

## II

(Muut kuin lainsäätämismenettelyssä hyväksyttävät säädökset)

## ASETUKSET

## KOMISSION DELEGOITU ASETUS (EU) 2017/654,

annettu 19 päivänä joulukuuta 2016,

**Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 täydentämisestä siltä osin kuin kyse on liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottorien päästörajoja ja tyyppihyväksyntää koskevista teknisistä ja yleisistä vaatimuksista**

EUROOPAN KOMISSIO, joka

ottaa huomioon Euroopan unionin toiminnasta tehdyn sopimuksen,

ottaa huomioon liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottoreiden kaasu- ja hiukkaspäästöjen raja-arvoihin ja tyyppihyväksyntään liittyvistä vaatimuksista, asetusten (EU) N:o 1024/2012 ja (EU) N:o 167/2013 muuttamisesta ja direktiivin 97/68/EY muuttamisesta ja kumoamisesta 14 päivänä syyskuuta 2016 annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 <sup>(1)</sup> ja erityisesti sen 24 artiklan 11 kohdan, 25 artiklan 4 kohdan a, b ja c alakohdan, 26 artiklan 6 kohdan, 34 artiklan 9 kohdan, 42 artiklan 4 kohdan, 43 artiklan 5 kohdan ja 48 artiklan,

sekä katsoo seuraavaa:

- (1) Asetuksella (EU) 2016/1628 vahvistettujen puitteiden täydentämiseksi on tarpeen vahvistaa päästörajoihin liittyvät tekniset ja yleiset vaatimukset ja testausmenetelmät, liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottorien päästörajoihin sovellettavat EU-tyyppihyväksyntämenettelyt, tuotannon vaatimustenmukaisuuteen liittyvät järjestelyt sekä näihin moottoreihin liittyvät tutkimuslaitoksia koskevat vaatimukset ja menettelyt.
- (2) Unioni on neuvoston päätöksellä 97/836/EY <sup>(2)</sup> liittynyt Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sopimukseen pyörillä varustettuihin ajoneuvoihin ja niihin asennettaviin tai niissä käytettäviin varusteisiin ja osiin sovellettavien yhdenmukaisten teknisten vaatimusten hyväksymisestä sekä näiden vaatimusten mukaisesti annettujen hyväksymisien vastavaroista tunnustamista koskevista ehdoista.
- (3) Jotta voidaan varmistaa, että liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen moottorien rakennetta koskevat säännökset vastaavat tekniikan kehitystä, olisi tiettyjen vaatimusten osalta sovellettava CEN/Cenelec- tai ISO-standardien viimeisimpiä versioita, jotka ovat yleisön saatavilla.
- (4) EU-tyyppihyväksyntämenettelyn olennainen osa on, että koko tuotantoprosessin mitalta tarkastetaan, että moottorit täyttävät niihin sovellettavat tekniset vaatimukset. Tuotannon vaatimustenmukaisuuden varmistamismenettelyihin liittyviä tarkastuksia olisi sen vuoksi parannettava entisestään, ja ne olisi saatettava maantieajoneuvoihin sovellettavien tiukempien menettelyjen mukaisiksi, jotta voitaisiin tehostaa EU-tyyppihyväksyntämenettelyn yleistä toimivuutta.
- (5) Jotta voidaan varmistaa, että tutkimuslaitosten toiminta on yhtä korkeatasoista kaikissa jäsenvaltioissa, tässä asetuksessa olisi vahvistettava yhdenmukaistetut vaatimukset, joita tutkimuslaitosten on noudatettava, sekä menettely, jolla laitosten vaatimustenmukaisuus arvioidaan ja laitokset akkreditoidaan.

<sup>(1)</sup> EUVL L 252, 16.9.2016, s. 53.

<sup>(2)</sup> Neuvoston päätös, tehty 27 päivänä marraskuuta 1997, Euroopan yhteisön liittymisestä Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission sopimukseen pyörillä varustettuihin ajoneuvoihin ja niihin asennettaviin tai niissä käytettäviin varusteisiin ja osiin sovellettavien yhdenmukaisten teknisten vaatimusten hyväksymisestä sekä näiden vaatimusten mukaisesti annettujen hyväksymisien vastavaroista tunnustamista koskevista ehdoista (vuoden 1958 tarkistettu sopimus) (EYVL L 346, 17.12.1997, s. 78).

- (6) Selkeyden vuoksi on aiheellista saattaa tässä asetuksessa käytetty testausmenettelyjen numerointi maailmanlaajuisen teknisen säännön nro 11 <sup>(1)</sup> ja E-säännön nro 96 <sup>(2)</sup> mukaiseksi,

ON HYVÄKSYNYT TÄMÄN ASETUKSEN:

### 1 artikla

#### Määritelmät

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

- 1) 'Wobben indeksillä (W)' kaasun tilavuusyksikköä kohti mitatun vastaavan lämpöarvon ja kaasun suhteellisen tiheyden neliöjuuren suhdetta samoissa vertailuolosuhteissa:

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

- 2) 'λ-muutoskertoimella (S<sub>λ</sub>)' lauseketta, joka kuvaa moottorin hallintajärjestelmältä vaadittavaa ilman ylimäärän λ muutoksen mukautuvuutta, jos moottorin polttoaineena käytetään koostumukseltaan puhtaasta metaanista eroavaa kaasua;
- 3) 'nestemäistä polttoainetta käytävällä tilalla' kaksipolttoainemoottorin tavanomaista toimintatilaa, jonka aikana moottori ei käytä kaasumaista polttoainetta missään moottorin käyttöolosuhteissa;
- 4) 'kaksipolttoainetilalla' kaksipolttoainemoottorin tavanomaista toimintatilaa, jonka aikana moottori käyttää samanaikaisesti nestemäistä polttoainetta ja kaasumaista polttoainetta joissakin moottorin käyttöolosuhteissa;
- 5) 'hiukkasten jälkikäsitelyjärjestelmällä' pakokaasujen jälkikäsitelylaitetta, joka on suunniteltu hiukkaspäästöjen vähentämiseen mekaanisen, aerodynaamisen tai diffuusioon tai inertiaan perustuvan erottelun avulla;
- 6) 'nopeudensäätimellä' laitetta tai ohjausstrategiaa, joka automaattisesti säätelee moottorin pyörimisnopeutta tai kuormitusta ja joka ei ole luokan NRSh moottoriin asennettu nopeudenrajoitin, joka rajoittaa moottorin pyörimisnopeutta ja jonka ainoana tarkoituksena on estää moottorin toiminta turvallisen raja-arvon ylittävillä nopeuksilla;
- 7) 'ympäristön lämpötilalla' laboratorioympäristössä (esimerkiksi suodattimien punnitushuoneessa tai -kammiossa) asianomaisessa laboratorioympäristössä vallitsevaa lämpötilaa;
- 8) 'päästöjenrajoituksen perusstrategialla (BECS)' päästöjenrajoitusstrategiaa, joka on aktivoituneena moottorin koko pyörimisnopeus- ja vääntömomenttialueella, ellei päästöjenrajoituksen lisästrategia (AECS) ole aktiivisena;
- 9) 'reagenssilla' kaikkia kuluvia aineita, joita tarvitaan ja käytetään jälkikäsitelyjärjestelmän tehokkaan toiminnan varmistamiseksi;
- 10) 'päästöjenrajoituksen lisästrategialla (AECS)' päästöjenrajoitusstrategiaa, joka aktivoituu ja muuttaa päästöjenrajoituksen perusstrategiaa tiettyä tarkoitusta varten erityisten ympäristö- tai käyttöolosuhteiden vuoksi ja joka pysyy käytössä vain tällaisten olosuhteiden kestoajan;
- 11) 'hyvällä teknisellä käytännöllä' päätöksentekoa, joka perustuu yleisesti hyväksytyihin tieteellisiin ja teknisiin periaatteisiin ja saatavilla olevaan, käsiteltävään asiaan liittyvään informaatioon;
- 12) 'suurimmalla pyörimisnopeudella (n<sub>hi</sub>)' suurinta moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottori tuottaa 70 prosenttia suurimmasta tehosta;
- 13) 'pienimmällä pyörimisnopeudella (n<sub>lo</sub>)' pienintä moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottori tuottaa 50 prosenttia suurimmasta tehosta;
- 14) 'suurimmalla teholla (P<sub>max</sub>)' valmistajan suunnittelemaa suurinta tehoa kilowatteina;
- 15) 'osavirtauslaimennusmenetelmällä' pakokaasun analysointimenetelmää, jossa osa pakokaasun kokonaisvirtauksesta otetaan erilleen ja siihen sekoitetaan soveltuva määrä laimennusilmaa ennen sen johtamista hiukkanäytesuodattimeen;

<sup>(1)</sup> [http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29glob\\_registry.html](http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29glob_registry.html)

<sup>(2)</sup> EUVL L 88, 22.3.2014, s. 1.

- 16) 'siirtymällä' nolla- tai kalibroitaisignaalin ja mittauslaitteen antaman vastaavan arvon välistä eroa välittömästi sen jälkeen, kun laitetta käytettiin päästötestissä;
- 17) 'kohdistamisella' mittauslaitteen säätämistä niin, että se antaa asianmukaisen vasteen kalibroitistandardiin, joka on 75–100 prosenttia laitteen mittausalueen tai odotetun käyttöalueen enimmäisarvosta;
- 18) 'vertailukaasulla' puhdistettua kaasuseosta, jota käytetään kaasuanalysaattorien kohdistuksessa;
- 19) 'HEPA-suodattimella' suuritehoista ilman hiukkassuodatinta, joka poistaa vähintään 99,97 prosenttia hiukkasista standardin ASTM F 1471–93 tai vastaavan standardin mukaisesti;
- 20) 'kalibroinnilla' mittausjärjestelmän syöttösignaaliin antaman vasteen asettamista niin, että järjestelmän antama tulos on vertailusignaalin mukainen;
- 21) 'ominaispäästöillä' massapäästöä, joka ilmaistaan yksiköllä g/kWh;
- 22) 'käyttäjän ohjaussyötteellä' moottorin käyttäjän antamaa syötettä, jolla ohjataan moottorin tuotosta;
- 23) 'suurimman vääntömomentin pyörimisnopeudella' valmistajan ilmoittamaa moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottorista saadaan suurin vääntömomentti;
- 24) 'moottorin rajoitetulla nopeudella' nopeudensäätimellä rajoitettua moottorin pyörimisnopeutta;
- 25) 'avoimilla kampikammio päästöillä' kaikkia moottorin kampikammioista suoraan ympäristöön vapautuvia päästöjä;
- 26) 'näytteenottimella' ensimmäistä osaa siirtolinjassa, joka siirtää näytteen näytteenottojärjestelmän seuraavaan komponenttiin;
- 27) 'testiaikavälillä' aikaväliä, jolta ominaispäästöt määritetään;
- 28) 'nollakaasulla' kaasua, joka antaa analysaattorissa nollavasteen;
- 29) 'nollatulla' sitä, että instrumentti on säädetty niin, että se antaa nollavasteen nollakalibroitistandardilla, kuten puhdistetulla typellä tai puhdistetulla ilmalla;
- 30) 'vaihtuvanopeuksisella liikkuvien työkonien vakiotilaisella testisyklillä', jäljempänä 'vaihtuvanopeuksinen NRSC-testisykli', työkonien vakiotilaista testisykliä, joka ei ole vakionopeuksinen NRSC-testisykli;
- 31) 'vakionopeuksisella liikkuvien työkonien vakiotilaisella testisyklillä', jäljempänä 'vakionopeuksinen NRSC-testisykli' yhtä seuraavista asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV määritellyistä liikkuvien työkonien vakiotilaisista testisykleistä: D2, E2, G1, G2 tai G3;
- 32) 'päivityskirjauksella' taajuutta, jolla analysaattori antaa uusia ajantasaisia arvoja;
- 33) 'kalibroitikaasulla' puhdistettua kaasuseosta, jota käytetään kaasuanalysaattorien kalibroinnissa;
- 34) 'stoikiometrisellä' viittausta sellaiseen ilman ja polttoaineen suhteeseen, että kun polttoaine on täysin hapettunut, jäljelle ei jää yhtään polttoainetta eikä happea;
- 35) 'säilytysvälineellä' hiukkassuodatinta, näytepusia tai muuta erissä tapahtuvassa näytteenotossa käytettävää säilytys-tarviketta;
- 36) 'täysvirtauslaimennusmenetelmällä' menetelmää, jossa pakokaasuvirtaan sekoitetaan laimennusilmaa ennen kuin laimennetusta pakokaasuvirrasta erotetaan osa analysoitavaksi;
- 37) 'toleranssilla' aluetta, jolle 95 prosenttia tietyn suureen kirjatusta arvoista sijoittuu; loput 5 prosenttia kirjatusta arvoista sijoittuvat toleranssialueen ulkopuolelle;
- 38) 'huoltotilalla' kaksipolttoainemoottorin (dual-fuel) erityistä tilaa, joka aktivoituu korjausta varten tai sitä varten, että liikkuva työkon voidaan siirtää liikenteestä, kun toiminta kaksipolttoainetilassa ei ole mahdollista.

## 2 artikla

### **Muita määriteltyjä polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita koskevat vaatimukset**

Asetuksen (EU) N:o 2016/1628 25 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen vertailupolttoaineiden sekä muiden määriteltyjen polttoaineiden, polttoaineseosten tai polttoaine-emulsioiden, jotka valmistaja on sisällyttänyt EU-tyyppihyväksyntähakemukseen, on oltava tämän asetuksen liitteessä I vahvistettujen teknisten ominaisuuksien mukainen, ja ne on kuvailtava valmistusasiakirjoissa.

*3 artikla***Tuotannon vaatimustenmukaisuutta koskevat järjestelyt**

Sen varmistamiseksi, että tuotannossa olevat moottorit ovat hyväksytyyn tyyppiin mukaisia asetuksen (EU) 2016/1628 26 artiklan 1 kohdan mukaisesti, hyväksyntäviranomaisen on toteutettava tämän asetuksen liitteessä II vahvistetut toimenpiteet ja noudatettava mainitussa liitteessä vahvistettuja menettelyjä.

*4 artikla***Menettelyt päästöjä koskevien laboratoriotestitulosten tarkistamiseksi siten, että niihin sisällytetään huononemiskertoimet**

Päästöjä koskevat laboratoriotestituloksia on tarkistettava tämän asetuksen liitteessä III vahvistettujen menettelyjen mukaisesti niin, että niihin sisällytetään asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan d alakohdassa tarkoitettut huononemiskertoimet, mukaan luettuina ne, jotka liittyvät mainitun asetuksen 25 artiklan 4 kohdan d alakohdassa tarkoitettuun hiukkasmäärän (PN) mittaamiseen ja 25 artiklan 4 kohdan e alakohdassa tarkoitettuihin kaasumaista polttoainetta käyttäviin moottoreihin.

*5 artikla***Päästöjenrajoitusstrategioihin, typen oksidien rajoittamistoimenpiteisiin ja hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin liittyvät vaatimukset**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan f alakohdan i alakohdassa tarkoitettuihin päästöjenrajoitusstrategioihin ja mainitun asetuksen 25 artiklan 3 kohdan f alakohdan ii alakohdassa tarkoitettuihin typen oksidien rajoittamistoimenpiteisiin sekä hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin liittyvien mittausten ja testien sekä niiden osoittamiseksi edellytettyjen asiakirjojen on oltava tämän asetuksen liitteessä IV vahvistettujen vaatimusten mukaisia.

*6 artikla***Liikkuvien työkonoiden vakioitilaiseen testisykliin liittyvää aluetta koskevat mittaukset ja testit**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan f alakohdan iii alakohdassa tarkoitettuun alueeseen liittyvät mittaukset ja testit on tehtävä tämän asetuksen liitteessä V vahvistettujen yksityiskohtaisten teknisten vaatimusten mukaisesti.

*7 artikla***Testien suorittamisessa käytettävät menettelyt**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan a ja b alakohdassa tarkoitettujen testausmenettelyjen sekä kyseisen asetuksen 24 artiklassa tarkoitettujen moottorin kuormitus- ja nopeusasetusten määrittämismenettelyjen, 25 artiklan 3 kohdan e alakohdan i alakohdassa tarkoitettujen kampikammiookaasujen päästöjen määrittämis- ja huomioimismenettelyjen ja 25 artiklan 3 kohdan e alakohdan ii alakohdassa tarkoitettujen pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmien jatkuvan tai ajoittaisen regeneraation määrittämis- ja huomioimismenettelyjen on täytettävä tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 5 ja 6 kohdassa vahvistetut vaatimukset.

*8 artikla***Testausmenettelyt**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan a alakohdassa ja f alakohdan iv alakohdassa tarkoitettut testit on tehtävä tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 7 kohdassa ja liitteessä VIII vahvistettujen menettelyjen mukaisesti.

*9 artikla***Päästömittauksissa ja päästönäytteiden otannassa käytettävät menettelyt**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan b alakohdassa tarkoitettujen päästömittaukset ja päästönäytteiden otanta on tehtävä tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 8 kohdassa ja kyseisen liitteen lisäyksessä 1 vahvistettujen menettelyjen mukaisesti.

*10 artikla***Testeissä, päästömittauksissa ja päästönäytteiden otannassa käytettävät laitteet**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan a alakohdassa tarkoitettujen testauslaitteiden ja mainitun asetuksen 25 artiklan 3 kohdan b alakohdassa tarkoitettujen päästömittauksissa ja päästönäytteiden otannassa käytettävien laitteiden on oltava tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 9 kohdassa vahvistettujen teknisten vaatimusten ja ominaisuuksien mukaisia.

*11 artikla***Tietojen arviointi- ja laskentamenetelmät**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan c alakohdassa tarkoitettujen tiedot on arvioitava ja laskettava tämän asetuksen liitteessä VII vahvistetun menettelyn mukaisesti.

*12 artikla***Vertailupolttoaineiden tekniset ominaisuudet**

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen vertailupolttoaineiden on oltava tämän asetuksen liitteessä IX vahvistettujen teknisten ominaisuuksien mukaisia.

*13 artikla***Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorin toimittamista erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää**

Kun valmistaja toimittaa unionissa moottorin erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää alkuperäiselle laitevalmistajalle asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 3 kohdan mukaisesti, toimituksessa on noudatettava tämän asetuksen liitteessä X vahvistettuja yksityiskohtaisia teknisiä eritelmiä ja ehtoja.

*14 artikla***Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorien saattamista tilapäisesti markkinoille kenttätestausta varten**

Sellaisten moottorien tilapäiseen markkinoille saattamiseen, joita ei ole EU-tyyppihyväksytty asetuksen (EU) 2016/1628 mukaisesti, voidaan myöntää mainitun asetuksen 34 artiklan 4 kohdan mukaisesti lupa kenttätestaustarkoituksia varten, jos ne ovat tämän asetuksen liitteessä XI vahvistettujen yksityiskohtaisten teknisten eritelmien ja ehtojen mukaisia.

*15 artikla***Erityiskäyttöön tarkoitettuja moottoreita koskevat yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot**

Erityiskäyttöön tarkoitetuille moottoreille on myönnettävä asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 5 ja 6 kohdan mukaisesti EU-tyyppihyväksyntä ja markkinoille saattamista koskeva lupa, jos tämän asetuksen liitteessä XII vahvistetut yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot täyttyvät.

*16 artikla***Vastaavien moottorien tyyppihväksyntien hyväksyminen**

Asetuksen (EU) 2016/1628 42 artiklan 4 kohdan a alakohdassa tarkoitettut E-säännöt ja niihin tehdyt muutokset sekä mainitun asetuksen 42 artiklan 4 kohdan b alakohdassa tarkoitettut unionin säädökset luetellaan tämän asetuksen liitteessä XIII.

*17 artikla***Alkuperäisille laitevalmistajille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat**

Asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklan 2, 3 ja 4 kohdassa tarkoitettujen alkuperäisille laitevalmistajille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat esitetään tämän asetuksen liitteessä XIV.

*18 artikla***Loppukäyttäjille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat**

Asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklan 3 ja 4 kohdassa tarkoitettujen loppukäyttäjille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat esitetään tämän asetuksen liitteessä XV.

*19 artikla***Tutkimuslaitosten toimintavaatimukset ja arviointi**

1. Tutkimuslaitosten on täytettävä liitteessä XVI vahvistetut toimintavaatimukset.
2. Hyväksyntäviranomaisten on arvioitava tutkimuslaitokset tämän asetuksen liitteessä XVI vahvistetun menettelyn mukaisesti.

*20 artikla***Vakio- ja muuttuvatilaisten testisykliä ominaisuudet**

Asetuksen (EU) 2016/1628 24 artiklassa tarkoitettujen vakio- ja muuttuvatilaisten testisykliä on oltava tämän asetuksen liitteessä XVII vahvistettujen teknisten ominaisuuksien mukaisia.

*21 artikla***Voimaantulo ja soveltaminen**

Tämä asetus tulee voimaan kahdentenakymmenentenä päivänä sen jälkeen, kun se on julkaistu *Euroopan unionin virallisessa lehdessä*.

Tämä asetus on kaikilta osiltaan velvoittava, ja sitä sovelletaan sellaisenaan kaikissa jäsenvaltioissa.

Tehty Brysselissä 19 päivänä joulukuuta 2016.

*Komission puolesta*  
*Puheenjohtaja*  
Jean-Claude JUNCKER

## LIITTEET

Liitteen numero	Liitteen otsikko	Sivu
I	Muita määriteltyjä polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita koskevat vaatimukset	
II	Tuotannon vaatimustenmukaisuutta koskevat järjestelyt	
III	Menettelyt päästöjä koskevien laboratoriotestitulosten tarkistamiseksi siten, että niihin sisällytetään huononemiskertoimet	
IV	Päästöjenrajoitusstrategioihin, typen oksidien rajoittamistoimenpiteisiin ja hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin liittyvät vaatimukset	
V	Liikkuvien työkonoiden vakioitilaiseen testisykliin liittyvää aluetta koskevat mittaukset ja testit	
VI	Testeissä, päästömittauksissa ja päästönäytteiden otannassa käytettävät ehdot, menetelmät, menettelyt ja laitteet	
VII	Tietojen arviointi- ja laskentamenetelmät	
VIII	Kaksipolttoainemoottoreihin sovellettavat suorituskykyvaatimukset ja testausmenettelyt	
IX	Vertailupolttoaineiden tekniset ominaisuudet	
X	Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorin toimittamista erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikasittelyjärjestelmää	
XI	Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorien saattamista tilapäisesti markkinoille kenttätestausta varten	
XII	Erityiskäyttöön tarkoitettuja moottoreita koskevat yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot	
XIII	Vastaavien moottoreiden tyyppihyväksyntien hyväksyminen	
XIV	Alkuperäisille laitevalmistajille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat	
XV	Loppukäyttäjille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat	
XVI	Tutkimuslaitosten toimintavaatimukset ja arviointi	
XVII	Vakio- ja muuttuvatilaisten testisykliin ominaisuudet	

## LIITE I

**Muita määriteltyjä polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita koskevat vaatimukset****1. Nestemäisillä polttoaineilla käyviä moottoreita koskevat vaatimukset**

1.1 Hakiessaan EU-tyyppihyväksyntää valmistajat voivat valita yhden seuraavista moottorin polttoainetyyppiin liittyvistä vaihtoehdoista:

a) vakiopolttoainevalikoimaa käyttävä moottori 1.2 kohdan vaatimusten mukaisesti tai

b) vain tiettyä polttoainetta käyttävä moottori 1.3 kohdan vaatimusten mukaisesti

1.2 Vakiopolttoainevalikoimaa (diesel, bensiini) käyttävää moottoria koskevat vaatimukset

Vakiopolttoainevalikoimaa käyttävän moottorin on täytettävä 1.2.1–1.2.4 kohdan vaatimukset.

1.2.1 Kantamoottorin on täytettävä asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistetut sovellettavat raja-arvot ja tässä asetuksessa vahvistetut vaatimukset, kun moottoria käytetään liitteessä IX olevassa 1.1 tai 2.1 kohdassa määritellyillä vertailupolttoaineilla.

1.2.2 Jollei käytettävissä ole liikkuvien työkonoiden kaasuöljyä koskevaa Euroopan standardointikomitean CEN:n standardia tai jollei Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 98/70/EY<sup>(1)</sup> ole vahvistettu liikkuvien työkonoiden kaasuöljyn ominaisuuksia koskevaa taulukkoa, liitteessä IX tarkoitetun dieselpolttoaineen (liikkuvien työkonoiden kaasuöljyn) on edustettava kaupallisia liikkuvien työkonoiden kaasuöljyjä, joiden rikkipitoisuus on enintään 10 mg/kg, setaaniluku vähintään 45 ja rasvahappojen metyyliesterien (FAME) pitoisuus enintään 7,0 tilavuusprosenttia. Ellei 1.2.2.1, 1.2.3 ja 1.2.4 kohdan mukaisesti muuta sallita, valmistajan on annettava loppukäyttäjille liitteen XV vaatimusten mukainen vakuutus siitä, että moottorissa saa käyttää vain sellaista liikkuvien työkonoiden kaasuöljyä, jonka rikkipitoisuus on enintään 10 mg/kg (20 mg/kg loppujakelupisteessä), setaaniluku vähintään 45 ja FAME-pitoisuus enintään 7,0 tilavuusprosenttia. Valmistaja voi halutessaan täsmentää muitakin parametreja (esimerkiksi voitelevuus).

1.2.2.1 Moottorin valmistaja ei saa EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä ilmoittaa, että moottorityypissä tai moottori-perheessä saa unionissa käyttää muita kaupallisia polttoaineita kuin sellaisia, jotka täyttävät tämän kohdan vaatimukset, ellei valmistaja täytä lisäksi 1.2.3 kohdan vaatimusta.

a) Bensiinin tapauksessa sovelletaan direktiiviä 98/70/EY tai CEN-standardia EN 228:2012. Polttoaineeseen voidaan lisätä voiteluöljyä valmistajan ohjeiden mukaisesti.

b) Dieselöljyn (muun kuin liikkuvien työkonoiden kaasuöljyn) tapauksessa sovelletaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviä 98/70/EY tai CEN-standardia EN 590:2013.

c) Dieselöljyn (liikkuvien työkonoiden kaasuöljyn) tapauksessa sovelletaan direktiiviä 98/70/EY, ja lisäksi setaaniluvun on oltava vähintään 45 ja FAME-pitoisuuden enintään 7,0 tilavuusprosenttia.

1.2.3 Jos valmistaja sallii, että moottorin polttoaineena saa käyttää muita kaupallisia polttoaineita kuin 1.2.2 kohdassa tarkoitettuja, kuten B100 (EN 14214:2012+A1:2014), B20 tai B30 (EN 16709:2015), tai tiettyjä polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita, valmistajan on 1.2.2.1 kohdan vaatimusten täyttämisen lisäksi toteutettava kaikki seuraavat toimenpiteet:

a) Valmistajan on esitettävä hallinnollisista vaatimuksista annetussa komission täytäntöönpanoasetuksessa (EU) 2017/656<sup>(2)</sup> vahvistetussa ilmoituslomakkeessa niiden markkinoilla saatavissa olevien polttoaineiden, polttoaineseosten tai polttoaine-emulsioiden eritelmät, joita moottori-perheessä voidaan käyttää.

b) Valmistajan on osoitettava, että kantamoottori pystyy täyttämään tämän asetuksen vaatimukset ilmoitettuja polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita käytettäessä.

<sup>(1)</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 98/70/EY, annettu 13 päivänä lokakuuta 1998, bensiinin ja dieselpolttoaineiden laadusta ja neuvoston direktiivin 93/12/ETY muuttamisesta (EYVL L 350, 28.12.1998, s. 58).

<sup>(2)</sup> Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2017/656, annettu 19 päivänä tammikuuta 2017, liikkuviin työkonosiin tarkoitettujen polttomoottoreiden päästörajoja ja tyyppihyväksyntää koskevien hallinnollisten vaatimusten vahvistamisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 mukaisesti (katso tämän virallisen lehden sivu 364).



- c) Valmistajan on vastattava siitä, että käytössä olevien moottorien valvonnasta annetussa komission delegoidussa asetuksessa (EU) 2017/655<sup>(1)</sup> vahvistetut käytönaikaista valvontaa koskevat vaatimukset täyttyvät käytettäessä ilmoitettuja polttoaineita, polttoaineseoksia tai polttoaine-emulsioita, mukaan luettuna ilmoitettujen polttoaineiden, polttoaineseosten tai polttoaine-emulsioiden sekoitukset, sekä 1.2.2.1 kohdassa tarkoitettua soveltuvaa kaupallista polttoainetta.
- 1.2.4 Kipinäsytytysmoottorien tapauksessa on käytettävä valmistajan suosittelemaa polttoainetta ja öljyn sekoitus-suhdetta. Öljyn prosenttiosuus polttoainetta ja voiteluainetta seoksessa on kirjattava hallinnollisista vaatimuksista annetussa komission täytäntöönpanoasetuksessa (EU) 2017/656 vahvistettuun ilmoituslo-makkeeseen.
- 1.3 Vain tiettyä polttoainetta (ED 95 tai E 85) käytävää moottoria koskevat vaatimukset
- Vain tiettyä polttoainetta (ED 95 tai E 85) käyttävän moottorin on täytettävä 1.3.1–1.3.2 kohdan vaatimukset.
- 1.3.1 ED 95:n tapauksessa kantamoottorin on täytettävä asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistetut sovellettavat raja-arvot ja tässä asetuksessa vahvistetut vaatimukset, kun moottoria käytetään liitteessä IX olevassa 1.2 kohdassa määritellyllä vertailupolttoaineella.
- 1.3.2 E 85:n tapauksessa kantamoottorin on täytettävä asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistetut sovellettavat raja-arvot ja tässä asetuksessa vahvistetut vaatimukset, kun moottoria käytetään liitteessä IX olevassa 2.2 kohdassa määritellyllä vertailupolttoaineella.
- 2. Vaatimukset, joita sovelletaan maakaasua (NG)/biometaania tai nestekaasua (LPG) polttoaineena käyttäviin moottoreihin kaksipolttoainemoottorit mukaan luettuna**
- 2.1 Hakiessaan EU-tyyppihyväksyntää valmistajat voivat valita yhden seuraavista moottorin polttoainetyyppiin liittyvistä vaihtoehdoista:
- a) rajoittamatonta polttoainevalikoimaa käyttävä moottori 2.3 kohdan vaatimusten mukaisesti
- b) rajoitettua polttoainevalikoimaa käyttävä moottori 2.4 kohdan vaatimusten mukaisesti
- c) vain tiettyä polttoainetta käyttävä moottori 2.5 kohdan vaatimusten mukaisesti.
- 2.2 Lisäyksen 1 taulukoissa esitetään tiivistelmä maakaasu-biometaanikäyttöisten, nestekaasukäyttöisten ja kaksipolttoainemoottoreiden hyväksyntävaatimuksista.
- 2.3 Rajoittamatonta polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset
- 2.3.1 Kun kyseessä ovat maakaasu-/biometaanikäyttöiset moottorit, kaksipolttoainemoottorit mukaan luettuina, valmistajan on osoitettava, että kantamoottori pystyy käyttämään kaikkia kaupan olevia maakaasu-/biometaa-nikoostumuksia. Tällainen demonstrointi on tehtävä tämän 2 kohdan mukaisesti ja, kun kyseessä ovat kaksipolttoainemoottorit, myös liitteessä VIII olevassa 6.4 kohdassa vahvistettujen polttoainetta mukauttamis-menettelyä koskevien lisävaatimusten mukaisesti.
- 2.3.1.1 Kun kyseessä ovat paineistettua maakaasua/biometaania (CNG) käyttävät moottorit, on yleensä olemassa kahdentyyppistä polttoainetta, lämpöarvoltaan korkeaa (H-kaasu) ja lämpöarvoltaan matalaa (L-kaasu), mutta kummankin laadun sisällä on huomattavaa vaihtelua: kaasut eroavat toisistaan huomattavasti energiamäärältään Wobben indeksinä ilmaistuna ja  $\lambda$ -muutoskertoimeltaan ( $S_\lambda$ ). Maakaasujen, joiden  $\lambda$ -muutoskerroin on välillä 0,89–1,08 ( $0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$ ), katsotaan kuuluvan H-ryhmään, kun taas maakaasujen, joiden  $\lambda$ -muutoskerroin on välillä 1,08–1,19 ( $1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$ ), katsotaan kuuluvan L-ryhmään.  $S_\lambda$ -arvojen vaihtelu on otettu huomioon vertailupolttoaineiden koostumuksessa.

Kantamoottorin on täytettävä tämän asetuksen liitteessä IX vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat vertailu-polttoaineita  $G_R$  (polttoaine 1) ja  $G_{25}$  (polttoaine 2), tai liitteen IX lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistettuja vastaavia polttoaineita, ilman että moottorin polttoaineensyöttöjärjestelmää olisi säädettävä manuaalisesti kahden testin välissä (säädön on tapahduttava automaattisesti). Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästöttestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan liikkuvien työkonien vakio-tilaisilla testisykleillä (NRSC-sykleillä) eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.

<sup>(1)</sup> Komission delegoitu asetus (EU) 2017/655, annettu 19 päivänä joulukuuta 2016, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 täydentämisestä liikkuviin työkonisiin asennettujen käytössä olevien polttoainemoottoreiden kaasupäästöjen valvonnan osalta (katso tämän virallisen lehden sivu 334).

