * \frac{101,3}{p_A}$$

jossa

$Q_s$  = ilman virtaus vakio-oloissa (101,3 kPa, 273 K),  $m^3/s$

$T$  = lämpötila pumpun syötössä, K

$p_A$  = absoluuttinen paine pumpun syötössä ( $p_B - p_1$ ), kPa

$n$  = pumpun kierrosnopeus, kierrosta/s.

Jotta paineen vaihtelut pumpussa ja pumpun jättämä voidaan ottaa huomioon, on laskettava pumpun nopeuden, pumpun syötön ja lähdön välisen paine-eron ja absoluuttisen pumpun lähtöpaineen välinen korrelaatiokerroin ( $X_0$ ) seuraavasti:

$$X_0 = \frac{1}{n} * \sqrt{\frac{\Delta p_P}{p_A}}$$

jossa

$\Delta p_P$  = pumpun syötön ja lähdön välinen paine-ero, kPa

$p_A$  = absoluuttinen lähtöpaine pumpun lähdössä, kPa.

Kalibrointiyhtälö on luotava tekemällä lineaarinen pienimmän neliösumman sovitus seuraavasti:

$$V_0 = D_0 - m * (X_0)$$

$D_0$  ja  $m$  ovat vastaavasti leikkauspiste- ja kulmakerroinvakiot, jotka kuvaavat regressiolinjoja.

Jos CVS-järjestelmä on moninopeuksinen, pumpun eri virtausalueille luotujen kalibrointikäyrien on oltava lähes samansuuntaisia, ja leikkauspiste- ja kulmakerroinvakio ( $D_0$ ) on suurennuttava, kun pumpun virtausalue pienenee. Yhtälöstä laskettujen arvojen on oltava  $\pm 0,5$  prosentin tarkkuudella samat kuin mittausravon  $V_0$  kulmakerroinvakio  $m$ :n arvot vaihtelevat pumpusta riippuen. Hiukkasten vaikutus vähentää ajan myötä pumpun jättämää, mitä pienentyneet  $m$ :n arvot esittävät. Tämän vuoksi kalibrointi on suoritettava pumpun käynnistyksen yhteydessä ja suurempien huoltojen jälkeen ja jos koko järjestelmän verifiointi (2.4 kohta) ilmaisee pumpun jättämän muuttuneen.

## 2.3 Kriittisen aukon virtaamaan perustuvan vakiotilavuusvirtalaitteen (CFV) kalibrointi

CFV:n kalibrointi perustuu kriittisen vakiotilavuusvirtalaitteen virtausyhtälöön. Kaasun virtaus on syöttöpaineen ja -lämpötilan funktio jäljempänä esitetyn yhtälön mukaisesti:

$$Q_s = \frac{K_v * p_A}{\sqrt{T}}$$

jossa

$K_v$  = kalibrointikerroin

$p_A$  = absoluuttinen paine vakiotilavuusvirtalaitteen syötössä, kPa

$T$  = lämpötila vakiotilavuusvirtalaitteen syötössä, K.

## 2.3.1 Tietojen analysointi

Ilman virtaus ( $Q_s$ ) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 8 asetusta) on laskettava virtausmittarin tiedoista valmistajan määrittämän menetelmän avulla vakio-oloissa arvona  $m^3/min$ . Kalibrointikerroin on laskettava kunkin asetuksen kalibrointitiedoista seuraavasti:

$$K_v = \frac{Q_s * \sqrt{T}}{P_A}$$

jossa

$Q_s$  = ilman virtaus vakio-oloissa (101,3 kPa, 273 K), m<sup>3</sup>/s

T = lämpötila vakiotilavuusvirtalaitteen syötössä, K

$P_A$  = absoluuttinen paine vakiotilavuusvirtalaitteen syötössä, kPa.

Kriittisen virtauksen alueen määrittämiseksi  $K_v$  on piirrettävä vakiotilavuusvirtalaitteen syöttöpaineen funktiona. Kriittisellä (kuristetulla) virtauksella  $K_v$ :n arvo on verrattain vakio. Paineen alentuessa (alipaine kasvaa) vakiotilavuusvirtalaitteen kuristus poistuu ja  $K_v$  pienenee, mikä ilmaisee, että CFV toimii sallitun alueen ulkopuolella.

Keskimääräinen  $K_v$  ja vakiopoikkeama on laskettava vähintään kahdeksassa pisteessä kriittisen virtauksen alueella. Vakiopoikkeama saa olla enintään ± 0,3 prosenttia  $K_v$ :n keskimääräisestä arvosta.

## 2.4 Järjestelmän kokonaisverifointi

CVS-näytteenottojärjestelmän ja analysointijärjestelmän kokonaistarkkuus on määritettävä johtamalla tunnettu massa pilaavaa kaasua järjestelmään sen toimiessa normaalisti. Pilaava aine analysoidaan ja massa lasketaan liitteen III lisäyksessä 2 olevan 4.3 kohdan mukaisesti lukuun ottamatta propaania, jolle on käytettävä kerrointa 0,000472 HC:n kertoimen 0,000479 sijasta. Tähän voidaan käyttää jompaa kumpaa seuraavista tekniikoista.

### 2.4.1 Mittaaminen kriittisen virtausaukon avulla

CVS-järjestelmään on johdettava tunnettu määrä puhdasta kaasua (hiilimonoksidia tai propaania) kalibroidun kriittisen aukon kautta. Jos syöttöpaine on riittävän suuri, kriittisen virtausaukon avulla säädettävä virtaus ei riipu aukon lähtöpaineesta (≡ kriittisestä virtauksesta). CVS-järjestelmää on käytettävä samoin kuin tavallisessa pakokaasujen päästötestissä noin 5—10 minuutin ajan. Kaasunäyte on analysoitava tavallisen laitteiston (näytepussi- tai integrointimenetelmä) avulla, ja kaasun massa on laskettava. Näin määritetyn massan on oltava ± 3 prosentin tarkkuudella sama kuin syötetyn kaasun tunnetun massan.

### 2.4.2 Mittaaminen gravimetrinen tekniikan avulla

Pienen, hiilimonoksidilla tai propaanilla täytetyn sylinterin paino on määritettävä ± 0,01 gramman tarkkuudella. CVS-järjestelmää on käytettävä samoin kuin tavallisessa pakokaasujen päästötestissä noin 5—10 minuutin ajan samalla, kun järjestelmään syötetään hiilimonoksidia tai propaania. Syötetyn puhtaan kaasun määrä määritetään painoerot punnitsemalla. Kaasunäyte on analysoitava tavallisen laitteiston (näytepussi tai integrointimenetelmä) avulla, ja kaasun massa on laskettava. Näin määritetyn massan on oltava ± 3 prosentin tarkkuudella sama kuin syötetyn kaasun tunnettu massa.

## 3 HIUKKASTEN MITTAUSJÄRJESTELMÄN KALIBROINTI

### 3.1 Johdanto

Kaikki komponentit on kalibroitava aina, kun se on tarpeen tämän direktiivin tarkkuusvaatimusten täyttämiseksi. Tässä osassa kuvataan liitteen III lisäyksessä 4 olevassa 4 kohdassa ja liitteessä V olevassa 2 kohdassa tarkoitettujen komponenttien kalibrointimenetelmät.

### 3.2 Virtauksen mittaus

Kaasun virtausmittarien tai virtauksen mittausrakenteiden kalibroinnin on oltava kansainvälisten ja/tai kansallisten standardien mukainen. Mitatun arvon enimmäisvirhe saa olla enintään ± 2 prosenttia lukemasta.

Jos kaasuvirtaus on määritetty virtauserojen mittauksella, eron suurimman virheen on oltava niin pieni, että  $G_{EDF}$ :n tarkkuus on ± 4 prosenttia (ks. myös liitteessä V oleva 2.2.1 kohta, EGA). Se voidaan laskea ottamalla kunkin instrumentin virheistä neliöllinen keskiarvo.

### 3.3 Osittaisen virtauksen olosuhteiden tarkistaminen

Pakokaasun nopeusalue ja paineenvaihtelu on tarkistettava ja säädettävä tarvittaessa liitteessä V olevan 2.2.1 kohdan, EP, vaatimusten mukaisiksi.

### 3.4 Kalibrointivälit

Virtauksen mittausräjämentit on kalibroitava vähintään kolmen kuukauden välein tai aina, kun järjestelmään tehdään korjauksia tai muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa kalibrointiin.

## 4 SAVUNMITTAUSLAITTEISTON KALIBROINTI

### 4.1 Johdanto

Opasimetri on kalibroitava aina, kun se on tarpeellista tämän direktiivin tarkkuusvaatimusten täyttämiseksi. Tässä osassa kuvataan liitteen III lisäyksessä 4 olevassa 5 kohdassa ja liitteessä V olevassa 3 kohdassa tarkoitettujen komponenttien kalibrointimenetelmät.

### 4.2 Kalibrointi

#### 4.2.1 Lämmitysaika

Opasimetri on lämmitettävä ja vakautettava valmistajan suositusten mukaisesti. Jos opasimetri on varustettu huuhteluilmajärjestelmällä laitteen optiikan nokeentumisen estämiseksi, myös kyseinen järjestelmä on aktivoitava ja säädettävä valmistajan suositusten mukaisesti.

#### 4.2.2 Lineaarisuusvasteen muodostaminen

Opasimetrin lineaarisuus on tarkistettava opasiteetin lukutilassa valmistajan suositusten mukaisesti. Opasimetrin eteen on tuotava kolme valonläpäisykyvyltään tunnettua harmaasuodatinta, joiden on oltava liitteen III lisäyksessä 4 olevan 5.2.5 kohdan mukaisia, ja arvot on kirjattava. Harmaasuodattimien nimellisopasiteettien on oltava noin 10, 20 ja 40 prosenttia.

Lineaarisuus saa erota enintään  $\pm 2$  prosenttia harmaasuodattimen nimellisopasiteetista. Edellä mainitun arvon mahdollisesti ylittävä epälineaarisuus on korjattava ennen testiä.

### 4.3 Kalibrointivälit

Opasimetri on kalibroitava 4.2.2 kohdan mukaisesti vähintään kolmen kuukauden välein tai aina, kun järjestelmään tehdään korjauksia tai muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa kalibrointiin.

---

## LIITE IV

HYVÄKSYNTÄTESTEISSÄ JA TUOTANNON VAATIMUSTENMUKAISUUDEN VARMISTAMISESSA  
KÄYTETTÄVIEN VERTAILUPOLTTOAINEIDEN TEKNISET OMINAISUUDET1. DIESELPOLTTOAINE <sup>(1)</sup>

Muuttuja	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(2)</sup>		Testimenetelmä	Julkaisuvuosi
		Vähintään	Enintään		
Setaaniluku <sup>(3)</sup>		52	54	EN-ISO 5165	1998 <sup>(4)</sup>
Tiheys lämpötilassa 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675	1995
Tislaus:					
— 50%:n piste	°C	245		EN-ISO 3405	1998
— 95%:n piste	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— lopullinen kiehumispiste	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Leimahduspiste	°C	55	—	EN 22719	1993
CFPP	°C	—	-5	EN 116	1981
Viskositeetti, 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	% m/m	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Rikkipitoisuus <sup>(5)</sup>	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 <sup>(4)</sup>
Kuparikorroosio		—	1	EN-ISO 2160	1995
Conradsonin hiilijäännös (10% DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Tuhkapitoisuus	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Vesipitoisuus	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Neutralointiluku (vahva happo)	KOH/g	—	0,2	ASTM D 974-95	1998 <sup>(4)</sup>
Hapettumisvakaus <sup>(6)</sup>	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Polysyklisiä aromaatteja koskeva, kehitteillä oleva uusi ja parempi menetelmä	% m/m	—	—	EN 12916	[1997] <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Jos moottorin tai ajoneuvon lämpöhyötysuhde on laskettava, polttoaineen lämpöarvo voidaan laskea seuraavasti:  
Spesifinen energia (lämpöarvo) (netto) MJ/kg =  $(46,423 - 8,792d^2 + 3,170d)(1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$   
jossa

d = tiheys 15 °C:n lämpötilassa  
x = suhde veden massaansa nähden (% jaettuna sadalla)  
y = suhde tuhkan massaansa nähden (% jaettuna sadalla)  
s = suhde rikin massaansa nähden (% jaettuna sadalla).

<sup>(2)</sup> Eritelmän arvot ovat "todellisia arvoja". Raja-arvojen määrittämisessä on käytetty ISO 4259 -standardia *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test*, ja vähimmäisarvon määrittämisessä on käytetty 2R:n vähimmäispoikkeamaa nolasta ylöspäin; suurimman ja pienimmän arvon määrittämisessä pienin poikkeama on 4R (R-toistettavuus). Näistä tilastollisten syiden takia välttämättömistä määrityksistä huolimatta polttoaineen valmistajan pitäisi kuitenkin pyrkiä nolla-arvoon niissä kohdin, missä pakollinen yläraja on 2R, ja ylä- ja alarajojen kohdalla keskiarvoon. Jos polttoaineen vastaavuutta eritelmän vaatimusten kanssa joudutaan selvittämään, on sovellettava ISO 4259 -standardin ehtoja.

<sup>(3)</sup> Setaanilukuvaatimus ei ole 4R-vähimmäisvaatimuksen mukainen. Polttoaineen toimittajan ja käyttäjän välisten riitatapausten ratkaisemiseksi voidaan kuitenkin käyttää ISO 4259 -standardin ehtoja, jos yksittäisten määrittämisestä sijasta tehdään tarvittavan tarkkuuden saavuttamiseksi riittävän suuri määrä uusintamittauksia.

<sup>(4)</sup> Julkaisukuukausi täydennetään ajallaan.

<sup>(5)</sup> Testissä käytettävän polttoaineen todellinen rikkipitoisuus on ilmoitettava. Lisäksi vertailupolttoaineen, jota käytetään hyväksyttäessä ajoneuvo tai moottori tämän direktiivin liitteessä I olevan 6.2.1 kohdan taulukon rivillä B olevien raja-arvojen mukaisesti, enimmäisrikkipitoisuus on 50 ppm. Komissio esittää mahdollisimman pian, viimeistään 31 päivänä joulukuuta 1999, tätä liitettä koskevan muutoksen, jossa otetaan huomioon polttoaineen rikkipitoisuuden markkinoilla vallitseva keskiarvo direktiivin 98/70/EY liitteessä IV määritetyn polttoaineen suhteen.

<sup>(6)</sup> Vaikka hapettumisvakautta säädellään, säilytysaika on todennäköisesti rajallinen. Säilytysolosuhteista ja säilytysajasta on tarvittaessa kysyttävä neuvoa tuotteen toimittajalta.

## 2. MAAKAASU (NG)

Euroopassa on kaupan kahta eri polttoainelajia:

- H-ryhmä, jonka äärimmäiset vertailupolttoaineet ovat G20 ja G23,
- L-ryhmä, jonka äärimmäiset vertailupolttoaineet ovat G23 ja G25.

Jäljempänä esitetään yhteenveto G20-, G23- ja G25-vertailupolttoaineiden ominaisuuksista.

**Vertailupolttoaine G<sub>20</sub>**

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Alaraja	Yläraja	
<i>Koostumus:</i>					
Metaani	mooli %	100	99	100	ISO 6974
Tasapaino [Inertit + C <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> +]		—	—	1	
N <sub>2</sub>		—	—	—	
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	—	—	50	ISO 6326-5

<sup>(1)</sup> Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

**Vertailupolttoaine G<sub>23</sub>**

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Alaraja	Yläraja	
<i>Koostumus:</i>					
Metaani	mooli %	92,5	91,5	93,5	ISO 6974
Tasapaino [Inerti + C <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> +]		—	—	1	
N <sub>2</sub>		7,5	6,5	8,5	
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	—	—	50	ISO 6326-5

<sup>(1)</sup> Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

**Vertailupolttoaine G<sub>25</sub>**

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Alaraja	Yläraja	
<i>Koostumus:</i>					
Metaani	mooli %	86	84	88	ISO 6974
Tasapaino [Inertit + C <sub>2</sub> /C <sub>2</sub> +]		—	—	1	
N <sub>2</sub>		14	12	16	
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	—	—	50	ISO 6326-5

<sup>(1)</sup> Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

## 3. NESTEKAASU (LPG)

Muuttuja	Yksikkö	Raja-arvot polttoaine A		Raja-arvot polttoaine B		Testimenetelmä
		Alaraja	Yläraja	Alaraja	Yläraja	
Moottorin oktaaniluku		93,5		93,5		EN 589, liite B
<i>Koostumus:</i>						
C <sub>3</sub> -pitoisuus	tilavuus %	48	52	83	87	
C <sub>4</sub> -pitoisuus	tilavuus %	48	52	13	17	ISO 7941
Olefiinit	tilavuus %	0	12	9	15	
Haihdutusjäännös	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Rikin kokonaismäärä	paino-ppm <sup>(1)</sup>		50		50	EN 24260
Rikkidioksidi	—		Ei rajaa		Ei rajaa	ISO 8819
Kuparinauhakorrosio	Luokitus		Luokka 1		Luokka 1	ISO 6251 <sup>(2)</sup>
Vesi lämpötilassa 0 °C			Vapaa		Vapaa	Silmämääräinen tarkistus

<sup>(1)</sup> Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

<sup>(2)</sup> Tällä menetelmällä ei voi tarkasti määrittää korroosiota aiheuttavien aineiden läsnäoloa, jos näyte sisältää korroosionestoaineita tai muita kemikaaleja, jotka vähentävät näytteen kuparinauhakorroosiota. Tämän vuoksi kyseisten aineiden lisääminen ainoastaan testituloksiin vaikuttamiseksi on kiellettyä.

## LIITE V

## NÄYTTEENOTTO- JA ANALYSOINTIJÄRJESTELMÄT

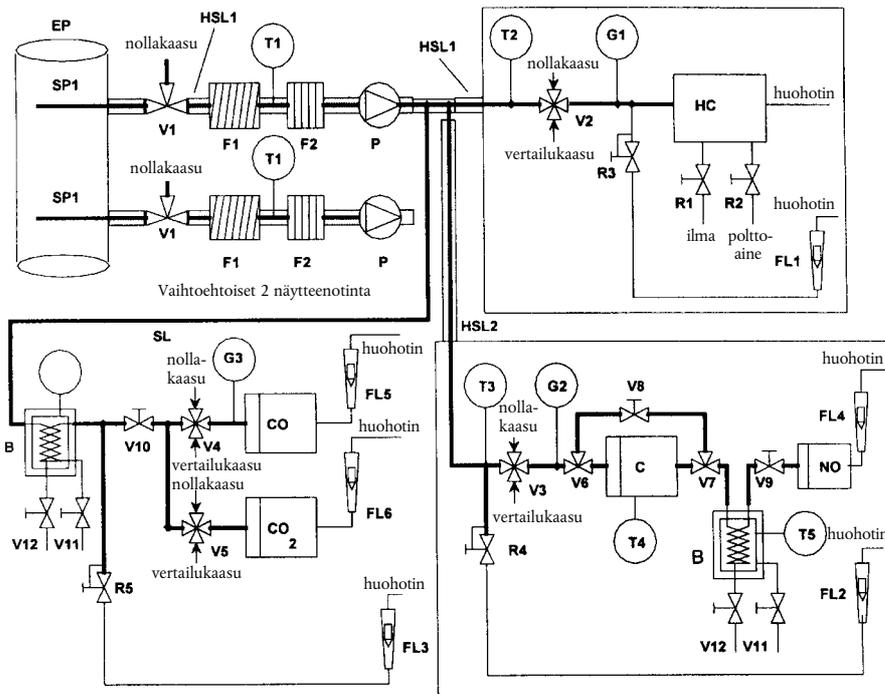
## 1 KAASUPÄÄSTÖJEN MÄÄRITTÄMINEN

## 1.1 Johdanto

Jäljempänä 1.2 kohdassa ja kuvissa 7 ja 8 on yksityiskohtaiset kuvaukset suositelluista näytteenotto- ja analysointijärjestelmistä. Koska eri kokoonpanot saattavat tuottaa vastaavia tuloksia, laitteistojen ei tarvitse olla täysin kuvien 7 ja 8 mukaiset. Mittalaitteiden, venttiilien, solenoidien, pumppujen ja kytkinten kaltaisia osia voi käyttää lisätietojen hankkimiseen ja järjestelmien toiminnan koordinoimiseen. Jos joitakin osia ei joissakin järjestelmissä tarvita tarkkuuden varmistamiseen, ne voidaan jättää pois, jos se on hyvän insinööritavan mukaista.