- 2.3.1.1.1. Valmistaja voi testata moottorin kolmannella polttoaineella (polttoaine 3), jos  $\lambda$ -muutoskerroin ( $S_\lambda$ ) on arvojen 0,89 (eli  $G_R$ -polttoaineen alarajan) ja 1,19 (eli  $G_{25}$ -polttoaineen ylärajan) välillä, esimerkiksi kun polttoaine 3 on kaupan oleva polttoaine. Tämän testin tuloksia voidaan käyttää tuotannon vaatimustenmukaisuuden arvioinnin perustana.
- 2.3.1.2 Nesteytettyä maakaasua (LNG) / nesteytettyä biometaania käyttävien moottorien tapauksessa kantamoottorin on täytettävä tämän asetuksen liitteessä IX vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat vertailupolttoaineita  $G_R$  (polttoaine 1) ja  $G_{20}$  (polttoaine 2), tai liitteen IX lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat putkikaasua muihin kaasuihin sekoittamalla valmistettuja vastaavia polttoaineita, ilman että moottorin polttoaineensyöttöjärjestelmää olisi säädettävä manuaalisesti kahden testin välissä (säädon on tapahduttava automaattisesti). Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästöttestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan NRSC-syklillä eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.
- 2.3.2 Jos paineistettua maakaasua (CNG) / biometaania käyttävät moottorit on tarkoitettu käytettäväksi itsesäätävästi sekä H-ryhmän kaasuilla että L-ryhmän kaasuilla siten, että vaihto H-kaasun ja L-kaasun välillä tapahtuu kytkimellä, kantamoottori on testattava asiaankuuluvilla liitteessä IX määritellyillä H- ja L-ryhmän vertailupolttoaineilla kussakin kytkimen asennossa. Polttoaineet ovat H-ryhmän kaasujen tapauksessa  $G_R$  (polttoaine 1) ja  $G_{23}$  (polttoaine 3) ja L-ryhmän kaasujen tapauksessa  $G_{25}$  (polttoaine 2) ja  $G_{23}$  (polttoaine 3) taikka liitteen IX lisäyksessä 1 määritellyt putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistetut vastaavat polttoaineet. Kantamoottorin on täytettävä tämän asetuksen vaatimukset kytkimen kummassakin asennossa ilman polttoainejärjestelmän säätöä kahden testin välillä kytkimen kummassakin asennossa. Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästöttestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan NRSC-syklillä eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.
- 2.3.2.1 Valmistaja voi testata moottorin  $G_{23}$ -polttoaineen (polttoaine 3) asemesta kolmannella polttoaineella, jos  $\lambda$ -muutoskerroin ( $S_\lambda$ ) on arvojen 0,89 (eli  $G_R$ -polttoaineen alarajan) ja 1,19 (eli  $G_{25}$ -polttoaineen ylärajan) välillä, esimerkiksi kun polttoaine 3 on kaupan oleva polttoaine. Tämän testin tuloksia voidaan käyttää tuotannon vaatimustenmukaisuuden arvioinnin perustana.
- 2.3.3 Maakaasu-/biometaanikäyttöisten moottoreiden osalta päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle on määritettävä seuraavasti:

$$r = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 2}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 1}}$$

tai

$$r_a = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 2}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 3}}$$

ja

$$r_b = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 1}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 3}}$$

- 2.3.4 Nestekaasukäyttöisten moottorien tapauksessa valmistajan on osoitettava, että kantamoottori pystyy käyttämään kaikkia kaupan olevia, koostumukseltaan erilaisia polttoaineita.

Nestekaasukäyttöisissä moottoreissa käytettävän nestekaasun  $C_3/C_4$ -koostumus vaihtelee. Kyseiset vaihtelut on otettu huomioon vertailupolttoaineissa. Kantamoottorin on täytettävä päästövaatimukset liitteessä IX määritetyillä vertailupolttoaineilla A ja B ilman, että polttoainejärjestelmää säädetään testien välillä. Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästöttestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan NRSC-syklillä eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.

- 2.3.4.1 Päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle määritetään seuraavasti:

$$r = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella B}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella A}}$$

- 2.4 Rajoitettua polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset

Rajoitettua polttoainevalikoimaa käyttävän moottorin on täytettävä 2.4.1–2.4.3 kohdan vaatimukset.

- 2.4.1 H-ryhmän tai L-ryhmän kaasulla toimimaan suunnitellut paineistettua maakaasua käyttävät moottorit

- 2.4.1.1 Kantamoottori on testattava asiaankuuluvalla liitteessä IX määritellyllä vastaavan kaasuryhmän vertailupolttoaineella. Polttoaineet ovat H-ryhmän kaasujen tapauksessa  $G_R$  (polttoaine 1) ja  $G_{23}$  (polttoaine 3) ja L-ryhmän kaasujen tapauksessa  $G_{25}$  (polttoaine 2) ja  $G_{23}$  (polttoaine 3) taikka liitteen IX lisäyksessä 1 määritellyt putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistetut vastaavat polttoaineet. Kantamoottorin on täytettävä tämän asetuksen vaatimukset ilman, että polttoainejärjestelmän säätöjä muutetaan mitenkään kahden testin välillä. Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästöttestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan NRSC-syklillä eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.

- 2.4.1.2 Valmistaja voi testata moottorin  $G_{23}$ -polttoaineen (polttoaine 3) asemesta kolmannella polttoaineella, jos  $\lambda$ -muutoskerroin ( $S_\lambda$ ) on arvojen 0,89 (eli  $G_R$ -polttoaineen alarajan) ja 1,19 (eli  $G_{25}$ -polttoaineen ylärajan) välillä, esimerkiksi kun polttoaine 3 on kaupan oleva polttoaine. Tämän testin tuloksia voidaan käyttää tuotannon vaatimustenmukaisuuden arvioinnin perustana.

- 2.4.1.3 Päästötulosten suhde  $r$  kullekin päästölle määritetään seuraavasti:

$$r = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 2}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 1}}$$

tai

$$r_a = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 2}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 3}}$$

ja

$$r_b = \frac{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 1}}{\text{päästötulos vertailupolttoaineella 3}}$$

- 2.4.1.4 Kun moottori toimitetaan asiakkaalle, siinä on oltava asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä III määritelty merkintä, jossa mainitaan, mille kaasuryhmälle moottori on EU-tyyppihyväksyty.

- 2.4.2 Yhdellä polttoaineen koostumuksella toimimaan suunnitellut, maa- tai nestekaasukäyttöiset moottorit

- 2.4.2.1 Kantamoottorin on täytettävä paineistetun maakaasun tapauksessa vaatimukset, jotka koskevat vertailupolttoaineita  $G_R$  ja  $G_{25}$ , tai liitteen IX lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistettuja vastaavia polttoaineita, nesteytetyn maakaasun tapauksessa vaatimukset, jotka koskevat vertailupolttoaineita  $G_R$  ja  $G_{20}$  tai liitteen VI lisäyksessä 2 vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistettuja vastaavia polttoaineita, tai nestekaasun tapauksessa vertailupolttoaineita A ja B koskevat liitteen IX vaatimukset. Polttoainejärjestelmää voidaan hienosäätää testien välissä. Hienosäätöön sisältyy polttoaineensyöttötietokannan uudelleenkalibrointi muuttamatta kuitenkaan tietokannan perusrakennetta tai sen säätöstrategiaa. Tarvittaessa voidaan vaihtaa suoraan polttoaineen virtaamaan vaikuttavat osat, esimerkiksi ruiskutuslaitteet.

- 2.4.2.2 Paineistetun maakaasun tapauksessa valmistaja voi testata moottorin vertailupolttoaineilla  $G_R$  ja  $G_{23}$  tai vertailupolttoaineilla  $G_{25}$  ja  $G_{23}$  taikka liitteen IX lisäyksessä 1 määritellyillä putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistetuilla vastaavilla polttoaineilla, jolloin tyyppihyväksyntä kattaa ensimmäisessä tapauksessa vain H-ryhmän ja jälkimmäisessä tapauksessa vain L-ryhmän kaasut.

- 2.4.2.3 Kun moottori toimitetaan asiakkaalle, siinä on oltava hallinnollisista vaatimuksista annetun täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä III määritelty merkintä, jossa mainitaan, mille polttoainevalikoimalle moottori on kalibroitu.
- 2.5 Vain tiettyä polttoainetta eli nesteytettyä maakaasua (LNG) / nesteytettyä biometaania käyttävää moottoria koskevat vaatimukset
- Vain tiettyä polttoainetta eli nesteytettyä maakaasua (LNG) / nesteytettyä biometaania käyttävän moottorin on täytettävä 2.5.1–2.5.2 kohdan vaatimukset.
- 2.5.1 Vain tiettyä polttoainetta eli nesteytettyä maakaasua (LNG) / nesteytettyä biometaania käyttävä moottori
- 2.5.1.1 Moottori on kalibroitava tietylle nesteytetyn maakaasun koostumukselle, jonka seurauksena  $\lambda$ -muutoskerroin eroaa enintään 3 prosenttia liitteessä IX täsmennetyn  $G_{20}$ -polttoaineen  $\lambda$ -muutoskertoimesta ja jonka etaanipitoisuus on enintään 1,5 prosenttia.
- 2.5.1.2 Jos 2.5.1.1 kohdan vaatimukset eivät täyty, valmistajan on haettava moottorille polttoainerajoittamatonta tyyppihyväksyntää 2.1.3.2 kohdan vaatimusten mukaisesti.
- 2.5.2 Vain tiettyä polttoainetta eli nesteytettyä maakaasua (LNG) käyttävä moottori
- 2.5.2.1 Kaksipolttoainemoottoriperheen tapauksessa moottorit on kalibroitava tietylle nesteytetyn maakaasun koostumukselle, jonka seurauksena  $\lambda$ -muutoskerroin eroaa enintään 3 prosenttia liitteessä IX täsmennetyn  $G_{20}$ -polttoaineen  $\lambda$ -muutoskertoimesta ja jonka etaanipitoisuus on enintään 1,5 prosenttia, ja kantamoottori on testattava ainoastaan  $G_{20}$ -vertailupolttoaineella tai liitteen IX lisäyksessä 1 määritellyllä putkikaasua ja muita kaasuja sekoittamalla valmistetulla vastaavalla polttoaineella.
- 2.6 Moottoriperheen jäsenen EU-tyyppihyväksyntä
- 2.6.1 Jäljempänä 2.6.2 kohdassa mainittua poikkeusta lukuun ottamatta kantamoottorin EU-tyyppihyväksyntä on laajennettava koskemaan kaikkia moottoriperheen jäseniä ilman eri testejä kaikkien sellaisten polttoainekoostumusten osalta, jotka kuuluvat siihen polttoaineryhmään, jonka osalta kantamoottorille on myönnetty EU-tyyppihyväksyntä (2.5 kohdassa tarkoitettut moottorit), tai sen polttoaineryhmän osalta (2.3 tai 2.4 kohdassa tarkoitettut moottorit), jonka osalta kantamoottorille on myönnetty EU-tyyppihyväksyntä.
- 2.6.2 Jos tutkimuslaitos katsoo, että jätetty hakemus ei valitun kantamoottorin osalta täysin edusta hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX määriteltyä moottoriperhettä, se voi valita testattavaksi vaihtoehdoisen ja tarvittaessa toisen vertailumoottorin.
- 2.7 Kaksipolttoainemoottoreita koskevat lisävaatimukset
- Saadakseen EU-tyyppihyväksynnän kaksipolttoainemoottorille tai -moottoriperheelle valmistajan on
- a) tehtävä testit lisäyksessä 1 olevan taulukon 1.3 mukaisesti
- b) edellä 2 kohdassa vahvistettujen vaatimusten täyttämisen lisäksi osoitettava, että kaksipolttoainemoottoreille tehdään liitteessä VIII vahvistetut testit ja että ne ovat mainitussa liitteessä vahvistettujen vaatimusten mukaisia.

## Lisäys 1

**Tiivistelmä hyväksyntämenettelystä, jota sovelletaan maakaasua tai nestekaasua käyttäviin moottoreihin kaksipolttoainemoottorit mukaan luettuina**

Taulukoissa 1.1–1.3 esitetään tiivistetysti hyväksyntämenettely, jota sovelletaan maakaasua tai nestekaasua käyttäviin moottoreihin, sekä kaksipolttoainemoottorien hyväksyntään edellytettävien testien vähimmäismäärä.

Taulukko 1.1

**Maakaasua polttoaineena käyttävien moottorien EU-tyyppihyväksyntä**

	2.3 kohta: Rajoittamaton polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset	Testikäyttöjen lukumäärä	Kertoimen r laskeminen	2.4 kohta: Rajoitettua polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset	Testikäyttöjen lukumäärä	Kertoimen r laskeminen
Ks. 2.3.1 kohta. Maakaasumoottori, joka pystyy käyttämään kaikkia polttoainekoostumuksia	$G_R$ (1) ja $G_{25}$ (2) Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata kolmannella kaupan olevalla polttoaineella (3), jos $S_1 = 0,89-1,19$	2 (enintään 3)	$r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$ ja, jos testataan kolmannella polttoaineella $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(\text{market fuel})}$ ja $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$			
Ks. 2.3.2 kohta. Maakaasumoottori, joka säätyy itse kytkimellä	$G_R$ (1) ja $G_{23}$ (3) H-ryhmän kaasujen osalta ja $G_{25}$ (2) ja $G_{23}$ (3) L-ryhmän kaasujen osalta. Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata kaupan olevalla polttoaineella (3) $G_{23}$ :n sijaan, jos $S_1 = 0,89-1,19$	2 H-ryhmän kaasuille ja 2 L-ryhmän kaasuille asiaankuuluvassa katkaisimen asennossa	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ ja $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$			
Ks. 2.4.1 kohta. Maakaasumoottori, joka on säädetty toimimaan H-ryhmän tai L-ryhmän kaasulla				$G_R$ (1) ja $G_{23}$ (3) H-ryhmän kaasujen osalta tai $G_{25}$ (2) ja $G_{23}$ (3) L-ryhmän kaasujen osalta. Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata kaupan olevalla polttoaineella (3) $G_{23}$ :n sijaan, jos $S_1 = 0,89-1,19$	2 H-ryhmän kaasuille tai 2 L-ryhmän kaasuille 2	$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ H-ryhmän kaasuille tai $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ L-ryhmän kaasuille
Ks. 2.4.2 kohta. Maakaasumoottori, joka on säädetty toimimaan tietyllä polttoainekoostumuksella				$G_R$ (1) ja $G_{25}$ (2), hienosäätö testien välissä sallittu. Valmistajan pyynnöstä moottori voidaan testata polttoaineilla $G_R$ (1) ja $G_{23}$ (3) H-ryhmän kaasujen osalta tai $G_{25}$ (2) ja $G_{23}$ (3) L-ryhmän kaasujen osalta.	2 2 H-ryhmän kaasuille tai 2 L-ryhmän kaasuille	

Taulukko 1.2

**Nestekaasua polttoaineena käyttävien moottorien EU-tyyppihyväksyntä**

	2.3 kohta: Rajoittamatonta polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset	Testikäyttöjen lukumäärä	Kertoimen r laskeminen	2.4 kohta: Rajoitettua polttoainevalikoimaa käyttävää moottoria koskevat vaatimukset	Testikäyttöjen lukumäärä	Kertoimen r laskeminen
Ks. 2.3.4 kohta. Nestekaasumoottori, joka pystyy käyttämään kaikkia polttoainekoostumuksia	Polttoaine A ja polttoaine B	2	$r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$			
Ks. 2.4.2 kohta. Nestekaasumoottori, joka on säädetty toimimaan tietyllä polttoainekoostumuksella				Polttoaine A ja polttoaine B, hienosäätö testien välillä sallittu	2	

Taulukko 1.3

**Kaksipolttoainemoottorien EU-tyyppihyväksyntään edellytettävien testien vähimmäismäärä**

Kaksipolttoainetyyppi	Nestemäistä polttoainetta käytävä tila	Kaksipolttoainetila			
		Paineistettu maakaasu (CNG)	Nesteytetty maakaasu (LNG)	LNG <sub>20</sub>	Nestekaasu (LPG)
1A		Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)	Rajoittamaton (2 testiä)	Polttoainekohtainen (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)
1B	Rajoittamaton (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)	Rajoittamaton (2 testiä)	Polttoainekohtainen (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)
2A		Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)	Rajoittamaton (2 testiä)	Polttoainekohtainen (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)
2B	Rajoittamaton (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)	Rajoittamaton (2 testiä)	Polttoainekohtainen (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)
3B	Rajoittamaton (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)	Rajoittamaton (2 testiä)	Polttoainekohtainen (1 testi)	Rajoittamaton tai rajoitettu (2 testiä)

## LIITE II

**Tuotannon vaatimustenmukaisuutta koskevat järjestelyt****1. Määritelmät**

Tässä liitteessä sovelletaan seuraavia määritelmiä:

- 1.1 'Laadunhallintajärjestelmällä' tarkoitetaan toisiinsa liittyviä tai keskenään vuorovaikutussuhteessa olevia osatekijöitä, joita organisaatiot hyödyntävät laatu- ja ympäristöpolitiikkojen täytäntöönpanon ja laatu- ja ympäristövaatimusten saavuttamisen ohjauksessa ja sääntelyssä.
- 1.2 'Auditoinnilla' tarkoitetaan todentamisprosessia, jonka avulla arvioidaan, miten hyvin objektiivisuuteen, puolueettomuuteen ja riippumattomuuteen tähtääviä auditointikriteerejä sovelletaan. Auditointiprosessin olisi oltava johdonmukainen ja dokumentoitu.
- 1.3 'Korjaavilla toimenpiteillä' tarkoitetaan ongelmanratkaisuprosessia, jossa jällempäin toteutettavilla toimilla poistetaan vaatimustenvastaisuuden tai haitallisen tilanteen syyt ja joka on suunniteltu estämään niiden toistuminen.

**2. Tarkoitus**

- 2.1 Tuotannon vaatimustenmukaisuuden tarkastusmenettelyillä pyritään varmistamaan, että kukin moottori on hyväksyttyä moottorityyppiä tai moottoriperhettä koskevien eritelmä-, suorituskyky- ja merkintävaatimusten mukainen.
- 2.2 Menettelyihin sisältyvät erottamattomina osina laadunhallintajärjestelmien arviointi, josta käytetään nimitystä 'alkuarviointi' ja joka esitetään 3 kohdassa, sekä tuotantoon liittyvät varmennus- ja valvontatoimet, joista käytetään nimitystä 'tuotteen vaatimustenmukaisuusjärjestely' ja jotka esitetään 4 kohdassa.

**3. Alkuarviointi**

- 3.1 Hyväksyntäviranomaisen on ennen EU-tyyppihyväksynnän myöntämistä varmistettava, että valmistajan perustamat asianmukaiset järjestelyt ja menettelyt riittävät takaamaan tehokkaan valvonnan, jotta tuotannossa olevat moottorit ovat hyväksytyin moottorityypin tai moottoriperheen mukaisia.
- 3.2 Alkuarvioinnissa on sovellettava standardissa EN ISO 19011:2011 esitettyjä laadunhallinta- ja/tai ympäristöjärjestelmien auditointiohjeita.
- 3.3 Hyväksyntäviranomaisen on päädyttävä pitämään alkuarviointia sekä jällempänä 4 kohdassa tarkoitettuja tuotteen vaatimustenmukaisuusjärjestelyjä hyväksyttävänä siten, että se ottaa tarvittaessa huomioon yhden 3.3.1–3.3.3 kohdassa kuvatuista järjestelyistä tai tapauksen mukaan kyseisten järjestelyjen yhdistelmän kokonaan tai osittain.
  - 3.3.1 Hyväksynnän myöntävän viranomaisen tai kyseisen viranomaisen puolesta toimivan nimetyn elimen on toteutettava alkuarviointi ja/tai tuotteen vaatimustenmukaisuusjärjestelyjen tarkastus.
    - 3.3.1.1 Toteutettavan alkuarvioinnin laajuutta määrittäessään hyväksyntäviranomaisen voi ottaa huomioon saatavissa olevat tiedot, jotka koskevat valmistajan sertifiointitodistusta, jota ei ole hyväksytty 3.3.3 kohdan perusteella.
    - 3.3.2 Myös toisen jäsenvaltion hyväksyntäviranomaisen tai hyväksyntäviranomaisen tähän tarkoitukseen nimeämä elin voi tehdä alkuarvioinnin ja tuotteen vaatimustenmukaisuutta koskevien järjestelyjen tarkastuksen.
      - 3.3.2.1 Tässä tapauksessa kyseisen toisen jäsenvaltion hyväksyntäviranomaisen on laadittava vaatimustenmukaisuusvakuutus, jossa esitetään ne osa-alueet ja tuotantoyksiköt, joilla katsotaan olevan merkitystä EU-tyyppihyväksyttäväksi haettujen moottorien kannalta.
      - 3.3.2.2 Kun toisen jäsenvaltion hyväksyntäviranomaisen on saanut vaatimustenmukaisuusvakuutusta koskevan pyynnön EU-tyyppihyväksynnän myöntävän jäsenvaltion hyväksyntäviranomaiselta, sen on viipymättä lähetettävä vaatimustenmukaisuusvakuutus tai ilmoitettava, ettei se pysty antamaan sellaista.

- 3.3.2.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa on oltava vähintään seuraavat tiedot:
- 3.3.2.3.1. yhtymä tai yhtiö (esim. XYZ Manufacturing)
  - 3.3.2.3.2. alaorganisaatio (esim. Euroopan osasto)
  - 3.3.2.3.3. tehtaat/valmistuspaikat (esim. moottoritehdas 1 (Yhdistynyt kuningaskunta) – moottoritehdas 2 (Saksa))
  - 3.3.2.3.4. asianomaiset moottorityypit tai -perheet
  - 3.3.2.3.5. arvioidut osa-alueet (esim. moottorien kokoonpano, moottorien testaus, jälkikäsitteilyjärjestelmien valmistus)
  - 3.3.2.3.6. tutkitut asiakirjat (esim. yhtiön ja valmistuspaikan laatukäsikirja ja laatumenettelyt)
  - 3.3.2.3.7. arviointiajankohta (esim. arviointi tehty 18.–30.5.2013)
  - 3.3.2.3.8. suunniteltu seurantakäynti (esim. lokakuu 2014).
- 3.3.3 Hyväksyntäviranomaisen on lisäksi hyväksyttävä, että yhdenmukaistetun standardin EN ISO 9001:2008 tai vastaavan muun yhdenmukaistetun standardin mukainen valmistajan asianmukainen todistus täyttää 3.3 kohdassa asetetut alkuarviointia koskevat vaatimukset. Valmistajan on esitettävä tiedot todistuksesta sekä sitouduttava ilmoittamaan hyväksyntäviranomaiselle kaikista todistuksen voimassaoloon tai soveltamisalaan mahdollisesti tehtävistä muutoksista.

#### 4. Tuotteen vaatimustenmukaisuutta koskevat järjestelyt

- 4.1 Kukin asetuksen (EU) 2016/1628, tämän delegoidun asetuksen, delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 ja täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 mukaisesti EU-tyyppihyväksyty moottori on valmistettava hyväksytyyn moottorityyppiin tai -perheen mukaiseksi, eli sen on täytettävä tämän liitteen, asetuksen (EU) 2016/1628 sekä edellä mainittujen delegoitujen ja täytäntöönpanoasetusten vaatimukset.
- 4.2 Ennen kuin hyväksyntäviranomaisen myöntää asetuksen (EU) 2016/1628 sekä sen nojalla annettujen delegoitujen ja täytäntöönpanosäädösten mukaisen EU-tyyppihyväksynnän, sen on varmistuttava, että jokaisen hyväksynnän osalta on valmistajan kanssa sovitut riittävät järjestelyt ja kirjalliset valvontasuunnitelmat, jotta jatkuvan vaatimustenmukaisuuden hyväksytyyn moottorityyppiin tai moottoriperheeseen nähden tarkastamiseksi voidaan suorittaa määrävälein testit tai niihin liittyvät tarkastukset, mukaan luettuina tapauksen mukaan asetuksessa (EU) 2016/1628 sekä sen nojalla annetuissa delegoiduissa ja täytäntöönpanosäädöksissä täsmennetyt testit.
- 4.3 EU-tyyppihyväksynnän haltijan on
- 4.3.1 varmistettava, että käytettävissä on menettelyt, joilla moottorien vaatimustenmukaisuutta hyväksytyyn moottorityyppiin tai moottoriperheeseen nähden valvotaan tehokkaasti, ja että näitä menettelyjä sovelletaan
  - 4.3.2 voitava käyttää kunkin hyväksytyyn moottorityyppiin tai moottoriperheen vaatimusten mukaisuuden tarkastukseen tarvittavaa testauslaitteistoa tai muuta tarkoituksenmukaista laitteistoa
  - 4.3.3 varmistettava, että testi- tai tarkastustulokset kirjataan ja että niiden liiteasiakirjat ovat saatavilla ajan, joka määrätään yhdessä hyväksyntäviranomaisen kanssa ja joka saa olla enintään kymmenen vuotta
  - 4.3.4 moottoriluokkien NRSh ja NRS tapauksessa, lukuun ottamatta alaluokkia NRS-v-2b ja NRS-v-3, huolehdittava siitä, että kunkin moottorityypin osalta tehdään ainakin asetuksessa (EU) 2016/1628 sekä sen nojalla annetuissa delegoiduissa ja täytäntöönpanosäädöksissä vaaditut tarkastukset ja testit. Muiden luokkien osalta valmistaja ja hyväksyntäviranomaisen voivat sopia komponenteille tai komponenttiasennelmille asianmukaisten kriteerien mukaisesti tehtävistä testeistä.
  - 4.3.5 analysoitava kunkin testi- tai tarkastustyyppin tulokset tarkistaakseen ja varmistaakseen tuotteen ominaisuuksien pysyvyyden siten, että teolliselle tuotannolle ominaiset vaihtelut sallitaan
  - 4.3.6 huolehdittava siitä, että aina kun näytteet tai koekappaleet ovat kyseisen testityypin osalta osoittautuneet vaatimusten vastaisiksi, suoritetaan uusi otanta ja testaus tai tarkastus.
- 4.4 Jos hyväksyntäviranomaisen ei pidä 4.3.6 kohdassa tarkoitettujen lisäauditointien tai -tarkastusten tuloksia tyydyttävänä, valmistajan on huolehdittava siitä, että tuotannon vaatimustenmukaisuus palautetaan mahdollisimman pian korjaavilla toimenpiteillä hyväksyntäviranomaisesta tyydyttävällä tavalla.



## 5. Jatkuvat tarkastukset

- 5.1 EU-tyyppihyväksynnän myöntänyt viranomainen saa milloin tahansa tarkastaa kussakin tuotantoyksikössä sovellettavat tuotannon vaatimustenmukaisuuden valvontamenetelmät määräajoin tehtävillä tarkastuksilla. Valmistajan on tätä tarkoitusta varten sallittava pääsy tuotanto-, tarkastus-, testaus-, varastointi- ja jakelupaikkoihin ja annettava kaikki tarvittavat tiedot, jotka koskevat laadunhallintajärjestelmän asiakirjoja ja rekistereitä.
- 5.1.1 Tällaisissa määräajoin tehtävissä auditoinneissa on tavallisesti valvottava, että 3 ja 4 kohdassa vahvistettuja menettelyjä (alkuarviointi ja tuotteen vaatimustenmukaisuutta koskevat järjestelyt) sovelletaan edelleen tehokkaasti.
- 5.1.1.1 Tutkimuslaitoksen (joka on pätevyity tai tunnustettu 3.3.3 kohdan vaatimusten mukaisesti) suorittamat valvontatoimet on hyväksyttävä 5.1.1 kohdan vaatimusten mukaisiksi alkuarviointia varten vahvistettujen menettelyjen osalta.
- 5.1.1.2 Tarkastusten (muiden kuin 5.1.1.1 kohdassa tarkoitettujen tarkastusten) vähimmäissuoritusvälin on taattava, että 3 ja 4 kohdan mukaisesti sovellettavia aiheellisia tuotannon vaatimustenmukaisuuden tarkastuksia tarkastellaan hyväksyntäviranomaisen luottamukseen perustuvien aikavälein. Tarkastukset on suoritettava vähintään kerran kahdessa vuodessa. Hyväksyntäviranomaisen on kuitenkin tehtävä lisätarkastuksia vuosituotannon ja aiempien arviointien tulosten perusteella, korjaavien toimenpiteiden valvomiseksi ja toisen hyväksyntäviranomaisen tai jonkin markkinavalvontaviranomaisen perustellusta pyynnöstä.
- 5.2 Testi- tai tarkastusasiakirjojen sekä tuotantoasiakirjojen on oltava kaikissa uudelleentarkastuksissa tarkastajan käytettävissä. Tämä koskee erityisesti 4.2 kohdan vaatimusten mukaisesti dokumentoitujen testien ja tarkastusten asiakirjoja.
- 5.3 Tarkastaja saa ottaa satunnaisotoksen näytteitä testattavaksi valmistajan laboratorioissa tai tutkimuslaitoksen tiloissa, jolloin tehdään pelkästään fysikaaliset testit. Näytteiden vähimmäismäärä voidaan määrittää valmistajan omien tarkastusten tulosten perusteella.
- 5.4 Jos valvonnan taso vaikuttaa riittämättömältä, jos näyttää tarpeelliselta tarkastaa 5.2 kohdan mukaisesti tehtyjen testien luotettavuus tai jos toinen hyväksyntäviranomainen tai markkinavalvontaviranomainen sitä pyytää, tarkastaja valitsee näytteitä lähetettäväksi tutkimuslaitokselle fysikaalisia testejä varten, jotka tehdään niiden vaatimusten mukaisesti, jotka vahvistetaan 6 kohdassa, asetuksessa (EU) 2016/1628 sekä sen nojalla annetuissa delegoiduissa ja täytäntöönpanosäädöksissä.
- 5.5 Jos hyväksyntäviranomainen tai toisen jäsenvaltion hyväksyntäviranomainen havaitsee tarkastuksessa tai valvonnassa epätydyttäviä tuloksia tai jos sovelletaan asetuksen (EU) 2016/1628 39 artiklan 3 kohtaa, hyväksyntäviranomaisen on huolehdittava kaikkien tarvittavien toimenpiteiden toteuttamisesta sen varmistamiseksi, että tuotannon vaatimustenmukaisuus palautetaan mahdollisimman pian.

## 6. Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testaamista koskevat vaatimukset 5.4 kohdassa tarkoitetun tuotteiden vaatimustenmukaisuuden valvonnan ollessa riittämätöntä

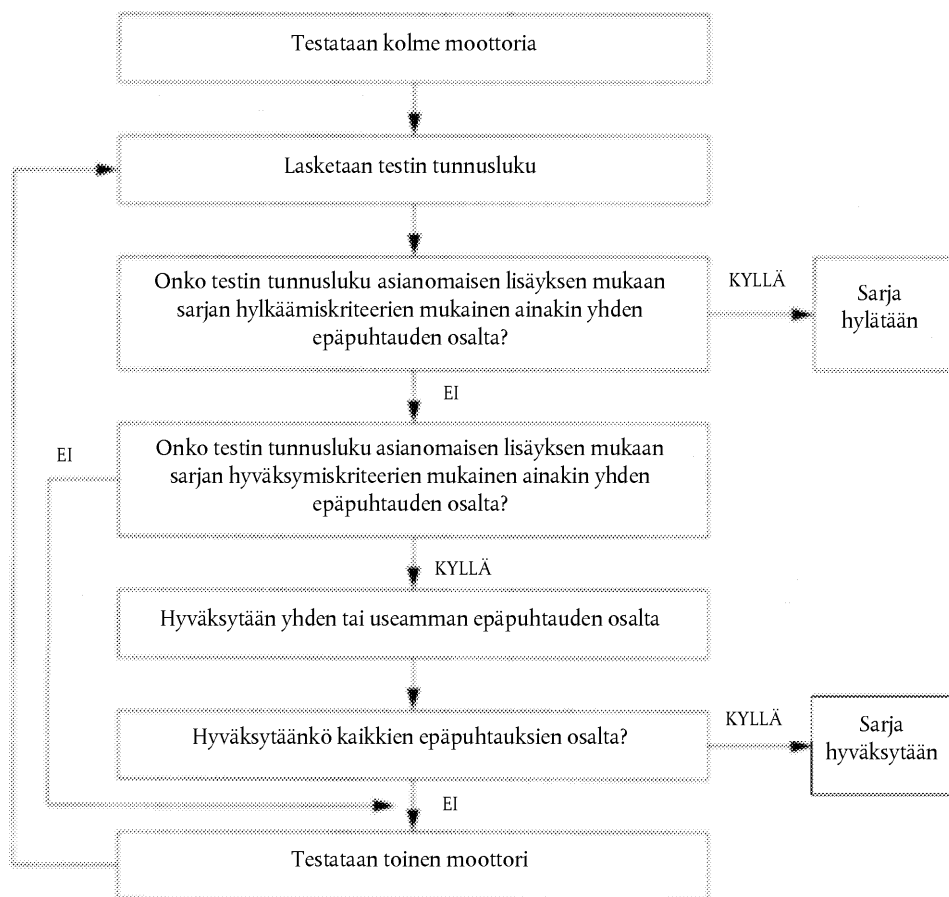
- 6.1 Mikäli tuotteiden vaatimustenmukaisuuden valvonta on 5.4 tai 5.5 kohdassa tarkoitetulla tavalla riittämätöntä, tuotannon vaatimustenmukaisuus on tarkastettava päästötesteillä, joiden perustana on hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IV vahvistetuissa EU-tyyppihyväksyntätodistuksissa annettu kuvaus.
- 6.2 Ellei 6.3 kohdassa muuta säädetä, noudatetaan seuraavaa menettelyä:
- 6.2.1 Otetaan tarkasteltavan moottorityypin tuotantosarjasta satunnaisesti kolme moottoria ja tapauksen mukaan kolme jälkikäsitteilyjärjestelmää. Hyväksyvän tai hylkäävän päätöksen tekemiseksi otetaan tarvittaessa lisää moottoreita. Hyväksyvän päätöksen tekemiseksi on testattava vähintään neljä moottoria.
- 6.2.2 Sen jälkeen kun tarkastaja on valinnut moottorit, valmistaja ei saa tehdä niihin säätöjä.
- 6.2.3 Moottoreille on tehtävä päästöttestaus liitteen VI vaatimusten mukaisesti tai kaksipolttoainemoottorien tapauksessa liitteen VIII lisäyksen 2 vaatimusten mukaisesti sekä liitteen XVII mukaiset moottorityyppiin sovellettavat testisyklit.