Kuva 7

Raakapakokaasun CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja HC-analysointijärjestelmän vuokaavio  
Ainoastaan ESC-testi



## 1.2 Analysointijärjestelmän kuvaus

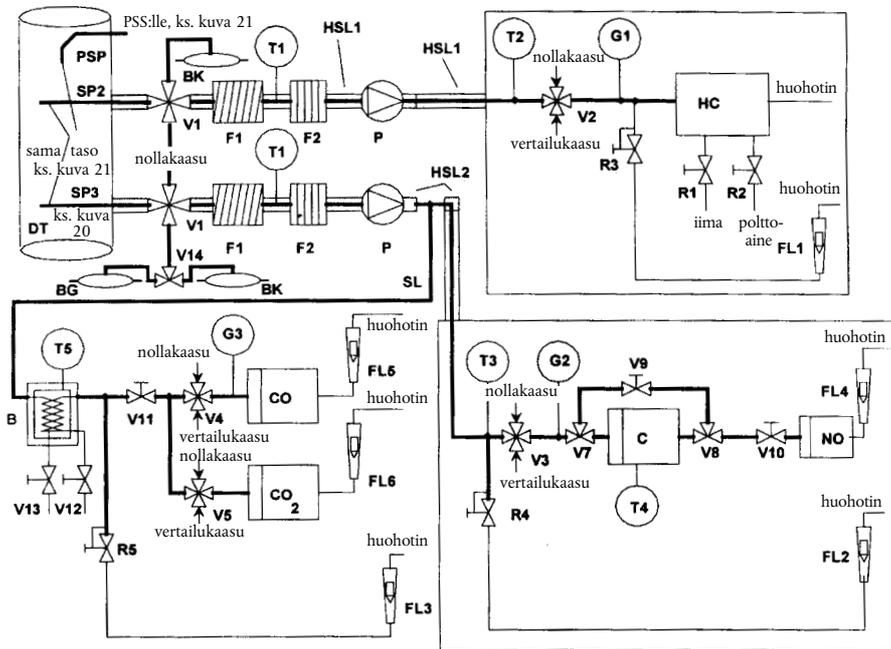
Seuraavassa on kuvattu raakapakokaasun (kuva 7, ainoastaan ESC-testi) tai laimennetun (kuva 8, ETC- ja ESC-testi) pakokaasun kaasupäästöjen analysointijärjestelmä, joka perustuu

- HFID-analysointilaitteen käyttöön hiilivetyjen mittaamisessa,
- NDIR-analysointilaitteiden käyttöön hiilimonoksidin ja hiilidioksidin mittaamisessa,
- HCLD-analysointilaitteen tai vastaavan käyttöön typen oksidien mittaamisessa.

Kaikkien tutkittavien komponenttien näyte voidaan ottaa yhdellä näytteenottimella tai kahdella lähekkäin sijaitsevalla näytteenottimella, jolloin näyte jaetaan sisäisesti eri analysointilaitteisiin. Pakokaasun komponenttien (mukaan lukien vesi ja rikkihappo) kondensoituminen analysointijärjestelmän laitteisiin missä tahansa pisteessä on estettävä.

Kuva 8

**Laimennetun pakokaasun CO-, CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- ja HC-analysointijärjestelmän vuokaavio (ETC-testi, valinnainen ESC-testiin)**



## 1.2.1

Kuvien 7 ja 8 osat

**EP Pakoputki****SP1 Pakokaasunäytteenotin (ainoastaan kuva 7)**

Päästä suljettu, monireikäinen ja suora ruostumattomasta teräksestä valmistettu näytteenotin on suositeltava. Sisähalkaisija ei saa olla näytteenottolinjan sisähalkaisijaa suurempi. Näytteenottimen seinämän pakkuus saa olla enintään 1 mm. Näytteenotimessa on oltava vähintään kolme reikää kolmessa eri säteittäisessä tasossa näytteiden ottamiseksi lähes samasta virtauksesta. Näytteenottimen on peitettävä vähintään 80 prosenttia pakoputken halkaisijasta. Näytteenottoon voidaan käyttää yhtä tai kahta näytteenotinta.

**SP2 Laimennetun pakokaasun HC-näytteenotin (ainoastaan kuva 8)**

Näytteenottimen on oltava:

- määritetty lämmitetyn näytteenottolinjan HSL1 ensimmäisen 254—762 millimetrin alueelle,
- sisähalkaisijaltaan vähintään viisi millimetriä,
- asennettu laimennustunnelin DT (ks. 2.3 kohta, kuva 20) kohtaan, jossa laimennusilma ja pakokaasu ovat sekoittuneet hyvin (noin 10 tunnelin halkaisijaa virtaussuuntaan kohdasta, jossa pakokaasu tulee laimennustunneliin),
- (säteittäisesti) riittävän kaukana muista antureista ja tunnelin seinämistä pyörteilyn haitallisten vaikutusten välttämiseksi,
- lämmitetty siten, että kaasun lämpötila näytteenottimen poistoaukolla on 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C).

**SP3 Laimennetun pakokaasun CO-, CO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-näytteenotin (ainoastaan kuva 8)**

Näytteenottimen on oltava:

- samassa tasossa kuin SP 2,
- (säteittäisesti) riittävän kaukana muista antureista ja tunnelin seinämistä pyörteilyn haitallisten vaikutusten välttämiseksi,
- lämmitetty sekä eristetty koko pituudeltaan veden tiivistymisen estämiseksi siten, että alin lämpötila on 328 K (55 °C).

**HSL1 Lämmitetty näytteenottolinja**

Näytteenottolinjasta otetaan kaasunäyte yhdellä näytteenottimella jakopisteeseen (jakopisteisiin) ja hiilive-  
tyanalysaattoriin.

Näytteenottolinjan:

- sisähalkaisijan on oltava vähintään 5 millimetriä ja enintään 13,5 millimetriä,
- on oltava valmistettu ruostumattomasta teräksestä tai polytetrafluorieteenistä (PTFE),
- on pidettävä seinämä lämpötilassa  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ) mitattuna kustakin erikseen sääde-  
tystä lämmitetystä osasta, jos pakokaasun lämpötila näytteenottimessa on enintään  $463 \text{ K}$  ( $190^\circ\text{C}$ ),
- seinämän lämpötilan on oltava yli  $453 \text{ K}$  ( $180^\circ\text{C}$ ), jos pakokaasun lämpötila näytteenottimessa on  
yli  $463 \text{ K}$  ( $190^\circ\text{C}$ ),
- kaasun lämpötilan on oltava  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ) välittömästi ennen lämmitettyä suoda-  
tinta F2 ja HFID-anturia.

**HSL2 Lämmitetty NO<sub>x</sub>-näytteenottolinja**

Näytteenottolinjan:

- seinämän lämpötilan on oltava  $328 \text{ K}$ — $473 \text{ K}$  ( $55^\circ\text{C}$ — $200^\circ\text{C}$ ) muuntimeen C saakka, kun käytetään  
jäähdytyskylpyä B, ja analysaattoriin saakka, kun jäähdytyskylpyä B ei käytetä,
- on oltava valmistettu ruostumattomasta teräksestä tai polytetrafluorieteenistä (PTFE).

**SL CO- ja CO<sub>2</sub>-näytteenottolinja**

Näytteenottolinjan on oltava valmistettu ruostumattomasta teräksestä tai polytetrafluorieteenistä (PTFE).  
Se voi olla lämmitetty tai lämmittämätön.

**BK Taustapussi (valinnainen, ainoastaan kuva 8)**

Taustailman konsentraatioiden mittaamista varten.

**BG Näytepussi (valinnainen; kuva 8, ainoastaan CO ja CO<sub>2</sub>)**

Näytekonsentraatioiden mittaamista varten.

**F1 Lämmitetty esisuodatin (valinnainen)**

Lämpötilan on oltava sama kuin pisteessä HSL1.

**F2 Lämmitetty suodatin**

Suodattimen on poistettava kaasunäytteestä kaikki kiinteät hiukkaset ennen analysaattoria. Lämpötilan  
on oltava sama kuin pisteessä HSL1. Suodatin on vaihdettava tarvittaessa.

**P Lämmitetty näytteenottopumppu**

Pumppu on lämmitettävä samaan lämpötilaan kuin HSL1.

**HC**

Lämmitetty liekki-ionianalysaattori (HFID) hiilivetyjen määrittämiseksi. Lämpötila on pidettävä välillä  
 $453 \text{ K}$ — $473 \text{ K}$  ( $180^\circ\text{C}$ — $200^\circ\text{C}$ ).

**CO, CO<sub>2</sub>**

NDIR-analysaattorit hiilimonoksidin ja hiilidioksidin määrittämistä varten (valinnainen hiukkasmittauksen  
laimennussuhteen määrittämistä varten).

**NO**

CLD- tai HCLD-analysaattori typen oksidien määrittämistä varten. Jos HCLD-analysaattoria käytetään, sen  
lämpötila on pidettävä välillä  $328 \text{ K}$ — $473 \text{ K}$  ( $55^\circ\text{C}$ — $200^\circ\text{C}$ ).

**C Muunnin**

NO<sub>2</sub> on pelkistettävä muuntimen avulla katalyyttisesti NO:ksi ennen analysointia CLD- tai HCLD-analy-  
saattorissa.

**B Jäähdytyskylpy (valinnainen)**

Veden jäähdyttämistä ja pakokaasunäytteestä lauhduttamista varten. Kylpy on pidettävä lämpötilassa 273 K—277 K (0 °C—4 °C) jään tai jäähdytyslaitteiston avulla. Kylpy on valinnainen, jos vesihöyry ei häiritse analysaattoria liitteen III lisäyksessä 5 olevan 1.9.1 ja 1.9.2 kohdan mukaisesti. Jos vesi poistetaan kondensoimalla, näytekaasun lämpötilaa tai kastepistettä on tarkkailtava joko vesiloukussa tai siitä virtaussuuntaan. Näytekaasun lämpötila tai kastepiste ei saa ylittää lämpötilaa 280 K (7 °C). Näytteestä ei saa poistaa vettä kemiallisten kuivaimien avulla.

**T1, T2, T3 Lämpötila-anturi**

Kaasuvirran lämpötilan seuraamista varten.

**T4 Lämpötila-anturi**

NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen lämpötilan seuraamista varten.

**T5 Lämpötila-anturi**

Jäähdytyskylvyn lämpötilan seuraamista varten.

**G1, G2, G3 Painemittari**

Näytteenottolinjojen paineen mittaamista varten.

**R1, R2 Paineen säädin**

Vastaavasti HFID-analysaattorin ilman ja polttoaineen paineen säätämistä varten.

**R3, R4, R5 Paineen säädin**

Näytteenottolinjojen paineen ja analysaattoreihin menevän virtauksen säätämistä varten.

**FL1, FL2, FL3 Virtausmittari**

Näytteen ohitusvirtauksen tarkkailemista varten.

**FL4—FL6 Virtausmittari (valinnainen)**

Analysaattoreiden läpi kulkevan virtauksen tarkkailemista varten.

**V1—V5 Valitsinventtiili**

Näytteen, vertailukaasun tai ilmakaasun virran valitsemiseksi analysaattoreille.

**V6, V7 Solenoidiventtiili**

NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen ohittamista varten.

**V8 Neulaventtiili**

NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen C ja ohituksen kautta ohjattavien virtausten tasapainottamista varten.

**V9, V10 Neulaventtiili**

Analysaattoreille menevien virtausten tasaamista varten.

**V11, V12 Poistiventtiili (valinnainen)**

Lauhteen poistamiseksi kylvystä B.

**1.3 NMHC-analyysi (ainoastaan maakaasukäyttöiset kaasumoottorit)****1.3.1 Kaasukromatografimenetelmä (GC, kuva 9)**

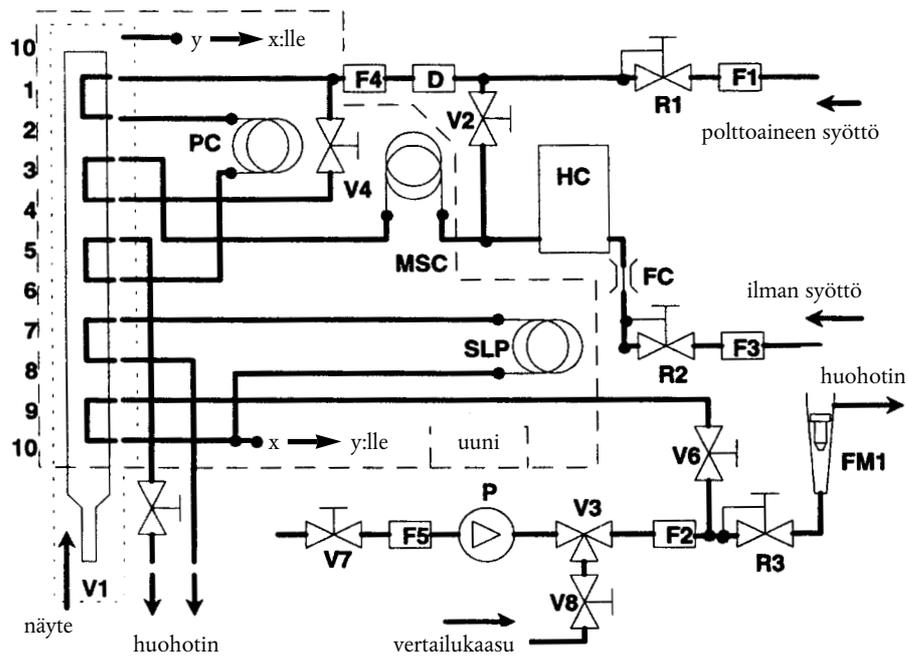
Kaasukromatografimenetelmää käytettäessä näytettä syötetään pieni, mitattu määrä analyysikolonneihin, jonka läpi se kuljetetaan inertin kantokaasun avulla. Kolonnissa erotetaan eri komponentit toisistaan niiden kiehumispisteiden mukaisesti siten, että ne poistuvat kolonnista eri aikoina. Tämän jälkeen komponentit johdetaan analysaattorin läpi, joka lähettää komponentin konsentraatiosta riippuvan sähköisen signaalin. Koska tämä ei ole jatkuva analyysimenetelmä, sitä voi käyttää ainoastaan liitteen III lisäyksessä 4 olevassa 3.4.2 kohdassa kuvatun pussinäytteenoton kanssa.

NMHC-analyysissä on käytettävä automaattista kaasukromatografiaa, jossa on FID-analysaattori. Pakokaasunäyte on kerättävä näytepussiin, josta siitä otetaan osa kaasukromatografiin johdettavaksi. Näyte erotetaan kahdeksi osaksi ( $\text{CH}_4$ /ilma/ $\text{CO}$  ja NMHC/ $\text{CO}_2$ / $\text{H}_2\text{O}$ ) Porapak-kolonissa. Molekyyliseulakolonissa erotetaan metaani ( $\text{CH}_4$ ) ilmasta ja hiilimonoksidista ( $\text{CO}$ ), ennen kuin se johdetaan FID-analysaattoriin, jossa metaanikonsentraatio mitataan. Koko sykli yhden näytteen johtamisesta seuraavan näytteen johtamiseen voidaan suorittaa 30 sekunnissa. NMHC määritetään vähentämällä  $\text{CH}_4$ -konsentraatio hiilivetyjen kokonaiskonsentraatiosta (ks. liitteen III lisäyksessä 2 oleva 4.3.1 kohta).

Kuvassa 9 esitetään tavanomainen kaasukromatografi metaanin ( $\text{CH}_4$ ) rutiinimäärittystä varten. Myös muita hyvän insinööritavan mukaisia kaasukromatografimenetelmiä voidaan käyttää.

Kuva 9

### Metaanianalyysin vuokaavio (kaasukromatografimenetelmä)



Kuvan 9 osat

#### PC Porapak-kolonne

Analyysissä on käytettävä Porapak N -kolonna, jonka mitat ovat 180/300  $\mu\text{m}$  (50/80 verkko), 610 mm (pituus)  $\times$  2,16 mm (sisähalkaisija). Kolonna on vakioitava kantokaasun avulla ennen ensimmäistä käyttöä vähintään 12 tunnin ajan lämpötilassa 423 K (150 °C).

#### MSC Molekyyliseulakolonne

Analyysissä on käytettävä tyyppi 13X kolonna, jonka mitat ovat 250/350  $\mu\text{m}$  (45/60 verkko), 1220 mm (pituus)  $\times$  2,16 mm (sisähalkaisija). Kolonna on vakioitava kantokaasun avulla ennen ensimmäistä käyttöä vähintään 12 tunnin ajan lämpötilassa 423 K (150 °C).

#### OV Uuni

Kolonien ja venttiilien pitämiseksi analysaattorin toiminnan vaatimassa tasaisessa lämpötilassa ja kolonnien käyttölämpötilaansa 423 K (150 °C) vakioimista varten.

#### SLP Näytesilmukka

Ruostumattomasta teräksestä tehtyä putkea, jonka pituus riittää noin 1 kuutiokesenttimetrin tilavuuden muodostamiseen.

**P Pumppu**

Näytteen kaasukromatografiin johtamista varten.

**D Kuivain**

Kantokaasussa mahdollisesti olevan veden ja muiden epäpuhtauksien poistamiseen on käytettävä molekyyliseulan sisältävää kuivainta.

**HC**

Liekki-ionisaatioanalysointilaite (FID) metaanikonsentraation mittaamista varten.

**V1 Näytteensyöttöventtiili**

Näytepusista kuvan 8 näytteenottolinjan SL kautta otetun näytteen syöttämistä varten. Venttiilin on oltava kuolleelta tilavuudeltaan vähäinen, kaasutiivis ja lämmitettävissä lämpötilaan 423 K (150°C).

**V3 Valintaventtiili**

Vertailukaasun, näytteen tai virtaamattoman tilan valitsemista varten.

**V2, V4, V5, V6, V7, V8 Neulaventtiili**

Järjestelmän virtausten asettamista varten.

**R1, R2, R3 Paineen säädin**

Vastaavasti polttoaineen (= kantokaasun), näytteen ja ilman virtausten säätämistä varten.

**FC Virtauskapillaari**

FID-analysointilaiteelle menevän ilman virtauksen säätämistä varten.

**G1, G2, G3 Painemittari**

Vastaavasti polttoaineen (= kantokaasun), näytteen ja ilman virtausten säätämistä varten.

**F1, F2, F3, F4, F5 Suodatin**

Sintrattuja metallisuodattimia, joiden avulla estetään kiinteiden epäpuhtauksien pääseminen pumppuun tai mittauslaitteeseen.

**FL 1**

Näytteen ohitusvirtauksen mittaamista varten.

**1.3.2 Metaanierotinmenetelmä (NMC, kuva 10)**

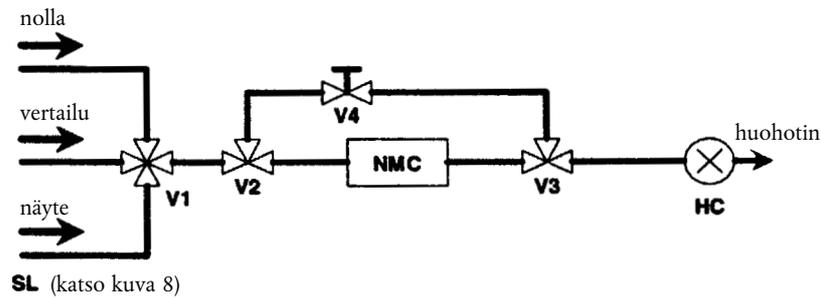
Eroin hapettaa metaania ( $\text{CH}_4$ ), lukuun ottamatta kaikki hiilivedyt, hiilidioksidiksi ( $\text{CO}_2$ ) ja vedeksi, joten näyte on johdettu NMC:n läpi, FID-analysointilaite havaitsee ainoastaan metaanin. Jos näytteet otetaan pusseihin, näytteenottolinjalle SL on asennettava virran poikkeutusjärjestelmä (ks. 1.2 kohta, kuva 8), jonka avulla virtaus voidaan vaihtoehtoisesti johtaa erottimen läpi tai sen ohitse kuvan 10 yläosan mukaisesti. NMHC-mittauksen yhteydessä molempia arvoja (HC ja  $\text{CH}_4$ ) on tarkkailtava FID-analysointilaiteessa ja ne on kirjattava.

Integrointimenetelmää käytettäessä on HSL1-linjalle asennettava rinnakkain tavallisen FID-analysointilaiteen kanssa NMC-laite sarjaan toisen FID-analysointilaiteen kanssa (ks. 1.2 kohta, kuva 8) kuvan 10 alaosan mukaisesti. NMHC-mittauksia varten kahden FID-analysointilaiteen arvoja (HC ja  $\text{CH}_4$ ) on tarkkailtava ja arvot on kirjattava.

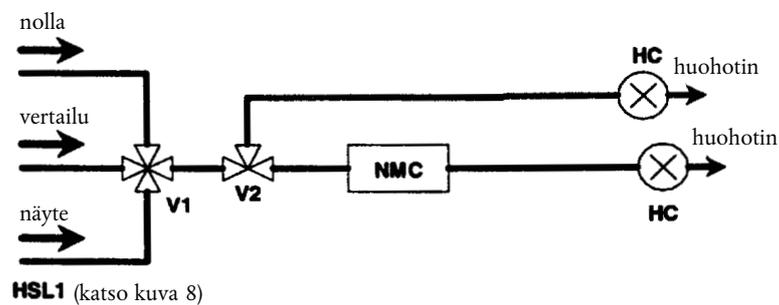
Eroinimenetelmän  $\text{CH}_4$ - ja  $\text{C}_2\text{H}_6$ -katalysointiominaisuudet pakokaasuvirran olosuhteita vastaavassa vesipitoisuudessa 600 K:n (327°C) lämpötilassa tai sen yläpuolella on selvitettävä ennen testauksia. Näytteeksi otetun pakokaasuvirran kastepiste ja  $\text{O}_2$ -taso on tunnettava. FID-analysointilaiteen suhteellinen  $\text{CH}_4$ -vaste on kirjattava (ks. liitteen III lisäyksessä 5 oleva 1.8.2 kohta).