- 6.2.4 Raja-arvoina on käytettävä asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistettuja arvoja. Kun kyse on moottorista, joka on varustettu liitteessä VI olevan 6.6.2 kohdan mukaisesti jaksoittaisesti regeneroituvalla jälkikäsitelyjärjestelmällä, kutakin kaasu- ja hiukkaspäästötulosta on mukautettava moottorityyppiin sovellettavalla kertoimella. Kutakin kaasu- ja hiukkaspäästötulosta on kaikissa tapauksissa mukautettava kyseiseen moottorityyppiin sovellettavalla huononemiskertoimella, joka määritetään liitteen III mukaisesti.
- 6.2.5 Testit tehdään uusilla moottoreilla.
- 6.2.5.1 Testit voidaan valmistajan pyynnöstä tehdä moottoreilla, joita on sisäänajettu enintään 2 prosenttia päästökes-  
tojaksosta tai, jos se on lyhyempi aika, 125 tuntia. Tässä tapauksessa sisäänajon suorittaa valmistaja, joka sitoutuu olemaan tekemättä moottoreihin mitään säätöjä. Jos valmistaja on ilmoittanut sisäänajomenettelyn komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä I vahvistetun ilmoituslomakkeen 3.3 kohdassa, sisäänajo tehdään tällä menettelyllä.
- 6.2.6 Tarkasteltavan moottorin tuotantosarjan katsotaan lisäyksessä 1 vahvistetun otantaan perustuvan testauksen perusteella vastaavan hyväksytyä tyyppiä, jos kaikkien epäpuhtauksien osalta voidaan tehdä hyväksyvä päätös, ja poikkeavan hyväksytystä tyyppistä, jos jonkin epäpuhtauden osalta tehdään hylkäävä päätös lisäyksessä 1 annettujen, taulukossa 2.1 esitettyjen testikriteerien mukaisesti.
- 6.2.7 Kun yhden epäpuhtauden osalta on tehty hyväksyvä päätös, päätöstä ei voi muuttaa muita epäpuhtauksia koskevien testien tulosten perusteella.
- Jos kaikkien pilaavien aineiden päästöjen osalta ei voida tehdä hyväksyvä päätöstä ja jos minkään päästön osalta ei voida tehdä hylkäävä päätöstä, testausta on jatkettava toisella moottorilla.
- 6.2.8 Jos päätöstä ei saada, valmistaja voi päättää keskeyttää testauksen milloin tahansa. Tällöin kirjataan kielteinen päätös.
- 6.3 Poiketen siitä, mitä 6.2.1 kohdassa säädetään, noudatetaan seuraavaa menettelyä, jos moottorityypin myyntimäärä EU:ssa on pienempi kuin 100 yksikköä vuodessa:
- 6.3.1 Otetaan tarkasteltavan moottorityypin tuotantosarjasta tarkastusta varten satunnaisesti yksi moottori ja tapauksen mukaan yksi jälkikäsitelyjärjestelmä.
- 6.3.2 Jos moottori täyttää 6.2.4 kohdassa esitetyt vaatimukset, tehdään hyväksyvä päätös eikä lisätestejä tarvita.
- 6.3.3 Jos 6.2.4 kohdassa esitetyt vaatimukset eivät testissä täyty, noudatetaan 6.2.6–6.2.9 kohdassa esitettyä menettelyä.
- 6.4 Kaikki nämä testit voidaan tehdä soveltuvilla, markkinoilla saatavissa olevilla polttoaineilla. Valmistajan pyynnöstä on kuitenkin käytettävä liitteessä IX kuvailtuja vertailupolttoaineita. Tällöin tehdään liitteen I lisäyksessä 1 kuvatut testi vähintään kahdella vertailupolttoaineella kullekin kaasumaista polttoainetta käyttävälle moottorille. Jos kaasumaista polttoainetta käyttävällä moottorilla on polttoainekohtainen EU-tyyppihyväksyntä, yksi vertailupolttoaine riittää. Käytettäessä useampaa kuin yhtä kaasumaista vertailupolttoainetta tulosten on osoitettava, että moottori noudattaa raja-arvoja kullakin polttoaineella.
- 6.5 Kaasumaista polttoainetta käyttävien moottorien vaatimustenvastaisuus

Jos kaasumaista polttoainetta käyttävien moottorien, myös kaksipolttoainemoottorien, vaatimustenmukaisuudesta syntyy erimielisyyttä käytettäessä kaupan olevaa polttoainetta, testit on tehtävä kaikilla niillä vertailupolttoaineilla, joilla kantamoottori on testattu, ja valmistajan pyynnöstä myös mahdollisella liitteessä I olevassa 2.3.1.1.1, 2.3.2.1 ja 2.4.1.2 kohdassa tarkoitettulla kolmannella polttoaineella, jolla kantamoottori on voitu testata. Tapauksen mukaan tulos on muunnettava laskutoimituksella, jossa sovelletaan liitteessä I olevassa 2.3.3, 2.3.4.1 ja 2.4.1.3 kohdassa kuvattuja asianomaisia tekijöitä  $r$ ,  $r_a$  tai  $r_b$ . Jos tekijän  $r$ ,  $r_a$  tai  $r_b$  arvo on pienempi kuin 1, korjausta ei tehdä. Sekä mitattujen että, soveltuvin osin, laskettujen tulosten on osoitettava, että moottori on raja-arvoja koskevien vaatimusten mukainen kaikkien relevanttien polttoaineiden osalta (esimerkiksi polttoaineet 1 ja 2 sekä tapauksen mukaan polttoaine 3 maakaasu-/biometaanikäyttöisten ja polttoaineet A ja B nestekaasukäyttöisten moottoreiden osalta).

Kuva 2.1

## Kaavio tuotannon vaatimustenmukaisuuden testaamisesta



## Lisäys 1

**Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testausmenettely**

1. Tässä lisäyksessä kuvataan menettely, jota käytetään tuotannon vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen epäpuhtauspäästöjen osalta.
2. Otanta on tehtävä niin, että otoksen 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. Kunkin epäpuhtauspäästön osalta sovelletaan seuraavaa menettelyä (ks. kuva 2.1):

Olkoon  $n$  = otoksen koko.

4. Otokselle määritetään testitunnusluku, joka ilmoittaa vaatimustenvastaisten testien kumulatiivisen määrän, kun  $n$  testiä on suoritettu.
5. Tällöin:
  - a) Jos testitunnusluku on pienempi tai yhtä suuri kuin otoskoolle taulukossa 2.1 annettu hyväksymiskynnys, epäpuhtaudesta tehdään hyväksyvä päätös.
  - b) Jos testitunnusluku on suurempi tai yhtä suuri kuin otoskoolle taulukossa 2.1 annettu hylkäämiskynnys, epäpuhtaudesta tehdään hylkäävä päätös.
  - c) Muussa tapauksessa testataan ylimääräinen moottori 6.2 kohdan mukaisesti ja sovelletaan laskutoimitusta otokseen, johon on lisätty yksi yksikkö.

Taulukossa 2.1 esitetyt hyväksymis- ja hylkäämiskynnykset lasketaan kansainvälisen standardin ISO 8422/1991 mukaisesti.

Taulukko 2.1

**Tuotannon vaatimustenmukaisuuden testauksessa käytettävät testitunnusluvut**

Otoksen vähimmäiskoko: 3

Hyväksymiseen tarvittava otoksen vähimmäiskoko: 4

Testattujen moottoreiden kumulatiivinen määrä (otoksen koko)	Hyväksymiskynnys	Hylkäämiskynnys
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 III

**Menettelyt päästöjä koskevien laboratoriotestitulosten tarkistamiseksi siten, että niihin sisällytetään huononemiskertoimet****1. Määritelmät**

Tässä liitteessä sovelletaan seuraavia määritelmiä:

- 1.1 'Vanhennussyklillä' tarkoitetaan liikkuvan työkoneen tai moottorin käyttöjaksoa (nopeus, kuorma, teho), jota sovelletaan käyttöään kartuttamisjakson aikana.
- 1.2 'Kriittisillä päästöihin vaikuttavilla komponenteilla' tarkoitetaan pakokaasujen jälkikasittelyjärjestelmiä, elektronista moottorinohjauksikköä ja siihen liittyviä antureita ja toimilaitteita sekä pakokaasujen takaisinkierrätysjärjestelmää (EGR) ja kaikkia siihen liittyviä suodattimia, jäähdyttimiä, ohjausventtiileitä ja putkia.
- 1.3 'Kriittisillä päästöihin vaikuttavilla huoltotoimilla' tarkoitetaan kriittisille päästöihin vaikuttaville moottorin komponenteille suoritettavia huoltotoimia.
- 1.4 'Päästöihin vaikuttavilla huoltotoimilla' tarkoitetaan huoltotoimenpiteitä, jotka vaikuttavat merkittävästi päästöihin tai jotka voivat vaikuttaa liikkuvan työkoneen tai moottorin päästötuloksen huononemiseen tavanomaisen käytön aikana.
- 1.5 'Moottori-jälkikasittelyjärjestelmäperheellä' tarkoitetaan valmistajan tekemää moottoreiden ryhmittelyä, joka vastaa moottoriperheen määritelmää mutta jossa moottorit on jaoteltu edelleen moottoriperheiden muodostamaan perheeseen niissä käytettävän samanlaisen jälkikasittelyjärjestelmän mukaan.
- 1.6 'Päästöihin vaikuttamattomilla huoltotoimilla' tarkoitetaan huoltotoimenpiteitä, jotka eivät merkittävästi vaikuta päästöihin ja joilla ei ole pysyvää vaikutusta liikkuvan työkoneen tai moottorin huononemiseen päästöjen osalta tavanomaisen käytön aikana sen jälkeen, kun toimenpide on suoritettu.
- 1.7 'Käyttöäinkartuttamisohjelmalla' tarkoitetaan vanhennussykliä ja käyttöäinkartuttamisjaksoa, joita sovelletaan määrittäessä huononemiskertoimia moottori-jälkikasittelyjärjestelmäperhettä varten.

**2. Yleistä**

- 2.1 Tässä liitteessä esitetään yksityiskohtaisesti menettelyt, joita käytetään valittaessa moottoreita testattavaksi käyttöäinkartuttamisohjelmassa huononemiskertoimien määrittämiseksi moottorityypin tai -perheen EU-tyyppihyväksyntää ja tuotannon vaatimustenmukaisuuden arviointeja varten. Huononemiskertoimia sovelletaan päästöihin, jotka on mitattu liitteen VI ja laskettu liitteen VII mukaisesti käyttämällä 3.2.7 tai 4.3 kohdassa vahvistettua soveltuvaa menettelyä.
- 2.2 Hyväksyntäviranomaisen ei tarvitse olla läsnä huononemisen määrittämiseksi tehtävissä käyttöjankartuttamistesteissä tai päästötesteissä.
- 2.3 Tässä liitteessä kuvaillaan myös päästöihin liittyvät ja päästöihin liittymättömät huoltotoimet, joita olisi suoritettava tai joita voidaan suorittaa käyttöäinkartuttamisohjelman piiriin kuuluville moottoreille. Näiden huoltotoimenpiteiden on vastattava käytössä oleville moottoreille tehtäviä huoltotoimia, ja niistä on ilmoitettava uusien moottorien loppukäyttäjille.

**3. Moottoriluokat NRE, NRG, IWP, IWA, RLL, RLR, SMB, ATS sekä alaluokat NRS-v-2b ja NRS-v-3**

- 3.1 Moottorien valinta päästökestojakson huononemiskertoimien määrittämiseksi
  - 3.1.1 Moottorit valitaan päästökestojakson huononemiskertoimien määrittämistä varten komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX olevan 2 kohdan mukaisesti määritellystä moottoriperheestä.

- 3.1.2 Eri moottoriperheisiin kuuluvia moottoreita voidaan ryhmitellä edelleen perheiksi käytetyn pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmän tyyppin mukaan. Jotta voitaisiin sijoittaa samaan moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheeseen moottorit, joissa on erilainen sylinterirakenne mutta joiden pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmät ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan ja asennukseltaan samanlaiset, valmistajan on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle tiedot, joista ilmenee, että näiden moottorijärjestelmien päästöjenrajoituksen suorituskyky on samanlainen.
- 3.1.3 Moottorin valmistajan on valittava yksi 3.1.2 kohdan mukaisesti määritettyyn moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheeseen kuuluva moottori testattavaksi 3.2.2 kohdassa määritellyn käyttöiänkartuttamisohjelman mukaisesti ja ilmoitettava siitä hyväksyntäviranomaiselle ennen testauksen aloittamista.
- 3.1.4 Jos hyväksyntäviranomaisen katsoo, että moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheen suurimpien päästöarvojen määrittämiseen soveltuu paremmin jokin toinen testimoottori, hyväksyntäviranomaisen ja moottorin valmistajan on yhdessä valittava testattava moottori.
- 3.2 Päästökestojakson huononemiskertoimien määrittäminen
- 3.2.1 Yleistä
- Tiettyyn moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheeseen sovellettavat huononemiskertoimet on määritettävä niin, että valituille moottoreille suoritetaan käyttöiänkartuttamisohjelma, jonka aikana mitataan määrääjain kaasumaiset ja hiukkaspäästöt kussakin asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV määritellyssä moottoriluokkaan sovellettavassa testisyklissä. Suoritettaessa liikkuvien työkonoiden muuttuvatilaisia testisyklejä (NRTC) luokan NRE moottoreille käytetään ainoastaan kuumakäynnistys-NRTC-syklin tuloksia.
- 3.2.1.1 Valmistajan pyynnöstä hyväksyntäviranomaisen voi sallia sellaisten huononemiskertoimien käytön, jotka on määritetty käyttämällä 3.2.2–3.2.5 kohdassa esitettyihin menettelyihin nähden vaihtoehtoisia menettelyjä. Tässä tapauksessa valmistajan on hyväksyntäviranomaisesta tyydyttävällä tavalla osoitettava, että käytetyt vaihtoehtoiset menettelyt ovat vähintään yhtä vaativia kuin 3.2.2–3.2.5 kohdassa esitettyt.
- 3.2.2 Käyttöiänkartuttamisohjelma
- Käyttöiänkartuttamisohjelma voidaan suorittaa valmistajan valinnan mukaan joko käyttämällä valitulla moottorilla varustettua liikkuvaa työkonetta todelliseen käyttöön perustuvan käyttöiänkartuttamisohjelman mukaisesti tai testaamalla valittu moottori dynamometrillä toteutetun käyttöiänkartuttamisohjelman mukaisesti. Valmistajalta ei saa edellyttää, että käyttöiän kartuttamiseen käytetään vertailupolttoainetta päästömittaustestipisteiden välissä.
- 3.2.2.1 Käyttöiän kartuttaminen todellisessa käytössä ja dynamometrillä mitattuna
- 3.2.2.1.1 Valmistajan on määriteltävä moottoreihin sovellettava käyttöiänkartuttamissyklin ja vanhennussyklin toteutustapa ja kesto hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
- 3.2.2.1.2 Valmistajan on määriteltävä testipisteet, joista kaasu- ja hiukkasmaiset päästöt mitataan sovellettavien syklien aikana:
- 3.2.2.1.2.1 Kun suoritettava käyttöiänkartuttamisohjelma on 3.2.2.1.7 kohdan mukaisesti lyhyempi kuin päästökestojakso, testipisteitä on oltava vähintään kolme: yksi käyttöiänkartuttamisohjelman alussa, yksi suunnilleen sen puolivälissä ja yksi ohjelman lopussa.
- 3.2.2.1.2.2 Kun käyttöiän kartuttaminen kestää päästökestojakson loppuun saakka, testipisteitä on oltava vähintään kaksi: yksi käyttöiän kartuttamisen alussa ja yksi sen lopussa.
- 3.2.2.1.2.3 Valmistaja voi tehdä lisäksi välitestejä tasaisin välein sijoitetuissa pisteissä.
- 3.2.2.1.3 Jäljempänä olevan 3.2.5.1 kohdan mukaisesti laskettujen tai 3.2.2.1.2.2 kohdan mukaisesti suoraan mitattujen alkupisteen päästöjen ja päästökestojakson loppupisteen päästöjen on oltava moottoriperheeseen sovellettavien raja-arvojen mukaiset. Yksittäiset välitestipisteistä saadut päästötulokset voivat kuitenkin olla kyseisiä raja-arvoja suurempia.
- 3.2.2.1.4 Kun kyse on moottoriluokista tai -alaluokista, joihin sovelletaan NRTC-testisykliä, tai moottoriluokasta tai -alaluokasta NRS, joihin sovelletaan suuria kipinäsytytysmoottoreita koskevia liikkuvien työkonoiden muuttuvatilaisia testisyklejä (LSI-NRTC), valmistaja voi pyytää tyyppihyväksyntäviranomaiselta luvan suorittaa kussakin testipisteessä vain yksi testisykli (tapauksen mukaan kuumakäynnistys-NRTC tai LSI-NRTC taikka NRSC) ja toinen testisykli vain käyttöiän kartuttamisohjelman alussa ja lopussa.

- 3.2.2.1.5 Kun kyse on moottoriluokista tai -alaluokista, joiden osalta asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV ei vahvisteta sovellettavaa liikkuvien työkonoiden muuttuvatailaista testisykliä, suoritetaan kussakin testipisteessä vain NRSC-sykli.
- 3.2.2.1.6 Eri moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheisiin sovellettavat käyttöiänkartuttamisohjelmat voivat olla erilaiset.
- 3.2.2.1.7 Käyttöiänkartuttamisohjelma voi olla lyhyempi kuin päästökestojakso, mutta se ei saa olla lyhyempi kuin vähintään yksi neljännes asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä V esitetystä soveltuvasta päästökestoajasta.
- 3.2.2.1.8 Nopeutettu vanhennus on sallittu siten, että käyttöiänkartuttamisohjelmaa mukautetaan polttoaineenkulutuksen perusteella. Mukautuksen on perustuttava tyypillisen käytönaikaisen polttoaineenkulutuksen ja vanhennussyklin kulutuksen väliseen suhteeseen, mutta vanhennussyklin polttoaineenkulutus saa ylittää tyypillisen käytönaikaisen kulutuksen enintään 30 prosentilla.
- 3.2.2.1.9 Valmistaja voi tyyppihyväksyntäviranomaisen suostumuksella käyttää vaihtoehtoisia nopeutetun vanhentamisen menetelmiä.
- 3.2.2.1.10 Käyttöiänkartuttamisohjelma on kuvailtava yksityiskohtaisesti EU-tyypihyväksyntähakemuksessa ja annettava tiedoksi hyväksyntäviranomaiselle ennen testien aloittamista.
- 3.2.2.2 Jos hyväksyntäviranomainen katsoo, että on tehtävä lisämittauksia valmistajan valitsevien pisteiden välillä, se ilmoittaa tästä valmistajalle. Valmistajan on laadittava tarkistettu käyttöiänkertymäohjelma, joka edellyttää hyväksyntäviranomaisen hyväksyntää.
- 3.2.3 Moottorin testaus
- 3.2.3.1 Moottorin vakauttaminen
- 3.2.3.1.1 Valmistajan on määriteltävä kullekin moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheelle liikkuvan työkonoiden tai moottorin käyttötuntimäärä, jonka jälkeen moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmän toiminta on vakautunut. Hyväksyntäviranomaisen pyynnöstä valmistajan on annettava saataville tiedot ja tulokset, joiden perusteella aika on määritetty. Vaihtoehtoisesti valmistaja voi valita, että moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmän vakauttamiseksi moottoria tai liikkuvaa työkonetta käytetään 60–125 tuntia tai vastaava aika vanhennussyklissä.
- 3.2.3.1.2 Käyttöiänkartuttamisohjelman katsotaan alkavan 3.2.3.1.1 kohdassa tarkoitetun vakautusjakson päättymisestä.
- 3.2.3.2 Käyttöiänkartuttamistesti
- 3.2.3.2.1 Vakautuksen jälkeen moottorille on tehtävä valmistajan valitsema käyttöiänkartuttamisohjelma 3.2.2 kohdan mukaisesti. Moottorin kaasun- ja hiukkaspäästöt mitataan käyttöiänkartuttamisohjelman kuluessa valmistajan määrittämässä ja tapauksen mukaan myös hyväksyntäviranomaisen 3.2.2.2 kohdan mukaisesti päättämässä kohdissa asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV vahvistetuilla moottoriluokkaan sovellettavilla kuumakäynnistys-NRTC- ja NRSC-sykleillä tai LSI-NRTC- ja NRSC-sykleillä.
- Valmistaja voi halutessaan mitata epäpuhtauspäästöt pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän etupuolelta erillään pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän jälkeen tapahtuvasta epäpuhtauspäästöjen mittaamisesta.
- Jos 3.2.2.1.4. kohdan mukaisesti on sovittu, että kussakin testipisteessä suoritetaan vain yksi testisykli (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC tai NRSC), toinen testisykli (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC tai NRSC) on suoritettava käyttöiänkartuttamisohjelman alussa ja lopussa.
- Kun kyse on moottoriluokista tai -alaluokista, joiden osalta asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV ei vahvisteta sovellettavaa työkonoiden muuttuvatailaista testisykliä, suoritetaan 3.2.2.1.5 kohdan mukaisesti kussakin testipisteessä vain NRSC-sykli.
- 3.2.3.2.2 Käyttöiänkartuttamisohjelman aikana moottoria huolletaan 3.4 kohdan mukaisesti.
- 3.2.3.2.3 Käyttöiänkartuttamisohjelman aikana moottorille tai liikkuvalla työkonella voidaan tehdä muita kuin määräaikaista huoltotoimenpiteitä, jos esimerkiksi valmistajan tavanomainen valvontajärjestelmä on havainnut ongelman, joka olisi ilmaissut liikkuvan työkonoiden käyttäjälle vikaantumisen.

### 3.2.4 Raportointi

3.2.4.1 Kaikkien käyttöiänkartuttamisohjelman kuluessa tehtyjen päästöttestien (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC ja NRSC) tulokset on annettava hyväksyntäviranomaisen käyttöön. Jos jokin päästöttesti on julistettu mitättömäksi, valmistajan on perusteltava, miksi näin on menetelty. Tällaisessa tapauksessa on suoritettava uusi päästöttestisarja käyttöiän kartuttamista seuraavien 100 tunnin aikana.

3.2.4.2 Valmistajan on pidettävä kirjaa kaikista päästöttesteihin liittyvistä tiedoista ja moottorille käyttöiänkartuttamisohjelman aikana tehdyistä huoltotoimenpiteistä. Nämä tiedot on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle yhdessä käyttöiänkartuttamisohjelmassa tehtyjen päästöttestien tulosten kanssa.

### 3.2.5 Huononemiskertoimien määrittäminen

3.2.5.1 Suoritettaessa käyttöiänkartuttamisohjelma 3.2.2.1.2.1 tai 3.2.2.1.2.3 kohdan mukaisesti on kullekin epäpuhtaudelle, joka on mitattu kuumakäynnistys-NRTC-, LSI-NRTC- ja NRSC-sykleissä käyttöiänkartuttamisohjelman kussakin testipisteessä, on tehtävä lineaarinen regressioanalyysi kaikkien testitulosten perusteella. Kunkin epäpuhtauden jokaisen mittauksen tulokset ilmoitetaan yhtä useamman desimaalin tarkkuudella kuin moottoriperheeseen sovellettava kyseisen epäpuhtauden raja-arvo.

Jos 3.2.2.1.4 tai 3.2.2.1.5 kohdan mukaisesti on kussakin testipisteessä suoritettu vain yksi testisykli (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC tai NRSC), regressioanalyysi tehdään vain kussakin testipisteessä suoritettujen testisykliden tulosten perusteella.

Valmistaja voi pyytää hyväksyntäviranomaiselta ennakkolupaa epälineaarisen regression tekemiseen.

3.2.5.2 Kunkin epäpuhtauden päästöarvot käyttöiänkartuttamisohjelman alussa ja testattavana olevan moottorin päästökestoajakson soveltuvassa loppupisteessä joko

a) määritetään ekstrapoloimalla 3.2.5.1 kohdan regressioyhtälöstä, kun käyttöiänkartuttamisohjelma tehdään 3.2.2.1.2.1 tai 3.2.2.1.2.3 kohdan mukaisesti, tai

b) mitataan suoraan, kun käyttöiänkartuttamisohjelma tehdään 3.2.2.1.2.2 kohdan mukaisesti.

Jos päästöarvoja käytetään saman moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheen moottoriperheille mutta erilaisille päästökestoajaksille, päästökestoajakson päättymispisteen päästöarvot on laskettava uudelleen kullekin päästökestoajaksolle ekstrapoloimalla tai interpoloimalla 3.2.5.1 kohdassa tarkoitettua regressioyhtälöstä.

3.2.5.3 Kutakin epäpuhtautta koskeva huononemiskerroin on päästökestoajakson loppupisteessä ja käyttöiänkartuttamisohjelman alussa sovellettavien päästöarvojen suhde (kertova huononemiskerroin).

Valmistaja voi pyytää hyväksyntäviranomaiselta ennakkolupaa käyttää kunkin epäpuhtauden osalta summaavaa huononemiskerrointia. Summaava huononemiskerroin on päästökestoajakson loppupisteen ja käyttöiänkartuttamisohjelman alun laskettujen päästöarvojen erotus.

Kuvassa 3.1 annetaan esimerkki huononemiskertoimien määrittämisestä lineaarisen regressioanalyysin avulla typen oksidien päästöjen osalta.

Sekä kertovien että summaavien huononemiskertoimien käyttö samassa epäpuhtauksien ryhmässä ei ole sallittua.

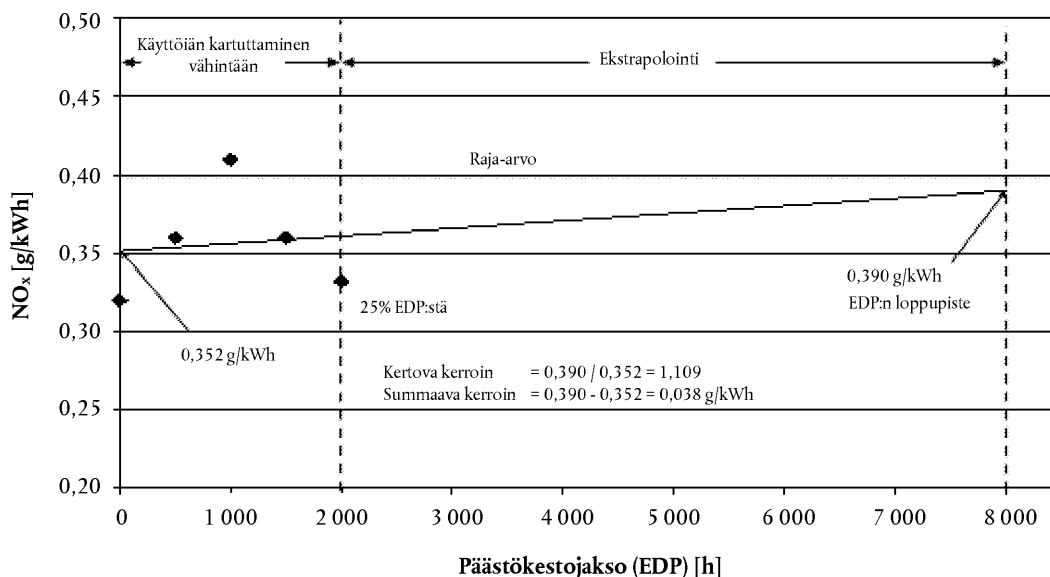
Jos laskelman tuloksena saadaan kertovan huononemiskertoimen arvoksi alle 1,00 tai summaavan huononemiskertoimen arvoksi alle 0,00, kertovan huononemiskertoimen arvoksi otetaan 1,0 ja summaavan 0,00.

Jos 3.2.2.1.4 kohdan mukaisesti on sovittu, että kussakin testipisteessä suoritetaan vain jompikumpi testisykli (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC tai NRSC) ja että toinen testisykli (kuumakäynnistys-NRTC, LSI-NRTC tai NRSC) suoritetaan vain käyttöiänkartuttamisohjelman alussa ja lopussa, kussakin testipisteessä suoritettulle testisyklille laskettua huononemiskerrointia sovelletaan myös toiseen testisykliin.



Kuva 3.1

## Esimerkki huononemiskertoimen (DF) määrittämisestä



## 3.2.6 Annetut huononemiskertoimet

3.2.6.1 Vaihtoehtona käyttöiän kartuttamisohjelman käytölle huononemiskertoimien määrittämiseksi moottoreiden valmistajat voivat käyttää taulukossa 3.1 annettuja kertovia huononemiskertoimia.

Taulukko 3.1

## Annetut huononemiskertoimet

Testisykli	CO	HC	NO <sub>x</sub>	Hiukkasmassa	Hiukkasmäärä
NRTC ja LSI-NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05	1,0
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05	1,0

Summaavia annettuja huononemiskertoimia ei käytetä. Kertovia annettuja huononemiskertoimia ei saa muuntaa summaaviksi huononemiskertoimiksi.

Hiukkasmäärän osalta voidaan käyttää joko summaavaa huononemiskerointia 0,0 tai kertovaa huononemiskerointia 1,0 sellaisen aiemman huononemiskerointestauksen tulosten yhteydessä, jossa ei vahvistettu arvoa hiukkasmäärille, kunhan molemmat seuraavista ehdoista täyttyvät:

- aiempi huononemiskerointesti tehtiin käyttämällä sellaista moottoriteknologiaa, joka olisi voitu 3.1.2 kohdan mukaisesti sisällyttää samaan moottori-jälkikäsittelyjärjestelmään perheeseen kuin se moottoriperhe, johon huononemiskertoimia on tarkoitus soveltaa, ja
- testituloksia oli käytetty aiemmassa EU-tyyppihyväksynnässä, joka myönnettiin ennen asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä III vahvistettua sovellettavaa EU-tyyppihyväksyntäpäivää.

3.2.6.2 Kun käytetään annettuja huononemiskertoimia, valmistajan on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle vahva näyttö siitä, että päästöjenrajoituskomponenteilla voidaan kohtuudella olettaa olevan tällaisiin annettuihin kertoimiin liittyvä päästökestävyys. Tällainen näyttö voi perustua suunnittelun analysointiin tai testeihin taikka näiden yhdistelmään.

- 3.2.7 Huononemiskertoimien soveltaminen
- 3.2.7.1 Moottorien on täytettävä moottoriperheeseen sovellettavat kunkin epäpuhtauden päästöjen raja-arvoja koskevat vaatimukset sen jälkeen, kun liitteen VI mukaisesti mitattuun testitulokseen (sykclipainotettu ominaispäästöarvo hiukkaspäästölle ja kullekin kaasulle) on sovellettu huononemiskertoimia. Huononemiskertoimen (DF) tyypin mukaan sovelletaan seuraavia vaatimuksia:
- a) kertova: (sykclipainotettu ominaispäästöarvo)  $\times$  DF  $\leq$  päästöraja
- b) summaava: (sykclipainotettu ominaispäästöarvo) + DF  $\leq$  päästöraja.
- Sykclipainotettuun ominaispäästöarvoon voi tarvittaessa sisältyä jaksoittaista regeneraatiota koskeva korjaus.
- 3.2.7.2 NO<sub>x</sub> + HC -normiin liittyvän kertovan huononemiskertoimen määrittämiseksi HC:lle ja NO<sub>x</sub>:lle on määritettävä erilliset huononemiskertoimet ja niitä on sovellettava erikseen huonontuneiden päästötasojen laskemiseen päästötestin tuloksesta, minkä jälkeen saadut huonontuneet NO<sub>x</sub>- ja HC-arvot yhdistetään päästörajan noudattamisen tarkastamiseksi.
- 3.2.7.3 Valmistaja voi soveltaa moottori-jälkikäsitelyjärjestelmäperheelle määritettyjä huononemiskertoimia moottoriin, joka ei kuulu samaan moottori-jälkikäsitelyjärjestelmäperheeseen. Tässä tapauksessa valmistajan on osoitettava hyväksyntäviranomaiselle, että moottori, jota varten jälkikäsitelyjärjestelmäperhe on alun perin testattu, ja moottori, johon huononemiskertoimia aiotaan soveltaa, ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan ja liikkuvaan työkoneeseen asentamista koskevilta vaatimuksiltaan samanlaisia ja että kyseisten moottorien päästöt ovat samanlaiset.
- Jos huononemiskertoimia aiotaan soveltaa moottoriin, jolla on erilainen päästökestojakso, huononemiskertoimet on laskettava uudelleen soveltuvalle päästökestoajaksolle ekstrapoloimalla tai interpoloimalla 3.2.5.1 kohdassa esitetystä regressioyhtälöstä.
- 3.2.7.4 Kunkin epäpuhtauden huononemiskerroin kultakin soveltuvalta testisykliltä on kirjattava hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen VI lisäyksessä 1 vahvistettuun testausselesteeseen.
- 3.3 Tuotannon vaatimustenmukaisuuden tarkastaminen
- 3.3.1 Tuotannon vaatimustenmukaisuus päästöjen osalta tarkastetaan liitteessä II olevan 6 kohdan mukaisesti.
- 3.3.2 Valmistaja voi mitata epäpuhtauspäästöt pakokaasujen jälkikäsitelyjärjestelmien etupuolelta samaan aikaan kuin EU-tyyppihyväksyntätesti tehdään. Sitä varten valmistaja voi muodostaa epäviralliset huononemiskertoimet erikseen moottorille ilman jälkikäsitelyjärjestelmää ja jälkikäsitelyjärjestelmälle ja käyttää niitä apuna tuotantolinjan lopussa tehtävissä tarkastuksissa.
- 3.3.3 EU-tyyppihyväksyntää varten kirjataan hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen VI lisäyksessä 1 vahvistettuun testausselesteeseen ainoastaan 3.2.5 tai 3.2.6 kohdan mukaisesti määritetyt huononemiskertoimet.
- 3.4 Huoltotoimet
- Huoltotoimet on käyttöiänkartuttamisohjelman aikana suoritettava valmistajan huolto-ohjeiden mukaisesti.
- 3.4.1 Päästöihin vaikuttava määräaikaishuolto
- 3.4.1.1 Päästöihin vaikuttavat määräaikaiset huoltotoimet, kun moottoria käytetään käyttöiänkartuttamisohjelmaa varten, on tehtävä vastaavin välein kuin liikkuvan työkoneen tai moottorin loppukäyttäjälle tarkoitetuissa valmistajan huolto-ohjeissa esitetään. Huolto-ohjelmaa voidaan tarvittaessa päivittää käyttöiänkartuttamisohjelman aikana sillä edellytyksellä, että mitään huoltotoimenpidettä ei poisteta huolto-ohjelmasta sen jälkeen, kun toimenpide on suoritettu testimoottorille.

- 3.4.1.2 Kaikenlaiset säädöt, purkamiset, puhdistukset tai kriittisten päästöihin liittyvien komponenttien vaihtamiset, jotka tehdään päästökestoajakson kuluessa määräajoin, jotta moottorin toimintateho ei alenisi, saa tehdä vain siinä laajuudessa kuin on teknisesti välttämätöntä päästöjenrajoitusjärjestelmän moitteettoman toiminnan kannalta. On välttävä tilannetta, jossa käyttöiänkartutusohjelman aikana ja moottorin tietyn käyttöajan jälkeen olisi määräaikaistoimenpiteenä vaihdettava muita kuin rutiinomaisesti vaihdettavia kriittisiä päästöihin liittyviä komponentteja. Tässä yhteydessä pidetään rutiinomaisesti vaihdettavina osina, jotka vaihdetaan säännöllisesti huollossa tai jotka on puhdistettava moottorin tietyn käyttöajan jälkeen.
- 3.4.1.3 Määräaikaishuoltovaatimuksille on saatava hyväksyntäviranomaisen hyväksyntä ennen EU-tyyppihyväksynnän myöntämistä, ja ne on sisällytettävä käyttäjän käsikirjaan. Hyväksyntäviranomainen ei saa kieltäytyä hyväksymästä huoltovaatimuksia, jotka ovat tarkoituksenmukaisia ja teknisesti tarpeellisia ja joihin sisältyvät muiden muassa 1.6.1.4 kohdassa yksilöidyt vaatimukset.
- 3.4.1.4 Moottorin valmistajan on käyttöiänkartuttamisohjelmia varten eriteltävä kaikki seuraavien osien säätö-, puhdistus- ja (tarvittaessa) huoltotoimet sekä määräaikaaiset vaihdot:
- pakokaasunkierätyjärjestelmän (EGR) suodattimet ja jäähdyttimet
  - kampikammion tehostetun tuuletusjärjestelmän venttiili (tarvittaessa)
  - polttoaineruiskujen suukappaleet (vain puhdistus sallittu)
  - polttoaineruiskut
  - turboahdin
  - elektroninen moottorinohjausyksikkö ja siihen liittyvät anturit ja toimilaitteet
  - hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmä (ja siihen liittyvät komponentit)
  - typen oksidien jälkikäsitteilyjärjestelmä (ja siihen liittyvät komponentit)
  - pakokaasunkierätyjärjestelmä ja kaikki siihen liittyvät ohjausventtiilit ja putket
  - muut pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmät.
- 3.4.1.5 Kriittisiä päästöihin vaikuttavia määräaikaishuoltotoimia voidaan tehdä vain siinä tapauksessa, että ne täytyy tehdä käytön aikana ja tällaisen huoltotoimen suorittamista koskeva vaatimus ilmoitetaan moottorin tai liikkuvan työkonen loppukäyttäjälle.
- 3.4.2 Määräaikaishuollon muutokset
- Valmistajan on pyydettävä hyväksyntäviranomaiselta lupa, jos se haluaa suorittaa uusia määräaikaaisia huoltotoimia käyttöiän kartuttamisohjelman aikana ja suositella kyseisiä toimia liikkuvien työkonien tai moottorien loppukäyttäjille. Pyyntöön on liitettävä uuden määräaikaaisen huoltotoimen tarvetta koskevat perustelut ja tiedot huoltoväleistä.
- 3.4.3 Muu kuin päästöihin vaikuttava määräaikaishuolto
- Muita kuin päästöihin vaikuttavia tarkoituksenmukaisia ja teknisesti tarpeellisia huoltotoimia (kuten öljynvaihto, öljyn-, polttoaineen- tai ilmansuodattimen vaihto, jäähdytysjärjestelmän huolto sekä joutokäynnin, käyntinopeuden rajoittimen, moottorin pulttien kiristyksen, venttiilivälilyksen, ruiskutuksen välilyksen ja mahdollisen käyttöihnan kireyden säätö) voidaan suorittaa käyttöiänkartuttamisohjelmaan valituille moottoreille tai liikkuville työkoneille valmistajan loppukäyttäjälle suosittelemien pisimpien huoltovälien mukaisesti (ei siis esimerkiksi raskasta käyttöä varten suositelluin välein).
- 3.5 Korjaus
- 3.5.1 Käyttöiänkartuttamisohjelmassa testattavaksi valittuihin moottoreihin voidaan tehdä korjauksia vain komponentin vikaantumisen tai moottorin virhetoiminnan seurauksena. Itse moottorin, päästöjenrajoitusjärjestelmän tai polttoainejärjestelmän korjauksia ei sallita lukuun ottamatta 3.5.2 kohdassa määritellyssä laajuudessa tehtäviä korjauksia.
- 3.5.2 Jos moottori, päästöjenrajoitusjärjestelmä tai polttoainejärjestelmä vikaantuu käyttöiänkartutusohjelman aikana, on käynnissä oleva ohjelma mitätöitävä ja aloitettava uusi käyttöiänkartutusohjelma uudella moottorilla.

Edellistä kohtaa ei sovelleta, jos vikaantuneet komponentit korvataan vastaavilla komponenteilla, joiden käyttöikä on kartutettu vastaavalla tuntimäärällä.

#### 4. Moottoriluokat ja -alaluokat NRS<sub>h</sub> ja NRS lukuun ottamatta alaluokkia NRS-v-2b ja NRS-v-3

4.1 Sovellettava päästökestoajaksoluokka ja vastaava huononemiskerroin määritetään tämän 4 kohdan mukaisesti.

4.2 Moottoriperheen katsotaan noudattavan moottorialaluokalle vahvistettuja raja-arvoja, kun kaikkien moottoriperhettä edustavien moottorien päästöttestitulokset ovat 2 kohdassa määritetyllä huononemiskertoimella kerrottuna pienemmät tai yhtä suuret kuin kyseiselle moottorialaluokalle vahvistetut raja-arvot. Jos kuitenkin yhden tai useamman moottoriperhettä edustavan moottorin päästöttestitulokset ovat 2 kohdassa määritetyllä huononemiskertoimella kerrottuna suuremmat kuin yksi tai useampi kyseiselle moottorialaluokalle vahvistettu raja-arvo, moottoriperheen ei katsota noudattavan kyseiselle moottorialaluokalle vahvistettuja raja-arvoja.

4.3 Huononemiskertoimet määritetään seuraavasti:

4.3.1 Vähintään yhdelle testimoottorille, joka edustaa sellaista konfiguraatiota, jota käytettäessä HC+NO<sub>x</sub>-päästöraja-arvot kaikkein todennäköisimmin ylittyvät, ja joka on rakennettu niin, että se edustaa tuotannossa olevia moottoreita, suoritetaan päästöjen (täydellinen) testausmenettely liitteessä VI määritellyn mukaisesti vakiintuneita päästöjä edustavan tuntimäärän jälkeen.

4.3.2 Jos testataan useampi kuin yksi moottori, lasketaan kaikkien testattujen moottorien tulosten keskiarvo ja pyöristetään se samaan desimaalitarkkuuteen kuin sovellettava raja-arvo lisättynä yhdellä merkitsevällä numerolla.

4.3.3 Tehdään vastaava päästötestaus uudelleen moottorin vanhentamisen jälkeen. Vanhenemismenettely on suunniteltava niin, että valmistaja voi ennustaa moottorin päästökestoajakson aikana tapahtuvan päästöjen huononemisen käytössä ottamalla huomioon kulumisen ja muut huononemismekanismit, jotka ovat odotettavissa tyypillisessä kuluttajakäytössä ja saattavat vaikuttaa päästötulokseen. Jos testataan useampi kuin yksi moottori, lasketaan kaikkien testattujen moottorien tulosten keskiarvo ja pyöristetään se samaan desimaalitarkkuuteen kuin sovellettava raja-arvo lisättynä yhdellä merkitsevällä numerolla.

4.3.4 Päästökestoajakson lopussa kunkin säännellyn epäpuhtauden päästöt (keskimääräiset päästöt, jos sovellettavissa) jaetaan vakiintuneilla päästöillä (keskimääräiset päästöt, jos sovellettavissa) ja pyöristetään kahteen merkitsevään numeroon. Tulokseksi saatu luku on huononemiskerroin, ellei tulos ole pienempi kuin 1,00, jolloin huononemiskerroin on 1,00.

4.3.5 Valmistaja voi sijoittaa vakiintuneiden päästöjen testauspisteen ja päästökestoajakson väliin lisää päästötestauspisteitä. Jos välitestejä tehdään, testauspisteet on sijoitettava tasaisin välein päästökestoajaksolle (±2 tuntia) ja yhden testauspisteen on oltava täyden päästökestoajakson (±2 tuntia) puolivälissä.

4.3.6 Kunkin HC+NO<sub>x</sub>- ja CO-epäpuhtauden osalta on sovittava suora viiva tietopisteisiin olettaen alkutestin tapahtuvan tunnin 0 kohdalla ja käyttäen pienimmän neliösumman menetelmää. Huononemiskerroin saadaan jakamalla kestoajakson lopussa laskettu päästö tunnin 0 kohdalla lasketulla päästöillä.

Kunkin epäpuhtauden huononemiskerroin soveltuvalta testisykliltä on kirjattava hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen VII lisäyksessä 1 vahvistettuun testausselesteeseen.

4.3.7 Lasketut huononemiskertoimet saattavat kattaa muitakin moottoriperheitä kuin sen, jonka perusteella ne määritettiin, jos valmistaja toimittaa ennen EU-tyyppihyväksyntää hyväksyntäviranomaiselle hyväksyttävät perustelut, joista käy ilmi, että asianomaisilla moottoriperheillä voidaan kohtuullisessa määrin olettaa käytetyn rakenteen ja tekniikan perusteella olevan samanlaiset päästöjen huononemiseen liittyvät ominaisuudet.

Rakenteen ja tekniikan ryhmittelyä koskeva suuntaa-antava luettelo:

— tavanomaiset kaksitahtimoottorit, joita ei ole varustettu jälkikäsitteilyjärjestelmällä

— tavanomaiset kaksitahtimoottorit, joiden katalysaattori on valmistettu samasta aktiivisesta materiaalista ja joilla on sama kuormitus ja sama määrä kennoja neliösenttimetriä kohti

- kaksitahtimoottorit, joissa on kerrostettu puhdistusjärjestelmä
- kaksitahtimoottorit, joissa on kerrostettu puhdistusjärjestelmä ja joiden katalysaattori on valmistettu samasta aktiivisesta materiaalista ja joilla on sama kuormitus ja sama määrä kennoja neliösenttimetriä kohti
- katalysaattorilla varustetut nelitahtimoottorit, joissa on sama venttiiliteknikka ja identtinen voitelujärjestelmä
- nelitahtimoottorit, joita ei ole varustettu katalysaattorilla, mutta joissa on sama venttiiliteknikka ja identtinen voitelujärjestelmä.

#### 4.4 Päästökestojuoksuluokat

- 4.4.1 Kun kyse on moottoriluokista, joille annetaan asetuksen (EU) 2016/1628 liitteen V taulukossa V-3 tai V-4 vaihtoehtoisia päästökestojuoksojen arvoja, valmistajien on ilmoitettava kuhunkin moottoriperheeseen sovellettava päästökestojuoksoluokka EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä. Tällä luokalla tarkoitetaan moottorivalmistajan määrittämää taulukossa 3.2 annettua luokkaa, joka on lähinnä sen laitteiston odotettavissa olevaa käyttöikää, johon moottorit oletetaan asennettavan. Valmistajan on säilytettävä tiedot, jotka ovat tarpeen valmistajan kullekin moottoriperheelle valitseman päästökestojuoksoluokan perustelemiseksi. Kyseiset tiedot on pyydettyäessä toimitettava hyväksyntäviranomaiselle.

Taulukko 3.2

#### Päästökestojuoksoluokat

Päästökestojuoksoluokka	Moottorin käyttötyyppi
Luokka 1	Kuluttajakäyttö
Luokka 2	Puoliammattimainen käyttö
Luokka 3	Ammattikäyttö

- 4.4.2 Valmistajan on osoitettava hyväksyntäviranomaista tyydyttävällä tavalla, että ilmoitettu päästökestojuoksoluokka vastaa tarkoitusta. Tietoihin, joilla valmistaja perustelee annetulle moottoriperheelle valitun päästökestojuoksoluokan, voi sisältyä muiden muassa seuraavaa:

- selvitykset sellaisten laitteiden elinkaarista, joihin kyseessä olevat moottorit asennetaan
- käytössä vanhenneista moottoreista tehdyt tekniset arviot sen selvittämiseksi, milloin moottorin suorituskyky huononee siihen pisteeseen, jossa käyttökelpoisuus ja/tai luotettavuus kärsii niin paljon, että moottorin peruskorjaus tai vaihto on tarpeen
- takuuselvitykset ja -ajat
- moottorin käyttöikää koskeva markkinointimateriaali
- asiakkaiden ilmoitukset moottorien rikkoutumisesta
- moottorien erityistekniikoiden, materiaalien tai rakenteiden kestoja koskevat tekniset arviot.

## LIITE IV

**Päästöjenrajoitusstrategioihin, typen oksidien rajoittamistoimenpiteisiin ja hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin liittyvät vaatimukset****1. Määritelmät, lyhenteet ja yleiset vaatimukset**

1.1 Tässä liitteessä sovelletaan seuraavia määritelmiä ja lyhenteitä:

- 1) 'Vikakoodilla (DTC)' tarkoitetaan numeerista tai aakkosnumeerista tunnusta, joka ilmoittaa typen oksidien poistojärjestelmän tai hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminnan tai luokittelee sen.
- 2) 'Vahvistetulla ja aktiivisella vikakoodilla' tarkoitetaan vikakoodia, joka on tallennettuna muistissa, kunnes NCD- ja/tai PCD-järjestelmä vahvistaa virhetoiminnan olemassaolon.
- 3) 'NCD-moottoriperheellä' tarkoitetaan valmistajan tekemää ryhmitystä, johon kuuluvissa moottorijärjestelmissä on samat typen oksidien poistojärjestelmän virhetoimintojen (NCM) valvonta- ja havainnointimenetelmät.
- 4) 'Typen oksidien poiston valvontajärjestelmällä (NCD)' tarkoitetaan moottorin sisäistä järjestelmää, jolla voidaan
  - a) havaita typen oksidien poistojärjestelmän vika
  - b) määrittää typen oksidien poistojärjestelmän vian todennäköinen syy käyttämällä hyväksi tietokoneen muistiin tallennettuja tietoja ja/tai ilmoittaa tämä tieto laitteen ulkopuolelle.
- 5) 'Typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnalla (NCM)' tarkoitetaan yritystä muuttaa luvattomasti moottorin typen oksidien poistojärjestelmää tai järjestelmään vaikuttavaa virhetoimintaa, joka saattaa olla luvattoman muuttamisen seurausta. Tällaisen virhetoiminnan katsotaan tässä asetuksessa vaativan varoituksen tai käyttäjän toimenpiteitä edellyttävän järjestelmän aktivoinnin, kun virhetoiminta on havaittu.
- 6) 'Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmällä (PCD)' tarkoitetaan moottorin sisäistä järjestelmää, jolla voidaan
  - a) havaita hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän vika
  - b) määrittää hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän vian todennäköinen syy käyttämällä hyväksi tietokoneen muistiin tallennettuja tietoja ja/tai ilmoittaa tämä tieto laitteen ulkopuolelle.
- 7) 'Hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminnalla (PCM)' tarkoitetaan yritystä muuttaa luvattomasti moottorin hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmää tai siihen vaikuttavaa virhetoimintaa, joka saattaa olla luvattoman muuttamisen seurausta. Tällaisen virhetoiminnan katsotaan tässä asetuksessa vaativan varoituksen, kun virhetoiminta on havaittu.
- 8) 'PCD-moottoriperheellä' tarkoitetaan valmistajan tekemää ryhmitystä, johon kuuluvissa moottorijärjestelmissä on samat hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoimintojen (PCM) valvonta- ja havainnointimenetelmät.
- 9) 'Lukulaitteella' tarkoitetaan ulkoista testilaitetta, jota käytetään ulkoiseen viestintään NCD- ja/tai PCD-järjestelmän kanssa.

**1.2 Ympäristön lämpötila**

Sen estämättä, mitä 2 artiklan 7 kohdassa säädetään, sovelletaan silloin, kun ympäristön lämpötilalla viitataan muihin ympäristöihin kuin laboratorioon, seuraavia säännöksiä:

- 1.2.1 Testauspenkkiin asennetun moottorin tapauksessa ympäristön lämpötila on moottoriin syötettävän palamisilman lämpötila ennen mitään testattavan moottorin osaa.
- 1.2.2 Liikkuvaan työkoneeseen asennetun moottorin tapauksessa ympäristön lämpötila on ilman lämpötila välittömästi liikkuvan työkoneen ulkopuolella.

**2. Päästöjenrajoitusstrategioihin liittyvät tekniset vaatimukset**

- 2.1 Tätä 2 kohtaa sovelletaan niiden luokkiin NRE, NRG, IWP, IWA, RLL ja RLR kuuluvien elektronisesti ohjattujen ja asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II asetettuja vaiheen V päästöarvoja noudattavien moottoreiden tapauksessa, joissa elektronista ohjausta käytetään syötettävän polttoainemäärän ja polttoainesyötön ajoituksen määrittämiseen tai joissa elektronista ohjausta käytetään typen oksidien vähentämiseen käytettävän päästöjenrajoitusjärjestelmän aktivointiin, deaktivointiin tai modulointiin.

- 2.2 Päästöjenrajoituksen perusstrategiaa koskevat vaatimukset
- 2.2.1 Päästöjenrajoituksen perusstrategia on suunniteltava siten, että moottori on sen avulla tavanomaisessa käytössä tämän asetuksen säännösten mukainen. Tavanomainen käyttö ei rajoitu 2.4 kohdassa määriteltyihin rajoittamisolosuhteisiin.
- 2.2.2 Päästöjenrajoituksen perusstrategiat ovat muun muassa mutta eivät pelkästään malleja tai algoritmeja, joilla valvotaan seuraavia:
- polttoaineenruiskutuksen tai sytytyksen ajoitus (moottorin ajoitus)
  - pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR)
  - SCR-katalyttireagenssin annostus.
- 2.2.3 Kaikki päästöjenrajoituksen perusstrategiat, jotka pystyvät erottamaan moottorin toiminnan standardoidun EU-tyyppihyväksyntätestin ja muiden käyttötilanteiden välillä ja myöhemmin vähentämään päästöjenrajoituksen tasoa, kun ei toimita olosuhteissa, jotka oleellisesti kuuluvat EU-tyyppihyväksyntämenettelyyn, ovat kiellettyjä.
- 2.3 Päästöjenrajoituksen lisästrategiaa koskevat vaatimukset
- 2.3.1 Moottori tai liikkuva työkone voi aktivoida päästöjenrajoituksen lisästrategian sillä edellytyksellä, että strategia
- 2.3.1.1 ei pysyvästi vähennä päästöjenrajoitusjärjestelmän tehoa
- 2.3.1.2 toimii ainoastaan 2.4.1, 2.4.2 tai 2.4.3 kohdassa täsmennettyjen rajoittamisolosuhteiden ulkopuolella, kun kyse on 2.3.5 kohdassa mainituista tarkoituksista, ja enintään näiden tarkoitusten täyttämiseen tarvittavan ajan, ellei 2.3.1.3, 2.3.2 ja 2.3.4 kohdassa muuta sallita
- 2.3.1.3 aktivoituu 2.4.1, 2.4.2 tai 2.4.3 kohdassa täsmennetyissä rajoittamisolosuhteissa vain poikkeuksellisesti, kun sen osoitetaan olevan tarpeen 2.3.5 kohdassa mainittujen tarkoitusten täyttämiseksi ja hyväksyntäviranomainen on sen hyväksynyt, ja silloinkin enintään näiden tarkoitusten täyttämiseen tarvittavan ajan
- 2.3.1.4 varmistaa, että päästöjenrajoitusstrategian teho on mahdollisimman lähellä päästöjenrajoituksen perusstrategian tehoa.
- 2.3.2 Kun päästöjenrajoituksen lisästrategia aktivoidaan EU-tyyppihyväksyntätestin aikana, aktivoitumista ei saa rajoittaa tapahtumaan vain 2.4 kohdassa vahvistettujen rajoittamisolosuhteiden ulkopuolella eikä sen tarkoitus saa rajoittua pelkästään 2.3.5 kohdassa esitettyihin kriteereihin.
- 2.3.3 Kun päästöjenrajoituksen lisästrategiaa ei aktivoida EU-tyyppihyväksyntätestin aikana, on osoitettava, että päästöjenrajoituksen lisästrategia on aktiivinen vain 2.3.5 kohdassa mainittuihin tarkoituksiin tarvittavan ajan.
- 2.3.4 Käyttö kylmässä lämpötilassa
- Päästöjenrajoituksen lisästrategia voi aktivoitua pakokaasujen kierrätysjärjestelmällä (EGR-järjestelmä) varustetussa moottorissa 2.4 kohdassa vahvistetuista rajoittamisolosuhteista huolimatta, kun ympäristön lämpötila on alle 275 K (2 °C) ja kun toinen seuraavista edellytyksistä täyttyy:
- imusarjan lämpötila on enintään seuraavasta yhtälöstä saatava lämpötila:  $IMT_c = P_{IM} / 15,75 + 304,4$ , jossa  $IMT_c$  on laskettu imusarjan lämpötila [K] ja  $P_{IM}$  on imusarjan absoluuttinen paine [kPa]
  - moottorin jäähdytysaineen lämpötila on enintään seuraavasta yhtälöstä saatava lämpötila:  $ECT_c = P_{IM} / 14,004 + 325,8$ , jossa  $ECT_c$  on laskettu moottorin jäähdytysaineen lämpötila [K] ja  $P_{IM}$  on imusarjan absoluuttinen paine [kPa].
- 2.3.5 Ellei 2.3.2 kohdassa muuta sallita, päästöjenrajoituksen lisästrategia voidaan aktivoida vain seuraavia tarkoituksia varten:
- ajoneuvon sisäisten signaalien vaikutuksesta moottorin (mukaan lukien ilmankäsittelylaitteen suojaaminen) ja/tai liikkuvan työkoneen, johon moottori asennetaan, suojaamiseksi vaurioilta
  - käyttöturvallisuuden vuoksi

- c) liiallisten päästöjen estoon, kylmäkäynnistyksen tai moottorin lämmityksen aikana, sammuttamisen aikana
- d) jos sitä käytetään tasapainottavasti rajoittamaan yhden säännellyn epäpuhtauden päästöjä tietyissä ympäristö- tai käyttöoloissa, jotta voidaan rajoittaa kaikkien muiden säänneltyjen epäpuhtauksien päästöt niihin rajoihin, joita kyseiseen moottoriin sovelletaan. Tarkoituksena on tasoittaa luonnollisia ilmiöitä siten, että kaikkia päästöjen ainesosia voidaan hyväksyttävästi rajoittaa.
- 2.3.6 Valmistajan on osoitettava tutkimuslaitokselle EU-tyyppihyväksyntätestin aikana, että kaikkien päästöjenrajoituksen lisästrategioiden toiminta on tämän kohdan säännösten mukaista. Osoittamiseen on sisällyttävä 2.6 kohdassa tarkoitettujen asiakirjojen arviointi.
- 2.3.7 Päästöjenrajoituksen lisästrategioiden kaikki toiminta, joka ei ole 2.3.1–2.3.5 kohdan mukaista, on kielletty.
- 2.4 Rajoittamisolosuhteet
- Rajoittamisolosuhteissa täsmennetään korkeus merenpinnasta, ympäristön lämpötila ja moottorin jäähdytysnesteen lämpötila-alue, jotka määrittävät sen, voidaanko päästöjenrajoituksen lisästrategiat aktivoida yleisesti vai vain 2.3 kohdan mukaisesti poikkeustapauksissa.
- Rajoittamisolosuhteet määrittelevät ilmanpaineen, joka mitataan absoluuttisena staattisena paineena (märkä tai kuiva), jäljempänä 'ilmanpaine'.
- 2.4.1 Luokkien IWP ja IWA moottoreihin sovellettavat rajoittamisolosuhteet:
- korkeus merenpinnasta enintään 500 metriä (tai vastaava ilmanpaine 95,5 kPa)
  - ympäristön lämpötila 275–303 K (2–30 °C)
  - moottorin jäähdytysaineen lämpötila yli 343 K (70 °C).
- 2.4.2 Luokan RLL moottoreihin sovellettavat rajoittamisolosuhteet:
- korkeus merenpinnasta enintään 1 000 metriä (tai vastaava ilmanpaine 90 kPa)
  - ympäristön lämpötila 275–303 K (2–30 °C)
  - moottorin jäähdytysaineen lämpötila yli 343 K (70 °C).
- 2.4.3 Luokkien NRE, NRG ja RLR moottoreihin sovellettavat rajoittamisolosuhteet:
- ilmanpaine vähintään 82,5 kPa
  - ympäristön lämpötila:
    - vähintään 266 K (– 7 °C)
    - enintään seuraavasta yhtälöstä saatava lämpötila määritellyssä ilmanpaineessa:  $T_c = - 0,4514 \times (101,3 - P_b) + 311$ , jossa  $T_c$  on laskettu ympäristön ilman lämpötila [K] ja  $P_b$  on ilmanpaine [kPa]
  - moottorin jäähdytysaineen lämpötila yli 343 K (70 °C).
- 2.5 Jos ympäristön lämpötilan arvioimiseen käytetään moottorin imuilman lämpötila-anturia, on moottorityypille tai moottoriperheelle arvioitava näiden kahden mittauspisteen nimellisero. Jos mitattua imuilman lämpötilaa käytetään, sitä on mukautettava nimelliseroa vastaavalla määrällä, jotta voidaan arvioida ympäristön lämpötila kyseistä moottorityyppiä tai moottoriperhettä käyttävälle kokoonpanolle.
- Ero on arvioitava hyvän teknisen käytännön mukaisesti käyttäen perustana mm. seuraavia teknisiä elementtejä (laskelmat, simulaatiot, koetulokset, data jne.):
- tyypilliset liikkuvan työkoneneen luokat, joihin kyseinen moottorityyppi tai -perhe asennetaan, ja
  - valmistajan alkuperäiselle laitevalmistajalle antamat asennusohjeet.
- Arviointiraportti on pyynnöstä toimitettava hyväksyntäviranomaiselle.



## 2.6 Asiakirjavaatimukset

Valmistajan on noudatettava hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen I osassa A olevassa 1.4 kohdassa ja kyseisen liitteen lisäyksessä 2 esitettyjä asiakirjavaatimuksia.

## 3. Typen oksidien poistotoimenpiteisiin liittyvät tekniset vaatimukset

3.1 Tätä 3 kohtaa sovelletaan niiden luokkiin NRE, NRG, IWP, IWA, RLL ja RLR kuuluvien elektronisesti ohjattujen ja asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II asetettuja vaiheen V päästöraja-arvoja noudattavien moottoreiden tapauksessa, joissa elektronista ohjausta käytetään syötettävän polttoainemäärän ja polttoainesyötön ajoituksen määrittämiseen tai joissa elektronista ohjausta käytetään typen oksidien vähentämiseen käytettävän päästöjenrajoitusjärjestelmän aktivointiin, deaktivointiin tai modulointiin.

3.2 Valmistajan on toimitettava täydelliset tiedot typen oksidien poistojärjestelmien toiminnallisista piirteistä käyttäen täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä I esitettyjä asiakirjoja.

3.3 Typen oksidien poistojärjestelmän on oltava toimintakunnossa kaikissa ympäristöolosuhteissa, joita säännöllisesti esiintyy Euroopan unionin alueella, erityisesti matalissa ympäristön lämpötiloissa.

3.4 Valmistajan on osoitettava, että käytettäessä reagenssia ammoniakkipäästöt eivät EU-tyyppihyväksyntämenettelyn soveltuvan päästötestisyklin aikana ylitä luokan RLL moottorien tapauksessa keskiarvoa 25 ppm ja kaikkien muiden soveltuvien luokkien tapauksessa keskiarvoa 10 ppm.

3.5 Jos liikkuvaan työkoneeseen asennetaan tai liitetään reagenssisäiliöt, säiliöiden sisältämästä reagenssista on voitava ottaa näyte. Näytteenottopiste on oltava helposti saavutettavissa ilman erikoistyökalujen tai -laitteiden käyttöä.

3.6 Edellä 3.2–3.5 kohdassa vahvistettujen vaatimusten lisäksi sovelletaan seuraavia vaatimuksia:

a) luokan NRG moottorit: tämän liitteen lisäyksessä 1 vahvistetut tekniset vaatimukset

b) luokan NRE moottorit:

i) lisäyksessä 2 vahvistetut vaatimukset, kun moottori on tarkoitettu käytettäväksi yksinomaan luokkaan IWP tai IWA kuuluvien vaiheen V moottorien sijasta asetuksen (EU) 2016/1628 4 artiklan 1 kohdan 1 alakohdan b alakohdan mukaisesti, tai

ii) lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, kun moottori ei kuulu i luetelmakohdan soveltamisalaan

c) luokkien IWP, IWA ja RLR moottorit: lisäyksessä 2 vahvistetut tekniset vaatimukset

d) luokan RLL moottorit: lisäyksessä 3 vahvistetut tekniset vaatimukset.

## 4. Hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin liittyvät tekniset vaatimukset

4.1 Tätä kohtaa sovelletaan hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmällä varustettuihin moottoreihin, jotka kuuluvat niihin alaluokkiin, joihin sovelletaan hiukkasmäärän raja-arvoa asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistettujen vaiheen V päästörajojen mukaisesti. Kun typen oksidien poistojärjestelmässä ja hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmässä on samat fyysiset komponentit (esim. sama substraatti (SCR ja suodatin), sama pakokaasun lämpötilaa mittaava anturi), tämän 4 kohdan vaatimuksia ei sovelleta mihinkään komponenttiin tai virhetoimintaan, jos hyväksyntäviranomainen tarkasteltuaan valmistajan toimittamaa perusteltua arviointia katsoo, että tämän 4 kohdan piiriin kuuluva hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminta johtaisi vastaavaan, 3 kohdan piiriin kuuluvaan typen oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaan.

4.2 Hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin sovellettavat yksityiskohtaiset tekniset vaatimukset määritellään lisäyksessä 4.

## Lisäys 1

**Luokkien NRE ja NRG moottorien tyyppien oksidien poistojärjestelmiin sovellettavat tekniset lisävaatimukset, mukaan luettuna kyseisten järjestelmien osoittamiseksi käytettävä menetelmä****1. Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan lisävaatimukset, jotka liittyvät tyyppien oksidien poistojärjestelmien asianmukaisen toiminnan varmistamiseen. Lisäyksessä esitetään myös sellaisia moottoreita koskevat vaatimukset, joissa käytetään reagenssia päästöjen vähentämiseksi. EU-tyyppihyväksynnän myöntämisen ehtona on oltava, että sovelletaan tässä lisäyksessä esitettyjä vaatimuksia, jotka koskevat käyttäjän ohjeita, asennusasiakirjoja, käyttäjän varoitusjärjestelmää, käyttäjän toimenpiteitä vaativaa järjestelmää ja reagenssin jäätymissuojauksia.

**2. Yleiset vaatimukset**

Moottori on varustettava tyyppien oksidien poiston valvontajärjestelmällä (NCD), joka kykenee tunnistamaan tyyppien oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnot. Kaikki tämän 2 kohdan piiriin kuuluvat moottorit on suunniteltava, rakennettava ja asennettava siten, että ne voivat täyttää nämä vaatimukset moottorin koko tavanomaisen käyttöikänsä sen tavanomaisissa käyttöoloissa. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on hyväksyttävää, että moottoreissa, joita on käytetty pitempään kuin asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä 2 täsmennetty päästökestojakso, esiintyy jossain määrin tyyppien oksidien poiston valvontajärjestelmän (NCD) suorituskyvyn ja herkkyyden heikentymistä siten, että tässä liitteessä täsmennetyt kynnyksarvot voivat ylittyä, ennen kuin varoitusjärjestelmä ja/tai käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä aktivoituvat.

**2.1 Vaaditut tiedot**

2.1.1 Jos päästöjenrajoitusjärjestelmässä tarvitaan reagenssia, valmistajan on ilmoitettava reagenssin tyyppi, tiedot pitoisuudesta reagenssin ollessa liuoksena, käyttölämpötilaa koskevat ehdot ja viittaukset kansainvälisiin standardeihin reagenssin koostumuksen, laadun ja muiden ominaisuuksien osalta hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä I olevan B osan mukaisesti.

2.1.2 Hyväksyntäviranomaiselle on EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä toimitettava yksityiskohtaiset kirjalliset tiedot, joissa kattavasti kuvataan 4 kohdan mukaisen käyttäjän varoitusjärjestelmän ja 5 kohdan mukaisen käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminnalliset ominaisuudet.

2.1.3 Valmistajan on toimitettava alkuperäiselle laitevalmistajalle asiakirjat, joissa on ohjeet moottorin asentamiseksi liikkuvaan työkoneeseen siten, että moottori, sen päästöjenrajoitusjärjestelmä ja liikkuvan työkoneen osat toimivat tämän lisäyksen vaatimusten mukaisesti. Asiakirjoihin on sisällytettävä moottoria koskevat tarkat tekniset vaatimukset (ohjelmisto, laitteet ja viestintä), joita moottorin asianmukainen asentaminen liikkuvaan työkoneeseen edellyttää.

**2.2 Käyttöolosuhteet**

2.2.1 Tyyppien oksidien poiston valvontajärjestelmän on toimittava seuraavissa olosuhteissa:

a) ympäristön lämpötila 266 K – 308 K (– 7 °C – + 35 °C)

b) korkeus merenpinnasta alle 1 600 metriä

c) moottorin jäähdytysaineen lämpötila yli 343 K (70 °C).

Tätä 2 kohtaa ei sovelleta reagenssisäiliön täyttötason valvontaan, jonka on toimittava kaikissa olosuhteissa, joissa mittaaminen on teknisesti mahdollista (esimerkiksi kaikki olosuhteet, joissa nestemäinen reagenssi ei ole jäänyt).

**2.3 Reagenssin jäätymissuojaus**

2.3.1 Voidaan käyttää lämmitettyä tai lämmittämätöntä reagenssisäiliötä ja annostusjärjestelmää. Lämmitetyn järjestelmän on oltava 2.3.2 kohdan vaatimusten mukainen. Lämmitämättömän järjestelmän on oltava 2.3.3 kohdan vaatimusten mukainen.

- 2.3.1.1 Lämmittämättömän reagenssisäiliön ja annostusjärjestelmän käytöstä on ilmoitettava liikkuvan työkonteen loppukäyttäjälle tarkoitetuissa kirjallisissa ohjeissa.
- 2.3.2 Reagenssisäiliö ja annostusjärjestelmä
- 2.3.2.1 Jos reagenssi on jäänyt, sen on oltava käytettävissä viimeistään 70 minuutin kuluttua siitä, kun moottori on käynnistetty ympäristön lämpötilassa 266 K ( $-7\text{ °C}$ ).
- 2.3.2.2 Lämmitetyn järjestelmän suunnittelukriteerit
- Lämmitetty järjestelmä on suunniteltava siten, että se täyttää tässä 2 kohdassa asetetut suorituskykyä koskevat vaatimukset, kun sitä testataan määritellyn menettelyn mukaisesti.
- 2.3.2.2.1 Reagenssisäiliötä ja annostusjärjestelmää on seisotettava lämpötilassa 255 K ( $-18\text{ °C}$ ) 72 tunnin ajan tai kunnes reagenssi on kiinteää sen mukaan, kumpi tapahtuu ensin.
- 2.3.2.2.2 Edellä 2.3.2.2.1 kohdassa tarkoitetun seisontajakson jälkeen liikkuva työkoneta tai moottori on käynnistettävä ja sitä on käytettävä ympäristön lämpötilassa, joka on enintään 266 K ( $-7\text{ °C}$ ), seuraavasti:
- a) 10–20 minuuttia joutokäyntiä ja sen jälkeen
- b) enintään 50 minuuttia enintään 40 prosentilla nimelliskuormasta.
- 2.3.2.2.3 Kun 2.3.2.2.2 kohdan mukainen testimenettely päättyy, reagenssin annostelujärjestelmän on oltava täysin toimintavalmis.
- 2.3.2.3 Suunnittelupiirteiden arviointi voidaan tehdä kylmässä testitilassa käyttämällä kokonaista liikkuvaa työkonetta tai käyttämällä osia, jotka edustavat liikkuvaan työkoneseen asennettavaksi tarkoitettuja osia, tai kenttäkokeiden pohjalta.
- 2.3.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän ja käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen lämmittämättömässä järjestelmässä
- 2.3.3.1 Jäljempänä 4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava, jos reagenssin annostusta ei tapahdu ympäristön lämpötilassa  $\leq 266\text{ K}$  ( $-7\text{ °C}$ ).
- 2.3.3.2 Jäljempänä 5.4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, jos reagenssin annostusta ei tapahdu ympäristön lämpötilassa  $\leq 266\text{ K}$  ( $-7\text{ °C}$ ) viimeistään 70 minuutin kuluttua moottorin käynnistämisestä.
- 2.4 Valvontavaatimukset
- 2.4.1 Typen oksidien poiston valvontajärjestelmän (NCD) on kyettävä tunnistamaan typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnat (NCM) tietokoneen muistiin tallennettujen valvontajärjestelmän vikakoodien avulla ja ilmoittamaan nämä tiedot pyynnöstä laitteen ulkopuolelle.
- 2.4.2 Vikakoodien kirjaamista koskevat vaatimukset
- 2.4.2.1 Typen oksidien poiston valvontajärjestelmän on kirjattava vikakoodi jokaiselle erilliselle typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnalle.
- 2.4.2.2 Moottorin oltua käynnissä 60 minuutin ajan typen oksidien poiston valvontajärjestelmän on pääteltävä, esiintyykö siinä havaittavissa oleva virhetoiminta. Tässä vaiheessa tallennetaan ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi ja varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava 4 kohdan mukaisesti.
- 2.4.2.3 Jos vaaditaan yli 60 minuutin käyntiaika, jotta valvontalaitteet voivat tarkasti todeta ja vahvistaa typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnan (esim. tilastollisia malleja käyttävät tai liikkuvan työkonteen nesteenkulutusta seuraavat valvontalaitteet), hyväksyntäviranomainen voi sallia pidemmän valvontajakson sillä edellytyksellä, että valmistaja perustelee pitemmän jakson tarpeellisuuden (esim. teknisillä syillä, kokeellisilla tuloksilla tai yrityksen sisäisillä kokemuksilla).
- 2.4.3 Vikakoodien poistamista koskevat vaatimukset
- a) Typen oksidien poiston valvontajärjestelmä ei saa itse poistaa vikakoodeja tietokoneen muistista, ennen kuin kyseiseen vikakoodiin liittyvä vika on korjattu.

b) Typen oksidien poiston valvontajärjestelmä voi poistaa kaikki vikakoodit, kun moottorin valmistajan pyynnöstä toimittama järjestelmän oma lukulaite tai huoltotyökalu sitä pyytää, tai käyttämällä moottorin valmistajan antamaa pääsykoodia.