Kuva 10

## Metaanierottimen (NMC) avulla tehtävän metaanianalyysin vuokaavio



Näytepussimenetelmä



Integrointimenetelmä

Kuvan 10 osat

#### NMC Metaanierotin

Muiden hiilivetyjen paitsi metaanin hapettamista varten.

#### HC

Lämmitetty liekki-ionisaatioanalyysaattori (HFID) hiilivety- ja metaanikonsentraation mittaamiseen. Lämpötila on pidettävä välillä 453 K—473 K (180°C—200°C).

#### V1 Valitsinventtiili

Näytteen, nollakaasun tai vertailukaasun virran valitsemista varten. V1 on identtinen kuvan 8 venttiilin V2 kanssa.

#### V2, V3 Solenoidiventtiili

NMC:n ohittamista varten.

#### V4 Neulaventtiili

NMC:n ja ohituksen läpi kulkevien virtausten tasapainottamista varten.

#### R1 Paineen säädin

Näytteenottolinjan paineen ja HFID:n virtauksen säätämistä varten. R1 on identtinen kuvan 8 venttiilin R3 kanssa.

#### FL1 Virtausmittari

Näytteen ohituksen virtauksen mittaamista varten. FL1 on identtinen kuvan 8 mittarin FL1 kanssa.

## 2 PAKOKAASUN LAIMENTAMINEN JA HIUKKASTEN MÄÄRITTÄMINEN

### 2.1 **Johdanto**

Jäljempänä 2.2, 2.3 ja 2.4 kohdassa sekä kuvissa 11—22 esitetään suositellut laimennus- ja näytteenottojärjestelmät yksityiskohtaisesti. Koska erilaiset kokoonpanot voivat tuottaa vastaavia tuloksia, käytettävän laitteiston ei tarvitse olla täysin näiden kuvien mukainen. Lisätietojen tuottamiseen sekä järjestelmien toimintojen koordinointiin voi käyttää lisäosia, esimerkiksi mittalaitteita, venttiilejä, solenoideja, pumppuja ja kytkimiä. Jos joitakin osia ei joissakin järjestelmissä tarvita tarkkuuden varmistamiseen, ne voidaan jättää pois, jos se on hyvän insinööritavan mukaista.

### 2.2 **Osavirtauslaimennusjärjestelmä**

Kuvissa 11—19 esitetään laimennusjärjestelmä, joka perustuu pakokaasuvirran osan laimentamiseen. Pakokaasuvirran jakaminen ja sen jälkeinen laimennusprosessi voidaan toteuttaa eri laimennusjärjestelmätyyppien avulla. Hiukkasten keräämistä varten hiukkasten keräilyjärjestelmään johdetaan joko laimennettu pakokaasu kokonaisuudessaan tai ainoastaan osa siitä (2.4 kohta, kuva 21). Ensimmäinen menetelmä on kokonaisnäytteenottomenetelmä, jälkimmäinen jakeittainen näytteenottomenetelmä.

Laimennussuhteen laskeminen riippuu käytetystä järjestelmätyypistä. Seuraavia tyypejä suositellaan:

#### *Isokineettiset järjestelmät (kuvat 11, 12)*

Näissä järjestelmissä siirtoputkeen tuleva virtaus sovitetaan kokonaispakokaasuvirtaan kaasun nopeuden ja/tai paineen suhteen, mikä vaatii häiriöttömän ja tasaisen pakokaasuvirran näytteenottimen kohdalla. Tämä saadaan yleensä aikaan käyttämällä resonaattoria ja suoraa lähestymisputkea näytteenottokohdasta virtausuuntaa vastaan. Jakosuhte lasketaan sen jälkeen helposti mitattavista arvoista, kuten putken läpimitoista. On huomattava, että isokineesiä käytetään ainoastaan virtausolosuhteiden yhteen sovittamiseen eikä kokojakauman yhteen sovittamiseen. Jälkimmäinen ei ole tavallisesti välttämätöntä, koska hiukkaset ovat riittävän pieniä seuraamaan nesteen virtausviivoja.

#### *Virtausohjatut järjestelmät ja konsentraatiomittaus (kuvat 13—17)*

Näissä järjestelmissä näyte otetaan kokonaispakokaasuvirrasta säätämällä laimennusilmavirtaa ja kokonaislaimennuspakokaasuvirtaa. Laimennussuhde määritetään merkkikaasupitoisuuksista, esimerkiksi CO<sub>2</sub>-sta tai NO<sub>x</sub>-stä, joita esiintyy luonnostaan moottorin pakokaasussa. Konsentraatiot laimennuspakokaasussa ja laimennusilmassa mitataan, kun taas konsentraation raakapakokaasussa voi joko mitata suoraan tai määrittää polttoainevirran ja hiiliasapainon yhtälöstä, jos polttoaineen koostumus tunnetaan. Järjestelmiä voi ohjata lasketulla laimennussuhteella (kuvat 13 ja 14) tai virtauksella siirtoputkeen (kuvat 12, 13 ja 14).

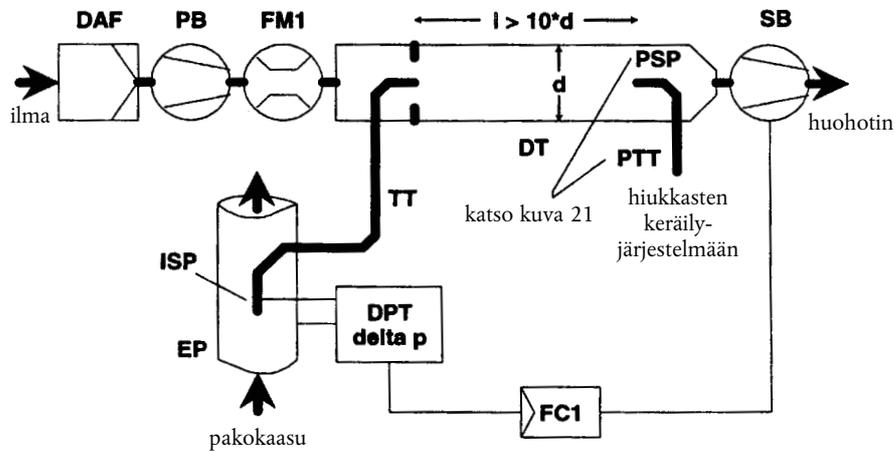
#### *Virtausohjatut järjestelmät ja virtausmittaus (kuvat 18 ja 19)*

Näissä järjestelmissä näyte otetaan kokonaispakokaasuvirrasta säätämällä laimennusilmavirtaa ja laimennettua pakokaasun kokonaisvirtaa. Laimennussuhde määritetään näiden kahden virtauksen erosta. Virtausmittarien tarkka kalibrointi toisiinsa nähden on välttämätöntä, koska näiden kahden virtauksen suhteellinen suuruus voi johtaa merkittäviin virheisiin suurilla laimennussuhteilla käytettäessä (15 ja sitä suuremmat). Virtauksen ohjaus tapahtuu hyvin yksinkertaisesti pitämällä laimennuspakokaasuvirran nopeus vakiona ja vaihtelemalla tarvittaessa laimennusilmavirran nopeutta.

Osavirtauslaimennusjärjestelmiä käytettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, että vältetään hiukkasten hävikkiin siirtoputkessa liittyvät mahdolliset ongelmat, ja siihen, että varmistetaan edustavan näytteen ottaminen moottorin pakokaasusta, sekä jakosuhteen määrittämiseen. Kuvatuissa järjestelmissä kiinnitetään huomiota näihin kriittisiin alueisiin.

Kuva 11

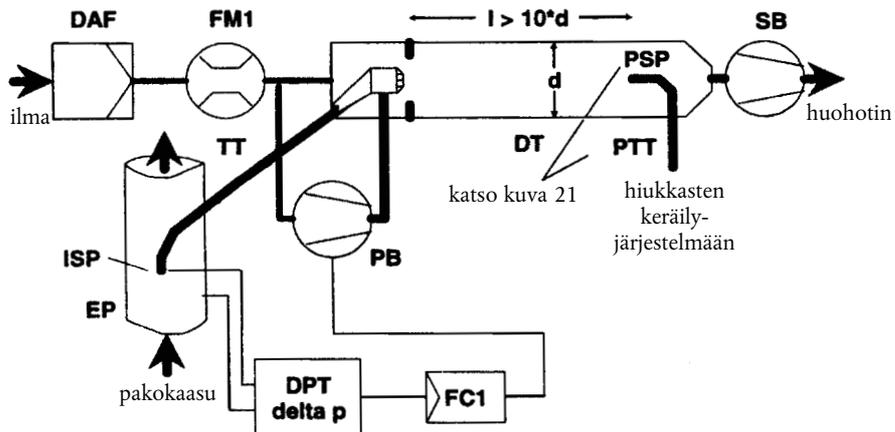
Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä isokineettinen näytteenotin ja näytteenotto jakeittain (SB-ohjaus)



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT siirtoputken TT kautta isokineettisellä näytteenottimella ISP. Pakokaasun paine-ero pakoputken ja näytteenottimen sisään tulon välillä mitataan paineanturilla DPT. Tämä signaali lähetetään virtauksen ohjaimelle FC1, joka ohjaa imupuhallinta SB pitämään yllä nollopaine-eroa näytteenottimen kärjessä. Näissä olosuhteissa pakokaasun nopeudet EP:ssä ja ISP:ssä ovat samat, ja virtaus ISP:n ja TT:n kautta on vakio-osuus (jako-osa) pakokaasuvirrasta. Jakosuhte määritetään EP:n ja ISP:n poikkileikkauspinta-aloista. Laimennusilman virtaus mitataan virtauksen mittausrakenteella FM1. Laimennussuhde lasketaan laimennusilman virtauksesta ja jakosuhteesta.

Kuva 12

Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä isokineettinen näytteenotin ja näytteenotto jakeittain (PB-ohjaus)

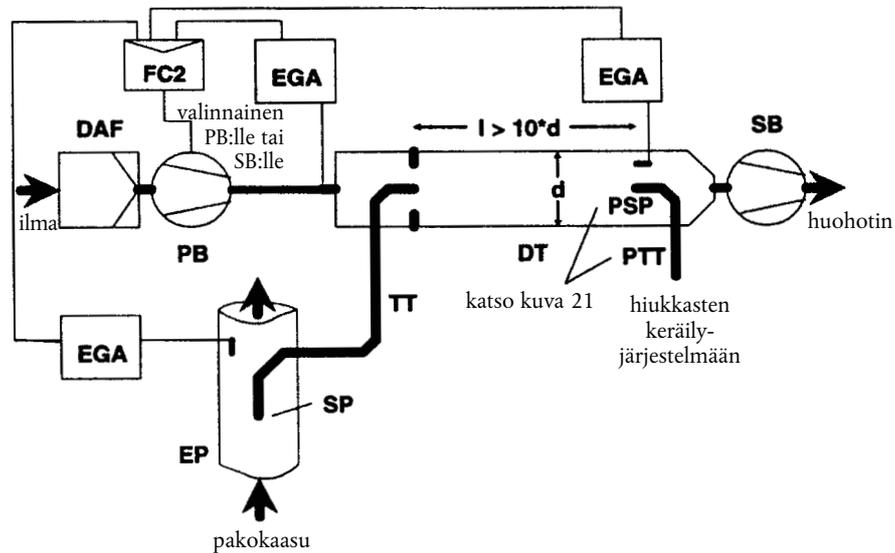


Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT siirtoputken TT kautta isokineettisellä näytteenottimella ISP. Pakokaasun paine-ero pakoputken ja näytteenottimen sisään tulon välillä mitataan paineanturilla DPT. Tämä signaali lähetetään virtauksen ohjaimelle FC1, joka ohjaa painepuhallinta PB pitämään yllä nollopaine-eroa näytteenottimen kärjessä. Tämä tapahtuu ottamalla pieni osa laimennusilmasta, jonka virtausnopeus on jo mitattu virtauksen mittausrakenteella FM1, ja syöttämällä se TT:hen paineilma-aukon avulla. Näissä olosuhteissa pakokaasun nopeudet EP:ssä ja ISP:ssä ovat samat, ja virtaus ISP:n ja TT:n kautta on vakio-osuus (jako-osa) pakokaasuvirrasta. Jakosuhte määritetään EP:n ja ISP:n

poikkileikkauspinta-aloista. Laimennusilma imetään DT:n läpi imupuhaltimella SB, ja virtausnopeus mitataan FM1:llä DT:n sisääntulon kohdalla. Laimennussuhde lasketaan laimennusilman virtauksesta ja jakosuhteesta.

Kuva 13

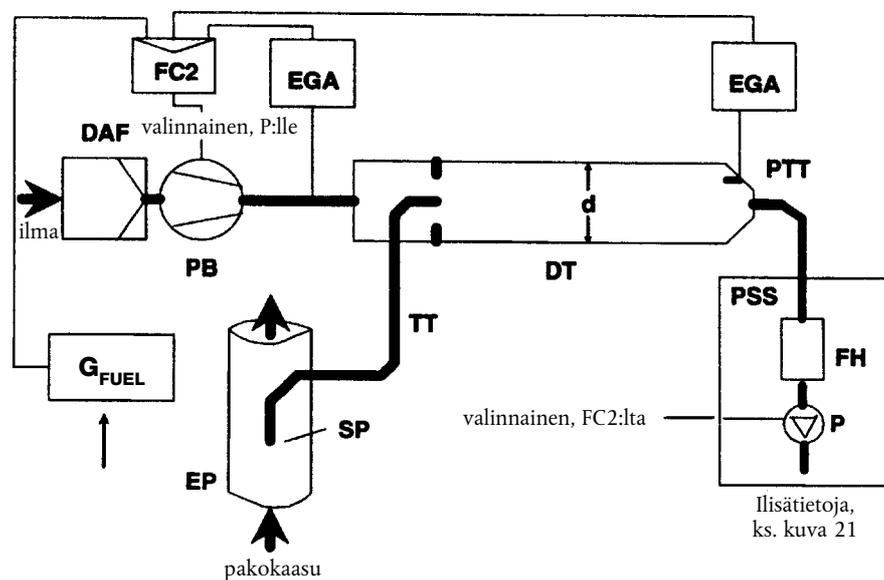
### Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä CO<sub>2</sub>- tai NO<sub>x</sub>-konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta. Merkkikaasupitoisuudet (CO<sub>2</sub> tai NO<sub>x</sub>) mitataan raakapakokaasusta ja laimennetusta pakokaasusta sekä laimennusilmasta pakokaasuanalyysattor(e)illa EGA. Nämä signaalit lähetetään virtauksen ohjaimelle FC2, joka ohjaa joko painepuhallinta PB tai imupuhallinta SB pitämään yllä haluttu pakokaasun jako ja laimennussuhde DT:ssä. Laimennussuhde lasketaan raakapakokaasun, laimennetun pakokaasun ja laimennusilman merkkikaasupitoisuuksista.

Kuva 14

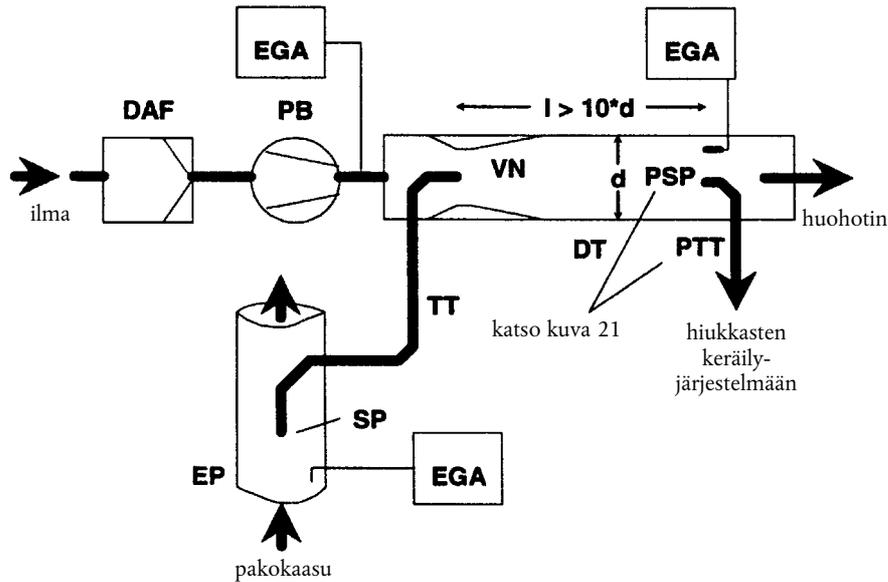
### Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä CO<sub>2</sub>-konsentraation mittausta, hiilitasapaino ja kokonaisnäytteenotto



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta. CO<sub>2</sub>-konsentraatiot mitataan laimennetusta pakokaasusta ja laimennusilmasta pakokaasuanalysaattor(e)illa EGA. CO<sub>2</sub>- ja polttoainevirran G<sub>FUEL</sub>-signaalit lähetetään joko virtauksen ohjaimen FC2 tai hiukkasnäytteenottojärjestelmän virtauksen ohjaimen FC3 (ks. kuva 21). FC2 ohjaa painepuhallinta PB, kun taas FC3 ohjaa näytteenottopumppua P (ks. kuva 21) säätäen virrat järjestelmään ja siitä ulos siten, että pidetään yllä haluttu pakokaasun jako ja laimennussuhde DT:ssä. Laimennussuhde lasketaan CO<sub>2</sub>-konsentraatioista ja G<sub>FUEL</sub>-arvosta hiilitasapaino-oletuksen avulla.

Kuva 15

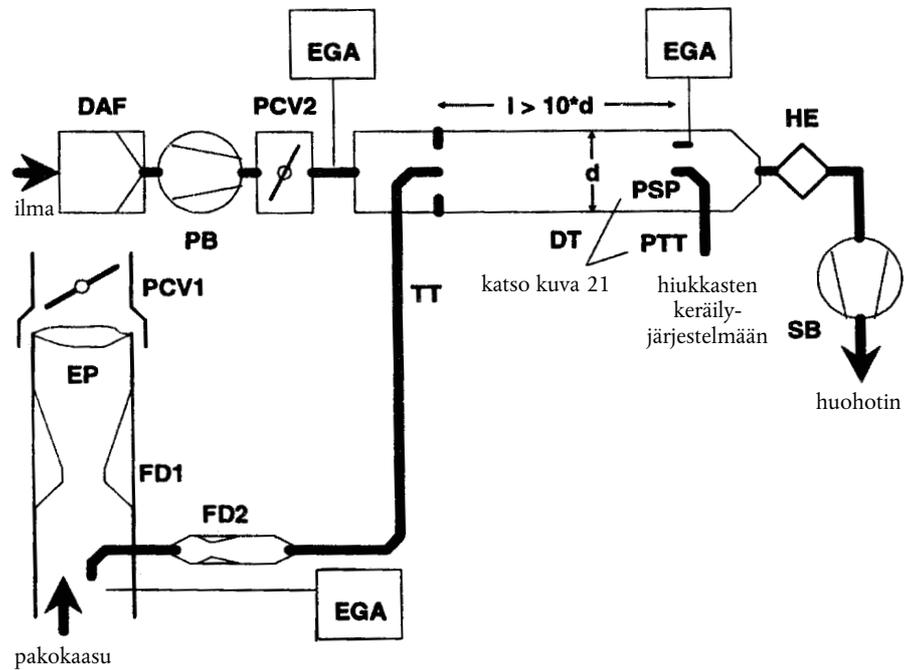
**Osavirtauslaimennusjärjestelmä yhden kurkun avulla, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain**



Raakapakokaasu siirtyy pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta kurkun VN DT:ssä aikaansaaman alipaineen ansiosta. Kaasun virtaus TT:n läpi riippuu liikemäärän vaihdosta kurkun vyöhykkeellä, ja siksi siihen vaikuttaa kaasun absoluuttinen lämpötila TT:n ulostulon kohdalla. Tämän seurauksena pakokaasun jako tietyn tunnelin virtauksen osalta ei ole vakio, ja laimennussuhde pienellä kuormituksella on jonkin verran alhaisempi kuin suurella kuormituksella. Merkkikaasukonsentraatiot (CO<sub>2</sub> tai NO<sub>x</sub>) mitataan raakapakokaasusta, laimennetusta pakokaasusta ja laimennetusta ilmasta pakokaasuanalysaattor(e)illa EGA ja laimennussuhde lasketaan näin mitatuista arvoista.