2.4.4 Typen oksidien poiston valvontajärjestelmää ei saa ohjelmoida tai muutoin säätää siten, että sen aktivointi poistuu osittain tai kokonaan liikkuvan työkoneneen iän perusteella moottorin todellisen käyttöiän aikana, eikä järjestelmä saa sisältää algoritmeja tai strategioita, joiden tehtävänä on alentaa typen oksidien poiston valvontajärjestelmän tehoa ajan mittaan.

2.4.5 Typen oksidien poiston valvontajärjestelmän kaikki uudelleenohjelmoitavat tietokonekoodit tai käyttöparametrit on suojattava luvattomilta muutoksilta.

2.4.6 NCD-moottoriperhe

NCD-moottoriperheen kokoonpanon määrittelee valmistaja. Moottorien ryhmitteleminen NCD-moottoriperheeksi edellyttää hyvää teknistä arviota ja hyväksyntäviranomaisen hyväksyntää.

Moottorit, jotka eivät kuulu samaan moottoriperheeseen, voivat kuitenkin kuulua samaan NCD-moottoriperheeseen.

2.4.6.1 NCD-moottoriperheen määrittämissparametrit

NCD-moottoriperhe voidaan määrittää tärkeimpien suunnitteluparametrien avulla, joiden on oltava yhteiset saman perheen moottoreille.

Jotta moottorien voidaan katsoa kuuluvan samaan NCD-moottoriperheeseen, niillä on oltava seuraavat samat perusparametrit:

- a) päästöjenrajoitusjärjestelmät
- b) NCD-valvonnan menetelmät
- c) NCD-valvonnan perusteet
- d) valvontaparametrit (esim. taajuus).

Valmistajan on osoitettava nämä yhtäläisyydet soveltuvan teknisen demonstraation tai muiden asianmukaisten menettelyjen avulla ja saatava esitykselle hyväksyntäviranomaisen hyväksyntä.

Valmistaja voi pyytää hyväksyntäviranomaiselta hyväksyntää NCD-järjestelmän valvonta- ja havaitsemismenetelmien pienille eroille, jotka johtuvat moottorin kokoonpanon eroavaisuuksista, jos valmistaja pitää näitä menetelmiä samanlaisina ja ne eroavat toisistaan ainoastaan siinä määrin, että ne sopivat tarkasteltavien komponenttien erityispiirteisiin (esim. koko tai pakokaasuvirta), tai niiden yhtäläisyydet ovat hyvän teknisen arvion mukaan perusteltuja.

### 3. Huoltovaatimukset

3.1 Valmistajan on huolehdittava siitä, että kaikille uusien moottoreiden tai koneiden loppukäyttäjille annetaan päästöjenrajoitusjärjestelmää ja sen asianmukaista toimintaa koskevat kirjalliset ohjeet liitteen XV mukaisesti.

### 4. Käyttäjän varoitusjärjestelmä

4.1 Liikkuvassa työkonessa on oltava visuaalinen varoitusjärjestelmä, joka kertoo käyttäjälle, että on havaittu ilmiö (reagenssitaso on alhainen, reagenssin laatu on väärä, annostelu on keskeytynyt tai järjestelmässä on 9 kohdassa täsmennetty vika), joka johtaa siihen, että käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä aktivoituu, ellei ongelmaa korjata ajoissa. Varoitusjärjestelmän on pysyttävä aktiivisena silloin, kun 5 kohdassa kuvattu käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä on aktivoitunut.

4.2 Varoitus ei saa olla sama kuin varoitus, jota käytetään vikojen tai moottorin kunnossapitotoimien ilmoittamiseen, mutta se voi käyttää samaa varoitusjärjestelmää.

- 4.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmään voi kuulua yksi tai useampia merkkivaloja tai lyhyen viestin näyttö, joihin voi esimerkiksi sisältyä viestejä, joilla ilmaistaan selkeästi seuraavia tietoja:
- jäljellä oleva aika ennen käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen tai toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumista
  - käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen tai toisen vaiheen järjestelmän vaikutustaso, esimerkiksi vääntömomentin alenemisen taso
  - olosuhteet, joissa liikkuvan työkoneen toimintakyky voidaan palauttaa.
- Viestin esittämiseen voidaan käyttää samaa järjestelmää kuin muihin kunnossapitotarkoituksiin liittyvien viestien esittämiseen.
- 4.4 Valmistajan valinnan mukaan varoitusjärjestelmään voi sisältyä äänimerkki käyttäjän huomion herättämiseksi. Käyttäjälle voidaan antaa mahdollisuus kytkeä äänimerkki pois päältä.
- 4.5 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4 ja 9.3 kohdan vaatimusten mukaisesti.
- 4.6 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on kytkeydyttävä pois päältä, kun sen aktivoitumisen edellytykset ovat poistuneet. Käyttäjän varoitusjärjestelmä ei saa mennä automaattisesti pois päältä ilman, että sen aktivoitumisen syy on korjattu.
- 4.7 Varoitusjärjestelmän toiminta voidaan tilapäisesti keskeyttää muilla signaaleilla, jotka esittävät tärkeitä turvallisuuteen liittyviä viestejä.
- 4.8 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivointi- ja deaktivointimenettelyjä koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 4.9 Valmistajan on osana tämän asetuksen mukaista EU-tyyppi hyväksyntähakemusta demonstroitava käyttäjän varoitusjärjestelmän toiminta 10 kohdan mukaisesti.

## 5. Käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä

- 5.1 Moottoriin on sisällyttävä käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä, joka pohjautuu yhteen seuraavista periaatteista:
- kaksiportainen käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä, joka ensimmäisessä vaiheessa rajoittaa suorituskykyä ja toisessa vaiheessa estää liikkuvan työkoneen käytön
  - yksiportainen käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä (liikkuvan työkoneen käytön estäminen), joka aktivoituu 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 ja 9.4.1 kohdassa täsmennettyjen ensimmäisen vaiheen edellytysten mukaisesti.
- Jos valmistaja päättää toteuttaa yksiportaista käyttäjän toimenpiteitä vaativaa järjestelmää koskevan vaatimuksen moottorin sammuttamisella, reagenssin tasoa koskeva toimenpide voidaan valmistajan niin halutessa aktivoida 6.3.2 kohdan edellytysten täyttyessä 6.3.1 kohdan edellytysten asemesta.
- 5.2 Moottori voidaan varustaa järjestelyllä, jolla käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä voidaan kytkeä pois toiminnasta, kunhan järjestely täyttää 5.2.1 kohdan vaatimukset.
- Moottoriin voidaan asentaa mahdollisuus estää käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta tilapäisesti kansallisen tai alueellisen hallintoviranomaisen, pelastuspalveluiden tai asevoimien julistaman hätätilan aikana.
    - Jos moottoriin asennetaan mahdollisuus estää käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta tilapäisesti, on kaikkien seuraavien ehtojen toteuduttava:
      - Käyttäjä voi estää järjestelmän toiminnan enintään 120 tunnin ajaksi.
      - Estotoiminnon aktivointimenetelmän on estettävä sen kytkeminen käyttöön vahingossa, ja sitä varten sen on edellytettävä kahta tietoista toimenpidettä ja se on merkittävä vähintään varoituksella "KÄYTTÖ VAIN HÄTÄTILANTEESSA".

- c) Estotoiminnan on kytkeydyttävä automaattisesti pois käytöstä 120 tunnin määräajan jälkeen, ja käyttäjän on lisäksi pystyttävä kytkemään toiminta pois käytöstä manuaalisesti, jos hätätilanne on päättynyt.
- d) Kun 120 tunnin käyttöjakso on päättynyt, järjestelmää ei enää saa voida kytkeä pois toiminnasta, ellei estotoimintoa ole kytketty uudelleen toimintavalmiiksi valmistajan tilapäisellä turvakoodilla tai pätevän huoltoteknikon tekemällä moottorin ECU-yksikön uudelleenkonfiguroinnilla taikka vastaavalla moottori-kohtaisella turvatoiminnolla.
- e) Estotoiminnan aktivointikertojen kokonaismäärä ja kesto on tallennettava haihtumattomaan sähköiseen muistiin tai laskureihin siten, että tietoja ei voi tarkoituksellisesti poistaa. Kansallisten tarkastusviranomaisten on voitava lukea kyseiset tiedot lukulaitteella.
- f) Valmistajan on pidettävä kirjaa kaikista pyynnöistä kytkeä käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän estotoiminta tilapäisesti uudelleen toimintavalmiiksi ja asetettava nämä tiedot pyynnöstä komission tai kansallisten viranomaisten saataville.

### 5.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativa ensimmäisen vaiheen järjestelmä

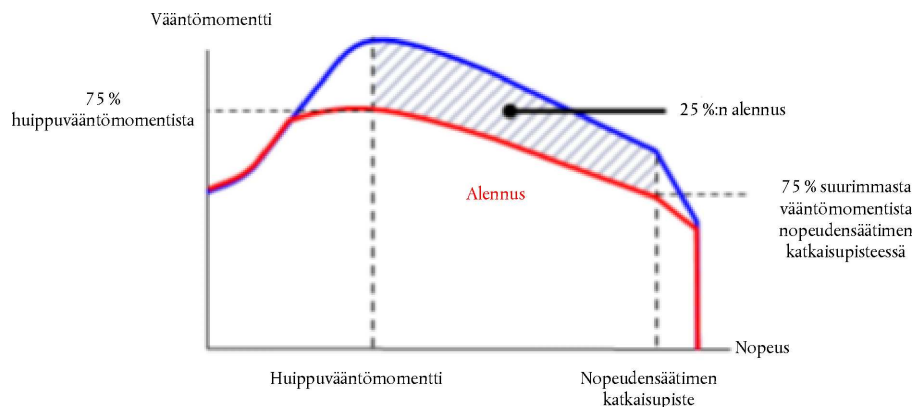
5.3.1 Ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, kun jokin 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 tai 9.4.1 kohdassa täsmennetyistä edellytyksistä on täyttynyt.

5.3.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on asteittain pienennettävä suurinta käytettävissä olevaa vääntömomenttia moottorin koko pyörimisnopeusalueella vähintään 25 prosentilla suurinta vääntömomenttia vastaavan pyörimisnopeuden ja rajoittimen katkaisupisteen välillä kuvassa 4.1 esitetyllä tavalla. Vääntömomentin on pienennettävä vähintään 1 prosenttia minuutissa.

5.3.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativia muita keinoja voidaan käyttää, jos hyväksyntäviranomaiselle on osoitettu niiden olevan vähintään yhtä tehokkaita.

Kuva 4.1

### Käyttäjän toimenpiteitä vaivaan ensimmäisen vaiheen järjestelmään liittyvä vääntömomentin alennuskaavio



### 5.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä

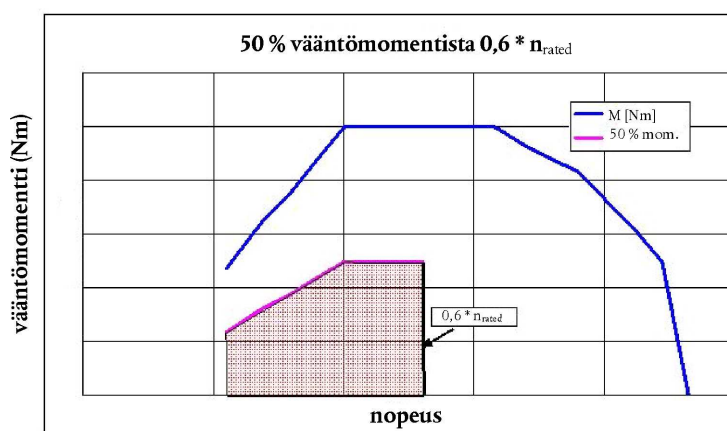
5.4.1 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, kun jokin 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 tai 9.4.2 kohdassa täsmennetyistä edellytyksistä on täyttynyt.

5.4.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on vähennettävä liikkuvan työkonen käytettävyyttä siinä määrin, että sen aiheuttamat vaikeudet saavat käyttäjän korjaamaan kaikki 6–9 kohtaan liittyvät ongelmat. Tällöin voidaan käyttää seuraavia strategioita:

5.4.2.1 Alennetaan moottorin vääntömomenttia asteittain suurinta vääntömomenttia vastaavan pyörimisnopeuden ja nopeudensäätimen katkaisupisteen välillä kuvassa 4.1 esitetyn mukaisesti ensimmäisessä vaiheessa rajoitetusta vääntömomentista vähintään 1 prosentilla minuutissa enintään 50 prosenttiin suurimmasta vääntömomentista, ja samaan aikaan, kun vääntömomenttia vähennetään, pienennetään moottorin pyörimisnopeutta asteittain enintään 60 prosenttiin nimellisnopeudesta, kuten kuvassa 4.2 esitetään.

Kuva 4.2

### Vääntömomentin alentaminen käyttäjän toimenpiteitä vaativassa toisen vaiheen järjestelmässä



- 5.4.2.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativia muita keinoja voidaan käyttää, jos hyväksyntäviranomaiselle on osoitettu niiden olevan vähintään yhtä tehokkaita.
- 5.5 Turvallisuuskäytökohtien huomioon ottamiseksi ja itsekorjaavan diagnostiikan mahdollistamiseksi on käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminnon, joka antaa käyttöön moottorin täyden tehon, käyttäminen sallittua sillä edellytyksellä, että se
- on aktiivinen enintään 30 minuutin ajan ja
  - on rajattu kolmeen aktivoitumiskertaan kullakin jaksolla, jolla käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä on aktiivinen.
- 5.6 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on kytkeydyttävä pois päältä, kun sen aktivoitumisen edellytykset ovat poistuneet. Käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä ei saa deaktivoitua automaattisesti ilman, että sen aktivoitumisen syy on korjattu.
- 5.7 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivointi- ja deaktivoitimenettelyjä koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 5.8 Valmistajan on osana tämän asetuksen mukaista EU-tyyppihyväksyntähakemusta demonstroitava käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta 11 kohdan mukaisesti.

## 6. Reagenssin saatavuus

### 6.1 Reagenssimäärän ilmaisimen

Liikkuvassa työkoneessa on oltava erityinen osoitin, joka ilmoittaa selkeästi käyttäjälle reagenssin määrän reagenssisäiliössä. Vähimmäisvaatimus reagenssimäärän ilmaisimen toiminnalle on, että sen on jatkuvasti ilmoitettava reagenssin määrä silloin, kun 4 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktiivisena. Reagenssimäärän ilmaisimen näyttö voi olla analoginen tai digitaalinen, ja se voi esittää määrän suhteessa säiliön vetoisuuteen, jäljellä olevan reagenssin määränä tai arvioituina jäljellä olevina käyttötunteina.

### 6.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituminen

6.2.1 Edellä 4 kohdassa kuvailun käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoitettava, kun reagenssin määrä laskee alle 10 prosenttiin reagenssisäiliön vetoisuudesta. Valmistajan niin halutessa prosenttiosuus voi olla suurempi.

6.2.2 Annettavan varoitussignaalin on yhdessä reagenssimäärän ilmaisimen kanssa oltava riittävän selkeä, jotta käyttäjä ymmärtää, että reagenssin määrä on vähäinen. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, visuaalisen varoituksen on ilmoitettava, että reagenssin määrä on alhainen (esimerkiksi "ureataso alhainen", "AdBlue-taso alhainen" tai "reagenssimäärä alhainen").

- 6.2.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän ei tarvitse aluksi olla jatkuvasti aktiivisena (esimerkiksi viestin ei tarvitse olla jatkuvasti näkyvässä), mutta varoituksen on voimistuttava siten, että se muuttuu jatkuvaksi sitä mukaa, kun reagenssisäiliö tyhjenee ja lähestytään tilannetta, jossa käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä tulee toimintaan (esimerkiksi merkkivalon vilkkumistiheys). Lopulta järjestelmän on annettava käyttäjälle varoitus, jonka voimakkuuden valmistaja voi valita mutta jonka on oltava 6.3 kohdassa tarkoitettun käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituessa selvästi havaittavampi kuin silloin, kun se ensimmäisen kerran aktivoitui.
- 6.2.4 Jatkuvan varoituksen on oltava sellainen, että sitä ei voi helposti kytkeä pois päältä tai jättää huomiotta. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä selkeä viesti (esimerkiksi "lisää ureaa", "lisää AdBlue" tai "lisää reagenssia"). Muut tärkeitä turvallisuuteen liittyviä viestejä sisältävät signaalit voivat tilapäisesti keskeyttää jatkuvan varoituksen.
- 6.2.5 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on oltava sellainen, että sitä ei voida kytkeä pois päältä ennen kuin reagenssia on lisätty määrään, joka ei aiheuta järjestelmän aktivoitumista.
- 6.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen
- 6.3.1 Edellä 5.3 kohdassa kuvatun käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoituttava, jos reagenssin määrä laskee alle 2,5 prosenttiin säiliön nimellisvetoisuudesta. Valmistajan niin halutessa prosenttiosuus voi olla suurempi.
- 6.3.2 Edellä 5.4 kohdassa kuvatun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoituttava, kun reagenssisäiliö on tyhjä (eli annostusjärjestelmä ei kykene ottamaan reagenssia säiliöstä) tai kun reagenssin määrä on valmistajan valitsemalla tasolla, joka on alle 2,5 prosenttia säiliön nimellisvetoisuudesta.
- 6.3.3 Lukuun ottamatta 5.5 kohdassa sallitun laajuista poikkeusta käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen ja toisen vaiheen järjestelmän on oltava sellainen, että sitä ei voida kytkeä pois päältä ennen kuin reagenssia on lisätty niin, että sen määrä ei enää edellytä käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoitumista.
- 7. Reagenssin laadun valvonta**
- 7.1 Moottorissa tai liikkuvassa työkoneessa on oltava järjestelmä, joka havaitsee vääränlaisen reagenssin.
- 7.1.1 Valmistajan on määritettävä hyväksyttävä reagenssipitoisuus  $CD_{min}$ , jonka seurauksena pakokaasun  $NO_x$ -päästöt eivät ylitä pienempää seuraavista arvoista: sovellettava  $NO_x$ -raja-arvo kerrottuna 2,25:llä tai sovellettava  $NO_x$ -raja-arvo plus 1,5 g/kWh. Niissä moottorialuokissa, joihin sovelletaan yhdistettyä HC- $NO_x$ -raja-arvoa, sovellettavana  $NO_x$ -arvona käytetään tämän kohdan soveltamiseksi yhdistettyä HC- $NO_x$ -raja-arvoa, josta vähennetään 0,19 g/kWh.
- 7.1.1.1 Reagenssin  $CD_{min}$ -arvon oikeellisuus on demonstroitava EU-tyyppihyväksynnän aikana 13 kohdassa kuvaillulla menetelmällä ja kirjattava liitteessä I olevassa 8 kohdassa tarkoitettuun laajaan asiakirjapakettiin.
- 7.1.2 Järjestelmän on havaittava  $CD_{min}$ -arvoa pienemmät reagenssipitoisuudet, ja niitä on pidettävä kohdan 7.1 soveltamiseksi vääränlaisena reagenssina.
- 7.1.3 Reagenssin laatua varten on osoitettava erillinen laskuri ("reagenssin laatulaskuri"). Reagenssin laatulaskurin on laskettava niiden moottorin käyttötuntien määrä, jolloin reagenssi oli vääränlaista.
- 7.1.3.1 Valinnaisesti valmistaja voi ryhmitellä reagenssin puutteellisen laadun yhteen jonkin muun tai joidenkin muiden 8 ja 9 kohdassa lueteltujen vikojen kanssa samalle laskurille.
- 7.1.4 Reagenssin laatulaskurin aktivointi- ja deaktivoitokriteerejä ja -mekanismeja koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 7.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituminen
- Kun valvontajärjestelmä vahvistaa, että reagenssi on laadultaan virheellistä, on 4 kohdassa kuvatun käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituttava. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syy ilmoittava viesti (esimerkiksi "vääränlainen urea", "vääränlainen AdBlue" tai "vääränlainen reagenssi").



- 7.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen
- 7.3.1 Edellä 5.3 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoitettava, jos reagenssin laatua ei korjata moottorin 10 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun 7.2 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktivoitunut.
- 7.3.2 Edellä 5.4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoitettava, jos reagenssin laatua ei korjata moottorin 20 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun 7.2 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktivoitunut.
- 7.3.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativien järjestelmien aktivoitumista edeltävää tuntimäärää on pienennettävä 11 kohdassa kuvailtujen mekanismien mukaisesti, jos vika esiintyy toistuvasti.
8. **Reagenssin annostus**
- 8.1 Moottorissa on oltava keinot, joilla havaitaan annostuksen keskeytys.
- 8.2 Reagenssin annostuslaskuri
- 8.2.1 Annostukselle on osoitettava erityinen laskuri ("annostuslaskuri"). Laskurin on laskettava niiden moottorin käyntituntien lukumäärä, joiden aikana reagenssin annostus keskeytyy. Tätä ei edellytetä silloin, kun keskeytystä vaatii moottorinohjausyksikkö sen vuoksi, että liikkuvan työkoneen käyttöolosuhteet ovat sellaiset, että päästöjenrajoituksen suorituskyvyn ylläpitämiseksi ei tarvita reagenssiannostusta.
- 8.2.1.1 Valinnaisesti valmistaja voi ryhmitellä reagenssin annostusvirheen samalle laskurille yhden tai useamman 7 ja 9 kohdassa luetellun vian kanssa.
- 8.2.2 Reagenssin annostuslaskurin aktivointi- ja deaktivointikriteerejä ja -mekanismeja koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 8.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituminen
- Edellä 4 kohdassa kuvatun käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoitettava, kun kyseessä on annostuksen keskeytys, joka asettaa annostuslaskurin 8.2.1 kohdan mukaisesti. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syy ilmoitettava viesti (esimerkiksi "urean annostusvirhe", "AdBlue-annostusvirhe" tai "reagenssin annostusvirhe").
- 8.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen
- 8.4.1 Edellä 5.3 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoitettava, jos reagenssin annostuksen keskeytystä ei korjata moottorin 10 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun käyttäjän varoitusjärjestelmä on 8.3 kohdan mukaisesti aktivoitunut.
- 8.4.2 Edellä 5.4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoitettava, jos reagenssin annostuksen keskeytystä ei korjata moottorin 20 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun käyttäjän varoitusjärjestelmä on 8.3 kohdan mukaisesti aktivoitunut.
- 8.4.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativien järjestelmien aktivoitumista edeltävää tuntimäärää on pienennettävä 11 kohdassa kuvailtujen mekanismien mukaisesti, jos vika esiintyy toistuvasti.
9. **Asetusten luvattomasta muuttamisesta mahdollisesti johtuvien vikojen valvonta**
- 9.1 Reagenssisäiliön täyttömäärän, reagenssin laadun ja reagenssin annostuksen keskeytymisen lisäksi on valvottava seuraavia vikoja, jotka saattavat johtua asetusten luvattomasta muuttamisesta:
- a) pakokaasujen takaisinkierätyjärjestelmän (EGR) venttiilin toiminnan estyminen
  - b) typen oksidien poiston valvontajärjestelmän (NCD) viat (9.2.1 kohta).

- 9.2 Valvontavaatimukset
- 9.2.1 Typen oksidien poiston valvontajärjestelmää (NCD) on valvottava sähkövikojen ja antureiden paikaltaan siirtämisen tai deaktivoitumisen varalta, jotteivät ne estäisi järjestelmää havaitsemasta muita kohdissa 6–8 (komponenttien valvonta) tarkoitettuja vikoja.
- Esimerkkejä havaitsemiskykyyn vaikuttavista antureista ovat NO<sub>x</sub>-pitoisuutta suoraan mittaavat anturit, urean laatua mittaavat anturit, ympäristöolosuhteita mittaavat anturit sekä reagenssin annostelun, määrän ja kulutuksen valvonnassa käytettävät anturit.
- 9.2.2 EGR-venttiilin laskuri
- 9.2.2.1 EGR-venttiilin toiminnan estymiselle on osoitettava erityinen laskuri. EGR-venttiililaskurin on laskettava niiden moottorin käyntituntien määrä, jolloin EGR-venttiilin toiminnan estymiseen liittyvän vikakoodin todetaan olevan aktiivisena.
- 9.2.2.1.1 Valinnaisesti valmistaja voi ryhmitellä EGR-venttiilin estyneen toiminnan samalle laskurille yhden tai useamman 7, 8 ja 9.2.3 kohdassa luetellun vian kanssa.
- 9.2.2.2 EGR-venttiilin laskurin aktivointi- ja deaktivoitokriteerejä ja -mekanismeja koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 9.2.3 NCD-järjestelmän laskurit
- 9.2.3.1 Kaikille 9.1 kohdan b alakohdassa tarkoitetuille valvontavirheille on osoitettava erityinen laskuri. NCD-laskurien on laskettava niiden moottorin käyntituntien määrä, jolloin NCD-järjestelmän vikaan liittyvän vikakoodin todetaan olevan aktiivisena. Useiden vikojen ryhmittely samalle laskurille on sallittua.
- 9.2.3.1.1 Valinnaisesti valmistaja voi ryhmitellä estyneen NCD-järjestelmän vian samalle laskurille yhden tai useamman 7, 8 ja 9.2.2 kohdassa luetellun vian kanssa.
- 9.2.3.2 NCD-järjestelmän laskurien aktivointi- ja deaktivoitokriteerejä ja -mekanismeja koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.
- 9.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituminen
- Edellä 4 kohdassa kuvaillun käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava, jos ilmenee jokin 9.1 kohdassa tarkoitettu vika, ja järjestelmän on ilmoitettava, että vika on korjattava viipymättä. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syyn ilmoitettava viesti (esimerkiksi "reagenssin annostusventtiili ei kytketty" tai "kriittinen päästövika").
- 9.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen
- 9.4.1 Edellä 5.3 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, jos 9.1 kohdassa tarkoitettua vikaa ei korjata viimeistään moottorin 36 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun 9.3 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktivoitunut.
- 9.4.2 Edellä 5.4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, jos 9.1 kohdassa tarkoitettua vikaa ei korjata viimeistään moottorin 100 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun 9.3 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktivoitunut.
- 9.4.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativien järjestelmien aktivoitumista edeltävää tuntimäärää on pienennettävä 11 kohdassa kuvailtujen mekanismien mukaisesti, jos vika esiintyy toistuvasti.
- 9.5 Vaihtoehtona kohdan 9.2 vaatimuksille valmistaja voi käyttää pakojärjestelmässä olevaa NO<sub>x</sub>-anturia. Tässä tapauksessa sovelletaan seuraavaa:
- a) NO<sub>x</sub>-arvo ei saa ylittää pienempää seuraavista arvoista: sovellettava NO<sub>x</sub>-raja-arvo kerrottuna 2,25:llä tai sovellettava NO<sub>x</sub>-raja-arvo plus 1,5 g/kWh. Niissä moottorialaluokissa, joihin sovelletaan yhdistettyä HC-NO<sub>x</sub>-raja-arvoa, sovellettavana NO<sub>x</sub>-arvona käytetään tämän kohdan soveltamiseksi yhdistettyä HC-NO<sub>x</sub>-raja-arvoa, josta vähennetään 0,19 g/kWh.

- b) Voidaan käyttää yhtä virhettä ”korkea NO<sub>x</sub> – perussyy tuntematon”.
- c) 9.4.1 kohta on luettava ”moottorin 10 käyttötunnin”.
- d) 9.4.2 kohta on luettava ”moottorin 20 käyttötunnin”.

## 10. Demonstrointivaatimukset

### 10.1 Yleistä

Tämän liitteen vaatimusten täyttyminen on osoitettava EU-tyyppihyväksynnän aikana suorittamalla taulukon 4.1 ja tämän 10 kohdan vaatimusten mukaisesti seuraavat:

- a) varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi
- b) käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen demonstrointi (tapauksen mukaan)
- c) käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen demonstrointi.

### 10.2 Moottoriperheet ja NCD-moottoriperheet

Se, että moottoriperhe tai NCD-moottoriperhe on tämän 10 kohdan vaatimusten mukainen, voidaan osoittaa testaamalla yksi perheeseen kuuluva moottori edellyttäen, että valmistaja osoittaa hyväksyntäviranomaiselle, että tämän lisäyksen vaatimusten täyttämiseksi tarvittavat valvontajärjestelmät ovat perheen moottoreissa samanlaiset.

10.2.1 NCD-perheen muiden jäsenten valvontajärjestelmien samanlaisuuden osoittaminen voidaan suorittaa esittämällä hyväksyntäviranomaisille algoritmeja, toiminta-analyyseja tai muuta aineistoa.

10.2.2 Valmistajan on valittava testattava moottori yhteisymmärryksessä hyväksyntäviranomaisen kanssa. Moottori voi olla, mutta sen ei tarvitse olla, kyseisen perheen kantamoottori.

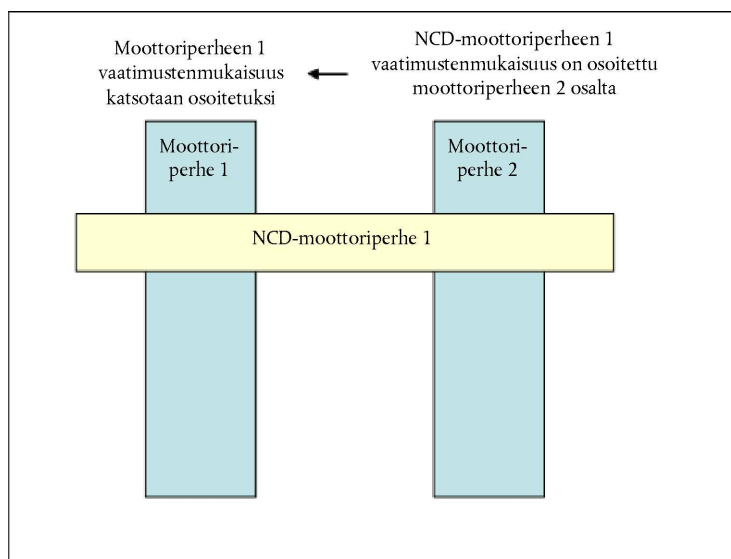
10.2.3 Jos moottoriperheen moottorit kuuluvat NCD-moottoriperheeseen, joka on jo EU-tyyppihyväksytty 10.2.1 kohdan mukaisesti (kuva 4.3), kyseisen moottoriperheen vaatimustenmukaisuus katsotaan osoitetuksi ilman lisätestejä, mikäli valmistaja osoittaa viranomaiselle, että tämän lisäyksen vaatimusten noudattamiseksi tarvittavat valvontajärjestelmät ovat tarkasteltavissa moottori- ja NCD-moottoriperheissä samanlaiset.

Taulukko 4.1

### Demonstrointimenettelyn sisältö 10.3 ja 10.4 kohdan säännösten mukaisesti

Mekanismi	Demonstroinnin osatekijät
Varoitusjärjestelmän aktivoituminen (10.3 kohta)	— 2 aktivoitumistestiä (ml. reagenssin vähäinen määrä) — Lisädemostroinnit tarvittaessa
Käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän aktivoituminen (10.4 kohta)	— 2 aktivoitumistestiä (ml. reagenssin vähäinen määrä) — Lisädemostroinnit tarvittaessa — 1 vääntömomentin alenemistesti
Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän aktivoituminen (10.4.6 kohta)	— 2 aktivoitumistestiä (ml. reagenssin vähäinen määrä) — Lisädemostroinnit tarvittaessa

Kuva 4.3

**Aiemmin osoitettu NCD-moottoriperheen vaatimustenmukaisuus****10.3 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi**

10.3.1 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen vaatimustenmukaisuus on demonstroitava suorittamalla kaksi testiä, joiden aiheet ovat seuraavat: reagenssin vähäinen määrä sekä yksi 7–9 kohdassa tarkoitettu vikaluokka.

**10.3.2 Testattavien vikojen valinta**

10.3.2.1 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstroimiseksi silloin, kun reagenssin laatu on virheellinen, on valittava reagenssi, jossa tehoaineen pitoisuutta on laimennettu vähintään pitoisuuteen, jonka valmistaja on ilmoittanut 7 kohdan vaatimusten mukaisesti.

10.3.2.2 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstroimiseksi silloin, kun on kyse tämän liitteen 9 kohdassa tarkoitetuista vioista, jotka voivat johtua asetusten luvattomasta muuttamisesta, valinta on tehtävä seuraavien vaatimusten mukaisesti:

10.3.2.2.1 Valmistajan on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle luettelo tällaisista mahdollisista vioista.

10.3.2.2.2 Hyväksyntäviranomaisen on valittava testissä tarkasteltava vika 10.3.2.2.1 kohdassa tarkoitettua luettelosta.

**10.3.3 Demonstrointi**

10.3.3.1 Tätä demonstrointia varten on tehtävä erillinen testi kunkin 10.3.1 kohdassa tarkoitetun vian osalta.

10.3.3.2 Testin aikana ei saa esiintyä mitään muuta vikaa kuin testin kohteena oleva.

10.3.3.3 Kaikki vikakoodit on tyhjennettävä ennen testin aloittamista.

10.3.3.4 Testattavat viat voidaan valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella simuloida.

### 10.3.3.5 Muiden vikojen kuin reagenssin vähäisen määrän havaitseminen

Kun vika on aiheutettu tai simuloitu, sen havaitsemisen on tapahduttava seuraavasti, kun kyseessä on muu vika kuin reagenssin vähäinen määrä:

#### 10.3.3.5.1 NCD-järjestelmän on vastattava hyväksyntäviranomaisen valitsemaan soveltuvaan vikaan tämän lisäyksen säännösten mukaisesti. Katsotaan, että tämä on osoitettu, jos aktivointi tapahtuu kahdessa peräkkäisessä NCD-testisyklissä tämän lisäyksen 10.3.3.7 kohdan mukaisesti.

Jos valvonnan kuvauksessa on todettu, että tietty valvontalaite tarvitsee enemmän kuin kaksi NCD-testisykliä valvonnan loppuun saattamiseksi, ja hyväksyntäviranomaisen on sen hyväksynyt, NCD-testisykliä määrää voidaan lisätä kolmeen.

Jokainen yksittäinen NCD-testisykli voidaan erottaa demonstraatiotestauksessa toisista sammuttamalla moottori. Aika ennen seuraavaa käynnistystä määritetään sen mukaan, tapahtuuko valvontatoimintoja moottorin sammuttamisen jälkeen ja vaaditaanko tiettyjen olosuhteiden toteutumista, jotta valvonta tapahtuisi seuraavalla käynnistyksellä.

#### 10.3.3.5.2 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi katsotaan hyväksyttävästi suoritetuksi, jos kunkin 10.3.2.1 kohdan mukaisesti suoritettujen testien lopussa varoitusjärjestelmä on aktivoitunut asianmukaisesti ja valitun vian vikakoodi on tilassa "vahvistettu ja aktiivinen".

### 10.3.3.6 Reagenssin vähäisen määrän havaitseminen

Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstroimiseksi silloin, kun reagenssia ei ole tarpeeksi, moottoria on käytettävä yhden tai useamman NCD-testisyklin ajan valmistajan valinnan mukaan.

#### 10.3.3.6.1 Demonstrointi on aloitettava niin, että säiliössä on reagenssia valmistajan ja hyväksyntäviranomaisen sopima määrä mutta vähintään 10 prosenttia säiliön nimellisvetoisuudesta.

#### 10.3.3.6.2 Varoitusjärjestelmän katsotaan toimineen oikein, jos seuraavat ehdot täyttyvät samanaikaisesti:

- a) varoitusjärjestelmä on aktivoitunut reagenssimäärän ollessa suurempi tai yhtä suuri kuin 10 prosenttia reagenssisäiliön nimellisvetoisuudesta ja
- b) "jatkuva" varoitusjärjestelmä on aktivoitunut, kun reagenssin määrä on suurempi tai yhtä suuri kuin valmistajan 6 kohdan mukaisesti ilmoittama arvo.

### 10.3.3.7 NCD-testisykli

#### 10.3.3.7.1 Tässä 10 kohdassa tarkoitettu NCD-testisykli, jolla osoitetaan NCD-järjestelmän asianmukainen suorituskyky, on alaluokkien NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 ja NRE-v-6 moottorien tapauksessa kuumakäynnistys-NRTC ja kaikkien muiden luokkien moottorien tapauksessa sovellettava NRSC-sykli.

#### 10.3.3.7.2 Valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella voidaan käyttää vaihtoehtoisia NCD-testisykliä (esim. muu kuin NTRC tai NRSC) tiettyä valvontalaitetta varten. Hakemuksessa on oltava tiedot (tekniset näkökohdat, simulaatiot, testitulokset jne.), joista käyvät ilmi

- a) vaaditun testisyklin tulokset valvontalaitteella, jota käytetään todellisissa käyttöolosuhteissa, ja
- b) se että 10.3.3.7.1 kohdassa määrätty sovellettava NCD-testisykli osoitetaan kyseiseen valvontaan huonommin soveltuvaksi.

### 10.3.4 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi katsotaan hyväksyttävästi suoritetuksi, jos kunkin 10.3.3 kohdan mukaisesti suoritettujen testien lopussa varoitusjärjestelmä on aktivoitunut asianmukaisesti.

- 10.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän demonstrointi
- 10.4.1 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän demonstrointi on suoritettava moottoritestipenkissä.
- 10.4.1.1 Demonstrointia varten tarvittavat komponentit ja osajärjestelmät, joita ei ole fyysisesti asennettu moottorijärjestelmään, kuten ympäristön lämpötilaa mittaavat anturit, tasoanturit ja käyttäjän varoitus- ja tietojärjestelmät, on tätä varten yhdistettävä moottoriin tai simuloitava hyväksyntäviranomaisen hyväksymällä tavalla.
- 10.4.1.2 Valmistajan niin halutessa ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella demonstrointitestit voidaan tehdä kokonaisella liikkuvalla työkoneella joko kiinnittämällä liikkuva työkone sopivaan testipenkkiin tai – 10.4.1 kohdan sitä estämättä – käyttämällä sitä testiradalla valvotuissa olosuhteissa.
- 10.4.2 Testijakson aikana on demonstroitava käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivoituminen, kun reagenssin määrä on vähäinen ja kun ilmenee jonkin 7, 8 tai 9 kohdassa tarkoitetuista vioista.
- 10.4.3 Tätä demonstrointia varten
- hyväksyntäviranomaisen on valittava reagenssin vähäisen määrän lisäksi yksi 7, 8 tai 9 kohdassa tarkoitetuista vioista, jota on aiemmin käytetty varoitusjärjestelmän demonstroinnissa
  - valmistaja voi hyväksyntäviranomaisen suostumuksella nopeuttaa testiä simuloimalla tietyn käyttötuntimäärän kertymisen
  - käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän edellyttämä vääntömomentin aleneminen voidaan demonstroida samanaikaisesti tämän säännön mukaisen moottorin yleisen suorituskyvyn hyväksynnän kanssa. Vääntömomentin erillistä mittaamista ei tässä tapauksessa vaadita käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän demonstroinnin aikana.
  - käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä on demonstroitava 10.4.6 kohdan vaatimusten mukaisesti.
- 10.4.4 Lisäksi valmistajan on demonstroitava käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta 7, 8 tai 9 kohdassa tarkoitetuissa vikatilanteissa, joita ei ole valittu käytettäväksi 10.4.1–10.4.3 kohdassa kuvailluissa demonstrointitesteissä.
- Nämä lisädemonstroinnit voidaan suorittaa esittämällä hyväksyntäviranomaiselle teknisiä asiakirjoja, kuten algoritmeja, toiminta-analyysejä tai aiempien testien tulokset.
- 10.4.4.1 Näillä lisädemonstroinneilla on erityisesti osoitettava hyväksyntäviranomaiselle, että moottorinohjauksyksikössä on asianmukainen vääntömomentin alennusmekanismi.
- 10.4.5 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän demonstrointitesti
- 10.4.5.1 Demonstrointi käynnistyy, kun varoitusjärjestelmä tai tapauksen mukaan ”jatkuva” varoitusjärjestelmä on aktivoitunut sen seurauksena, että on havaittu hyväksyntäviranomaisen valitsema vika.
- 10.4.5.2 Tarkastettaessa järjestelmän toimintaa silloin, kun reagenssisäiliössä ei ole tarpeeksi reagenssia, moottoria on käytettävä, kunnes reagenssin määrä on laskenut 2,5 prosenttiin säiliön nimellisvetoisuudesta tai arvoon, jonka valmistaja on ilmoittanut 6.3.1 kohdan mukaisesti rajaksi, jonka kohdalla kuljettajan toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän on tarkoitus toimia.
- 10.4.5.2.1 Valmistaja voi hyväksyntäviranomaisen suostumuksella simuloida jatkuvaa ajoa poistamalla säiliöstä reagenssia joko moottorin käydessä tai ollessa pysähtyneenä.
- 10.4.5.3 Tarkastettaessa järjestelmän toimintaa muun vian kuin reagenssin vähäisen määrän osalta moottoria on käytettävä taulukossa 4.3 esitetty asianomainen tuntimäärä tai valmistajan valinnan mukaan kunnes asianomainen laskuri on saavuttanut arvon, jonka kohdalla käyttäjän toimenpiteitä vaativa ensimmäisen vaiheen järjestelmä aktivoituu.

- 10.4.5.4 Kuljettajan toimenpiteitä vaativan ensimmäisen vaiheen järjestelmän demonstrointi katsotaan hyväksyttävästi suoritetuksi, jos kunkin 10.4.5.2 ja 10.4.5.3 kohdan mukaisesti suoritettujen demonstrointitestien lopussa valmistaja on osoittanut hyväksyntäviranomaiselle, että moottorinohjauksikkö on aktivoitunut vääntömomentin alennusmekanismiin.
- 10.4.6 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän demonstrointitesti
- 10.4.6.1 Demonstrointi on aloitettava tilanteessa, jossa ensimmäisen vaiheen järjestelmä on aiemmin aktivoitunut, ja se voidaan suorittaa niiden testien jatkoksi, jotka tehtiin ensimmäisen vaiheen järjestelmän demonstroimiseksi.
- 10.4.6.2 Tarkastettaessa järjestelmän toimintaa, kun reagenssisäiliössä ei ole tarpeeksi reagenssia, moottoria on käytettävä, kunnes reagenssisäiliö on tyhjä tai kunnes reagenssin määrä on laskenut alle 2,5 prosenttiin säiliön nimellisetilavuudesta arvoon, jonka valmistaja on ilmoittanut käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisrajaksi.
- 10.4.6.2.1 Valmistaja voi hyväksyntäviranomaisen suostumuksella simuloida jatkuvaa ajoa poistamalla säiliöstä reagenssia joko moottorin käydessä tai ollessa pysähtyneenä.
- 10.4.6.3 Tarkastettaessa järjestelmän toimintaa muun vian kuin reagenssin puutteen osalta moottoria on käytettävä taulukossa 4.4 esitetty asianomainen tuntimäärä tai valmistajan valinnan mukaan kunnes asianomainen laskuri on saavuttanut arvon, jonka kohdalla käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä aktivoituu.
- 10.4.6.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän demonstrointi katsotaan suoritetuksi, jos kunkin 10.4.6.2 ja 10.4.6.3 kohdan mukaisesti suoritettujen demonstrointitestien lopussa valmistaja on osoittanut hyväksyntäviranomaiselle, että tässä lisäyksessä tarkoitettu käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä on aktivoitunut.
- 10.4.7 Käyttäjän toimenpiteitä vaativien mekanismien demonstrointitestit voidaan valmistajan niin halutessa ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella vaihtoehtoisesti tehdä kokonaisella liikkuvalla työkonella 5.4 ja 10.4.1.2 kohdan vaatimusten mukaisesti joko kiinnittämällä liikkuva työkoneline sopivaan testipenkkiin tai käyttämällä sitä testiradalla valvotuissa olosuhteissa.
- 10.4.7.1 Liikkuvaa työkonetta on käytettävä, kunnes valittuun vikaan liittyvä laskuri on saavuttanut taulukossa 4.4 esitetyn asianmukaisen käyntituntimäärän tai tapauksen mukaan kunnes reagenssisäiliö on joko tyhjä tai saavuttanut tason, joka on alle 2,5 prosenttia säiliön nimellisetilavuudesta ja jonka valmistaja on valinnut rajaksi, jonka kohdalla käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä aktivoituu.
11. **Käyttäjän varoitusjärjestelmän ja käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivointi- ja deaktivointimekanismit**
- 11.1 Tässä liitteessä esitettyjen käyttäjän varoitusjärjestelmän ja käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivointi- ja deaktivointimekanismeja koskevien vaatimusten täydennykseksi 11 kohdassa esitetään tekniset vaatimukset, jotka koskevat kyseisten mekanismien toteuttamista.
- 11.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivointi- ja deaktivointimekanismit
- 11.2.1 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoitettava, kun aktivoitumisen perusteena olevaan tyyppiin oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaan (NCM) liittyvä vikakoodi on taulukossa 4.2 määritellyssä tilassa.

Taulukko 4.2

**Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivoituminen**

Vikatyyppi	Vikakoodin tila, joka aktivoi varoitusjärjestelmän
Huono reagenssin laatu	vahvistettu ja aktiivinen
Reagenssin annostus keskeytynyt	vahvistettu ja aktiivinen

Vikatyyppi	Vikakoodin tila, joka aktivoi varoitusjärjestelmän
EGR-venttiilin toiminta estynyt	vahvistettu ja aktiivinen
Valvontajärjestelmän vika	vahvistettu ja aktiivinen
NO <sub>x</sub> -kynnysarvo, tapauksen mukaan	vahvistettu ja aktiivinen

11.2.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on deaktivoitettava, kun valvontajärjestelmä päättää, että kyseisen varoituksen syynä olevaa vikaa ei enää ole, tai kun varoituksen aktivoitumisen perusteena olleet tiedot, mukaan luettuna vikoihin liittyvät vikakoodit, on poistettu lukulaitteella.

11.2.2.1 NO<sub>x</sub>-valvontatietojen poistamista koskevat vaatimukset

11.2.2.1.1 NO<sub>x</sub>-valvontatietojen poistaminen tai asetusarvon palauttaminen lukulaitteella

Seuraavat tiedot on lukulaitteen vaatimuksesta poistettava tietokoneen muistista tai palautettava tässä lisäyksessä mainittuun arvoon (ks. taulukko 4.3):

Taulukko 4.3

#### NO<sub>x</sub>-valvontatietojen poistaminen tai asetusarvon palauttaminen lukulaitteella

NO <sub>x</sub> -valvontatieto	Poistettavissa	Palautettavissa
Kaikki vikakoodit	X	
Laskurin arvo, joka osoittaa suurinta moottorin käyttötuntimäärää		X
moottorin käyttötuntien määrä NCD-laskureista		X

11.2.2.1.2 NO<sub>x</sub>-valvontatiedot eivät saa pyyhkiytyä, jos liikkuvan työkoneneen akku tai akut irrotetaan.

11.2.2.1.3 NO<sub>x</sub>-valvontatietojen poistaminen saa olla mahdollista vain moottorin ollessa sammutettuna.

11.2.2.1.4 Kun NO<sub>x</sub>-valvontatiedot, vikakoodit mukaan luettuina, poistetaan, minkään näihin vikoihin liittyvän laskurin lukemaa, joka on täsmennetty tässä lisäyksessä, ei saa poistaa vaan se on asetettava arvoon, joka on täsmennetty tämän lisäyksen soveltuvassa kohdassa.

11.3 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän aktivointi- ja deaktivointimekanismit

11.3.1 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on aktivoitettava, kun varoitusjärjestelmä on aktiivisena ja aktivoitumisen perusteena olevaan tyyppien oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaan (NCM) liittyvä laskuri on saavuttanut tämän lisäyksen taulukossa 4.4 määritellyn arvon.

11.3.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on deaktivoitettava, kun järjestelmä ei enää havaitse aktiivisuuden perusteena olevaa tyyppien oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaa (NCM) tai kun aktivoitumisen perusteena olleisiin vikoihin liittyvät tiedot, mukaan luettuna vikakoodit, on poistettu lukulaitteella.

11.3.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän ja käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on tapauksen mukaan aktivoitettava tai deaktivoitettava välittömästi 6 kohdan vaatimusten mukaisesti sen jälkeen, kun reagenssin määrä säiliössä on arvioitu. Tällöin aktivointi- tai deaktivointimekanismien toiminta ei saa olla riippuvainen asianomaisten vikakoodien tilasta.



- 11.4 Laskurimekanismi
- 11.4.1 Yleistä
- 11.4.1.1 Tämän lisäyksen vaatimusten täyttämiseksi järjestelmässä on oltava vähintään neljä laskuria, jotka kirjaavat niiden tuntien määrän, joiden aikana moottoria on käytetty tilanteessa, jossa järjestelmä on havainnut jonkin seuraavista:
- virheellinen reagenssin laatu
  - reagenssin annostuksen keskeytyminen
  - EGR-venttiilin toiminnan estyminen
  - 9.1 kohdan b alakohdan mukainen NCD-järjestelmän vika.
- 11.4.1.1.1 Valmistaja voi valinnaisesti käyttää yhtä tai useampaa laskuria 11.4.1.1 kohdassa mainittujen vikojen ryhmittelyyn.
- 11.4.1.2 Kunkin laskurin on kyettävä laskemaan 1 tunnin resoluutiolla varustetun 2-tavuisen laskurin enimmäisarvoon saakka ja pidettävä arvo muistissa, kunnes olosuhteet sallivat laskurin nollaamisen.
- 11.4.1.3 Valmistaja voi käyttää yhtä tai useampaa NCD-järjestelmälaskuria. Yksi laskuri voi laskea tuntimäärän kahdelle tai useammalle kyseisen laskurityypin kannalta merkittävälle eri vialle, kun mikään niistä ei ole saavuttanut tämän laskurin ilmoittamaa tuntimäärää.
- 11.4.1.3.1 Jos valmistaja päättää käyttää useita NCD-järjestelmälaskureita, järjestelmän on kyettävä osoittamaan tietty valvontajärjestelmän laskuri kullekin vialle, joka on tämän lisäyksen mukaisesti kyseisen laskurin kannalta merkittävä.
- 11.4.2 Laskurimekanismien periaate
- 11.4.2.1 Kunkin laskurin on toimittava seuraavasti:
- 11.4.2.1.1 Jos laskenta alkaa nollassa, laskurin on alettava laskea heti, kun havaitaan kyseisen laskurin kannalta merkittävä vika ja vastaava vikakoodi on taulukossa 4.2 määritellyssä tilassa.
- 11.4.2.1.2 Kun kyseessä ovat toistuvat viat, sovelletaan valmistajan valinnan mukaisesti yhtä seuraavista:
- Jos ilmenee yksi ainoa valvontatapahtuma ja jos laskurin aktivoinutta vikaa ei enää havaita tai jos vikatieto on poistettu luku- tai huoltolaitteella, laskurin on pysähdyttävä ja säilytettävä senhetkinen lukemansa. Jos laskuri lopettaa laskemisen silloin, kun käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä on aktiivisena, laskurin on pysyttävä taulukossa 4.4 määritellyssä arvossa tai arvossa, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän käynnistävä laskurin arvo miinus 30 minuuttia.
  - Laskurin on pysyttävä taulukossa 4.4 määritellyssä arvossa tai arvossa, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän käynnistävä laskurin arvo miinus 30 minuuttia.
- 11.4.2.1.3 Jos käytetään yhtä valvontajärjestelmälaskuria, laskurin on jatkettava laskemista, jos on havaittu sen kannalta merkittävä typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminta (NCM) ja vastaava vikakoodi on tilassa ”vahvistettu ja aktiivinen”. Laskurin on lopetettava laskeminen ja säilytettävä yksi 11.4.2.1.2 kohdassa tarkoitetuista arvoista, jos mitään laskurin aktivoinnin aiheuttavaa typen oksidien poistojärjestelmän virhetoimintoja (NCM) ei havaita tai jos kaikki kyseisen laskurin kannalta merkittävät vikatiedot on poistettu luku- tai huoltolaitteella.

Taulukko 4.4

**Laskurit käyttäjän toimenpiteitä vaativien järjestelmien yhteydessä**

	Laskurin ensimmäisen käynnistyksen aiheuttava vikakoodin tila	Ensimmäisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttava laskurin arvo	Toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttava laskurin arvo	Laskurin säilyttämä jäädytetty arvo
Reagenssin laadun laskuri	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 10 tuntia	≤ 20 tuntia	≥ 90 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta

	Laskurin ensimmäisen käynnistyksen aiheuttava vikakoodin tila	Ensimmäisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttava laskurin arvo	Toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttava laskurin arvo	Laskurin säilyttämä jäädytetty arvo
Annostuslaskuri	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 10 tuntia	≤ 20 tuntia	≥ 90 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta
EGR-venttiilin laskuri	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 36 tuntia	≤ 100 tuntia	≥ 95 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta
Valvontajärjestelmän laskuri	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 36 tuntia	≤ 100 tuntia	≥ 95 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta
NO <sub>x</sub> -kynnysarvo, tapauksen mukaan	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 10 tuntia	≤ 20 tuntia	≥ 90 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta

11.4.2.1.4 Jäädetytty laskuri on nollattava, kun kyseiseen laskuriin liittyvien valvontalaitteiden valvontasyklit on suoritettu loppuun ainakin kerran ilman että on havaittu vikaa eikä mitään kyseisen laskurin toiminta-alaan kuuluvaa vikaa ole havaittu, kun moottoria on käytetty 40 tunnin ajan sen jälkeen, kun laskuri viimeksi pysäytettiin (ks. kuva 4.4).

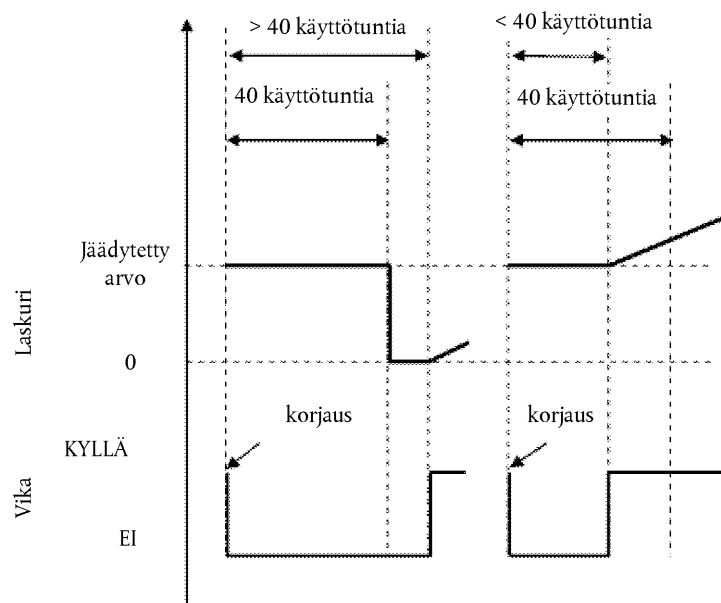
11.4.2.1.5 Laskurin on jatkettava laskemista kohdasta, jossa se pysäytettiin, jos kyseisen laskurin kannalta merkittävä vika havaitaan laskurin ollessa jäädetyttynä (ks. kuva 4.4).

## 12. Aktivointi- ja uudelleenaktivointimekanismit ja laskurimekanismi

12.1 Tässä 12 kohdassa kuvaillaan laskurimekanismien aktivointia ja uudelleenaktivointia eräissä tyypillisissä tilanteissa. Jäljempänä 12.2, 12.3 ja 12.4 kohdassa esitettyjen kuvien ja kuvausten tarkoituksena on vain havainnollistaa tämän lisäyksen säännöksiä, eikä niihin pidä viitata esimerkkeinä tämän asetuksen vaatimuksista tai täsmällisinä tietoina asiaan liittyvistä prosesseista. Kuvien 4.6 ja 4.7 laskuritunnit viittaavat taulukossa 4.4 annettuihin käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän enimmäisarvoihin. Selkeyden vuoksi esimerkiksi sitä, että käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ollessa aktiivisena myös varoitusjärjestelmä on aktiivisena, ei ole mainittu kuvauksissa.

Kuva 4.4

### Laskurin uudelleenaktivointi ja nollaus sen jälkeen, kun sen arvo on ollut jäädetyttynä

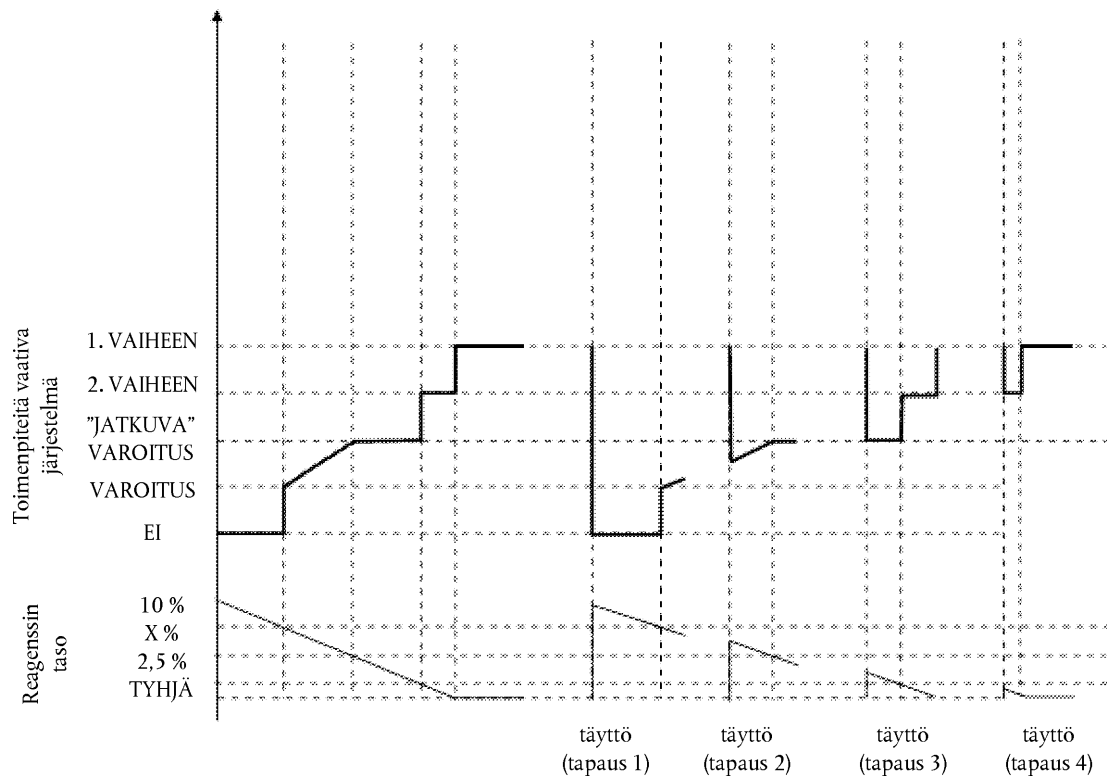


12.2 Kuvassa 4.5 esitetään aktivointi- ja deaktivointimekanismien toiminta valvottaessa reagenssin saatavuutta seuraavissa tilanteissa:

- Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkonteen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.
- Lisäystilanne 1 ("riittävä" reagenssin lisäys): käyttäjä täyttää reagenssisäiliötä niin, että reagenssin määrä ylittää 10 prosentin kynnyksen. Varoitusjärjestelmä ja käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä deaktivoituvat.
- Lisäystilanteet 2 ja 3 ("riittämätön" reagenssin lisäys): Varoitusjärjestelmä aktivoituu. Varoituksen taso on riippuvainen käytettävissä olevan reagenssin määrästä.
- Lisäystilanne 4 ("täysin riittämätön" reagenssin lisäys): Käyttäjän toimenpiteitä vaativa ensimmäisen vaiheen järjestelmä aktivoituu heti.

Kuva 4.5

### Reagenssin saatavuus

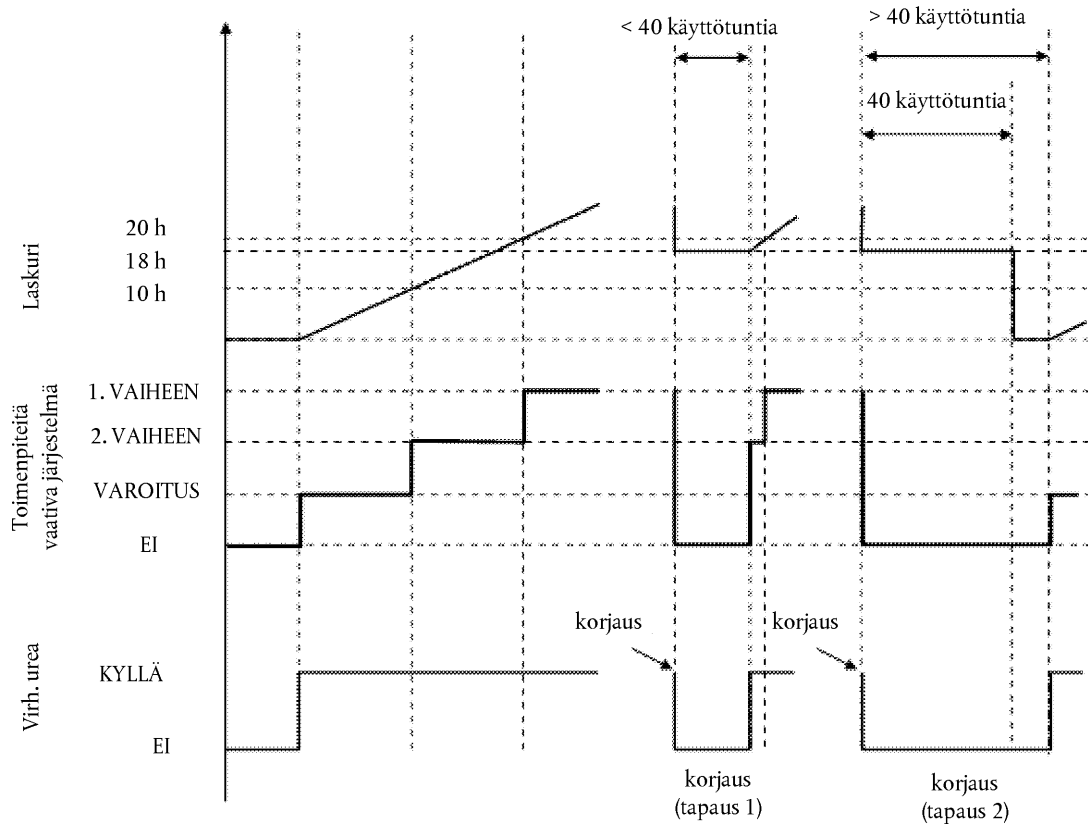


12.3 Kuvassa 4.6 havainnollistetaan kolmea tilannetta, joissa reagenssin laatu on virheellinen.

- Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkonteen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.
- Korjaustilanne 1 ("riittämätön" tai "vilpillinen" korjaustoimenpide): Liikkuvan työkonteen käytön eston jälkeen käyttäjä vaihtaa reagenssin asianmukaiseksi, mutta alkaa pian tämän jälkeen jälleen käyttää huonolaatuista reagenssia. Käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä aktivoituu välittömästi uudelleen, ja liikkuvan työkonteen käyttö estyy, kun moottoria on käytetty kaksi tuntia.
- Korjaustilanne 2 ("asianmukainen" korjaustoimenpide): Liikkuvan työkonteen käytön eston jälkeen käyttäjä korjaa reagenssin laatuongelman. Jonkin ajan kuluttua käyttäjä kuitenkin jälleen laittaa säiliöön huonolaatuista reagenssia. Varoitukseen, käyttäjän toimenpiteisiin ja laskureihin liittyvät prosessit alkavat alusta.

Kuva 4.6

## Huonolaatuisen reagenssin käyttö



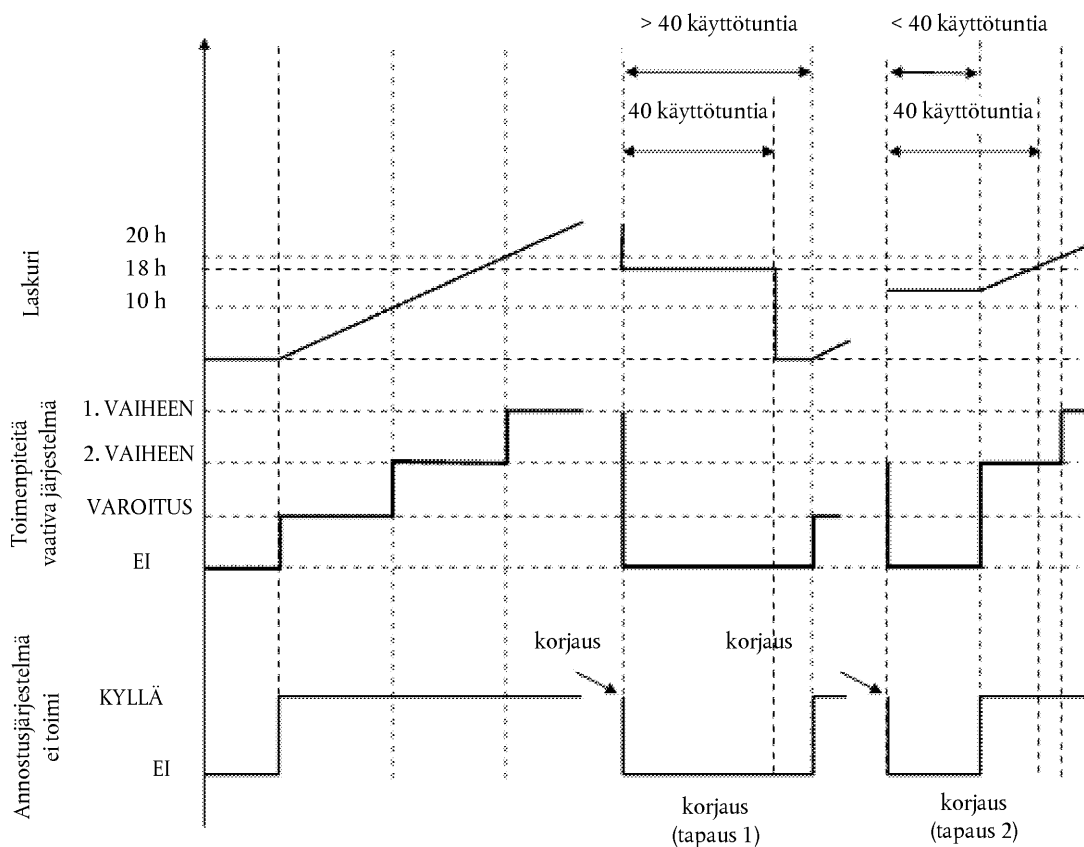
12.4

Kuvassa 4.7 havainnollistetaan ureanannostusjärjestelmän vikaantumista. Siinä kuvataan myös prosessia, joka liittyy 9 kohdassa tarkoitettuihin valvontavirheisiin.

- Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkonteen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.
- Korjaustilanne 1 ("asianmukainen" korjaustoimenpide): Liikkuvan työkonteen käytön eston jälkeen käyttäjä korjaa annostusjärjestelmän. Jonkin ajan kuluttua annostusjärjestelmä kuitenkin taas vikaantuu. Varoitukseen, käyttäjän toimenpiteisiin ja laskureihin liittyvät prosessit alkavat alusta.
- Korjaustilanne 2 ("epäasianmukainen" korjaustoimenpide): Kun käyttäjän toimenpiteitä vaativa ensimmäisen vaiheen järjestelmä on toiminnassa (vääntömomentin alennus), käyttäjä korjaa annostusjärjestelmän. Pian tämän jälkeen annostusjärjestelmä kuitenkin taas vikaantuu. Käyttäjän toimenpiteitä vaativa ensimmäisen vaiheen järjestelmä aktivoituu välittömästi uudelleen, ja laskuri jatkaa laskemista siitä arvosta, joka sillä oli korjaushetkellä.