Kuva 16

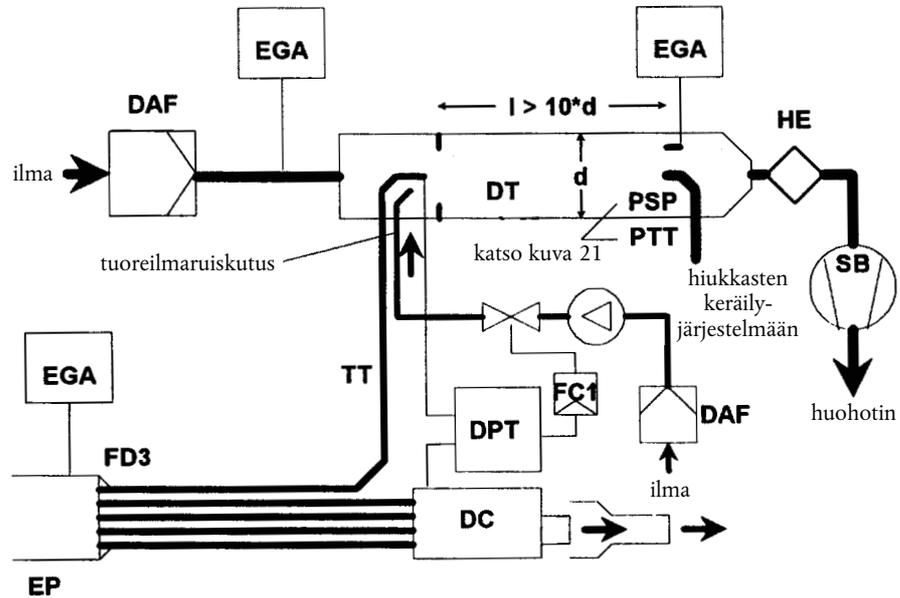
Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä kaksoiskurkku tai kaksoisaukko, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta aukko- tai kurkkusarjan sisältävän virtauksen jakajan avulla. Ensimmäinen (FD1) sijaitsee EP:ssä ja toinen (FD2) TT:ssä. Lisäksi kaksi paineohjausventtiiliä (PCV1 ja PCV2) tarvitaan ylläpitämään jatkuvaa pakokaasun jakoa ohjaamalla EP:n vastapainetta ja DT:n painetta. PCV1 sijaitsee EP:ssä SP:stä virtausuuntaan, ja PCV2 sijaitsee painepuhaltimen PB ja DT:n välissä. Merkkikaasukonsentraatiot ( $\text{CO}_2$  tai  $\text{NO}_x$ ) mitataan raakapakokaasusta, laimennetusta pakokaasusta ja laimennusilmasta pakokaasuanalysaattor(e)illa EGA. Ne ovat tarpeen pakokaasujaon tarkistamista varten, ja niitä voidaan käyttää säätämään PCV1:tä ja PCV2:ta tarkkaa jako-ohjausta varten. Laimennussuhde lasketaan merkkikaasukonsentraatioista.

Kuva 17

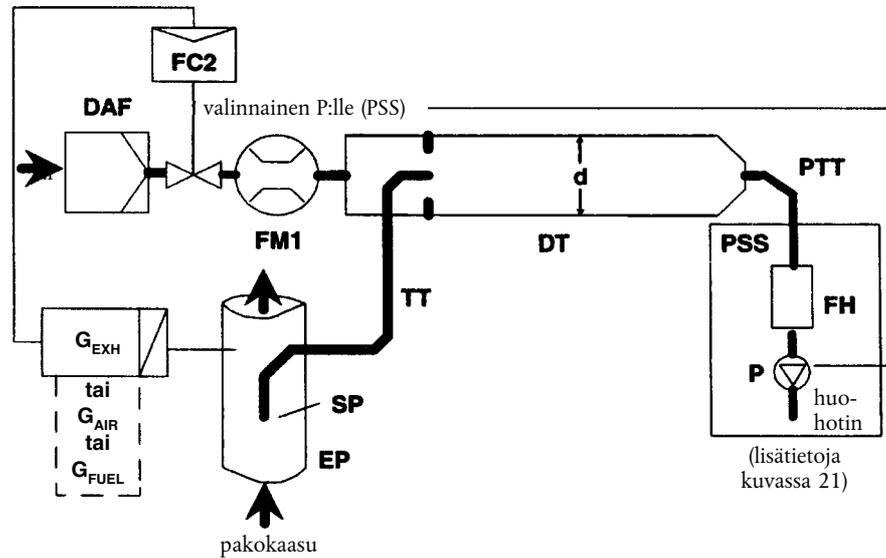
**Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä moniputkijako, konsentraatiomittaus ja näytteenotto jakeittain**



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT siirtoputken TT kautta virtauksen jakajalla FD3, joka koostuu useista pakoputkeen EP asennetuista putkista, joiden mitat ovat samat (sama läpimitta, pituus ja pohjan säde). Näistä putkista yhden läpi tuleva pakokaasu johdetaan DT:hen, ja jäljellä olevien putkien läpi tuleva pakokaasu johdetaan vaimennustilan DC läpi. Pakokaasun jako määräytyy täten putkien kokonaislukumäärän perusteella. Jatkuva jaon ohjaus vaatii nollapaine-eron DC:n ja TT:n ulostulon välillä, joka mitataan paine-eroanturilla DPT. Nollapaine-ero saadaan aikaan ruiskuttamalla rai-tista ilmaa DT:hen TT:n ulostulon kohdalla. Merkkikaasukonsentraatiot ( $\text{CO}_2$  tai  $\text{NO}_x$ ) mitataan raakapa-kokaasusta, laimennetusta pakokaasusta ja laimennusilmasta pakokaasuanalysointilaitteilla EGA. Ne ovat tarpeen pakokaasun jaon tarkistamista varten, ja niitä voi käyttää ohjaamaan ruiskutusilman virtausta tarkkaa jako-ohjausta varten. Laimennussuhde lasketaan merkkikaasukonsentraatioista.

Kuva 18

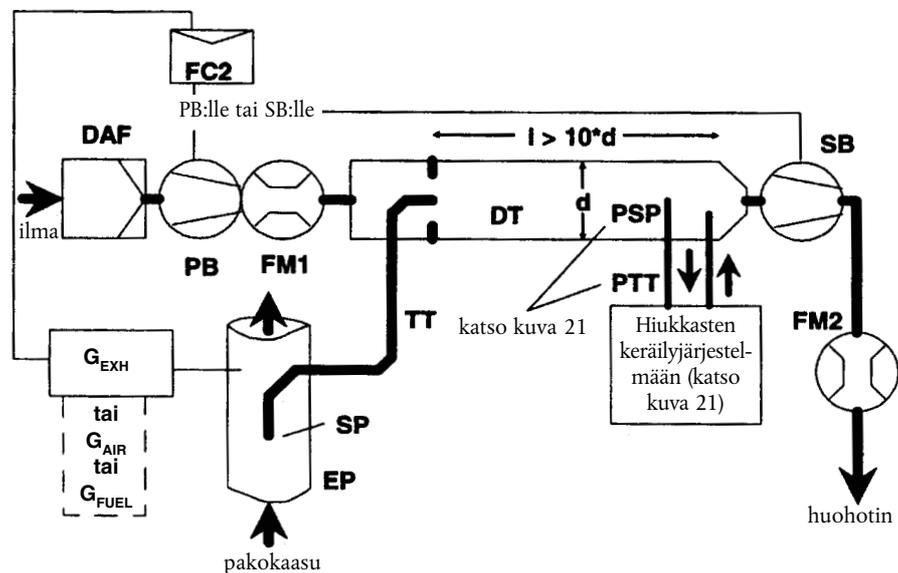
## Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä virtauksen ohjaus ja kokonaisnäytteenotto



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta. Tunnelin läpi kulkevaa kokonaisvirtaa säädetään virtauksen ohjaimella FC2 ja hiukkasnäytteenottojärjestelmän näytteenottopumpulla P (ks. kuva 18). Laimennusilmavirtaa ohjataan virtauksen ohjaimella FC2, joka voi käyttää  $G_{EXH}$ -,  $G_{AIR}$ - tai  $G_{FUEL}$ -arvoja komentosignaaleina haluttua pakokaasun jakoa varten. Näytteen virta DT:hen on kokonaisvirran ja laimennusilmavirran välinen ero. Laimennusilman virtaus mitataan virtauksen mittauslaitteella FM1, ja kokonaisvirtaus hiukkasnäytteenottojärjestelmän virtauksen mittauslaitteella FM3 (ks. kuva 21). Laimennussuhde lasketaan näistä kahdesta virtausnopeudesta.

Kuva 19

## Osavirtauslaimennusjärjestelmä sekä virtauksen ohjaus ja näytteenotto jakeittain



Raakapakokaasu siirretään pakoputkesta EP laimennustunneliin DT näytteenottimen SP ja siirtoputken TT kautta. Pakokaasun jakoa sekä virtausta DT:hen ohjataan virtauksen ohjaimella FC2, joka säätää painepuhaltimen PB ja imupuhaltimen SB virtaukset (tai nopeudet). Tämä on mahdollista, koska hiukkasnäytteenottojärjestelmällä otettu näyte palautetaan DT:hen.  $G_{EXHW}$ ,  $G_{AIRW}$  tai  $G_{FUEL}$ -arvoja voidaan käyttää FC2:n komentosignaaleina. Laimennusilman virtaus mitataan virtauksen mittauslaitteella FM1 ja kokonaisvirta virtauksen mittauslaitteella FM2. Laimennussuhde lasketaan näistä kahdesta virtauksesta.

## 2.2.1 Kuvien 11—19 osat

### EP Pakoputki

Pakoputki voi olla eristetty. Pakoputken lämpöneristin vähentämiseksi suositellaan paksuuden ja halkaisijan väliseksi suhteeksi 0,015 tai vähemmän. Joustavien osien käyttö on rajoitettava pituuden ja halkaisijan väliseen suhteeseen 12 tai vähemmän. Mutkat minimoidaan inertiaerrostumisen vähentämiseksi. Jos järjestelmään kuuluu testialustan äänenvaimennin, äänenvaimennin voi myös olla eristetty.

Isokineettisen järjestelmän osalta pakoputkessa ei saa olla kulmia, mutkia ja äkillisiä halkaisijan muutoksia ainakaan kuuden putken halkaisijan matkalla näytteenottimen kärjestä virtaussuuntaa vastaan ja kolmen putken halkaisijan matkalla näytteenottimen kärjestä virtaussuuntaan. Kaasun nopeuden näytteenottoyöhykkeellä on oltava yli 10 m/s, paitsi joutokäyntimoodin aikana. Pakokaasun paineen heilahtelut eivät saa ylittää keskimäärin arvoa  $\pm 500$  Pa. Mikään toimenpide paineen heilahtelujen vähentämiseksi, paitsi alustatyyppisen pakokaasujärjestelmän (mukaan lukien äänenvaimennin ja jälkikäsitteilylaitteet) käyttö, ei saa muuttaa moottorin suoritusarvoja eikä aiheuttaa hiukkasten kertymistä.

Sellaisten järjestelmien osalta, joissa ei ole isokineettisiä näytteenottimia, suositellaan suoraa putkea kuuden putken halkaisijan matkalla näytteenottimen kärjestä virtaussuuntaa vastaan ja kolmen putken halkaisijan matkalla näytteenottimen kärjestä virtaussuuntaan.

### SP Näytteenotin (kuvat 10, 14, 15, 16, 18, 19)

Pienimmän sisähalkaisijan on oltava 4 mm. Pienimmän halkaisijan suhteen pakoputken ja näytteenottimen välillä on oltava 4. Näytteenottimen on oltava avoin putki, joka osoittaa virtaussuuntaa vastaan pakoputken keskiviivan kohdalla, tai monireikäinen näytteenotin, kuten otsakkeen SP1 alla kuvataan 1.2.1 kohdan kuvassa 5.

### ISP Isokineettinen näytteenotin (kuvat 11, 12)

Isokineettinen näytteenotin on asennettava virtaussuuntaa vastaan suunnattuna pakoputken keskiviivalle kohtaan, jossa osan EP virtausolosuhteet täyttyvät, ja se on suunniteltava antamaan suhteellinen näyte raakapakokaasusta. Pienimmän sisähalkaisijan on oltava 12 mm.

Isokineettistä pakokaasun jakoa varten tarvitaan ohjausjärjestelmä pitämään yllä nollapaine-eroa EP:n ja ISP:n välillä. Näissä olosuhteissa pakokaasun nopeudet EP:ssä ja ISP:ssä ovat samat, ja massavirta ISP:n läpi on vakio-osuus pakokaasuvirrasta. ISP on liitettävä paine-eroanturiin DPT. Ohjaus nollapaine-eron aikaansaamiseksi EP:n ja ISP:n välillä toteutetaan virtauksen ohjaimella FC1.

### FD1, FD2 Virtauksen jakaja (kuva 16)

Sarja kurkkuja tai aukkoja asennetaan vastaavasti pakoputkeen EP ja siirtoputkeen TT suhteellisen näytteen saamiseksi raakapakokaasusta. Ohjausjärjestelmä, joka koostuu kahdesta paineenohjausventtiilistä PCV1 ja PCV2, on tarpeen suhteellista jakoa varten ohjaamalla paineita EP:ssä ja DT:ssä.

### FD3 Virtauksen jakaja (kuva 17)

Sarja putkia (moniputkiyksikkö) asennetaan pakoputkeen EP ottamaan suhteellinen näyte raakapakokaasusta. Yksi putkista syöttää pakokaasua laimennustunneliin DT, kun taas toiset putket poistavat pakokaasua vaimennustilaan DC. Putkilla on oltava samat mitat (sama halkaisija, pituus, taipuvuus) siten, että pakokaasun jako riippuu putkien kokonaismäärästä. Suhteellista jakoa varten on oltava myös ohjausjärjestelmä, jonka avulla nollapaine-eroa pidetään yllä moniputkiyksikön DC:hen johtavan ulostulon ja TT:n

ulostulon välillä. Näissä olosuhteissa pakokaasun nopeudet EP:ssä ja FD3:ssa ovat suhteessa toisiinsa, ja virtaus TT on vakio-osuus pakokaasuvirrasta. Nämä kaksi pistettä on liitettävä paine-eroanturiin DPT. Ohjaus nollapaine-eron aikaansaamiseksi toteutetaan virtauksen ohjaimella FC1.

#### **EGA Pakokaasuanalysaattori ( kuvat 13, 14, 15, 16, 17)**

CO<sub>2</sub>- tai NO<sub>x</sub>-analysaattoreita voidaan käyttää (hiilitasapainomenetelmää käytettäessä vain CO<sub>2</sub>). Analysaattorit on kalibroitava kuten kaasupäästöjen mittaukseen käytettävät analysaattorit. Konsentraatioerojen määrittämiseksi voidaan käyttää yhtä tai useampaa analysaattoria. Mittausjärjestelmien tarkkuuden on oltava sellainen, että G<sub>EDFW,i</sub>:n tarkkuus on ± 4 prosenttia.

#### **TT Siirtoputki ( kuvat 11—19)**

Siirtoputken on oltava

- mahdollisimman lyhyt, kuitenkin enintään 5 metriä pitkä,
- halkaisijaltaan samankokoinen tai suurempi kuin näytteenotin, ei kuitenkaan suurempi kuin 25 mm,
- laimennustunnelin keskiviivan kohdalla ulostuleva ja virtaussuuntaan suuntautuva.

Jos putken pituus on 1 metri tai vähemmän, se on eristettävä aineella, jonka suurin lämmönjohtavuus on 0,05 W/m \* K, säteittäissuuntaisen eristyksen paksuuden vastatessa näytteenottimen halkaisijaa. Jos putken pituus on enemmän kuin 1 metri, se on eristettävä ja seinämä lämmitettävä vähimmäislämpötilaan 523 K (250°C).

#### **DPT Paine-eroanturi ( kuvat 11, 12 ja 17)**

Paine-eroanturin toiminta-alueen on oltava ± 500 Pa tai pienempi.

#### **FC1 Virtauksen ohjain ( kuvat 11, 12 ja 17)**

*Isokineettisten järjestelmien ( kuvat 11 ja 12) osalta virtauksen ohjain on tarpeen nollapaine-eron ylläpitämiseksi EP:n ja ISP:n välillä. Säätö voi tapahtua:*

- a) ohjaamalla imupuhaltimen (SB) nopeutta tai virtausta ja pitämällä painepuhaltimen (PB) nopeus tai virtaus vakiona kunkin toimintatavan aikana (kuva 11) tai
- b) säätämällä imupuhallin (SB) laimennetun pakokaasun tasaiselle massavirralle ja ohjaamalla painepuhaltimen PB virtausta ja siten myös pakokaasunäytevirtaa siirtoputken (TT) pään alueella (kuva 12).

Jos järjestelmä on paineohjattu, jäännösvirhe säätöpiirissä saa olla enintään ± 3 Pa. Paineen heilahtelut laimennustunnelissa saavat olla keskimäärin enintään ± 250 Pa.

*Moniputkijärjestelmässä (kuva 17) virtauksen ohjain on tarpeen pakokaasun suhteellista jakoa varten, jotta voidaan pitää yllä nollapaine-ero moniputkiyksikön ulostulon ja TT:n ulostulon välillä. Säätö tapahtuu ohjaamalla DT:hen ruiskutettavan ilmavirran nopeutta TT:n ulostulon kohdalla.*

#### **PCV1, PCV2 Paineensäätöventtiili (kuva 16)**

*Kaksoiskurkku-/kaksoisaukkojärjestelmässä tarvitaan kaksi paineensäätöventtiiliä virran suhteellista jakoa varten ohjaamalla EP:n vastapainetta ja DT:ssä olevaa painetta. Venttiilit on sijoitettava SP:stä virtaussuuntaan EP:ssä ja PB:n ja DT:n väliin.*

#### **DC Vaimennustila (kuva 17)**

Vaimennustila on asennettava moniputkiyksikön ulostulon kohdalle minimoimaan painevaihtelut pako-putkessa EP.

#### **VN Kurkku (kuva 15)**

Kurkku asennetaan laimennustunneliin DT alipaineen synnyttämiseksi siirtoputken TT:n ulostulon alueella. Kaasuvirtaus TT:n läpi määräytyy liikemäärän vaihdosta kurkkuvyöhykkeellä, ja se on periaatteessa suhteessa painepuhaltimen PB virtaukseen, mikä johtaa vakiolaimennussuhteeseen. Koska liikemäärän

vaihtoon vaikuttaa TT:n ulostulossa vallitseva lämpötila ja paine-ero EP:n ja DT:n välillä, todellinen laimennussuhde on hieman pienempi pienellä kuormituksella kuin suurella kuormituksella.

#### **FC2 Virtauksen ohjain (kuvat 13, 14, 18 ja 19; valinnainen)**

Virtauksen ohjainta voidaan käyttää ohjaamaan painepuhaltimen PB ja/tai imupuhaltimen SB virtausta. Sen voi liittää pakokaasu-, imuilma- tai polttoainevirtasignaaleihin ja/tai CO<sub>2</sub>:n tai NO<sub>x</sub>:n erotussignaaleihin.

Kun käytetään paineilmasyöttöä (kuva 18), FC2 ohjaa suoraan ilmapirtaa.

#### **FM1 Virtauksen mittauslaite (kuvat 11, 12, 18 ja 19)**

Kaasumittari tai muu virtausmittausvälineistö laimennusilmavirran mittaamista varten. FM1 on valinnainen, jos painepuhallin PB on kalibroitu mittaamaan virtausta.

#### **FM2 Virtauksen mittauslaite (kuva 19)**

Kaasumittari tai muu virtausmittausvälineistö laimennetun pakokaasuvirran mittaamista varten. FM2 on valinnainen, jos imupuhallin SB on kalibroitu mittaamaan virtausta.

#### **PB Painepuhallin (kuvat 11, 12, 13, 14, 15, 16 ja 19)**

PB voidaan liittää virtauksen ohjaimen FC1 tai FC2 laimennusilman virtauksen säätämistä varten. PB:tä ei tarvita käytettäessä läppäventtiiliä. PB:tä voidaan käyttää mittaamaan laimennusilmavirtaa, jos se on kalibroitu.

#### **SB Imupuhallin (kuvat 11, 12, 13, 16, 17 ja 19)**

Ainoastaan jakeittain tapahtuvaa näytteenottoa soveltavia järjestelmiä varten. SB:tä voidaan käyttää mittaamaan laimennettua pakokaasuvirtaa, jos se on kalibroitu.

#### **DAF Laimennusilmasuodatin (kuvat 11—19)**

Taustahiilivetyjen eliminoimiseksi suositellaan, että laimennusilma suodatetaan ja esipuhdistetaan puuhilillä. Valmistajan pyynnöstä laimennusilmanäyte on otettava hyvän insinööritavan mukaisesti taustahiukkastasojen määrittämiseksi, ja nämä voidaan sen jälkeen vähentää laimennetusta pakokaasusta mitatuista arvoista.

#### **DT Laimennustunneli (kuvat 11—19)**

Laimennustunnelin:

- on oltava riittävän pitkä, jotta pakokaasu ja laimennusilma sekoittuvat täydellisesti pyörrevirtausolosuhteissa,
- on oltava valmistettu ruostumattomasta teräksestä, ja sen
  - paksuuden ja halkaisijan suhteen on oltava enintään 0,025 sellaisten laimennustunneleiden osalta, joiden sisähalkaisija on yli 75 mm,
  - seinämän nimellispaksuuden on oltava vähintään 1,5 mm sellaisten laimennustunneleiden osalta, joiden sisähalkaisija on 75 mm tai sitä pienempi,
- halkaisijan on oltava vähintään 75 mm jakeittain tapahtuvaa näytteenottoa varten,
- halkaisijaksi kokonaisnäytteenottoa varten suositellaan vähintään 25 mm,
- seinämän voi lämmittää korkeintaan 325 K:n (52°C:n) lämpötilaan suoralla lämmityksellä tai laimennusilman esilämmityksellä edellyttäen, että ilman lämpötila ei ole yli 325 K (52°C) ennen pakokaasun syöttämistä laimennustunneliin,
- voi eristää.