Kuva 4.7

## Reagenssin annostusjärjestelmän vikaantuminen

13. Alimman hyväksyttävän reagenssipitoisuuden  $CD_{min}$  demonstrointi

- 13.1 Valmistajan on demonstroitava arvon  $CD_{min}$  oikeellisuus tyyppihyväksynnän aikana käyttäen reagenssia, jonka pitoisuus on  $CD_{min}$ , tekemällä alaluokkien NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 ja NRE-v-6 moottorien tapauksessa kuumakäynnistys-NRTC-sykli ja kaikkien muiden luokkien moottorien tapauksessa sovellettava NRSC-sykli.
- 13.2 Ennen testiä on suoritettava asianmukaiset NCD-syklit tai valmistajan määrittelemä esivakiointisykli, jonka aikana suljettuun piiriin perustuva typen oksidien poistojärjestelmä voi sopeutua reagenssin laatuun, kun pitoisuus on  $CD_{min}$ .
- 13.3 Epäpuhtauspäästöjen on tämän testin aikana oltava tämän liitteen 7.1.1 kohdassa määriteltyjä typen oksidien raja-arvoja pienemmät.

## Lisäys 2

**Luokkien IWP, IWA ja RLR moottorien tyyppien oksidien poistojärjestelmiin sovellettavat tekniset lisävaatimukset, mukaan luettuna kyseisten järjestelmien osoittamiseksi käytettävä menetelmä****1. Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan lisävaatimukset, jotka liittyvät luokkien IWP, IWA ja RLR moottorien tyyppien oksidien poistojärjestelmien asianmukaisen toiminnan varmistamiseen.

**2. Yleiset vaatimukset**

Lisäyksen 1 vaatimuksia sovelletaan myös tämän lisäyksen soveltamisalaan kuuluviin moottoreihin.

**3. Poikkeukset lisäyksen 1 vaatimuksista**

Jotta voitaisiin ottaa huomioon lisäyksessä 1 edellytettyihin käyttäjän toimintaa vaativiin toimenpiteisiin liittyvät turvallisuusongelmat, kyseisiä toimenpiteitä ei sovelleta tämän lisäyksen soveltamisalaan kuuluviin moottoreihin. Tämän vuoksi seuraavia lisäyksen 1 kohtia ei sovelleta: 2.3.3.2, 5, 6.3, 7.3, 8.4, 9.4, 10.4 ja 11.3.

**4. Vaatimus riittämättömään reagenssin ruiskutukseen tai reagenssin laatuun liittyvien moottorin käyttöhäiriöiden tallentamisesta**

4.1 Liikkuvan työkoneen tietokoneen on tallennettava kaikki riittämättömään reagenssin ruiskutukseen tai reagenssin laatuun liittyvät moottorin käyttöhäiriöt haihtumattomaan tietokonemuistiin siten, että tietoja ei voi tarkoituksellisesti poistaa.

Kansallisten tarkastusviranomaisten on voitava lukea kyseiset tiedot lukulaitteella.

4.2 Edellä olevan 4.1 kohdan mukaisesti tietokoneen muistiin tallennettavan häiriön alkamishetki on se, kun reagenssisäiliö tyhjenee (eli annostusjärjestelmä ei kykene ottamaan reagenssia säiliöstä) tai kun reagenssin määrä on valmistajan valitsemalla tasolla, joka on alle 2,5 prosenttia säiliön nimellisvetoisuudesta.

4.3 Muiden kuin 4.1.1 kohdassa täsmennettyjen tietokoneen muistiin 4.1 kohdan mukaisesti tallennettavien häiriöiden alkamishetki on se, kun vastaava laskuri saavuttaa lisäyksen 1 taulukossa 4.4 annetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisarvon.

4.4 Muistiin 4.1 kohdan mukaisesti tallennettavan häiriön kesto päättyy, kun häiriö on korjattu.

4.5 Tehtäessä demonstrointi lisäyksessä 1 olevan 10 kohdan mukaisesti korvataan kyseisen lisäyksen 10.1 kohdan c alakohdan ja vastaavan taulukon 4.1 mukainen käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän demonstrointi demonstroinnilla, jolla osoitetaan riittämättömään reagenssin ruiskutukseen tai reagenssin laatuun liittyvien moottorin käyttöhäiriöiden tallentaminen.

Tällöin sovelletaan lisäyksessä 1 olevan 10.4.1 kohdan vaatimuksia ja valmistajan on hyväksyntäviranomaisen suostumuksella voitava nopeuttaa testiä simuloimalla tietyn käyttötuntimäärän kertymisen.

## Lisäys 3

**Luokan RLL moottorien typen oksidien poistojärjestelmiin sovellettavat tekniset lisävaatimukset****1. Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan lisävaatimukset, jotka liittyvät luokan RLL moottorien typen oksidien poistojärjestelmien oikean toiminnan varmistamiseen. Lisäyksessä esitetään myös sellaisia moottoreita koskevat vaatimukset, joissa käytetään reagenssia päästöjen vähentämiseksi. EU-tyyppihyväksynnän myöntämisen ehtona on oltava, että sovelletaan tässä lisäyksessä esitettyjä vaatimuksia, jotka koskevat käyttäjän ohjeita, asennusasiakirjoja ja käyttäjän varoitusjärjestelmää.

**2. Vaaditut tiedot**

- 2.1 Valmistajan on toimitettava tiedot, jotka kuvaavat täysin typen oksidien poistojärjestelmien toiminnalliset piirteet, hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä I olevan A osan 1.5 kohdan mukaisesti.
- 2.2 Jos päästöjenrajoitusjärjestelmässä tarvitaan reagenssia, valmistajan on ilmoitettava hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen I lisäyksessä 3 vahvistetussa ilmoituslomakkeessa kyseisen reagenssin ominaisuudet, mukaan lukien reagenssin tyyppi, tiedot pitoisuudesta reagenssin ollessa liuoksena, käyttölämpötilaa koskevat ehdot ja viittaukset kansainvälisiin standardeihin koostumuksen ja laadun osalta.

**3. Reagenssin saatavuus ja käyttäjän varoitusjärjestelmä**

Jos reagenssia käytetään, EU-tyyppihyväksynnän edellytyksenä on ilmaisimien tai muiden asianmukaisten keinojen tarjoaminen liikkuvan työkoneneen kokoonpanon mukaisesti siten, että käyttäjälle ilmoitetaan seuraavista:

- a) reagenssivarastosäiliöön jäävän reagenssin määrä ja erityisellä lisäsignaalilla se, kun reagenssia on jäljellä alle 10 prosenttia täyden säiliön tilavuudesta
- b) kun reagenssisäiliö tyhjenee tai on melkein tyhjä
- c) kun säiliössä oleva reagenssi ei asennetun arviointivälineen mukaan vastaa niitä ilmoitettuja ominaisuuksia, jotka on kirjattu hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen I lisäyksessä 3 vahvistettuun ilmoituslomakkeeseen
- d) kun reagenssin annostelu keskeytyy muissa kuin moottorinohjauksyksikön tai annosteluohjaimen aiheuttamissa tapauksissa ja reagoi moottorin käyttötilanteisiin, joissa annostelua tarvitaan, edellyttäen että nämä käyttötilanteet ilmoitetaan hyväksyntäviranomaiselle.

**4. Reagenssin laatu**

Valmistajan valinnan mukaan reagenssin vastaavuus ilmoitettujen ominaisuuksien kanssa ja sovellettavan typen oksidien päästötoleranssin noudattaminen on varmistettava jollakin seuraavista keinoista:

- a) suorat keinot, kuten reagenssin laatua seuraavan anturin käyttö
- b) epäsuorat keinot, kuten NO<sub>x</sub>-anturin käyttö pakokaasujärjestelmässä reagenssin tehokkuuden arvioimiseen
- c) kaikki muut keinot, kunhan niiden vaikutus on vähintään vastaava kuin a tai b alakohdan keinojen käytöstä aiheutuva ja tämän 4 kohdan päävaatimukset säilyvät ennallaan.

## Lisäys 4

**Hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteisiin sovellettavat tekniset vaatimukset, mukaan luettuna niiden osoittamiseksi käytettävä menetelmä****1. Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan vaatimukset, jotka liittyvät hiukkaspäästöjen rajoittamistoimenpiteiden oikean toiminnan varmistamiseen.

**2. Yleiset vaatimukset**

Moottorijärjestelmä on varustettava hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmällä (PCD), joka kykenee tunnistamaan tämän liitteen piiriin kuuluvat hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän virhetoiminnot. Kaikki tämän 2 kohdan piiriin kuuluvat moottorit on suunniteltava, rakennettava ja asennettava siten, että ne voivat täyttää nämä vaatimukset moottorin koko tavanomaisen käyttöiän sen tavanomaisissa käyttöoloissa. Tämän tavoitteen kannalta on hyväksyttävää, että moottoreissa, joita on käytetty asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä V tarkoitettua päästökestoajaksoa pitempään, voi esiintyä valvontajärjestelmän suorituskyvyn ja herkkyyden heikkenemistä.

**2.1 Vaaditut tiedot**

2.1.1 Jos päästöjenrajoitusjärjestelmässä tarvitaan reagenssia (esim. polttoaineeseen lisättyä katalyyttia), valmistajan on ilmoitettava hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen I lisäyksessä 3 vahvistetussa ilmoituslomakkeessa kyseisen reagenssin ominaisuudet, mukaan lukien reagenssin tyyppi, tiedot pitoisuudesta reagenssin ollessa liuksena, käyttölämpötilaa koskevat ehdot ja viittaukset kansainvälisiin standardeihin koostumuksen ja laadun osalta.

2.1.2 Hyväksyntäviranomaiselle on EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä toimitettava yksityiskohtaiset kirjalliset tiedot, joissa kattavasti kuvataan 4 kohdan mukaisen käyttäjän varoitusjärjestelmän järjestelmän toiminnalliset ominaisuudet.

2.1.3 Valmistajan on toimitettava asennusasiakirjat, joilla alkuperäisen laitevalmistajan käyttäminä varmistetaan, että moottori, mukaan luettuna hyväksytyyn moottorityyppiin tai -perheeseen osana kuuluva päästöjenrajoitusjärjestelmä, toimii liikkuvaan työkoneeseen asennettuna yhdessä tarvittavien koneen osien kanssa tavalla, joka on tämän liitteen vaatimusten mukainen. Asiakirjoihin on sisällytettävä moottoria koskevat tarkat tekniset vaatimukset ja määräykset (ohjelmisto, laitteet ja viestintä), joita moottorin asianmukainen asentaminen liikkuvaan työkoneeseen edellyttää.

**2.2 Käyttöolosuhteet**

2.2.1 Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän on toimittava seuraavissa olosuhteissa:

- a) ympäristön lämpötila 266 K – 308 K (– 7 °C – 35 °C)
- b) korkeus merenpinnasta alle 1 600 metriä
- c) moottorin jäähdytysaineen lämpötila yli 343 K (70 °C).

**2.3 Valvontavaatimukset**

2.3.1 Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän on kyettävä tunnistamaan tämän liitteen piiriin kuuluvat hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminnot (PCM) tietokoneen muistiin tallennettujen valvontajärjestelmän vikakoodien avulla ja ilmoittamaan nämä tiedot pyynnöstä laitteen ulkopuolelle.

2.3.2 Vikakoodien kirjaamista koskevat vaatimukset

2.3.2.1 Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän on kirjattava vikakoodi jokaiselle erilliselle hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminnalle.

2.3.2.2 Moottorin oltua käynnissä taulukossa 4.5 esitetyn ajan hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän on pääteltävä, esiintyykö siinä havaittavissa oleva virhetoiminta. Tässä vaiheessa tallennetaan "vahvistettu ja aktiivinen" vikakoodi ja 4 kohdassa tarkoitettun varoitusjärjestelmän on aktivoitettava.



- 2.3.2.3 Jos vaaditaan pitempi kuin taulukossa 1 esitetty käyntiaika, jotta valvontalaitteet voivat tarkasti todeta ja vahvistaa hiukkaspäästöjen rajoittamisjärjestelmän virhetoiminnan (esim. tilastollisia malleja käyttävät tai liikkuvan työkoneen nesteenkulutusta seuraavat valvontalaitteet), hyväksyntäviranomainen voi sallia pidemmän valvontajakson sillä edellytyksellä, että valmistaja perustelee pitemmän jakson tarpeellisuuden (esim. teknisillä syillä, kokeellisilla tuloksilla tai yrityksen sisäisillä kokemuksilla).

Taulukko 4.5

**Valvontatyypit ja vastaava aika, jonka kuluessa ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi on tallennettava**

Valvontatyyppi	Valvontatyypit ja kertynyt käyttöaika, jonka kuluessa ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi on tallennettava
Hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän poistaminen	Moottori käynnissä muulla kuin joutokäynnillä 60 minuuttia
Hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen	Moottori käynnissä muulla kuin joutokäynnillä 240 minuuttia
PCD-järjestelmän kalibrointi	Moottori käynnissä 60 minuuttia

2.3.3 Vikakoodien poistamista koskevat vaatimukset

- Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmä ei saa itse poistaa vikakoodeja tietokoneen muistista, ennen kuin kyseiseen vikakoodiin liittyvä vika on korjattu.
- Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmä voi poistaa kaikki vikakoodit, kun moottorin valmistajan pyynnöstä toimittama järjestelmän oma lukulaite tai huoltotyökalu sitä pyytää, tai käyttämällä moottorin valmistajan antamaa pääsykoodia.
- Haihtumattomaan muistiin 5.2 kohdan vaatimuksen mukaisesti tallennettujen, vahvistetulla ja aktiivisella vikakoodilla varustettujen käyttöhäiriöiden lokia ei saa poistaa.

- 2.3.4 Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmää ei saa ohjelmoida tai muutoin säätää siten, että sen aktivointi poistuu osittain tai kokonaan liikkuvan työkoneen iän perusteella moottorin todellisen käyttöiän aikana, eikä järjestelmä saa sisältää algoritmeja tai strategioita, joiden tehtävänä on alentaa hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän tehoa ajan mittaan.

- 2.3.5 Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän kaikki uudelleenohjelmoitavat tietokonekoodit tai käyttöparametrit on suojattava luvattomilta muutoksilta.

2.3.6 PCD-moottoriperhe

PCD-moottoriperheen kokoonpanon määrittelee valmistaja. Moottorien ryhmitteleminen PCD-moottoriperheeksi edellyttää hyvää teknistä arviota ja hyväksyntäviranomaisen hyväksyntää.

Moottorit, jotka eivät kuulu samaan moottoriperheeseen, voivat kuitenkin kuulua samaan PCD-moottoriperheeseen.

2.3.6.1 PCD-moottoriperheen määrittämissparametrit

PCD-moottoriperhe voidaan määrittää tärkeimpien suunnitteluparametrien avulla, joiden on oltava yhteiset saman perheen moottoreille.

Jotta moottorien voidaan katsoa kuuluvan samaan PCD-moottoriperheeseen, niillä on oltava seuraavat samat perusparametrit:

- hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän toimintaperiaate (esim. mekaaninen, aerodynaaminen, diffuusion tai inertiaan perustuva erottelu, jaksokkaasti regeneroituva, jatkuvasti regeneroituva)
- PCD-valvonnan menetelmät

- c) PCD-valvonnan perusteet
- d) valvontaparametrit (esim. taajuus).

Valmistajan on osoitettava nämä yhtäläisyydet soveltuvan teknisen demonstraation tai muiden asianmukaisten menettelyjen avulla ja saatava esitykselle hyväksyntäviranomaisen hyväksyntä.

Valmistaja voi pyytää hyväksyntäviranomaiselta hyväksyntää PCD-valvontajärjestelmän valvonta- ja havaitsemismenetelmien pienille eroille, jotka johtuvat moottorin kokoonpanon eroavaisuuksista, jos valmistaja pitää näitä menetelmiä samanlaisina ja ne eroavat toisistaan ainoastaan siinä määrin, että ne sopivat tarkasteltavien komponenttien erityispiirteisiin (esim. koko tai pakokaasuvirta), tai niiden yhtäläisyydet ovat hyvän teknisen arvion mukaan perusteltuja.

### 3. **Huoltovaatimukset**

- 3.1 Valmistajan on huolehdittava siitä, että kaikille uusien moottorien tai koneiden loppukäyttäjille annetaan päästöjenrajoitusjärjestelmää ja sen oikeata toimintaa koskevat kirjalliset ohjeet liitteen XV mukaisesti.

### 4. **Käyttäjän varoitusjärjestelmä**

- 4.1 Liikkuvässä työkoneessa on oltava visuaalinen käyttäjän varoitusjärjestelmä.
- 4.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmään voi kuulua yksi tai useampia merkkivaloja tai lyhyen viestin näyttö.

Viestin esittämiseen voidaan käyttää samaa järjestelmää kuin muihin kunnossapitotarkoituksiin tai NCD-järjestelmään liittyvien viestien esittämiseen.

Varoitusjärjestelmän on ilmoitettava, että vika on korjattava viipymättä. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syy ilmoitettava viesti (esimerkiksi "anturi ei kytketty" tai "kriittinen päästövikä").

- 4.3 Valmistajan valinnan mukaan varoitusjärjestelmään voi sisältyä äänimerkki käyttäjän huomion herättämiseksi. Käyttäjälle voidaan antaa mahdollisuus kytkeä äänimerkki pois päältä.
- 4.4 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava 2.3.2.2 kohdan mukaisesti.
- 4.5 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on kytkeydyttävä pois päältä, kun sen aktivoitumisen edellytykset ovat poistuneet. Käyttäjän varoitusjärjestelmä ei saa mennä automaattisesti pois päältä ilman, että sen aktivoitumisen syy on korjattu.
- 4.6 Varoitusjärjestelmän toiminta voidaan tilapäisesti keskeyttää muilla signaaleilla, jotka esittävät tärkeitä turvallisuuteen liittyviä viestejä.
- 4.7 Valmistajan on asetuksen (EU) 2016/1628 mukaisessa EU-tyyppihyväksyntähakemuksessa demonstroitava käyttäjän varoitusjärjestelmän toiminta 9 kohdan mukaisesti.

### 5. **Käyttäjän varoitusjärjestelmän tietojen tallennusjärjestelmä**

- 5.1 PCD-järjestelmässä on oltava haihtumaton tietokonemuisti tai laskureita, joihin vahvistetulla ja aktiivisella vikakoodilla varustetut moottorin käyttöhäiriöt tallennetaan siten, ettei tietoja voi tarkoituksellisesti poistaa.
- 5.2 Järjestelmän on tallennettava haihtumattomaan muistiin vahvistetulla ja aktiivisella vikakoodilla varustettujen moottorin käyttöhäiriöiden kokonaismäärä ja kesto, kun käyttäjän varoitusjärjestelmä on ollut aktiivisena moottorin 20 käyttötunnin ajan tai valmistajan valitseman lyhemmän ajan.

5.2 Kansallisten viranomaisten on voitava lukea kyseiset tiedot lukulaitteella.

## 6. Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän poistamisen valvonta

6.1 PCD-järjestelmän on havaittava tilanne, jossa hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmä poistetaan kokonaan. Tämä koskee myös järjestelmän toiminnan valvontaan, aktivoimiseen, deaktivoimiseen tai muuttamiseen käytettävien anturien poistamista.

## 7. Lisävaatimukset, kun hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmä käyttää reagenssia (esim. polttoaineeseen lisättävää katalyyttia)

7.1 Jos joko hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän poistamisesta tai sen toiminnan lakkaamisesta on annettu vahvistettu ja aktiivinen vikakoodi, reagenssin annostelun on keskeydyttävä välittömästi. Annostelun on alettava uudelleen, kun vikakoodi ei enää ole aktiivinen.

7.2 Varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava, jos reagenssin määrä lisäainesäiliössä laskee alle valmistajan määrittämän tason.

## 8. Asetusten luvottomasta muuttamisesta mahdollisesti johtuvien vikojen valvonta

8.1 Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän poistamisen valvonnan lisäksi on valvottava seuraavia vikoja, jotka voivat johtua asetusten luvottomasta muuttamisesta:

- a) hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen
- b) hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmän (PCD) viat (8.3 kohta).

8.2 Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaamisen valvonta

PCD-järjestelmän on havaittava tilanne, jossa hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän substraatti poistetaan kokonaan ("tyhjä säiliö"). Tällaisessa tapauksessa hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän kotelo sekä järjestelmän toiminnan valvontaan, aktivoimiseen, deaktivoimiseen tai muuttamiseen käytettävät anturit ovat edelleen paikallaan.

8.3 PCD-järjestelmän vikaantumisen valvonta

8.3.1 PCD-järjestelmää on valvottava sähkövikojen ja antureiden paikaltaan siirtämisen tai deaktivoinnin varalta, jotteivät ne estäisi järjestelmää havaitsemasta muita 6.1 kohdassa ja 8.1 kohdan a alakohdassa (komponenttien valvonta) tarkoitettuja vikoja.

Diagnosointikykyyn vaikuttavia antureita ovat muiden muassa hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän paine-eroja suoraan mittaavat anturit sekä pakokaasun lämpötilaa mittaavat anturit, joilla ohjataan hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän regenerointia.

8.3.2 Jos PCD-järjestelmän yksittäisen anturin tai toimilaitteen vikaantuminen, poistaminen tai deaktivoiminen ei estä 6.1 kohdassa ja 8.1 kohdan a alakohdassa (varmennettu järjestelmä) tarkoitettujen vikojen havaitsemista, varoitusjärjestelmän ei tarvitse aktivoitua eikä käyttäjän varoitusjärjestelmän tietojen tallentamisen tarvitse käynnistyä, ellei esiinny muita vahvistettuja ja aktiivisia antureiden tai toimilaitteiden vikoja.

## 9. Demonstrointivaatimukset

9.1 Yleistä

Tämän lisäyksen vaatimusten täyttyminen on osoitettava EU-tyyppihyvaksynnän aikana demonstroimalla varoitusjärjestelmän aktivoituminen taulukon 4.6 ja tämän 9 kohdan mukaisesti.

Taulukko 4.6

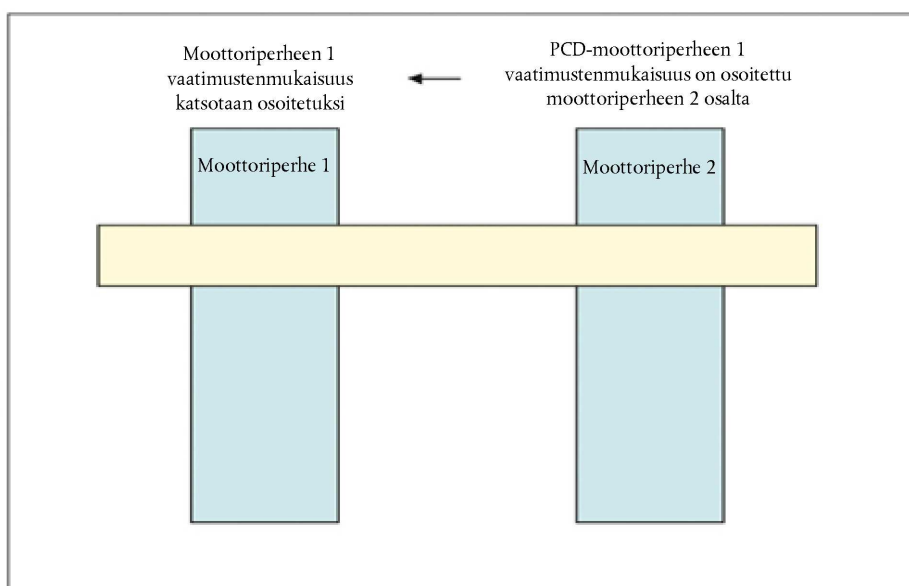
**Demonstrointimenettelyn sisältö 9.3 kohdan säännösten mukaisesti**

Mekanismi	Demonstroinnin osatekijät
Varoitusjärjestelmän aktivoituminen (4.4 kohta)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 2 aktivointitestistä (mukaan luettuna hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen)</li> <li>— Lisädemostroinnit tarvittaessa</li> </ul>

## 9.2 Moottoriperheet ja PCD-moottoriperheet

- 9.2.1 Jos moottoriperheen moottorit kuuluvat PCD-moottoriperheeseen, joka on jo EU-tyyppihyväksytty kuvan 4.8 mukaisesti, kyseisen moottoriperheen vaatimustenmukaisuus katsotaan osoitetuksi ilman lisätestejä, mikäli valmistaja osoittaa viranomaiselle, että tämän lisäyksen vaatimusten noudattamiseksi tarvittavat valvontajärjestelmät ovat tarkasteltavissa moottori- ja PCD-moottoriperheissä samanlaiset.

Kuva 4.8

**Aiemmin osoitettu PCD-moottoriperheen vaatimustenmukaisuus**

## 9.3 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi

- 9.3.1 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen vaatimustenmukaisuus on demonstroitava suorittamalla kaksi testiä, joiden aiheet ovat seuraavat: hiukkasten jälkikäsitteilyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen ja yksi tämän liitteen 6 tai 8.3 kohdassa tarkoitettu vikaluokka.
- 9.3.2 Testattavien vikojen valinta
- 9.3.2.1 Valmistajan on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle luettelo tällaisista mahdollisista vioista.
- 9.3.2.2 Hyväksyntäviranomaisen on valittava testissä tarkastettava vika 9.3.2.1 kohdassa tarkoitettua luettelosta.

## 9.3.3 Demonstrointi

9.3.3.1 Tässä demonstroinnissa on tehtävä erilliset testit 8.2 kohdassa tarkoitettulle hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaamiselle ja 6 ja 8.3 kohdassa tarkoitetuille vioille. Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen on aiheutettava siten, että substraatti poistetaan kokonaan järjestelmän kotelosta.

9.3.3.2 Testin aikana ei saa esiintyä mitään muuta vikaa kuin testin kohteena oleva.

9.3.3.3 Kaikki vikakoodit on tyhjennettävä ennen testin aloittamista.

9.3.3.4 Testattavat viat voidaan valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella simuloida.

## 9.3.3.5 Vikojen havaitseminen

9.3.3.5. PCD-järjestelmän on vastattava hyväksyntäviranomaisen valitsemaan soveltuvaan vikaan tämän lisäyksen säännösten mukaisesti. Katsotaan, että tämä on osoitettu, jos aktivointi tapahtuu taulukossa 4.7 esitetystä määrässä peräkkäisiä PCD-testisyklejä.

Jos valvonnan kuvauksessa on todettu, että tietty valvontalaitte tarvitsee valvonnan loppuun saattamiseksi useampia PCD-testisyklejä kuin taulukossa 4.7 esitetään, ja hyväksyntäviranomainen on sen hyväksynyt, PCD-testisykliä määrää voidaan lisätä enintään 50 prosentilla.

Jokainen yksittäinen PCD-testisykli voidaan erottaa demonstraatiotestauksessa toisista sammuttamalla moottori. Aika ennen seuraavaa käynnistystä määritetään sen mukaan, tapahtuuko valvontatoimintoja moottorin sammuttamisen jälkeen ja vaaditaanko tiettyjen olosuhteiden toteutumista, jotta valvonta tapahtuisi seuraavalla käynnistyksellä.

Taulukko 4.7

**Valvontatyypit ja vastaava PCD-testisykli määrä, jonka kuluessa ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi on tallennettava**

Valvontatyyppi	PCD-testisykli määrä, jonka kuluessa ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi on tallennettava
Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän poistaminen	2
Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen	8
PCD-järjestelmän kalibrointi	2

## 9.3.3.6 PCD-testisykli

9.3.3.6.1 Tässä 9 kohdassa tarkoitettu PCD-testisykli, jolla osoitetaan hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän asianmukainen suorituskyky, on alaluokkien NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 ja NRE-v-6 moottorien tapauksessa kuumakäynnistys-NRTC-sykli ja kaikkien muiden luokkien moottorien tapauksessa sovellettava NRSC-sykli.

9.3.3.6.2 Valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella voidaan käyttää vaihtoehtoisia PCD-testisyklejä (esim. muu kuin NTRC tai NRSC) tiettyä valvontalaitetta varten. Hakemuksessa on oltava tiedot (tekniset näkökohdat, simulaatiot, testitulokset jne.), joista käyvät ilmi

a) vaaditun testisyklin tulokset valvontalaitteella, jota käytetään todellisissa ajo-olosuhteissa, ja

b) se että 9.3.3.6.1 kohdassa määrätty sovellettava PCD-testisykli osoitetaan kyseiseen valvontaan huomattavasti soveltuvaan.

- 9.3.3.7 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstroinnissa sovellettava järjestely
- 9.3.3.7.1 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi on suoritettava moottoritestipenkissä.
- 9.3.3.7.2 Demonstrointia varten tarvittavat komponentit ja osajärjestelmät, joita ei ole fyysisesti asennettu moottorijärjestelmään, kuten ympäristön lämpötilaa mittaavat anturit, tasoanturit ja käyttäjän varoitus- ja tietojärjestelmät, on tätä varten yhdistettävä moottoriin tai simuloitava hyväksyntäviranomaisen hyväksymällä tavalla.
- 9.3.3.7.3 Valmistajan niin halutessa ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella demonstrointitestit voidaan 9.3.3.7.1 kohdan sitä estämättä tehdä kokonaisella liikkuvalla työkoneella joko kiinnittämällä liikkuva työkone sopivaan testipenkkiin tai käyttämällä sitä testiradalla valvotuissa olosuhteissa.
- 9.3.4 Varoitusjärjestelmän demonstrointi katsotaan hyväksyttävästi suoritetuksi, jos kunkin kohdan 9.3.3 mukaisesti suoritettun testin lopussa varoitusjärjestelmä on aktivoitunut asianmukaisesti ja valitun vian vikakoodi on tilassa ”vahvistettu ja aktiivinen”.
- 9.3.5 Jos reagenssia käyttävälle hiukkasten jälkikasittelyjärjestelmälle tehdään demonstrointitesti, joka koskee järjestelmän toiminnan lakkaamista tai poistamista, on lisäksi varmistettava, että reagenssin annostelu on keskeytynyt.
-

## LIITE V

**Liikkuvien työkoneiden vakiotilaiseen testisykliin liittyvää aluetta koskevat mittaukset ja testit****1. Yleiset vaatimukset**

Tätä liitettä sovelletaan niiden luokkiin NRE, NRG, IWP, IWA ja RLR kuuluvien elektronisesti ohjattujen ja asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II asetettuja vaiheen V päästöraja-arvoja noudattavien moottoreiden tapauksessa, joissa elektronista ohjausta käytetään syötettävän polttoainemäärän ja polttoainesyötön ajoituksen määrittämiseen tai joissa elektronista ohjausta käytetään typen oksidien vähentämiseen käytettävän päästöjenrajoitusjärjestelmän aktivointiin, deaktivointiin tai modulointiin.

Tässä liitteessä vahvistetaan tekniset vaatimukset, jotka koskevat asianomaiseen NRSC-testisykliin liittyvää aluetta, jonka puiteissa säädellään sitä päästö määrää, jolla liitteessä II asetettujen päästöraja-arvojen ylitys sallitaan.

Kun moottoria testataan 4 kohdassa esitettyjen testausvaatimusten mukaisesti, 2 kohdassa määritellyllä soveltuvalla valvonta-alueella sijaitsevasta satunnaisesti valitusta pisteestä otetut päästöt eivät saa ylittää asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistettuja soveltuvia päästöraja-arvoja kerrottuna tekijällä 2,0.

Tutkimuslaitos valitsee valvonta-alueelta 3 kohdassa esitetyllä tavalla päästöjen penkkitestausta varten lisämittauspisteitä, joiden avulla osoitetaan, että tämän 1 kohdan vaatimukset täyttyvät.

Valmistaja voi pyytää tutkimuslaitosta sulkemaan toimintapisteitä minkä tahansa 2 kohdassa määritellyn valvonta-alueen ulkopuolelle 3 kohdassa esitetyn demonstroinnin ajaksi. Tutkimuslaitos voi myöntää tällaisen poikkeuksen, jos valmistaja voi osoittaa, että moottori ei missään liikkuvien työkoneiden yhdistelmässä missään tapauksessa pysty toimimaan kyseisissä pisteissä.

Valmistajan on alkuperäiselle laitevalmistajalle liitteen XIV mukaisesti toimittamisensa asennusohjeissa ilmoitettava sovellettavan valvonta-alueen ylä- ja alarajat ja sisällytettävä niihin lausunto, jossa täsmennetään, ettei alkuperäinen laitevalmistaja saa asentaa moottoria siten, että moottori pystyisi toimimaan jatkuvasti vain sellaisissa nopeus- ja kuormituspisteissä, jotka sijaitsevat hyväksytyä moottorityyppiä tai moottoriperhettä vastaavan vääntömomenttikäyrän valvonta-alueen ulkopuolella.

**2. Moottorin valvonta-alue**

Moottorin testauksessa sovellettava valvonta-alue on se tässä 2 kohdassa täsmennetty alue, joka vastaa testattavaan moottoriin sovellettavaa NRSC-sykliä.

**2.1 NRSC-syklillä C1 testattavien moottorien valvonta-alue**

Nämä moottorit toimivat vaihtuvilla nopeuksilla ja kuormituksilla. Valvonta-alueesta jätetään pois eri osia moottorin (ala)luokan ja käyttönopeuden mukaan.

**2.1.1 Luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $\geq 19$  kW, luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $\geq 300$  kW, luokan RLR vaihtuvanopeuksiset moottorit ja luokan NRG vaihtuvanopeuksiset moottorit**

Valvonta-alue (ks. kuva 5.1) määritellään seuraavasti:

vääntömomentin yläraja: täyden kuormituksen tehokäyrä

nopeusalue: nopeudesta A nopeuteen  $n_{hi}$

jossa:

$$\text{nopeus } A = n_{10} + 0,15 \times (n_{hi} - n_{10})$$

$n_{hi}$  = suurin pyörimisnopeus [ks. 1 artiklan 12 kohta]

$n_{10}$  = pienin pyörimisnopeus [ks. 1 artiklan 13 kohta].

Seuraavat moottorin toimintatilat on suljettava testauksen ulkopuolelle:

a) pisteet, jotka ovat alle 30 % suurimmasta vääntömomentistä

b) pisteet, jotka ovat alle 30 % suurimmasta nettotehosta.

Jos mitattu moottorin pyörimisnopeus A poikkeaa enintään  $\pm 3$  % valmistajan ilmoittamasta moottorin pyörimisnopeudesta, käytetään ilmoitettuja moottorin pyörimisnopeuksia. Jos toleranssi ylittyy jollakin testinopeudella, käytetään mitattuja moottorin pyörimisnopeuksia.