Moottorin pakokaasun on sekoitettava perusteellisesti laimennusilman kanssa. Jakeittain tapahtuvaa näytteenottoa soveltavissa järjestelmissä sekoituksen laatu on tarkastettava käyttöönoton jälkeen tunnelin CO<sub>2</sub>-profiililla moottorin käydessä (ainakin neljästä toisistaan samalla etäisyydellä olevasta mittauskohdasta). Tarvittaessa voidaan käyttää sekoitussuutinta.

**Huomautus:** Jos ympäristön lämpötila laimennustunnelin (DT) läheisyydessä on alle 293 K (20 °C), on ryhdyttävä varotoimenpiteisiin, jotta ei menetettäisi hiukkasia laimennustunnelin viileisiin seinämiin. Sen vuoksi suositellaan tunnelin lämmittämistä ja/tai eristämistä edellä esitettyjen rajoitusten mukaisesti.

Suurilla moottorin kuormituksilla tunneli voidaan jäähdyttää sitä vahingoittamattomalla menetelmällä kuten kierrätyspuhaltimella edellyttäen, että jäähdytysaineen lämpötila on vähintään 293 K (20 °C).

#### HE Lämmönvaihdin (kuvat 16 ja 17)

Lämmönvaihtimen tehon on oltava riittävä pitämään lämpötila imupuhaltimen SB sisääntulon kohdalla  $\pm 11$  K:n tarkkuudella kokeen aikana noudatetusta keskimääräisestä käyttölämpötilasta.

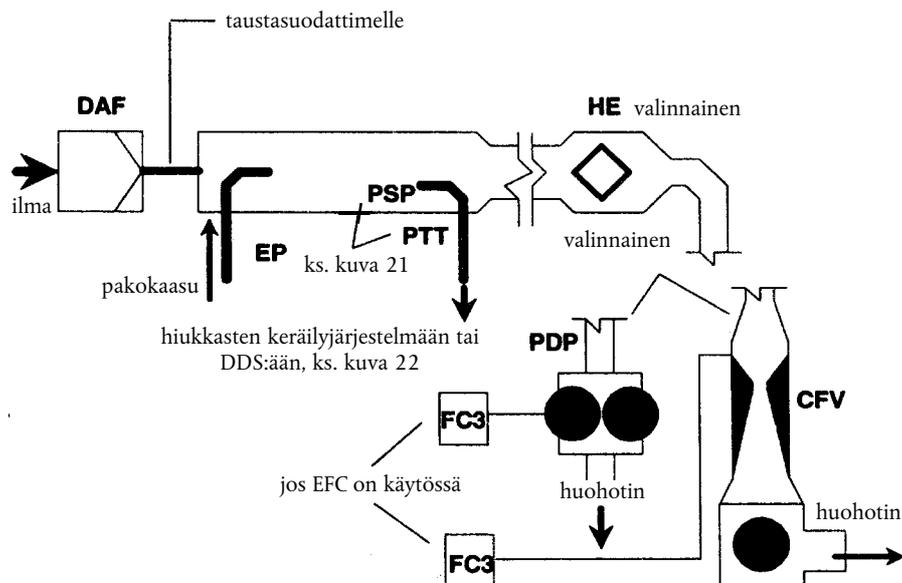
### 2.3 Täysvirtauslaimennusjärjestelmä

Kuvassa 20 esitetään kokonaispakokaasun laimennukseen perustuva laimennusjärjestelmä, jossa käytetään vakiokeräysjärjestelmää (CVS). Pakokaasun ja laimennusilman seoksen koko tilavuus on mitattava. Käytössä voi olla PDP- tai CFV-järjestelmä.

Tämän jälkeen tapahtuvaa hiukkasten keruuta varten näyte laimennetusta pakokaasusta ohjataan hiukkasnäytteenottojärjestelmään (2.4 kohta, kuvat 21 ja 22). Jos tämä tehdään suoraan, tästä käytetään nimitystä yksinkertainen laimennus. Jos näyte laimennetaan vielä kerran toisessa laimennustunnelissa, tästä käytetään nimitystä kaksinkertainen laimennus. Tämä on hyödyllistä, jos suodattimen etupinnan lämpötilavaihtelusta ei pystytä täyttämään yhdellä laimennuksella. Vaikka kaksinkertainen laimennusjärjestelmä onkin osittain laimennusjärjestelmä, se kuvataan hiukkasnäytteenottojärjestelmän muunnoksena 2.4 kohdassa kuvassa 22, koska useimmat sen osat ovat samoja kuin tyypillisessä hiukkasnäytteenottojärjestelmässä.

Kuva 20

#### Täysvirtauslaimennusjärjestelmä



Raakapakokaasun kokonaismäärä sekoitetaan laimennusilmaan laimennustunnelissa DT. Laimennetun pakokaasun virtaus mitataan joko vakiotilavuusvirtapumpulla PDP tai kriittisen aukon virtaamaan perustuvalla vakiotilavuusvirtalaitteella CFV. Suhteelliseen hiukkasnäytteenottoon ja virtauksen määrittämiseen voidaan käyttää lämmönvaihdinta HE tai sähköistä virtauksen kompensointia EFC. Koska hiukkasten massan määrittäminen perustuu laimennetun pakokaasun kokonaisvirtaukseen, laimennussuhdetta ei tarvitse laskea.

## 2.3.1 Kuvan 20 osat

**EP Pakoputki**

Pakoputken pituus moottorin pakosarjan ulostulon, turboahtimen ulostulon tai jälkikäsitteilylaitteen kohdalla laimennustunneliin ei saa olla yli 10 metriä. Jos pakoputken pituus virtausuuntaan moottorin pakosarjasta, turboahtimen ulostulosta tai jälkikäsitteilylaitteesta on yli 4 metriä, kaikki yli 4 metriä pitkät putket on eristettävä lukuun ottamatta linjassa olevaa savumittaria, jos sellainen on käytössä. Eristyksen säteittäisen paksuuden on oltava vähintään 25 mm. Eristysaineen lämmönjohtavuusarvo ei saa olla suurempi kuin 0,1 W/mK lämpötilassa 673 K mitattuna. Pakoputken lämpöinertian vähentämiseksi suositellaan paksuuden ja halkaisijan väliseksi suhteeksi 0,015 tai vähemmän. Joustavien osien käyttö on rajoitettava pituuden ja halkaisijan väliseen suhteeseen 12 tai vähemmän.

**PDP Vakiotilavuusvirtapumppu**

PDP mittaa laimennetun pakokaasun kokonaisvirran pumpun kierrosten lukumäärän ja pumpun iskutilavuuden perusteella. Pakokaasujärjestelmän vastapainetta ei saa alentaa keinotekoisesti PDP:n tai laimennusilman sisääntulojärjestelmän avulla. Staattisen pakokaasun vastapaineen, joka on mitattu PDP-järjestelmän ollessa käynnissä, on oltava  $\pm 1,5$  kPa:n tarkkuudella staattisesta paineesta, joka on mitattu ilman yhteyttä PDP:hen samalla moottorin käyntinopeudella ja kuormituksella. Kaasuseoksen lämpötilan välittömästi PDP:n edellä on oltava  $\pm 6$  K:n tarkkuudella kokeen aikana noudatetusta keskimääräisestä käyttölämpötilasta, kun virtauksen kompensointia ei käytetä. Virtauksen kompensointia voi käyttää ainoastaan, jos lämpötila PDP:n sisääntulon kohdalla ei ole yli 323 K (50 °C).

**CFV Kriittisen aukon virtaamaan perustuva vakiotilavuusvirtalaite**

CFV mittaa laimennetun kokonaispakokaasuvirran pitämällä yllä virtausta kuristetussa olotilassa (kriittinen virtaus). Staattisen pakokaasun vastapaineen, joka on mitattu CFV-järjestelmän ollessa käynnissä, on oltava  $\pm 1,5$  kPa:n tarkkuudella staattisesta paineesta, joka on mitattu ilman yhteyttä CFV:hen samalla moottorin käyntinopeudella ja kuormituksella. Kaasuseoksen lämpötilan välittömästi CFV:n edellä on oltava  $\pm 11$  K:n tarkkuudella kokeen aikana noudatetusta keskimääräisestä käyttölämpötilasta, kun virtauksen kompensointia ei käytetä.

**HE Lämmönvaihdin (valinnainen, jos EFC on käytössä)**

Lämmönvaihtimen tehon on oltava riittävä pitämään lämpötila edellä vaadituissa rajoissa.

**EFC Elektroninen virtauksen kompensointi (valinnainen, jos HE on käytössä)**

Jos lämpötilaa joko PDP:n tai CFV:n sisääntulon kohdalla ei pidetä edellä mainituissa rajoissa, on otettava käyttöön virtauksen kompensointijärjestelmä virtauksen yhtäjaksoista mittaamista ja hiukkasjärjestelmän suhteellisen näytteenoton ohjausta varten. Tätä tarkoitusta varten jatkuvasti mitattuja virtaussignaaleja käytetään korjaamaan vastaavasti näytteenottovirtausta hiukkasnäytteenottojärjestelmän hiukkassuodattimien läpi (ks. 2.4 kohta, kuvat 21 ja 22).

**DT Laimennustunneli**

Laimennustunnelin:

- on oltava halkaisijaltaan riittävän pieni pyörteisen virtauksen synnyttämistä varten (Reynoldsin luvun on oltava suurempi kuin 4 000) ja riittävän pitkä, jotta pakokaasu ja laimennusilma sekoittuvat täydellisesti; sekoitussuutinta voidaan käyttää,
- on oltava halkaisijaltaan vähintään 460 mm, kun käytetään yksinkertaista laimennusjärjestelmää,
- on oltava halkaisijaltaan vähintään 210 mm, kun käytetään kaksinkertaista laimennusjärjestelmää,
- voi eristää.

Moottorin pakokaasu on johdettava virtausuuntaan kohdassa, jossa se tulee laimennustunneliin, ja se on sekoitettava perusteellisesti.

Kun käytetään yksinkertaista laimennusta, laimennustunnelista otettu näyte siirretään hiukkasnäytteen ottojärjestelmään (2.4 kohta, kuva 21). PDP:n tai CFV:n virtauskapasiteetin on oltava riittävä säilyttämään laimennetun pakokaasun lämpötila 325 K:ssa (52°C:ssa) tai sitä alemmassa lämpötilassa välittömästi ennen ensisijaista hiukkassuodatinta.

Kun käytetään kaksoislaimennusta, laimennustunnelista otettu näyte siirretään toiseen laimennustunneliin, jossa sitä laimennetaan edelleen, ja johdetaan sen jälkeen näytteenotto-suodattimien läpi (2.4 kohta, kuva 22). PDP:n tai CFV:n virtauskapasiteetin on oltava riittävä pitämään DT:ssä olevan laimennetun pakokaasuvirran lämpötila 464 K:ssä (191°C:ssa) tai sitä alemmassa lämpötilassa näytteenottovyöhykkeellä. Toisen laimennusjärjestelmän on tuotettava riittävästi toisiolaimennusilmaa pitämään kaksoislaimennettu pakokaasuvirta lämpötilassa 325 K (52°C) tai sitä alemmassa lämpötilassa välittömästi ennen ensisijaista hiukkassuodatinta.

#### DAF Laimennusilmasuodatin

Taustahiilivetyjen poistamiseksi suositellaan, että laimennusilma suodatetaan ja esipuhdistetaan puuhiihellä. Moottorin valmistajan pyynnöstä laimennusilmanäytteet on otettava hyvän insinööritavan mukaisesti taustahiukkastasojen määrittämiseksi. Laimennusilmanäytteiden arvot voi tämän jälkeen vähentää laimennetusta pakokaasusta mitatuista arvoista.

#### PSP Hiukkasnäytteenotin

Näytteenotin on PTT:n johto-osa, ja:

- se on asennettava virtaussuuntaa vastaan suunnattuna kohtaan, jossa laimennusilma ja pakokaasu ovat hyvin sekoittuneet, eli laimennustunnelin DT keskiviivalle suunnilleen 10 tunnelin halkaisijan päähän virtaussuuntaan siitä kohdasta, jossa pakokaasu tulee sisään laimennustunneliin,
- sen sisähalkaisijan on oltava vähintään 12 mm,
- sen seinämä voidaan lämmitellä korkeintaan 325 K:n (52°C:n) lämpötilaan suoralla lämmityksellä tai laimennusilman esilämmityksellä, jos ilman lämpötila ei ole yli 325 K (52°C) ennen pakokaasun tuloa laimennustunneliin,
- se voidaan eristää.

### 2.4 Hiukkasnäytteenottojärjestelmä

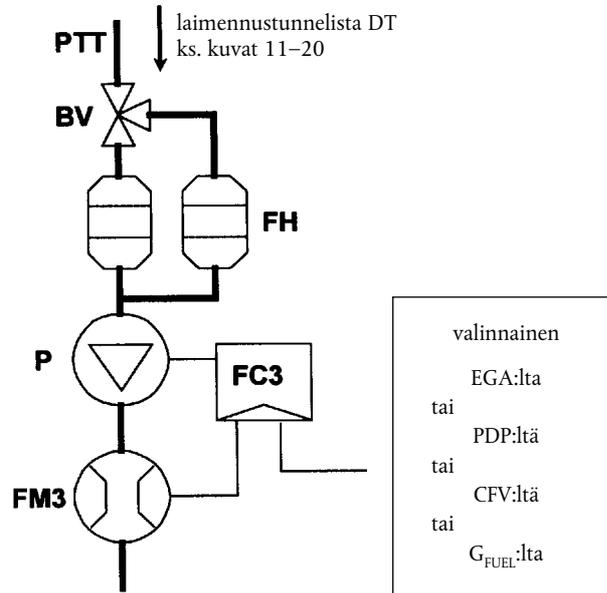
Hiukkasnäytteenottojärjestelmä tarvitaan hiukkasten keräämiseksi hiukkassuodattimesta. Kun kyseessä on osavirtauslaimennuksen kokonaisnäytteenotto, jossa koko laimennettu pakokaasunäyte johdetaan suodattimien läpi, laimennus- (2.2 kohta, kuvat 14 ja 18) ja näytteenottojärjestelmä muodostavat yleensä yhtenäisen kokonaisuuden. Kun kyseessä on osavirtauslaimennuksen tai täysvirtauslaimennuksen jakeittain tapahtuva näytteenotto, jossa vain osa laimennetusta pakokaasusta ohjataan suodattimien läpi, laimennus- (2.2 kohta, kuvat 11, 12, 13, 15, 16, 17 ja 19 sekä 2.3 kohta, kuva 20) ja näytteenottojärjestelmät muodostavat yleensä eri kokonaisuudet.

Tässä direktiivissä täysvirtauslaimennusjärjestelmän kaksoislaimennusjärjestelmää (kuva 22) pidetään tyyppillisen, kuvassa 21 esitetyn hiukkasnäytteenottojärjestelmän erityismuunnoksena. Kaksoislaimennusjärjestelmä sisältää kaikki hiukkasnäytteenottojärjestelmän tärkeät osat, kuten suodatintelineet ja näytteenotopumpun, sekä lisäksi joitakin laimennuslaitteita, kuten laimennusilman syöttölaitteet ja toisen laimennustunnelin.

Säätöpiireihin kohdistuvien vaikutusten välttämiseksi suositellaan, että näytteenotopumppua käytetään koko testausmenettelyn ajan. Yhtä suodatinta käyttävässä menetelmässä on käytettävä ohitusjärjestelmää näytteen ohjaamiseksi näytteenotto-suodattimien läpi haluttuina aikoina. KytKentätoiminnan häiriöt säätöpiireihin on minimoitava.

Kuva 21

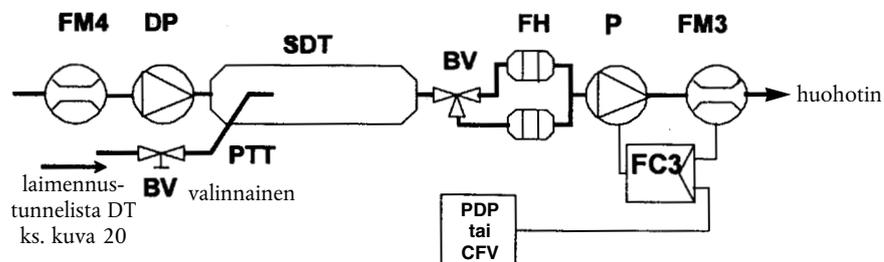
## Hiukkanäytteenottojärjestelmä



Näyte laimennetusta pakokaasusta otetaan osavirtaus- tai täysvirtauslaimennusjärjestelmän laimennustunnelista DT hiukkanäytteenottimen PSP ja hiukkasten siirtoputken PTT kautta näytteenottopumpun P avulla. Näyte johdetaan hiukkanäytteenottosuodattimet sisältävän (sisältävien) suodattimenpitim(i)en FH läpi. Näytteen virtausta ohjataan virtauksen ohjaimella FC3. Jos käytetään elektronista virtauksen kompensointia EFC (ks. kuva 20), laimennettua pakokaasuvirtaa käytetään komentosignaalina FC3:lle.

Kuva 22

## Kaksoislaimennusjärjestelmä (ainoastaan täysvirtausjärjestelmä)



Näyte laimennetusta pakokaasusta siirretään täysvirtauslaimennusjärjestelmän laimennustunnelista DT hiukkanäytteenottimen PSP ja hiukkasten siirtoputken PTT kautta toiseen laimennustunneliin SDT, jossa se laimennetaan vielä kerran. Sen jälkeen näyte johdetaan hiukkanäytteenottosuodattimet sisältävän (sisältävien) suodattimenpitim(i)en FH läpi. Laimennusilman virtaus on tavallisesti vakio, kun taas näytteen virtausta ohjataan virtauksen ohjaimella FC3. Jos käytetään elektronista virtauksen kompensointia EFC (ks. kuva 20), laimennettua kokonaispakokaasuvirtaa käytetään komentosignaalina FC3:lle.

## 2.4.1 Kuvien 21 ja 22 osat

**PTT Hiukkasten siirtoputki (kuvat 21 ja 22)**

Hiukkasten siirtoputken pituus ei saa olla yli 1 020 mm, ja sen pituus on pidettävä mahdollisimman pienenä aina, kun se on mahdollista. Mahdollisten näytteenottimien (esimerkiksi niissä osavirtauslaimennusjärjestelmissä, joissa näytteenotto tapahtuu jakeittain, ja täysvirtauslaimennusjärjestelmissä) pituus on otettava mukaan (SP, ISP ja PSP, ks. 2.2 ja 2.3 kohta).

Kyseiset mitat koskevat:

- osavirtauslaimennuksen jakeittain tapahtuvaa näytteenottoa ja yksinkertaista täysvirtauslaimennusjärjestelmää näytteenottimen (SP, ISP ja PSP) kärjestä suodatintelineeseen,
- osavirtauslaimennuksen kokonaisnäytteenottoa laimennustunnelin päästä suodatintelineeseen,
- täysvirtauskaksoslaimennusjärjestelmää näytteenottimen (PSP) kärjestä toiseen laimennustunneliin.

Siirtoputki

- voidaan lämmittää suoralla lämmityksellä tai laimennusilman esilämmityksellä siten, että seinämän lämpötila on enintään 325 K (52°C) edellyttäen, että ilman lämpötila ei ole yli 325 K (52°C) ennen pakokaasun tuloa laimennustunneliin,
- voidaan eristää.

**SDT Toinen laimennustunneli (kuva 22)**

Toisen laimennustunnelin vähimmäishalkaisija on 75 mm, ja sen pituuden on oltava riittävä tuottamaan kaksoislaimennetulle näytteelle vähintään 0,25 sekunnin viipymisaika. Ensimmäisen suodatintelineen FH on oltava 300 mm:n päässä SDT:n ulostulosta.

Toinen laimennustunneli:

- voidaan lämmittää suoralla lämmityksellä tai laimennusilman esilämmityksellä siten, että seinämän lämpötila on enintään 325 K (52°C) edellyttäen, että ilman lämpötila ei ole yli 325 K (52°C) ennen pakokaasun tuloa laimennustunneliin,
- voidaan eristää.

**FH Suodatinteline(et) (kuvat 21 ja 22)**

Ensimmäiselle ja toisijaiselle suodattimelle voidaan käyttää yhtä suodatinkoteloita tai erillisiä suodatinkoteloita. Liitteen III lisäyksessä 4 olevan 4.1.3 kohdan vaatimukset on täytettävä.

Suodatinteline(et):

- voidaan lämmittää suoralla lämmityksellä tai laimennusilman esilämmityksellä siten, että seinämän lämpötila on enintään 325 K (52°C) edellyttäen, että ilman lämpötila ei ole yli 325 K (52°C) ennen pakokaasun tuloa laimennustunneliin,
- voidaan eristää.

**P Näytteenottopumppu (kuvat 21 ja 22)**

Hiukkasnäytteenottopumpun on sijaittava riittävän kaukana tunnelista siten, että sisääntulokaasun lämpötila pysyy vakiona ( $\pm 3$  K), jos virtauksen korjausta FC3:n avulla ei käytetä.

**DP Laimennusilmapumppu (kuva 22)**

Laimennusilmapumppu on sijoitettava siten, että toisiolaimennusilmaa syötetään lämpötilassa 298 K  $\pm 5$  K (25°C  $\pm 5$ °C), jos laimennusilmaa ei esilämmitetä.

**FC3 Virtauksen ohjain (kuvat 21 ja 22)**

Virtauksen ohjainta on käytettävä kompensoimaan hiukkasnäytteen virtaus lämpötilan ja vastapaineen vaihteluiden osalta näytteen kulkureitillä, jos muita välineitä ei ole käytettävissä. Virtauksen ohjain vaaditaan, jos käytetään elektronista virtauksen kompensointiä EFC (ks. kuva 20).

**FM3 Virtauksen mittauslaite (kuvat 21 ja 22)**

Hiukkasnäytevirran kaasumittari tai virtausmittari on sijoitettava riittävän kauas näytteenottopumpusta P siten, että sisääntulokaasun lämpötila pysyy vakiona ( $\pm 3$  K), jos virtauksen korjausta FC3:n avulla ei käytetä.

**FM4 Virtauksen mittauslaite (kuva 22)**

Laimennusilmavirran kaasumittari tai virtausmittari on sijoitettava siten, että sisääntulokaasun lämpötila on yhtäjaksoisesti  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ).

**BV Palloventtiili (valinnainen)**

Palloventtiilin sisähalkaisija ei saa olla pienempi kuin hiukkassiirtoputken PTT sisähalkaisija, ja sen kytkentäajan on oltava alle 0,5 sekuntia.

*Huomautus:* Jos ympäristön lämpötila PSP:n, PTT:n, SDT:n ja FH:n läheisyydessä on alle  $293 \text{ K}$  ( $20^\circ\text{C}$ ), on ryhdyttävä varotoimenpiteisiin, ettei hiukkasia menetettäisi kyseisten osien viileisiin seinämiin. Sen vuoksi suositellaan kyseisten osien lämmittämistä ja/tai eristämistä vastaavissa kuvauksissa annettujen rajoitusten mukaisesti. Samoin suositellaan, ettei suodattimen etupinnan lämpötila olisi näytteenoton aikana alle  $293 \text{ K}$  ( $20^\circ\text{C}$ ).

Suurilla moottorin kuormituksilla edellä mainitut osat voidaan jäähdyttää niitä vahingoittamattomalla menetelmällä kuten kierrätyspuhaltimella edellyttäen, että jäähdytysaineen lämpötila on vähintään  $293 \text{ K}$  ( $20^\circ\text{C}$ ).

**3 SAVUN MÄÄRITYS****3.1 Johdanto**

Jäljempänä 3.2 ja 3.3 kohdassa ja kuvissa 23 ja 24 esitetään yksityiskohtaiset kuvaukset suositelluista opasimetrijärjestelmistä. Koska eri kokoonpanot saattavat tuottaa samoja tuloksia, laitteistojen ei tarvitse olla täysin kuvien 23 ja 24 mukaiset. Mittalaitteiden, venttiilien, solenoidien, pumppujen ja kytkimien kaltaisia komponentteja voi käyttää lisätietojen hankkimiseen ja komponenttijärjestelmien toiminnan koordinoimiseen. Jos joitakin komponentteja ei joissakin järjestelmissä tarvita tarkkuuden varmistamiseen, ne voidaan poistaa, jos se on hyvän insinööritavan mukaista.

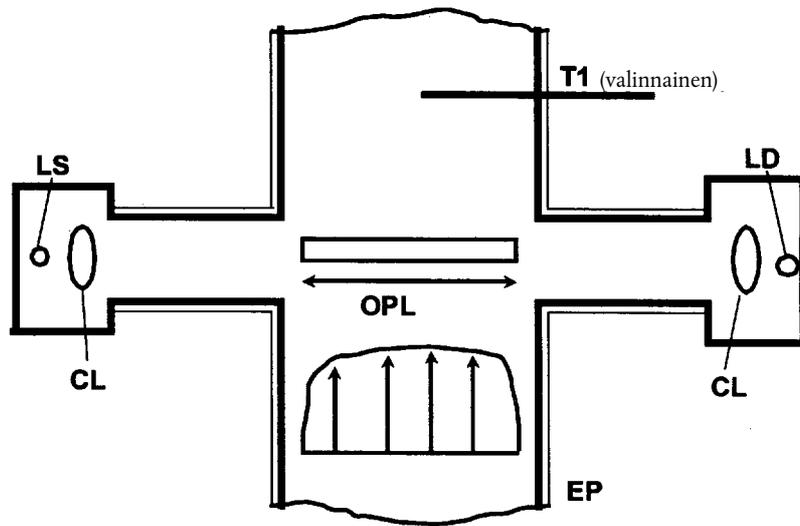
Mittausperiaatteena on, että valoa johdetaan tietty matka mitattavan savun lävitse ja että lähetetyn ja vastaanottimen saavuttavan valon välisen suhteen avulla arvioidaan väliaineen valonhimmennysominaisuudet. Savun mittaus riippuu laitteen mallista, ja mittaus voidaan tehdä pakoputkessa (täysvirtausopasimetri linjassa), pakoputken päässä (täysvirtausopasimetri linjan päässä) tai ottamalla näyte pakoputkesta (osavirtausopasimetri). Jotta opasiteettisignaalia voidaan määrittää valon absorptiokerroin, laitteen valmistajan on ilmoitettava laitteen optisen reitin pituus.

**3.2 Täysvirtausopasimetri**

Kahta täysvirtausopasimetrin yleistä tyyppiä voidaan käyttää (kuva 23). Linjaopasimetrin avulla mitataan koko pakokaasuvirran opasiteetti pakoputkessa. Tämän tyyppisessä opasimetrissä optisen reitin tehollinen pituus on opasimetrin mallin funktio. Linjan päähän asennettavan opasimetrin avulla koko pakokaasuvirran opasiteetti mitataan pakokaasun poistuessa pakoputkesta. Tämän tyyppisessä opasimetrissä optisen reitin tehollinen pituus on pakoputken mallin ja pakoputken pään sekä opasimetrin välisen etäisyyden funktio.

Kuva 23

## Täysvirtausopasimetri



## 3.2.1 Kuvan 23 osat

**EP Pakoputki**

Linjaopasimetriä käytettäessä pakoputken halkaisijan on oltava vakio kolmen pakoputken halkaisijan verran mittausvyöhykkeestä virtaussuuntaa vastaan ja virtaussuuntaan. Jos mittausvyöhykkeen halkaisija on suurempi kuin pakoputken halkaisija, suositellaan käytettäväksi putkea, joka asteittain kapenee ennen mittausvyöhykettä.

Linjan päähän asennettavaa opasimetriä käytettäessä pakoputken on oltava viimeisen 0,6 metrin pituudelta poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoinen eikä siinä saa olla kulmia tai mutkia. Pakoputken pään on oltava suora. Opasimetri on asennettava keskelle pakokaasuvirtaa  $25 \pm 5$  mm:n päähän pakoputken päästä.

**OPL Optisen reitin pituus**

Savun himmentämän optisen reitin pituus opasimetrin valonlähteestä vastaanottimeen, tiheysvaihteluista ja katveista johtuvat epäyhtenäisyydet tarvittaessa korjattuina. Laitteen valmistajan on ilmoitettava optisen reitin pituus ottaen samalla huomioon nokeentumisenestotoimet (esimerkiksi huuhteluilma). Jos optisen reitin pituus ei ole käytettävissä, se on määritettävä ISO IDS 11614 -standardin 11.6.5 kohdan mukaisesti. Optisen reitin pituuden määrittämiseksi oikein kaasun vähimmäisnopeuden on oltava 20 m/s.

**LS Valonlähde**

Valonlähteen on oltava joko hehkulamppu, jonka värilämpötila on 2 800–3 250 K tai vihreää valoa lähettävä diodi (LED), jonka spektrihiippu on välillä 550–570 nm. Valonlähteen on oltava suojattu nokeentumiselta siten, että optisen reitin pituus on valmistajan suositusten mukainen.

**LD Valoanturi**

Anturin on oltava joko valokenno tai valodiodi (tarvittaessa suodattimella varustettu). Jos valonlähde on hehkulamppu, anturin spektrivasteen huipun on oltava sama kuin ihmissilmän fototooppisen käyrän (suurin vaste) alueella 550–570 nm, alle 4 prosentin tarkkuudella alle 430 nm:n ja yli 680 nm:n alueiden suurimmasta vasteesta. Valoanturin on oltava suojattu nokeentumiselta siten, että optisen reitin pituus on valmistajan suositusten mukainen.

**CL Kollimaatiolinssi**

Valonlähteen on oltava kollimoitu siten, että valokeilan suurin halkaisija on 30 mm. Valokeilan säteiden on oltava 3 asteen tarkkuudella samansuuntaisia optiseen akseliin nähden.

**T1 Lämpötila-anturi (valinnainen)**

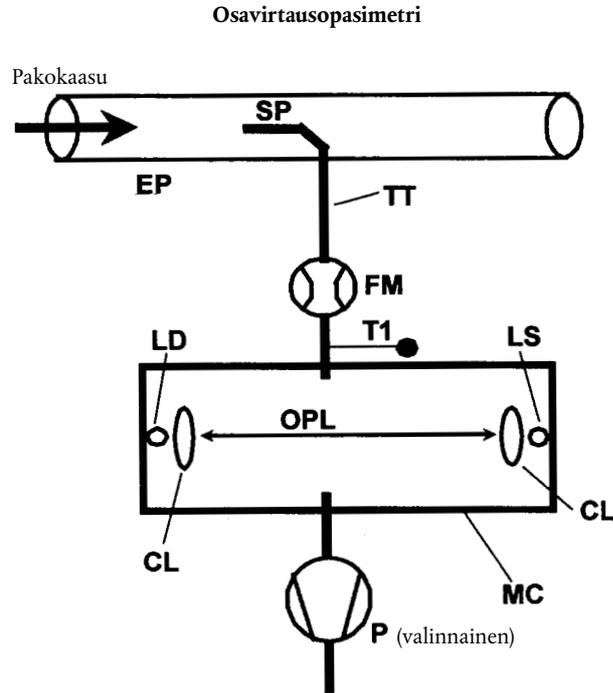
Pakokaasun lämpötilaa voidaan tarkkailla testin aikana.

## 3.3

**Osavirtausopasimetri**

Osavirtausopasimetriä käytettäessä (kuva 24) pakoputkesta otetaan edustava pakokaasunäyte, joka johdetaan siirtolinjaa pitkin mittauskammioon. Tämän tyyppisessä opasimetrissä optisen reitin tehollinen pituus on opasimetrin mallin funktio. Seuraavassa kohdassa tarkoitettuja vasteaikoja sovelletaan laitteen valmistajan ilmoittamaan opasimetrin vähimmäisvirtaukseen.

Kuva 24



## 3.3.1

Kuvan 24 osat

**EP Pakoputki**

Pakoputken on oltava suora putki ainakin 6 putken halkaisijan verran virtaussuuntaa vastaan ja 3 putken halkaisijan verran virtaussuuntaan näytteenottimen kärjestä.

**SP Näytteenotin**

Näytteenottimen on oltava avoin putki, joka osoittaa virtaussuuntaa vastaan pakoputken keskiviivan tai suunnilleen pakoputken keskiviivan kohdalla. Näytteenottimen on oltava vähintään 5 mm:n päässä pakoputken seinämästä. Näytteenottimen halkaisijan on oltava riittävän suuri varmistamaan edustavan näytteen otto ja riittävä virtaus opasimetrin läpi.

**TT Siirtoputki**

Siirtoputken

- on oltava mahdollisimman lyhyt, ja sillä on varmistettava pakokaasun lämpötila  $373 \pm 30$  K ( $100 \pm 30$  °C) mittauskammion sisäänmenossa,
- seinämlämpötilan on oltava riittävästi pakokaasun kastepistettä korkeampi, jotta estettäisiin kondensaatio,
- halkaisijan on oltava koko pituudelta sama kuin näytteenottimen halkaisijan,

- vasteajan on oltava alle 0,05 sekuntia välineistön vähimmäisvirtauksella liitteen III lisäyksessä 4 olevan 5.2.4 kohdan mukaisesti määritettynä,
- vaikutus savuhuippuun ei saa olla merkittävä.

**FM Virtauksen mittauslaite**

Välineistö, jonka avulla mitataan oikea virtaus mittauskammioon. Välineistön valmistajan on ilmoitettava pienin ja suurin virtaus, ja niiden on oltava sellaiset, että TT:n vasteaikavaatimus ja optisen reitin pituutta koskevat määritelmät täyttyvät. Virtauksen mittauslaite saa sijaita mahdollisen näyttteenottopumpun P läheisyydessä.

**MC Mittauskammio**

Mittauskammion sisäpinnan on oltava heijastamaton tai optisen ympäristön vastaava. Diffuusion aiheuttaman hajavalon heijastumisen anturiin on oltava mahdollisimman vähäistä.

Mittauskammion kaasun paine ei saa erota ilmanpaineesta enempää kuin 0,75 kPa. Jos laitteen malli ei mahdollista tätä, opasimetrin lukema on muunnettava ilmanpaineeseen perustuvaksi.

Mittauskammion seinämän lämpötilan on oltava  $\pm 5$  K:n tarkkuudella 343 K (70°C)—373 K (100°C), mutta joka tapauksessa niin paljon pakokaasun kastepisteen yläpuolella, että kondensaatiota ei esiinny. Mittauskammio on varustettava tarkoituksenmukaisilla lämpötilan mittauslaitteilla.

**OPL Optisen reitin pituus**

Savun himmentämän optisen reitin pituus opasimetrin valonlähteestä vastaanottimeen, tiheysvaihteluista ja katveista johtuvat epäyhtenäisyydet tarvittaessa korjattuina. Laitteen valmistajan on ilmoitettava optisen reitin pituus ottaen samalla huomioon nokeentumisenestotoimet (esimerkiksi huuhteluilma). Jos optisen reitin pituus ei ole käytettävissä, se on määritettävä ISO IDS 11614 -standardin 11.6.5 kohdan mukaisesti.

**LS Valonlähde**

Valonlähteen on oltava joko hehkulamppu, jonka värilämpötila on 2 800—3 250 K tai vihreää valoa lähettävä diodi (LED), jonka spektrihiippu on välillä 550—570 nm. Valonlähteen on oltava suojattu nokeentumiselta siten, että optisen reitin pituus on valmistajan suositusten mukainen.

**LD Valoanturi**

Anturin on oltava joko valokenno tai valodiodi (tarvittaessa suodattimella varustettu). Jos valonlähde on hehkulamppu, anturin spektrivasteen huipun on oltava sama kuin ihmissilmän fototooppisen käyrän (suurin vaste) alueella 550—570 nm, alle 4 prosentin tarkkuudella alle 430 nm:n ja yli 680 nm:n alueiden suurimmasta vasteesta. Valoanturin on oltava suojattu nokeentumiselta siten, että optisen reitin pituus on valmistajan suositusten mukainen.

**CL Kollimaatiolinssi**

Valonlähteen on oltava kollimoitu siten, että valokeilan suurin halkaisija on 30 mm. Valokeilan säteiden on oltava 3 asteen tarkkuudella samansuuntaisia optiseen akseliin nähden.

**T1 Lämpötila-anturi**

Pakokaasun lämpötilan tarkkailemiseksi kohdassa, jossa pakokaasu tulee sisään mittauskammioon.

**P Näytteenottopumppu (valinnainen)**

Mittauskammioista virtaussuuntaan voidaan asentaa näytteenottopumppu siirtämään näytekaasu mittauskammion läpi.

## LIITE VI

## EY-TYYPPIHYVÄKSYNTÄTODISTUS

Ilmoitus ajoneuvotyyppin / erillisen teknisen yksikön tyyppin (moottorityyppi/moottoriperhe) / osatyyppin <sup>(1)</sup>

— tyyppihyväksynnästä <sup>(1)</sup>,

— tyyppihyväksynnän laajenuksesta <sup>(1)</sup>

direktiivin 88/77/EY, sellaisena kuin se on viimeksi muutettuna direktiivillä 1999/96/EY, mukaisesti.

EY-tyyppihyväksyntänumero: ..... Laajenuksen numero: .....

## I JAKSO

## 0 Yleistä

0.1 Ajoneuvon/erillisen teknisen yksikön/osan merkki <sup>(1)</sup>: .....

0.2 Valmistajan nimitys ajoneuvotyyppille/erilliselle tekniselle yksikölle/osalle <sup>(1)</sup>: .....

0.3 Valmistajan tyyppikoodi sellaisena kuin se on merkittynä ajoneuvoon/erilliseen tekniseen yksikköön/osaan <sup>(1)</sup>: .....

0.4 Ajoneuvoluokka: .....

0.5 Moottoriluokka: diesel/maakaasukäyttöinen/nestekaasukäyttöinen <sup>(1)</sup>: .....

0.6 Valmistajan nimi ja osoite: .....

0.7 Valmistajan valtuutetun edustajan (jos sellainen on) nimi ja osoite: .....

## II JAKSO

1 Lyhyt kuvaus (tarvittaessa): ks. liite I .....

2 Testien suorittamisesta vastaava tekninen laitos: .....

3 Testaussesteen päivämäärä: .....

4 Testaussesteen numero: .....

5 Tyyppihyväksynnän laajenuksen perustelu(t) (tarvittaessa): .....

6 Huomautukset (jos sellaisia on): ks. liite I .....

7 Paikka: .....

8 Päiväys: .....

9 Allekirjoitus: .....

10 Liitteenä on luettelo tyyppihyväksynnän myöntäneelle hallintoviranomaiselle luovutetuista tyyppihyväksyntäasiakirjoista, jotka ovat pyynnöstä saatavissa.

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

## Lisäys

**EY-tyyppihyväksyntätodistuksen N:o ..., ajoneuvon/erillisen teknisen yksikön/osan<sup>(1)</sup> tyyppihyväksynnästä**

- 1 **Lyhyt kuvaus**
- 1.1 Täytettävät yksityiskohtaiset tiedot ajoneuvon, johon on asennettu moottori, tyyppihyväksyntää varten:  
.....
- 1.1.1 Moottorin merkki (yrityksen nimi): .....
- 1.1.2 Tyyppi ja kaupallinen kuvaus (mainitaan kaikki vaihtoehdot): .....
- 1.1.3 Valmistajan koodi sellaisena kuin se on merkittynä moottoriin: .....
- 1.1.4 Ajoneuvoluokka (tarvittaessa): .....
- 1.1.5 Moottoriluokka: diesel/maakaasukäyttöinen/nestekaasukäyttöinen<sup>(1)</sup>: .....
- 1.1.6 Valmistajan nimi ja osoite: .....
- 1.1.7 Valmistajan valtuutetun edustajan (jos sellainen on) nimi ja osoite: .....
- 1.2 Jos edellä 1.1. kohdassa tarkoitettu moottori on tyyppihyväksytty erillisenä teknisenä yksikkönä:
- 1.2.1 Moottorin/moottoriperheen tyyppihyväksyntänumero<sup>(1)</sup>: .....
- 1.3 Täytettävät yksityiskohtaiset tiedot moottorin/moottoriperheen<sup>(1)</sup> tyyppihyväksyntää varten erillisenä teknisenä yksikkönä (noudatettavat ehdot moottoria ajoneuvon asennettaessa): .....
- 1.3.1 Suurin ja/tai pienin alipaine imusarjassa: ..... kPa
- 1.3.2 Suurin sallittu pakoputkiston vastapaine: ..... kPa
- 1.3.3 Pakojärjestelmän tilavuus: ..... cm<sup>3</sup>
- 1.3.4 Moottorin käyttöön tarvittavien apulaitteiden käyttöteho:
- 1.3.4.1 Joutokäynti: ..... kW Alhainen kierrosnopeus: ..... kW Suuri kierrosnopeus: ..... kW  
Nopeus A: ..... kW Nopeus B: ..... kW Nopeus C: ..... kW Vertailunopeus: ..... kW
- 1.3.5 Käyttörajoitukset (jos sellaisia on): .....
- 1.4 Moottorin/kantamoottorin<sup>(1)</sup> päästötasot:
- 1.4.1 ESC-testi (tarvittaessa):  
CO: ..... g/kWh  
THC: ..... g/kWh  
NO<sub>x</sub>: ..... g/kWh  
PT: ..... g/kWh
- 1.4.2 ELR-testi (tarvittaessa):  
Savuarvo: ..... m<sup>-1</sup>
- 1.4.3 ETC-testi (tarvittaessa):  
CO: ..... g/kWh  
THC: ..... g/kWh<sup>(1)</sup>  
NMHC: ..... g/kWh<sup>(1)</sup>  
CH<sub>4</sub>: ..... g/kWh<sup>(1)</sup>  
NO<sub>x</sub>: ..... g/kWh<sup>(1)</sup>  
PT: ..... g/kWh<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Tarpeeton yliviivataan.

## LIITE VII

## ESIMERKKEJÄ LASKUTOIMITUKSISTA

1 ESC-TESTI

## 1.1 Kaasupäästöt

Yksittäisen moodin tulosten laskemiseen tarvittavat tiedot esitetään jäljempänä. Tässä esimerkissä CO ja NO<sub>x</sub> on mitattu kuivana, HC kosteana. HC-konsentraatio on ilmoitettu propanivastaavuutena (C3), ja C1-vastaavuus saadaan kertomalla se kolmella. Laskutoimitus suoritetaan samoin muissa moodeissa.

P (kW)	T <sub>a</sub> (K)	H <sub>a</sub> (g/kg)	G <sub>EXH</sub> (kg)	G <sub>AIRW</sub> (kg)	G <sub>FUEL</sub> (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Kuivan/kostean korjaustekijän K<sub>w,r</sub> laskeminen (liite III, lisäys 1, 4.2 kohta):

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{18,09}{545,29}\right)} = 1,9058 \quad \text{ja} \quad K_{w2} = \frac{1,608 * 7,81}{1\,000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{w,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06}\right) - 0,0124 = 0,9239$$

Kostean konsentraation laskeminen:

$$CO = 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

NO<sub>x</sub>:n kosteuskorjaustekijän K<sub>H,D</sub> laskeminen (liite III, lisäys 1, 4.3 kohta):

$$A = 0,309 * 18,09 / 541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 * 18,09 / 541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 * (7,81 - 10,71) + 0,0026 * (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Päästöjen massavirtausten laskeminen (liite III, lisäys 1, 4.4 kohta)

$$NO_x = 0,001587 * 457 * 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0,000479 * 6,3 * 3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

Spesifisten päästöjen laskeminen (liite III, lisäys 1, 4.5 kohta):

Seuraavan esimerkinomaisen laskutoimituksen avulla lasketaan CO-arvot; muiden komponenttien laskutoimitukset ovat samanlaisia.

Yksittäisten moodien päästöjen massavirtaukset kerrotaan vastaavilla painotuskertoimilla liitteen III lisäyksessä 1 olevan 2.7.1 kohdan mukaisesti ja ne lasketaan yhteen syklin keskimääräisen päästöjen massavirtauksen laskemiseksi:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) + (15,0 * 0,05) \\ &\quad + (19,7 * 0,05) + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) + (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) \\ &\quad + (27,3 * 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

Yksittäisten moodien moottorin teho kerrotaan vastaavilla painotuskertoimilla liitteen III lisäyksessä 1 olevan 2.7.1 kohdan mukaisesti ja ne lasketaan yhteen syklin keskimääräisen tehon laskemiseksi:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ &\quad + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) \\ &\quad + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Satunnaisen pisteen  $\text{NO}_x$ -päästön laskeminen (liite III, lisäys 1, 4.6.1 kohta)

Oletetaan, että satunnaisessa pisteessä on määritetty seuraavat arvot:

$$\begin{aligned} n_Z &= 1\,600 \text{ min}^{-1} \\ M_Z &= 495 \text{ Nm} \\ \text{NO}_{x \text{ mass},Z} &= 487,9 \text{ g/h (edellisten kaavojen mukaan laskettuna)} \\ P(n)_Z &= 83 \text{ kW} \\ \text{NO}_{x,Z} &= 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

Päästöarvon laskeminen testisyklistä (liite III, lisäys 1, 4.6.2 kohta)

Oletetaan, että neljän ympäröivän ESC-testin moodin arvot ovat seuraavat:

$n_{RT}$	$n_{SU}$	$E_R$	$E_S$	$E_T$	$E_U$	$M_R$	$M_S$	$M_T$	$M_U$
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) * (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

$\text{NO}_x$ -päästöarvojen vertaileminen (liite III, lisäys 1, 4.6.3 kohta):

$$\text{NO}_{x \text{ diff}} = 100 * (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

## 1.2

### Hiukkaspäästöt

Hiukkasten mittaus perustuu hiukkasten keräämiseen koko syklin ajalta, mutta näytteen ja virtauksen arvot ( $M_{SAM}$  ja  $G_{EDF}$ ) määritetään yksittäisten moodien aikana.  $G_{EDF}$ :n laskeminen riippuu käytettävästä järjestelmästä. Seuraavissa esimerkeissä käytetään järjestelmää, jossa on  $\text{CO}_2$ -mittaus ja hiilitasapainomenetelmä, sekä järjestelmää, jossa käytetään virtauksen mittausta. Täysvirtauslaimennusjärjestelmää käytettäessä  $G_{EDF}$  mitataan suoraan CVS-laitteiston avulla.

$G_{EDF}$ :n laskeminen (liite III, lisäys 1, 5.2.3 ja 5.2.4 kohta)

Oletetaan, että moodista 4 on saatu seuraavat mittaustiedot. Laskutoimitus suoritetaan samoin muissa moodeissa.

$G_{EXH}$ (kg/h)	$G_{FUEL}$ (kg/h)	$G_{DILW}$ (kg/h)	$G_{TOTW}$ (kg/h)	$\text{CO}_{2D}$ (%)	$\text{CO}_{2A}$ (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) hiilitasapainomenetelmä

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 * 10,76}{0,657 - 0,040} = 3\ 601,2 \text{ kg/h}$$

b) virtauksen mittaus -menetelmä

$$q = \frac{6,0}{(6,0 - 5,4435)} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 * 10,78 = 3\ 600,7 \text{ kg/h}$$

Massavirtauksen laskeminen (liite III, lisäys 1, 5.4 kohta)

Yksittäisten moodien  $G_{EDFW}$ -virtaukset kerrotaan vastaavilla painotuskertoimilla liitteen III lisäyksessä 1 olevan 2.7.1 kohdan mukaisesti ja ne lasketaan yhteen syklin keskimääräisen  $G_{EDFW}$ :n laskemiseksi. Näytteen kokonaismäärä  $M_{SAM}$  lasketaan yhteen yksittäisten moodien näytteiden määristä.

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3\ 567 * 0,15) + (3\ 592 * 0,08) + (3\ 611 * 0,10) + (3\ 600 * 0,10) + (3\ 618 * 0,05) \\ &\quad + (3\ 600 * 0,05) + (3\ 640 * 0,05) + (3\ 614 * 0,09) + (3\ 620 * 0,10) + (3\ 601 * 0,08) \\ &\quad + (3\ 639 * 0,05) + (3\ 582 * 0,05) + (3\ 635 * 0,05) \\ &= 3\ 604,6 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 \\ &\quad + 0,076 + 0,075 \\ &= 1,515 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jos suodattimissa olevien hiukkasten massa on 2,5 mg, saadaan seuraava tulos:

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Taustakorjaus (valinnainen)

Oletetaan, että on tehty yksi taustamittaus, josta on saatu seuraavat arvot. Laimennuskertoimen DF laskutoimitus suoritetaan tämän liitteen 3.1 kohdassa kuvatulla tavalla, eikä sitä esitetä tässä.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} DF:n \text{ summa} &= [(1-1/119,15) * 0,15] + [(1-1/8,89) * 0,08] + [(1-1/14,75) * 0,10] + [(1-1/10,10) \\ &\quad * 0,10] + [(1-1/18,02) * 0,05] + [(1-1/12,33) * 0,05] + [(1-1/32,18) * 0,05] \\ &\quad + [(1-1/6,94) * 0,09] + [(1-1/25,19) * 0,10] + [(1-1/6,12) * 0,08] + [(1-1/20,87) \\ &\quad * 0,05] + [(1-1/8,77) * 0,05] + [(1-1/12,59) * 0,05] \\ &= 0,923 \end{aligned}$$

$$PT_{mass} = \frac{2,5}{1,515} - \left( \frac{0,1}{1,5} * 0,923 \right) * \frac{3\ 604,6}{1\ 000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Spesifist päästöjen laskeminen (liite III, lisäys 1, 5.5 kohta):

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ &\quad + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) + (87,4 * 0,05) \\ &\quad + (57,9 * 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

$$\text{jos taustakorjattu } \overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh}$$

Spesifisen painotuskertoimen laskeminen (liite III, lisäys 1, 5.6 kohta):

Oletetaan edellä moodille 4 lasketut arvot, jolloin:

$$WF_{E,i} = \frac{0,152 * 3\ 604,6}{1,515 * 3\ 600,7} = 0,1004$$

Kyseinen arvo on vaadittavan arvon  $0,10 \pm 0,003$  mukainen.

## 2 ELR-TESTI

Koska Bessel-suodatus on aivan uusi keskiarvonmäärittämenetelmä eurooppalaisessa pakokaasulainsäädännössä, alla selitetään Bessel-suodatin, esitetään esimerkki Besselin algoritmista sekä esimerkki lopullisten savuarvojen laskemisesta. Besselin algoritmin vakiot riippuvat ainoastaan opasimetrin mallista ja tietojenhankintalaitteiston näytteenottotaajuudesta. On suositeltavaa, että opasimetrin valmistaja ilmoittaa lopulliset Besselin suodatinvakiot eri näytteenottotaajuuksille ja että asiakas käyttää näitä vakioita Besselin algoritmin muodostamiseen ja savuarvojen laskemiseen.

### 2.1 Yleisiä tietoja Bessel-suodattimesta

Käsittelemättömässä opasiteettisignaaliassa on yleensä erittäin hajanaisia arvoja suurtaajuisten vaihtelujen vuoksi. ELR-testissä nämä suurtaajuiset vaihtelut poistetaan Bessel-suodattimen avulla. Bessel-suodatin on rekursiivinen toisen kertaluvun alipäästösuodatin, joka mahdollistaa signaalin nopeimman nousun ilman ylitystä.

Jos oletetaan, että pakoputkessa on reaaliaikainen raakapakokaasuvirta, kaikki opasimetrit näyttävät viivästyneen ja eri tavoin mitatun opasiteettijäljen. Mitatun opasiteettijäljen viive ja suuruus riippuvat pääasiassa opasimetrin mittauskammion, myös pakokaasun näytteenottolinjojen, geometriasta ja ajasta, joka opasimetrin elektroniikalta kuluu signaalin käsittelemiseen. Näitä kahta vaikutusta kuvaavia arvoja kutsutaan fyysiseksi ja sähköiseksi vasteajaksi, jotka vastaavat kunkin opasimetrityyppin yhtä suodatinta.

Bessel-suodattimen käyttämisen tarkoituksena on taata koko opasimetrijärjestelmässä samanlaiset suodatinnominaisuudet, jotka koostuvat seuraavista:

- opasimetrin fyysinen vasteaika ( $t_p$ ),
- opasimetrin sähköinen vasteaika ( $t_e$ ),
- käytettävän Bessel-suodattimen suodatinvasteaika ( $t_f$ ).

Tulokseksi saatava järjestelmän kokonaisvasteaika  $t_{Aver}$  saadaan seuraavasti:

$$t_{Aver} = \sqrt{t_f^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

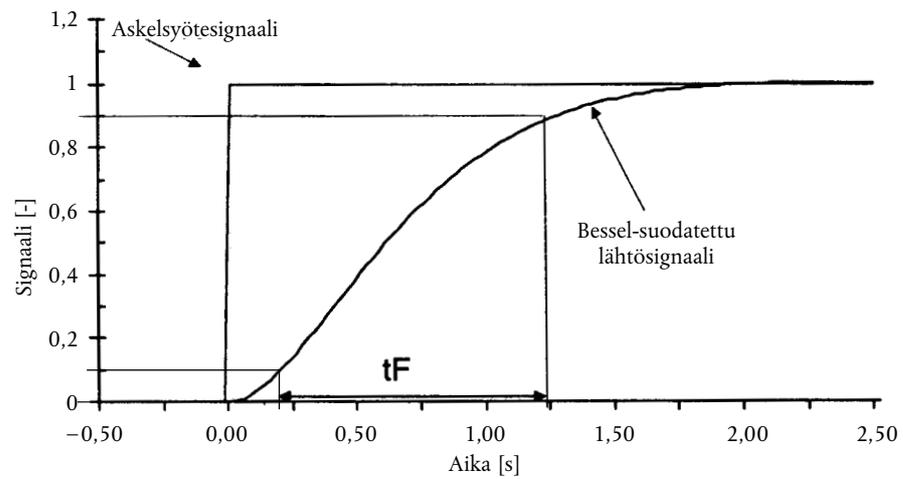
ja kaikenlaisien opasimetrien kokonaisvasteajan on oltava yhtä suuri saman savuarvon tuottamiseksi. Tämän vuoksi Bessel-suodatin on muodostettava siten, että suodattimen vasteajan ( $t_f$ ) on yhdessä yksittäisen opasimetrin fyysisen ( $t_p$ ) ja sähköisen ( $t_e$ ) vasteajan kanssa tuotettava kokonaisvasteaika ( $t_{Aver}$ ). Koska  $t_p$  ja  $t_e$  ovat yksittäisten opasimetrien kiinteitä arvoja, ja tässä direktiivissä  $t_{Aver}$  on 1,0 sekuntia,  $t_f$  voidaan laskea seuraavasti:

$$t_f = \sqrt{t_{Aver}^2 - t_p^2 - t_e^2}$$

Määrittäksen mukaisesti suodattimen vasteaika  $t_f$  on suodatetun lähtösignaalin 10 ja 90 prosentin välinen nousuaika askelsyötesignaaliilla. Tämän vuoksi Bessel-suodattimen leikkaustaajuus on iteroitava siten, että Bessel-suodattimen vasteaika sopii vaadittavaan nousuaikaan.

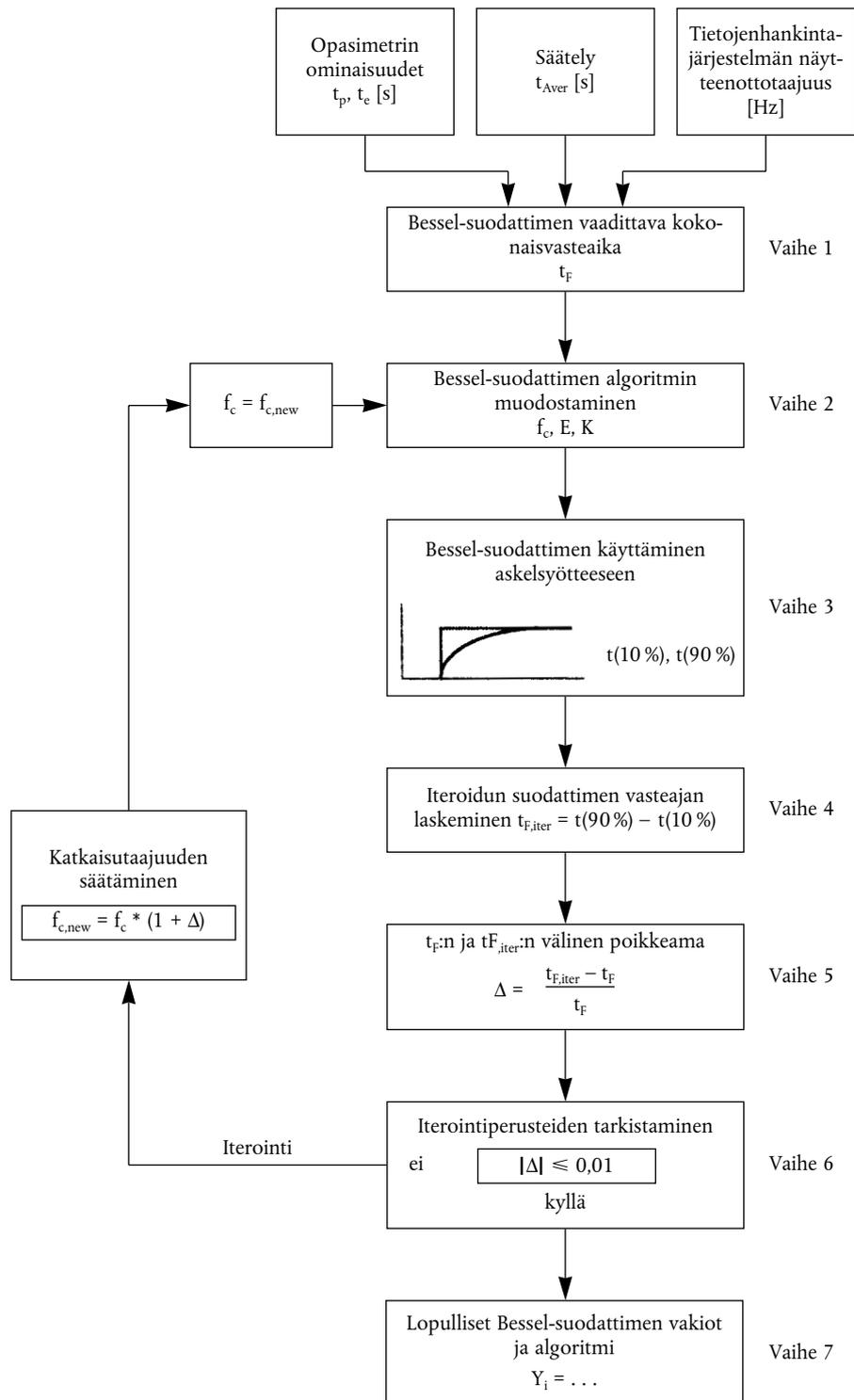
Kuva a

## Askelsyötesignaalin jälki ja suodatettu lähtösignaali



Kuvassa a esitetään askelsyötesignaalin jälki, Bessel-suodatettu lähtösignaali ja Bessel-suodattimen vaste-aika ( $t_F$ ).

Bessel-suodattimen lopullisen algoritmin muodostaminen on monivaiheinen prosessi, joka vaatii useita iteroituvaiheita. Iterointimenettelyn kaavio esitetään jäljempänä.



## 2.2 Besselin algoritmin laskeminen

Tässä esimerkissä Besselin algoritmi muodostetaan useissa vaiheissa edellä olevan liitteen III lisäyksessä 1 olevaan 6.1 kohtaan perustuvan iterointimenettelyn mukaisesti.

Opasimetrin ja tietojenkantalaiteiston ominaisuuksien oletetaan olevan seuraavat:

- fyysinen vasteaika  $t_p$  0,15 s
- sähköinen vasteaika  $t_c$  0,05 s
- kokonaisvasteaika  $t_{Aver}$  1,00 s (tämän direktiivin määräyksen mukaisesti)
- näytteenottotaajuus 150 Hz

*Vaihe 1 Bessel-suodattimen tarvittava vasteaika  $t_F$ :*

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987421 \text{ s}$$

*Vaihe 2 Katkaisutaajuuden arvioiminen ja Besselin vakioiden E ja K laskeminen ensimmäistä iterointia varten:*

$$f_c = 3,1415 / (10 * 0,987421) = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1 / 150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] = 150,076644$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3} * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2} = 7,07948 \text{ E} - 5$$

$$K = 2 * 7,07948 \text{ E} - 5 * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

Tästä saadaan Besselin algoritmi:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 \text{ E} - 5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,970783 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

jossa  $S_i$  vastaa askelsyötesignaalin arvoja (joko "0" tai "1") ja  $Y_i$  lähtösignaalin suodatettuja arvoja.

*Vaihe 3 Bessel-suodattimen käyttäminen askelsyötteeseen:*

Bessel-suodattimen vasteaika  $t_F$  määritetään suodatetun lähtösignaalin 10 ja 90 prosentin väliseksi nousuajaksi askelsyötesignaalin. Lähtösignaalin aikojen 10% ( $t_{10}$ ) ja 90% ( $t_{90}$ ) määrittämiseksi askelsyötteeseen on käytettävä Bessel-suodatinta yllä mainittujen arvojen  $f_c$ , E ja K avulla.

Taulukossa B esitetään indeksiluvut, aika ja askelsyötesignaalin arvot sekä tulokseksi saatavat suodatetun lähtösignaalin arvot ensimmäistä ja toista iterointia varten.  $t_{10}$ :n ja  $t_{90}$ :n viereiset pisteet on merkitty lihavoituin numeroin.

Taulukon B ensimmäisessä iteroinnissa 10 prosentin arvo esiintyy indeksilukujen 30 ja 31 välissä ja 90 prosentin arvo esiintyy indeksilukujen 191 ja 192 välissä.  $t_{F,iter}$ -arvon laskemista varten  $t_{10}$ :n ja  $t_{90}$ :n tarkat arvot määritetään viereisten mittauspisteiden välisen lineaarisen interpoloinnin avulla seuraavasti:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{t_{lower}}) / (out_{upper} - out_{t_{lower}})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{t_{lower}}) / (out_{upper} - out_{t_{lower}})$$

jossa  $out_{upper}$  ja  $out_{t_{lower}}$  ovat vastaavasti Bessel-suodatetun lähtösignaalin viereiset pisteet ja jossa  $t_{lower}$  on viereisen aikapisteen aika taulukossa B esitetyn mukaisesti.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

*Vaihe 4 Ensimmäisen iterointikierröksen suodattimen vasteaika*

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

Vaihe 5 Vaaditun ja saadun suodattimen vasteajan ero ensimmäisellä iterointikierröksellä

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421)/0,987421 = 0,081641$$

Vaihe 6 Iterointiperusteiden tarkistaminen

$|\Delta| \leq 0,01$  vaaditaan. Koska  $0,081641 > 0,01$ , iterointiperuste ei täyty ja toinen iterointikierrös on aloitettava. Tällä iterointikierröksellä lasketaan uusi katkaisutaajuus  $f_{c,n}$  ja  $\Delta$ :n avulla seuraavasti:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Tätä uutta katkaisutaajuutta käytetään toisella iterointikierröksellä alkaen jälleen vaiheesta 2. Iterointi on toistettava, kunnes iterointiperusteet täyttyvät. Taulukossa A esitetään ensimmäisen ja toisen iterointikierröksen tulokset.

Taulukko A

**Ensimmäisen ja toisen iteroinnin arvot**

Muuttuja		1. iterointi	2. iterointi
$f_c$	(Hz)	0,318152	0,344126
E	(-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K	(-)	0,970783	0,968410
$t_{10}$	(s)	0,200945	0,185523
$t_{90}$	(s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter}$	(s)	1,075202	0,994039
$\Delta$	(-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$	(Hz)	0,344126	0,346417

Vaihe 7 Lopullinen Besselin algoritmi:

Kun iterointiperusteet on saavutettu, lopulliset Bessel-suodattimen vakiot ja lopullinen Besselin algoritmi lasketaan vaiheen 2 mukaisesti. Tässä esimerkissä iterointiperusteet on saavutettu toisen iteroinnin jälkeen ( $\Delta = 0,006657 \leq 0,01$ ). Tämän jälkeen käytetään lopullista algoritmia keskimääräisten savuarvojen määrittämiseen (ks. seuraava 3.3 kohta).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \text{ E-5} * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Taulukko B

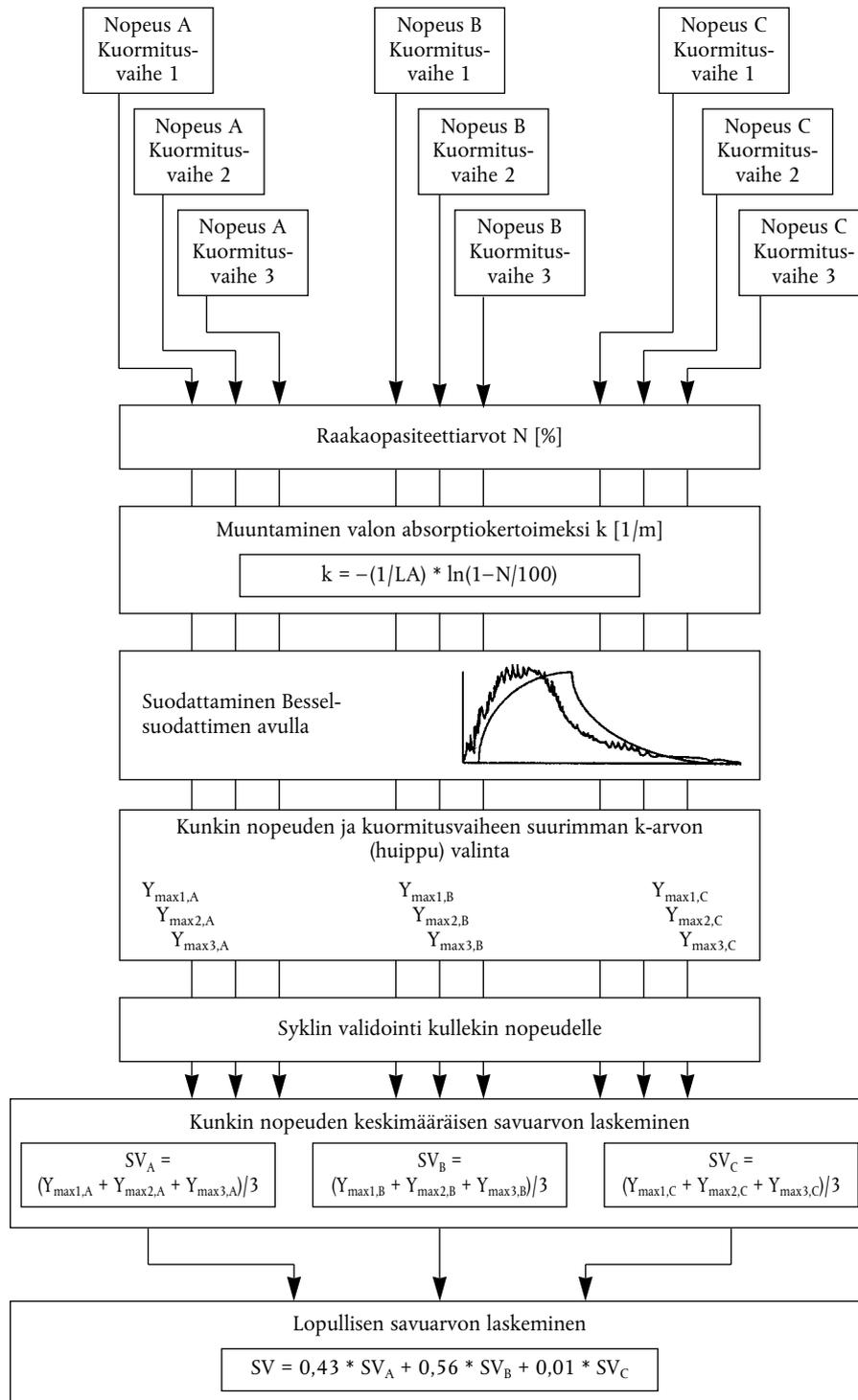
## Askelsyötesignaalin ja Bessel-suodatetun lähtösignaalin arvot ensimmäisellä ja toisella iterointikierröksellä

Indeksi i	Aika	Askelsyötesignaali $S_i$	Suodatettu lähtösignaali $Y_i$	
			[-]	
[-]	[s]	[-]	1. iterointi	2. iterointi
-2	-0,013333	0	0,000000	0,000000
-1	-0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
~	~	~	~	~
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	<b>0,095056</b>
28	0,186667	1	0,088331	<b>0,101024</b>
29	0,193333	1	0,093719	0,107102
30	0,200000	1	<b>0,099208</b>	0,113286
31	0,206667	1	<b>0,104794</b>	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
~	~	~	~	~
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	<b>0,897941</b>
177	1,180000	1	0,867484	<b>0,900145</b>
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	<b>0,899147</b>	0,927414
192	1,280000	1	<b>0,901168</b>	0,929121
193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067
~	~	~	~	~

## 2.3

**Savuarvojen laskeminen**

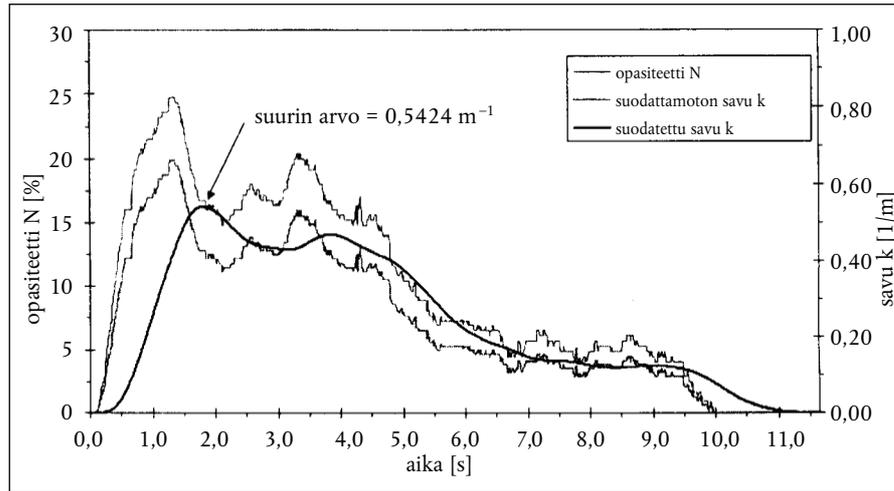
Seuraavassa kaaviossa esitetään yleinen menettelytapa lopullisen savuarvon määrittämiseksi.



Kuvassa b esitetään ELR-testin ensimmäisessä kuormitusvaiheessa mitatun raakaopasiteettisignaalin ja sekä suodatetun että suodattamattoman valon absorptiokertoimen (k-arvo) jäljet. Suodatetun k-jäljen suurin arvo  $Y_{\max 1, A}$  on osoitettu. Taulukko C sisältää vastaavasti indeksin i, ajan (näytteenottotajuuus 150 Hz), raakaopasiteetin sekä suodattamattoman ja suodatetun k-arvon numeeriset arvot. Suodatus on tehty tämän liitteen 2.2 osassa muodostetun Besselin algoritmin vakioiden avulla. Suuren tietomäärän vuoksi taulukoissa on esitetty ainoastaan savujäljen alun ja suurimman arvon alueet.

Kuva b

Mitatun opasiteetin N, suodattamattoman savun k ja suodatetun savun k jäljet



Suurin arvo ( $i = 272$ ) lasketaan seuraavien taulukon C oletettujen tietojen avulla. Kaikki muut yksittäiset savuarvot lasketaan samalla tavoin. Algoritmin aluksi  $S_{-1}$ ,  $S_{-2}$ ,  $Y_{-1}$  ja  $Y_{-2}$ -arvot asetetaan nollassi.

$L_A$ (m)	0,430
Indeksi i	272
N (%)	16,783
$S_{271}$ ( $m^{-1}$ )	0,427392
$S_{270}$ ( $m^{-1}$ )	0,427532
$Y_{271}$ ( $m^{-1}$ )	0,542383
$Y_{270}$ ( $m^{-1}$ )	0,542337

K-arvon laskeminen (liite III, lisäys 1, 6.3.1 kohta):

$$k = -\frac{1}{0,430} * \ln\left(1 - \frac{16,783}{100}\right) = 0,427252 \text{ m}^{-1}$$

Tämä arvo vastaa seuraavan yhtälön arvoa  $S_{272}$ .

Savun Bessel-keskiarvon laskeminen (liite III, lisäys 1, 6.3.2 kohta):

Seuraavassa yhtälössä käytetään edellisen 2.2 kohdan Besselin vakioita. Edellä lasketun mukaisesti todellinen suodattamaton k-arvo vastaa arvoa  $S_{272}$  ( $S_i$ ).  $S_{271}$  ( $S_{i-1}$ ) ja  $S_{270}$  ( $S_{i-2}$ ) ovat kaksi edellistä suodattamattomaa k-arvoa,  $Y_{271}$  ( $Y_{i-1}$ ) ja  $Y_{270}$  ( $Y_{i-2}$ ) ovat kaksi edellistä suodatettua k-arvoa.

$$\begin{aligned}
 Y_{272} &= 0,542383 + 8,272777 \text{ E-5} * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427532 - 4 * 0,542337) \\
 &\quad + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) \\
 &= 0,542389 \text{ m}^{-1}
 \end{aligned}$$

Tämä arvo vastaa seuraavan yhtälön arvoa  $Y_{\max 1,A}$ .

Lopullisen savuarvon laskeminen (liite III, lisäys 1, 6.3.3 kohta):

Kustakin savujäljestä otetaan suurin suodatettu k-arvo lisälaskutoimituksia varten. Oletetaan seuraavat arvot:

Nopeus	$Y_{\max} \text{ (m}^{-1}\text{)}$		
	Sykli 1	Sykli 2	Sykli 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 \text{ m}^{-1}$$

$$SV = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

Syklin kelpoisuus (liite III, lisäys 1, 3.4 kohta)

Ennen savuarvon SV laskemista on todettava syklin kelpoisuus laskemalla kolmen syklin savun suhteelliset vakiopoikkeamat kullekin nopeudelle.

Nopeus	Keskimääräinen savuarvo SV ( $\text{m}^{-1}$ )	Absoluuttinen vakiopoikkeama ( $\text{m}^{-1}$ )	Suhteellinen vakiopoikkeama (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

Tässä esimerkissä 15 prosentin kelpoisuusperuste täyttyy kaikille nopeuksille.

Taulukko C

## Opasiteetin N arvot, suodattamaton ja suodatettu k-arvo kuormitusvaiheen alussa

Indeksi i [-]	Aika [s]	Opasiteetti N [%]	Suodattamaton k-arvo [m <sup>-1</sup> ]	Suodatettu k-arvo [m <sup>-1</sup> ]
-2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
-1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036
20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587
~	~	~	~	~

## Taulukko C jatkoa

Opasiteetin N arvot, suodattamaton ja suodatettu k-arvo arvon  $Y_{\max 1,A}$  läheisyydessä. ( $\equiv$  suurin arvo lihavoitu)

Indeksi i [-]	Aika [s]	Opasiteetti N [%]	Suodattamaton k-arvo [m <sup>-1</sup> ]	Suodatettu k-arvo [m <sup>-1</sup> ]
~	~	~	~	~
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	<b>0,542389</b>
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418
280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704
~	~	~	~	~

## 3 ETC-TESTI

## 3.1 Kaasupäästöt (dieselmoottori)

Oletetaan seuraavat PDP-CVS-järjestelmän testitulokset:

$V_0$ (m <sup>3</sup> /kierr)	0,1776
$N_p$ (kierr)	23 073
$p_B$ (kPa)	98,0
$p_1$ (kPa)	2,3
$T$ (K)	322,5
$H_a$ (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conc}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
$CO_{conce}$ (ppm)	38,9
$CO_{concd}$ (ppm)	1,0
$HC_{conce}$ (ppm)	9,00
$HC_{concd}$ (ppm)	3,02
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
$W_{act}$ (kWh)	62,72

Laimennetun pakokaasun virtauksen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.1 kohta):

$$M_{TOTW} = 1,293 * 0,1776 * 23\ 073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) \\ = 4\ 237,2\ \text{kg}$$

$NO_x$ -korjauskertoimen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.2 kohta):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Taustakorjattujen konsentraatioiden laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.3.1.1 kohta):

Oletetaan, että dieselpolttoaineen koostumus on  $C_1H_{1,8}$

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (1,8/2) + [3,76 * (1 + (1,8/4))]} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{x\ conc} = 53,7 - 0,4 * (1 - (1/18,69)) = 53,3\ \text{ppm}$$

$$CO_{conc} = 38,9 - 1,0 * (1 - (1/18,69)) = 37,9\ \text{ppm}$$

$$HC_{conc} = 9,00 - 3,02 * (1 - (1/18,69)) = 6,14\ \text{ppm}$$

Päästöjen massavirran laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.3.1 kohta):

$$NO_{x\ mass} = 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4\ 237,2 = 372,391\ \text{g}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * 37,9 * 4\ 237,2 = 155,129\ \text{g}$$

$$HC_{mass} = 0,000479 * 6,14 * 4\ 237,2 = 12,462\ \text{g}$$

Spesifisten päästöjen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.4 kohta):

$$\overline{NO_x} = 372,391/62,72 = 5,94\ \text{g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 155,129/62,72 = 2,47\ \text{g/kWh}$$

$$\overline{HC} = 12,462/62,72 = 0,199\ \text{g/kWh}$$

3.2 **Hiukkaspäästöt (dieselmoottori)**

Oletetaan seuraavat testitulokset kaksoislaimennusta käyttävässä PDP-CVS-järjestelmässä:

$M_{TOTW}$ (kg)	4 237,2
$M_{f,p}$ (mg)	3,030
$M_{f,b}$ (mg)	0,044
$M_{TOT}$ (kg)	2,159
$M_{SEC}$ (kg)	0,909
$M_d$ (mg)	0,341
$M_{DIL}$ (kg)	1,245
DF	18,69
$W_{act}$ (kWh)	62,72

Päästön massan laskeminen (liite III, lisäys 2, 5.1 kohta):

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} * \frac{4\ 237,2}{1\ 000} = 10,42 \text{ g}$$

Taustakorjatun päästön massan laskeminen (liite III, lisäys 2, 5.1 kohta):

$$PT_{mass} = \left[ \frac{3,074}{1,250} - \left( \frac{0,341}{1,245} * \left( 1 - \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] * \frac{4\ 237,2}{1\ 000} = 9,32 \text{ g}$$

Spesifisen päästön laskeminen (liite III, lisäys 2, 5.2 kohta):

$$\overline{PT} = 10,42/62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{PT} = 9,32/62,72 = 0,149 \text{ g/kWh, jos taustakorjattu}$$

3.3 **Kaasupäästöt [paineistettua maakaasua (CNG) käyttävä moottori]**

Oletetaan seuraavat testitulokset kaksoislaimennusta käyttävässä PDP-CVS-järjestelmässä:

$M_{TOTW}$ (kg)	4 237,2
$H_a$ (g/kg)	12,8
$NO_x\ conce$ (ppm)	17,2
$NO_x\ concd$ (ppm)	0,4
$CO_{conce}$ (ppm)	44,3
$CO_{concd}$ (ppm)	1,0
$HC_{conce}$ (ppm)	27,0
$HC_{concd}$ (ppm)	3,02
$CH_4\ conce$ (ppm)	18,0
$CH_4\ concd$ (ppm)	1,7
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
$W_{act}$ (kWh)	62,72

$NO_x$ -korjauskertoimen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.2 kohta):

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

NMHC-konsentraation laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.3.1 kohta):

a) GC-menetelmä

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) NMC-menetelmä

Oletetaan, että metaanitehokkuusarvo on 0,04 ja etaanitehokkuusarvo 0,98 (ks. liitteen III lisäyksessä 5 oleva 1.8.4 kohta):

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = \frac{27,0 * (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Taustakorjattujen konsentraatioiden laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.3.1.1 kohta):

Jos käytetään G20-vertailupolttoainetta (100-prosenttista metaania), jonka koostumus on  $\text{C}_1\text{H}_4$ :

$$F_S = 100 * \frac{1}{1 + (4/2) + [3,76 * (1 + (4/4))]} = 9,5$$

$$DF = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) * 10^{-4}} = 13,01$$

NMHC:n taustakonsentraatio on  $\text{HC}_{\text{concd:n}}$  ja  $\text{CH}_4_{\text{concd:n}}$  välinen ero.

$$\text{NO}_{x \text{ conc}} = 17,2 - 0,4 * (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 * (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 * (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$\text{CH}_4_{\text{conc}} = 18,0 - 1,7 * (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Päästöjen massavirtauksen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.3.1 kohta):

$$\text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * 16,8 * 1,074 * 4 237,2 = 121,330 \text{ g}$$

$$\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * 43,4 * 4 237,2 = 177,642 \text{ g}$$

$$\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000502 * 7,2 * 4 237,2 = 15,315 \text{ g}$$

$$\text{CH}_4_{\text{mass}} = 0,000554 * 16,4 * 4 237,2 = 38,498 \text{ g}$$

Spesifisten päästöjen laskeminen (liite III, lisäys 2, 4.4 kohta):

$$\overline{\text{NO}_x} = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CO}} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4  $\lambda$ -MUUTOSKERROIN ( $S_\lambda$ )

4.1  **$\lambda$ -muutoskerroimen ( $S_\lambda$ )<sup>(1)</sup> laskeminen**

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerti \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}}$$

jossa:

$S_\lambda$  =  $\lambda$ -muutoskerroin,

inerti % = inerttien kaasujen (eli  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , He jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

$\text{O}_2^*$  = alkuperäisen hapen määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

(<sup>1</sup>) Auton moottoreiden polttoaineiden stoikiometriset ilman ja polttoaineen väliset suhteet — SAE J1829, kesäkuu 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, kappale 3.4 "Combustion stoichiometry" (sivut 68–72)."

n ja m viittaavat polttoaineen hiilivetyjä edustavaan keskimääräiseen  $C_nH_m$ -arvoon, eli:

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + 3 \times \left[ \frac{C_3\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_4\%}{100} \right] + 5 \times \left[ \frac{C_5\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{C_3H_8\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}}$$

jossa:

$CH_4$  = metaanin määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

$C_2$  = kaikkien  $C_2$ -hiilivetyjen (eli  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ , jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

$C_3$  = kaikkien  $C_3$ -hiilivetyjen (eli  $C_3H_8$ ,  $C_3H_6$ , jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

$C_4$  = kaikkien  $C_4$ -hiilivetyjen (eli  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ , jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

$C_5$  = kaikkien  $C_5$ -hiilivetyjen (eli  $C_5H_{12}$ ,  $C_5H_{10}$ , jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina,

laimennus = laimennuskaasujen (eli  $O_2^*$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , He, jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina.

#### 4.2

##### Esimerkkejä $\lambda$ -muutoskertoimen $S_\lambda$ laskemisesta:

Esimerkki 1: G25:  $CH_4 = 86\%$ ,  $N_2 = 14\%$  (tilavuusprosentteina)

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerti \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Esimerkki 2: Gxy:  $CH_4 = 87\%$ ,  $C_2H_6 = 13\%$  (tilavuusprosentteina)

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{CH_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inerti \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Esimerkki 3: USA:  $\text{CH}_4 = 89\%$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,5\%$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,3\%$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14} = 0,2\%$ ,  $\text{O}_2 = 0,6\%$ ,  $\text{N}_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left[ \frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[ \frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,6 + 4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[ \frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[ \frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[ \frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[ \frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{laimennus \%}}{100}}$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inertti \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$


---