Valvonta-alueella sijaitsevat välitestipisteet määritetään seuraavasti:

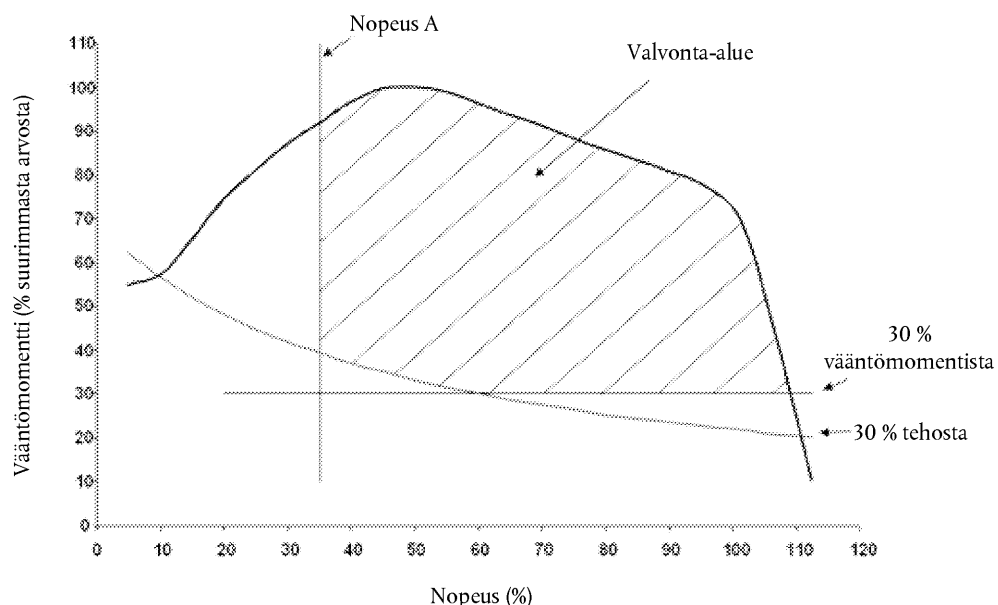
%torque = % suurimmasta vääntömomentistä

$$\% \text{speed} = \frac{(n - n_{\text{idle}})}{(n_{100\%} - n_{\text{idle}})} \cdot 100;$$

jossa:  $n_{100\%}$  on 100 prosenttia nopeudesta vastaavassa testisyklissä.

Kuva 5.1

**Valvonta-alue – luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $\geq 19$  kW, luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $\geq 300$  kW, ja luokan NRG vaihtuvanopeuksiset moottorit Nopeus (%)**



2.1.2 Luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $< 19$  kW ja luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho  $< 300$  kW

Sovelletaan 2.1.1 kohdassa määriteltyä valvonta-aluetta mutta suljetaan testauksen ulkopuolelle lisäksi tässä kohdassa annetut, kuvissa 5.2 ja 5.3 esitetyt moottorin toimintatilat:

a) ainoastaan hiukkasten osalta, jos nopeus C on alle 2 400 r/min: pisteet oikealle tai alaspäin suorasta, joka yhdistää pisteen "30 prosenttia suurimmasta vääntömomentistä tai 30 prosenttia suurimmasta nettotehosta (sen mukaan kumpi on suurempi) nopeudella B" ja pisteen "70 prosenttia suurimmasta nettotehosta suurimmalla nopeudella"



- b) ainoastaan hiukkasten osalta, jos nopeus C on 2 400 r/min tai suurempi: pisteet oikealle tai alaspäin suorasta, joka yhdistää pisteen "30 prosenttia suurimmasta vääntömomentista tai 30 prosenttia suurimmasta nettotehosta (sen mukaan kumpi on suurempi) nopeudella B", pisteen "50 prosenttia suurimmasta nettotehosta nopeudella 2 400 r/min" ja pisteen "70 prosenttia suurimmasta nettotehosta suurimmalla nopeudella".

jossa:

$$\text{nopeus B} = n_{i0} + 0,5 \times (n_{hi} - n_{i0})$$

$$\text{nopeus C} = n_{i0} + 0,75 \times (n_{hi} - n_{i0}).$$

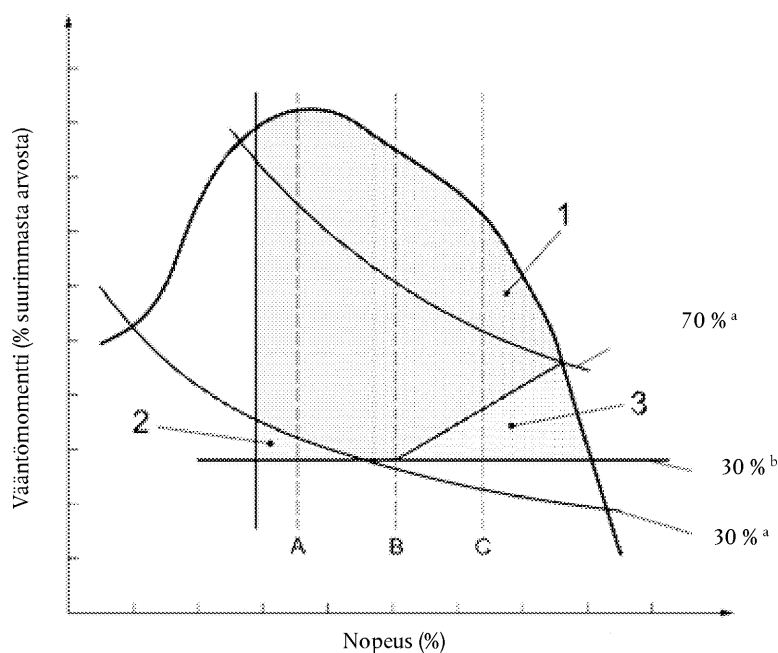
$n_{hi}$  = suurin pyörimisnopeus [ks. 1 artiklan 12 kohta]

$n_{i0}$  = pienin pyörimisnopeus [ks. 1 artiklan 13 kohta].

Jos mitatut moottorin pyörimisnopeudet A, B ja C poikkeavat enintään  $\pm 3\%$  valmistajan ilmoittamasta moottorin pyörimisnopeudesta, käytetään ilmoitettuja moottorin pyörimisnopeuksia. Jos toleranssi ylittyy jollakin testinopeudella, käytetään mitattuja moottorin pyörimisnopeuksia.

Kuva 5.2

**Valvonta-alue – luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho < 19 kW, ja luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho < 300 kW, nopeus C < 2 400 r/min**



Selitykset:

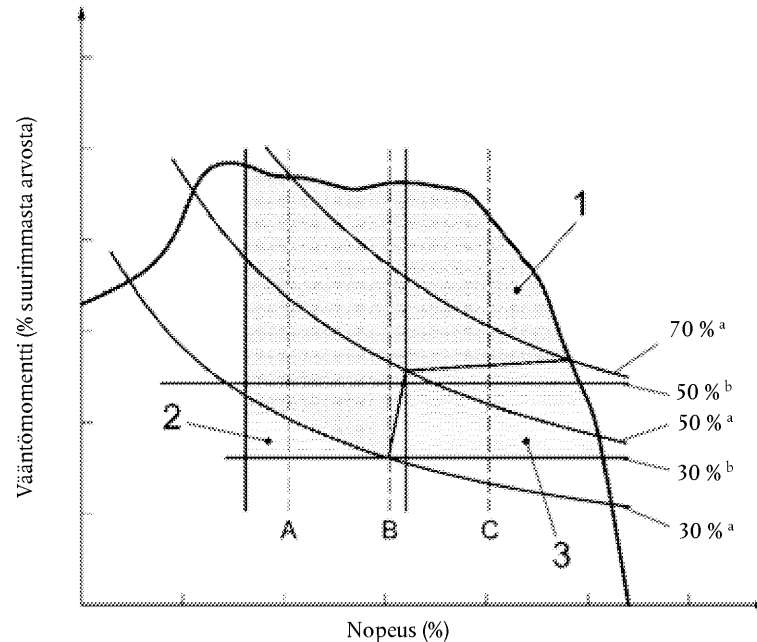
- 1 Moottorin valvonta-alue
- 2 Kaikkien päästöjen osalta pois jätettävä osa
- 3 Hiukkasmassan osalta pois jätettävä osa

<sup>a</sup> % suurimmasta nettotehosta

<sup>b</sup> % suurimmasta vääntömomentista

Kuva 5.3

**Valvonta-alue – luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho < 19 kW, ja luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho < 300 kW, nopeus  $C \geq 2\,400$  r/min**



Selitykset:

- 1 Moottorin valvonta-alue
  - 2 Kaikkien päästöjen osalta pois jätettävä osa
  - 3 Hiukkasmassan osalta pois jätettävä osa
- <sup>a</sup> % suurimmasta nettotehosta  
<sup>b</sup> % suurimmasta vääntömomentista

## 2.2 NRSC-sykleillä D2, E2 ja G2 testattavien moottorien valvonta-alue

Tällaisia moottoreita käytetään pääasiassa nopeudella, joka on hyvin lähellä niiden rakenteellista käyttönopeutta, joten valvonta-alue määritellään seuraavasti:

nopeus: 100 %

vääntömomenttialue: 50 prosentista suurinta tehoa vastaavaan arvoon

## 2.3 NRSC-syklillä E3 testattavien moottorien valvonta-alue

Tällaisia moottoreita käytetään pääasiassa hieman kiinteänousuisen potkurin tehokäyrän ylä- ja alapuolella. Valvonta-alue perustuu potkurikäyrään, ja sen rajat määritellään matemaattisten yhtälöiden eksponenttien avulla. Valvonta-alue määritellään seuraavasti:

Alempi nopeusraja:  $0,7 \times n_{100\%}$

Ylempi rajakäyrä:  $\%power = 100 \times (\%speed/90)^{3,5}$ ;

Alempi rajakäyrä:  $\%power = 70 \times (\%speed/100)^{2,5}$ ;

Ylempi tehoraja: Täyden kuormituksen tehokäyrä

Ylempi nopeusraja: suurin nopeudensäätimen sallima nopeus

jossa:

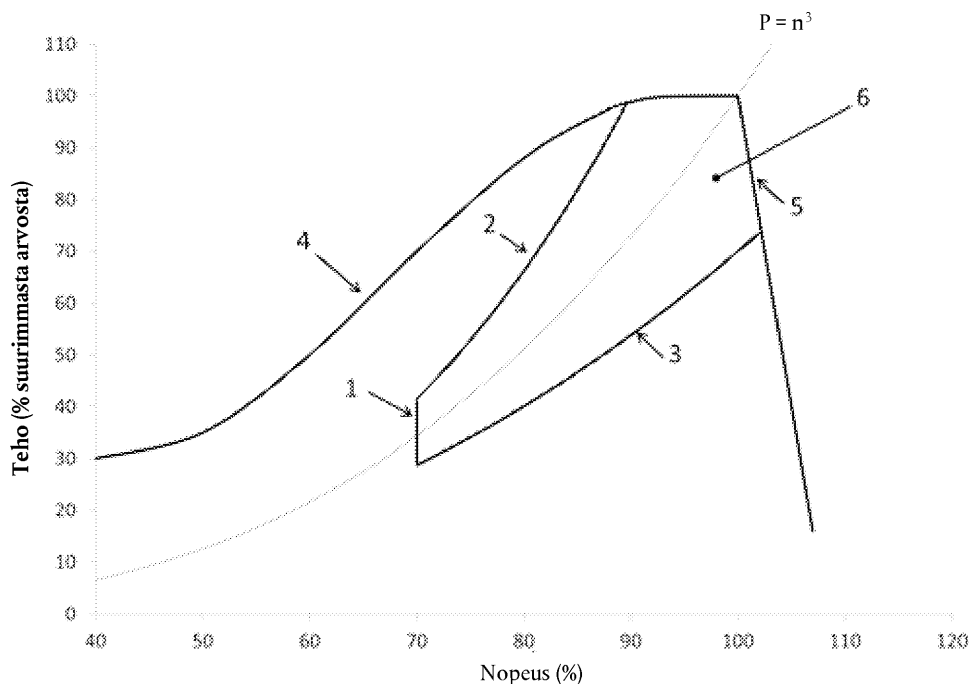
%power on prosenttiosuus suurimmasta nettotehosta

%speed on prosenttiosuus arvosta  $n_{100}$  %

$n_{100}$  % on 100 prosenttia nopeudesta vastaavassa testisyklissä.

Kuva 5.4

### NRSC-syklillä E3 testattavien moottorien valvonta-alue



Selitykset:

- 1 Alempi nopeusraja
- 2 Ylempi rajakäyrä
- 3 Alempi rajakäyrä
- 4 Täyden kuormituksen tehokäyrä
- 5 Nopeudensäätimen salliman suurimman nopeuden käyrä
- 6 Moottorin valvonta-alue

### 3. Demonstrointivaatimukset

Tutkimuslaitoksen on testausta varten valittava valvonta-alueelta satunnaisesti kuormitus- ja nopeuspisteitä. Kun kyse on moottoreista, joihin sovelletaan 2.1 kohtaa, valitaan enintään kolme pistettä. Kun kyse on moottoreista, joihin sovelletaan 2.2 kohtaa, valitaan yksi piste. Kun kyse on moottoreista, joihin sovelletaan 2.3 tai 2.4 kohtaa, valitaan enintään kaksi pistettä. Tutkimuslaitoksen on määritettävä myös testipisteiden satunnainen järjestys. Testi tehdään NRSC:n keskeisten vaatimusten mukaisesti, mutta kukin testipiste arvioidaan erikseen.

### 4. Testivaatimukset

Testi tehdään välittömästi erillisten moodien NRSC-sykliden jälkeen seuraavasti:

- a) Testi tehdään välittömästi liitteessä VI olevan 7.8.1.2 kohdan a–e alakohdassa kuvailtujen erillisten moodien NRSC-sykliden jälkeen mutta ennen f alakohdassa esitettyjä testin jälkeisiä toimenpiteitä tai vaihtoehtoisesti liitteessä VI olevan 7.8.2.3 kohdan a–d alakohdassa kuvailtujen liikkuvien työkonoiden porrastettujen moodien testisyklin (RMC) jälkeen mutta ennen e alakohdassa esitettyjä testin jälkeisiä toimenpiteitä tapauksen mukaan.

- b) Testit tehdään liitteessä VI olevan 7.8.1.2 kohdan b–e alakohdan vaatimusten mukaisesti käyttämällä monen suodattimen menetelmää (yksi suodatin kullekin testipisteelle) kaikkien kolmen valitun testipisteen osalta 3 kohdan mukaisesti.
- c) Kullekin testipisteelle lasketaan ominaispäästöarvo [tapauksen mukaan g/kWh tai #/kWh].
- d) Päästöarvot voidaan laskea massapohjalta soveltamalla liitteessä VII olevaa 2 kohtaa tai moolipohjalta soveltamalla liitteessä VII olevaa 3 kohtaa, mutta menetelmän on oltava yhdenmukainen erillisten moodien NRSC-testissä tai RMC-testissä käytetyn menetelmän kanssa.
- e) Kaasumaisten epäpuhtauksien ja hiukkasmäärän summalaskelmissa asetetaan yhtälössä (7-63)  $N_{mode}$  arvoon 1 ja käytetään painotuserrointa 1.
- f) Hiukkaslaskelmissa käytetään monen suodattimen menetelmää, ja summalaskelmissa asetetaan yhtälössä (7-64)  $N_{mode}$  arvoon 1 ja käytetään painotuserrointa 1.
-

## LIITE VI

**Päästötestien suorittaminen ja mittauslaitteistoa koskevat vaatimukset****1. Johdanto**

Tässä liitteessä kuvataan testattavasta moottorista tulevien kaasu- ja hiukkaspäästöjen määrittäminen ja mittauslaitteistoon liittyvät eritelvät. Tämän liitteen numerointi vastaa 6 jaksosta alkaen vastaa liikkuvia työkoneita koskevan maailmanlaajuisen teknisen säännön nro 11 (NRMM gtr 11) ja E-säännön nro 96, muutossarja 03, liitteen 4B numerointia. Joitakin maailmanlaajuisen teknisen säännön nro 11 kohtia ei kuitenkaan tarvita tässä liitteessä tai niitä on muutettu tekniikan kehityksen mukaisesti.

**2. Yleiskatsaus**

Tämä liite sisältää seuraavat tekniset määräykset päästötestien suorittamista varten. Lisämääräyksiä luetellaan 3 kohdassa.

- 5 jakso: Suorituskykyä koskevat vaatimukset, mukaan lukien testinopeuksien määrittäminen
- 6 jakso: Testiolosuhteet, mukana lukien kampiakammiokaasujen päästöjen kirjaamisen menettely, pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmien jatkuvan tai jaksoittaisen regeneroinnin määrittely- ja kirjaamisen menettely
- 7 jakso: Testimenettelyt, mukaan luettuina moottorin kartoitus, testisyklin muodostaminen ja testisykliä suorittaminen
- 8 jakso: Mittausmenettelyt, mukaan luettuina mittauslaitteiden kalibrointi ja suorituskykytarkastukset ja mittauslaitteiden validointi testiä varten
- 9 jakso: Mittauslaitteisto, mukaan luettuna mittauslaitteet, laimennusmenettelyt, näytteenottomenettelyt sekä analyysikaasut ja massastandardit
- Lisäys 1: Hiukkasmäärän mittausmenetelmä

**3. Taustaliitteet**

- Tietojen arviointi ja laskeminen: Liite VII
- Testimenettelyt kaksipolttoainemottoreille (dual-fuel): Liite VIII
- Vertailupolttoaineet: Liite IX
- Testisyklit: Liite XVII

**4. Yleiset vaatimukset**

Testattavien moottoreiden on täytettävä 5 jaksossa vahvistetut suorituskykyvaatimukset, kun niitä testataan 6 jaksossa esitettyjen testiolosuhteiden ja 7 jaksossa vahvistettujen testimenettelyiden mukaisesti.

**5. Suorituskykyvaatimukset****5.1 Kaasun ja hiukkasten sekä CO<sub>2</sub>:n ja NH<sub>3</sub>:n päästöt**

Epäpuhtauksia ovat seuraavat:

- a) Typen oksidit, NO<sub>x</sub>;
- b) Hiilivedyt, hiilivetyjen kokonaismääränä ilmaistuna, HC tai THC;
- c) Hiilimonoksidi, CO;
- d) Hiukkaset, PM;
- e) Hiukkasmäärä, PN

Moottorista pääsevien kaasu- ja hiukkaspäästöjen sekä hiilidioksidin mitatut arvot vastaavat ominaispäästöjä grammoina kilowattituntia kohti (g/kWh).

Mitattavia kaasu- ja hiukkaspäästöjä ovat ne, joiden raja-arvoja sovelletaan testattavaan moottorialuokkaan asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II säädetyn mukaisesti. Tulokset, myös liitteen III mukaisesti määritetty huononemiskerroin, eivät saa ylittää sovellettavia raja-arvoja.

CO<sub>2</sub> on mitattava ja ilmoitettava kaikista moottorialuokista asetuksen (EU) 2016/1628 41 artiklan 4 kohdan vaatimusten mukaisesti.

Lisäksi on mitattava keskimääräiset ammoniakkipäästöt (NH<sub>3</sub>), kuten liitteessä IV olevassa 3 jaksossa edellytetään, kun moottorin päästöjenrajoitusjärjestelmään kuuluvissa typen oksidien (NO<sub>x</sub>) poistojärjestelmissä käytetään reagenssia, eivätkä ne saa ylittää tuossa jaksossa vahvistettuja määriä.

Päästöt määritetään käyttösykliin (vakioitilaisten ja/tai muuttuvien olosuhteiden testisyklistä) ajalta 7 jakson ja liitteen XVII mukaisesti. Mittausjärjestelmien on oltava 8 jaksossa vahvistettujen kalibrointi- ja suorituskykyvaatimusten mukaisia, kun käytetään 9 jaksossa kuvattuja mittauslaitteita.

Hyväksyntäviranomainen saattaa hyväksyä muita järjestelmiä tai analysointireittejä, jos niiden havaitaan tuottavan samat tulokset 5.1.1 kohdan mukaisesti. Tulokset lasketaan liitteen VII vaatimusten mukaisesti.

#### 5.1.1 Vastaavuus

Järjestelmän vastaavuus määritetään tutkittavan järjestelmän ja yhden tämän liitteen mukaisen järjestelmän välisellä korrelaatiotutkimuksella, jossa käytetään vähintään seitsemää näyteparia. "Tuloksilla" tarkoitetaan tietyn syklin painotettuja päästöarvoja. Korrelaatiotestaus on suoritettava samassa laboratoriossa, testikammiossa ja samalla testimoottorilla, ja se suositellaan suoritettavaksi samanaikaisesti. Näyteparien keskiarvojen vastaavuus määritetään F-testin ja t-testin tunnuslukujen avulla liitteen VII lisäyksessä 3 kohdassa kuvatulla tavalla, kun käytössä ovat edellä kuvatut laboratoriotestikammion ja moottorin olosuhteet. Poikkeamat määritellään ISO 5725:n mukaisesti ja ne jätetään tietokannan ulkopuolelle. Korrelaatiotestaukseen käytettävien järjestelmien on oltava tyyppihyväksyntäviranomaisen hyväksymiä.

#### 5.2 Testisyklejä koskevat yleiset vaatimukset

5.2.1 Tyyppihyväksyntätesti on tehtävä käyttämällä asianmukaista NRSC-sykliä ja, tarvittaessa, asetuksen (EU) 2016/1628 24 artiklassa ja liitteessä IV vahvistettua NRTC tai LSI-NRTC-sykliä.

5.2.2 NRSC:n tekniset eritelmät ja ominaispiirteet vahvistetaan liitteen XVII lisäyksessä 1 (erillisten moodien NRSC) ja lisäyksessä 2 (tai porrastettujen moodien NRSC). Valmistajan valinnan mukaan työkoneiden NRSC voidaan toteuttaa joko erillisten moodien NRSC:nä tai, kun se on mahdollista, 7.4.1 kohdassa esitetynä porrastettujen moodien NRSC:nä ("RMC").

5.2.3 NRTC:n ja LSI-NRTC:n tekniset eritelmät ja ominaispiirteet esitetään liitteen XVII lisäyksessä 3.

5.2.4 7.4 kohdassa ja liitteessä XVII esitetyt testisyklistä on suunniteltu suurimman vääntömomentin tai tehon sekä testinopeuksien sellaisten suurimpien prosentiosuuksien mukaisiksi, joiden määrittämistä testisykliin asianmukainen toteuttaminen edellyttää:

a) 100 % nopeudesta (suurin testinopeus (MTS) tai nimellinopeus)

b) 5.2.5.4 kohdassa määritelty välinopeus;

c) 5.2.5.5 kohdassa määritelty joutokäyntinopeus;

Testinopeuksien määrittäminen esitetään 5.2.5 kohdassa, vääntömomentin ja tehon käyttö 5.2.6 kohdassa.

#### 5.2.5 Testinopeudet

##### 5.2.5.1 Suurin testinopeus (MTS)

Suurin testinopeus lasketaan 5.2.5.1.1 tai 5.2.5.1.3 kohdan mukaisesti.

## 5.2.5.1.1 Suurimman testinopeuden laskeminen

Suurimman testinopeuden laskemiseksi on toteutettava muuttuvatilainen kartoitusmenettely 7.4 kohdan mukaisesti. Tämän jälkeen määritetään suurin testinopeus moottorin pyörimisnopeuden kartoitetuista arvoista tehoon nähden. Suurin testinopeus on laskettava yhtälöllä (6-1), (6-2) tai (6-3):

$$a) \quad MTS = n_{i_0} + 0,95 \times (n_{hi} - n_{i_0}) \quad (6-1)$$

$$b) \quad MTS = n_i \quad (6-2)$$

kun:

$n_i$  on sellaisten pienimmän ja suurimman nopeuden keskiarvo, joilla  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  on yhtä suuri kuin 98 % enimmäisarvosta  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$

c) Jos on vain yksi nopeus, jolla arvo  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  on yhtä suuri kuin 98 % enimmäisarvosta  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$ :

$$MTS = n_i \quad (6-3)$$

kun:

$n_i$  on nopeus, jolla suurin arvo  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  esiintyy.

jossa:

$n$  = on moottorin pyörimisnopeus

$i$  = on indeksointimuuttuja, joka edustaa yhtä moottorikartan arvoa

$n_{hi}$  = on 2 artiklan 12 kohdassa määritelty suurin pyörimisnopeus

$n_{i_0}$  = on 2 artiklan 13 kohdassa määritelty pienin pyörimisnopeus

$n_{normi}$  = on moottorin nopeus, joka on normalisoitu jakamalla se arvolla  $n_{P_{max}} n_{P_{max}}$

$P_{normi}$  = on moottorin teho, joka on normalisoitu jakamalla se arvolla  $P_{max}$

$n_{P_{max}}$  = on sellaisten suurimman ja pienimmän nopeuden keskiarvo, joilla teho on 98 % arvosta  $P_{max}$ .

Kartoitetujen arvojen välillä on käytettävä lineaarista interpolointia, jotta voidaan määrittää

a) nopeudet, joilla teho on 98 % arvosta  $P_{max}$ . Jos teho on 98 % arvosta  $P_{max}$  vain yhdellä nopeudella, arvon  $n_{P_{max}}$  on oltava nopeus, jolla  $P_{max}$  esiintyy;

b) nopeudet, joilla  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$  on 98 % suurimmasta arvosta  $(n_{normi}^2 + P_{normi}^2)$ .

## 5.2.5.1.2 Ilmoitettujen suurimpien testinopeuksien käyttäminen

Jos 5.2.5.1.1 tai 5.2.5.1.3 kohdan mukaisesti laskettu suurin testinopeus on  $\pm 3$  % tarkkuudella valmistajan ilmoittama suurin testinopeus, ilmoitettua suurinta testinopeutta voidaan käyttää päästötettiin. Jos toleranssi ylittyy, päästöttestissä on käytettävä mitattua suurinta testinopeutta.

## 5.2.5.1.3 Sopeutetun suurimman testinopeuden käyttäminen

Jos täyden kuormituksen käyrän laskeva osa on hyvin jyrkkä, voi olla vaikeaa ajaa NRTC:n 105 prosentin nopeuksia oikein. Tässä tapauksessa on tutkimuslaitoksen ennakolta antamalla hyväksynnällä sallittua käyttää vaihtoehtoista suurimman testinopeuden arvoa, joka on määritetty jollakin seuraavista menetelmistä:

a) Suurinta testinopeutta voidaan pienentää hieman (enintään 3 %), jotta NRTC-testisyklin asianmukainen ajaminen on mahdollista.

b) Lasketaan vaihtoehtoinen suurin testinopeus (MTS) yhtälöllä (6-4):

$$MTS = ((n_{\max} - n_{\text{idle}})/1.05) + n_{\text{idle}} \quad (6-4)$$

jossa:

$n_{\max}$  = on moottorin pyörimisnopeus, jolla moottorin nopeudensäädin ohjaa moottorin pyörimisnopeutta suurimmalla käyttäjän ohjaussyötteellä ja nollakuormituksella ('suurin nopeus kuormittamattomana')

$n_{\text{idle}}$  = on joutokäyntinopeus

#### 5.2.5.2 Nimellisopeus

Nimellisopeus määritellään asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 29 kohdassa. Vaihtuvanopeuksisten moottoreiden, joille tehdään päästötesti, nimellisopeus on määritettävä 7.6 kohdassa esitetyillä soveltuvilla kartoitusmenettelyillä. Valmistajan on ilmoitettava vakionopeusmoottoreiden nimellisopeus säätimen ominaisuuksien mukaisesti. Jos moottorityyppiä, joka on varustettu asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 21 kohdassa sallituilla eri nopeuksilla, koskee päästötesti, kukin nopeus on ilmoitettava ja testattava.

Jos 7.6 kohdan kartoitusmenettelystä määritetty nimellisopeus vastaa  $\pm 150$  rpm:n tarkkuudella valmistajan säätimellä varustetuille NRS-luokan moottoreille taikka  $\pm 350$  rpm:n tai  $\pm 4$  prosentin tarkkuudella säätimettömille moottoreille ilmoittamaa arvoa sen mukaan, kumpi arvo on pienempi, tai  $\pm 100$  rpm:n tarkkuudella valmistajan kaikille muilla moottoriluokille ilmoittamaan arvoa, ilmoitettua arvoa voidaan käyttää. Jos toleranssi ylittyy, on käytettävä kartoitusmenettelyllä määritettyä arvoa.

Luokan NRSh moottoreilla 100 prosentin testinopeuden on vastattava  $\pm 350$  rpm:n tarkkuudella nimellisopeutta.

Vaihtoehtoisesti kaikissa vakiotilaisissa testisykleissä voidaan nimellisopeuden sijaan käyttää suurinta testinopeutta (MTS).

#### 5.2.5.3 Vaihtuvanopeuksisten moottoreiden pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla

7.6.1 tai 7.6.2 kohdan soveltuvalla moottorin kartoitusmenettelyllä saadun suurimman vääntömomentin käyrästä määritetyn pyörimisnopeuden suurimmalla vääntömomentilla on oltava jokin seuraavista:

- nopeus, jolla suurin vääntömomentti kirjattiin; tai
- sellaisten suurimpien ja pienimpien nopeuksien keskiarvo, joilla teho on 98 % suurimmasta vääntömomentista. Tarvittaessa on käytettävä lineaarista interpolointia sen nopeuden määrittämiseksi, jolla vääntömomentti on 98 % suurimmasta vääntömomentista.

Jos suurimman vääntömomentin käyrästä määritetty pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla vastaa  $\pm 4$  %:n tarkkuudella valmistajan luokan NRS tai NRSh moottoreille ilmoittamaa pyörimisnopeutta suurimmalla vääntömomentilla tai  $\pm 2,5$  %:n tarkkuudella valmistajan kaikille muille moottoriluokille ilmoittamaa pyörimisnopeutta suurimmalla vääntömomentilla, ilmoitettuja arvoja voidaan käyttää tämän asetuksen tarkoituksiin. Jos toleranssi ylittyy, on käytettävä suurimman vääntömomentin käyrästä määritettyä pyörimisnopeutta suurimmalla vääntömomentilla.

#### 5.2.5.4 Välinopeus

Välinopeuden on täytettävä yksi seuraavista vaatimuksista:

- moottoreilla, jotka on suunniteltu toimimaan tietyllä pyörimisnopeusalueella täyskuormituksen vääntömomenttikäyrällä, välinopeus on sama kuin suurinta vääntömomenttia vastaava pyörimisnopeus, jos se on välillä 60 % ja 75 % nimellisopeudesta;
- jos pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla on pienempi kuin 60 % nimellisopeudesta, välinopeus on 60 % nimellisopeudesta;
- jos pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla on suurempi kuin 75 % nimellisopeudesta, välinopeus on 75 % nimellisopeudesta. Jos moottori voi toimia ainoastaan nopeuksilla, jotka ovat suurempia kuin 75 % nimellisopeudesta, välinopeus on pienin nopeus, jolla moottoria voidaan käyttää;



- d) moottoreilla, joita ei ole suunniteltu toimimaan tietyllä pyörimisnopeusalueella täyskuormituksen vääntömomenttikäyrällä tasaisen nopeuden olosuhteissa, välinopeus on 60 % ja 70 % nimellisnopeudesta;
- e) moottoreilla, jotka on määrä testata syklillä G1, lukuun ottamatta luokan ATS moottoreita, välinopeus on 85 % nimellisnopeudesta;
- f) luokan ATS moottoreilla, jotka testataan syklillä G1, välinopeus on 60 % tai 85 % nimellisnopeudesta sen mukaan, kumpi on lähempänä todellista nopeutta suurimmalla vääntömomentilla.

Jos suurinta testinopeutta käytetään nimellisnopeuden sijaan 100 prosentin testinopeutena, nimellisnopeus on korvattava suurimmalla testinopeudella myös välinopeutta määritettäessä.

#### 5.2.5.5 Joutokäyntinopeus

Joutokäyntinopeus on pienin moottorin pyörimisnopeus minimikuormalla (suurempi tai yhtä suuri kuin nollakuorma), jolloin moottorin säädintoiminto ohjaa moottorin pyörimisnopeutta. Niiden moottoreiden osalta, joissa ei ole joutokäyntiä ohjaavaa säädintoimintoa, joutokäyntinopeudella tarkoitetaan valmistajan ilmoittamaa alinta mahdollista moottorin pyörimisnopeutta minimikuormalla. Lämpimällä joutokäyntinopeudella tarkoitetaan lämpimän moottorin joutokäyntinopeutta.

#### 5.2.5.6 Vakionopeusmoottoreiden testinopeus

Vakionopeusmoottoreiden säätimet eivät välttämättä aina pidä pyörimisnopeutta aivan vakiona. Tavallisesti nopeus voi laskea 0,1–10 prosenttia vakionopeuden alapuolelle nollakuormituksella niin, että pienin nopeus esiintyy lähellä moottorin suurimman tehon pistettä. Vakionopeusmoottoreiden testinopeutta voidaan ohjata käyttämällä moottoriin asennettua säädintä tai käyttämällä testipenkin nopeudenvallintaa, jolloin tämä vastaa moottorin säädintä.

Jos käytetään moottoriin asennettua säädintä, 100 prosentin nopeuden on oltava 2 artiklan 24 kohdassa määritelty moottorin rajoitettu nopeus.

Kun säädintä simuloidaan testipenkin valintasiinaalilla, 100 prosentin nopeuden nollakuormituksella on oltava valmistajan ilmoittama kuormittamaton nopeus kyseiselle säätimen asetukselle ja 100 prosentin nopeuden täydellä kuormituksella on oltava nimellisnopeus kyseiselle säätimen asetukselle. Muiden testimoodien nopeuden määrittämiseen on käytettävä interpolointia.

Jos säätimessä on isokroninen asetus tai valmistajan ilmoittama nimellisnopeus ja kuormittamaton nopeus eroavat toisistaan enintään 3 %, valmistajan käyttämää yhtä arvoa voidaan käyttää 100 prosentin nopeuteen kaikissa kuormituspisteissä.

#### 5.2.6 Vääntömomentti ja teho

##### 5.2.6.1 Vääntömomentti

Testisykleissä annetut vääntömomenttia koskevat luvut kuvaavat kunkin testimoodin osalta yhtä seuraavista:

- a) Vaaditun vääntömomentin suhde mahdolliseen suurimpaan vääntömomenttiin määritetyllä testinopeudella (kaikki syklit, lukuun ottamatta syklejä D2 ja E2);
- b) Vaaditun vääntömomentin suhde vääntömomenttiin, joka vastaa valmistajan ilmoittamaan nimellisetotehoa (syklit D2 ja E2);

##### 5.2.6.2 Teho

Testisykleissä annetut tehoa koskevat luvut kuvaavat kunkin testimoodin osalta yhtä seuraavista:

- a) Testisykleissä E3 tehoa koskevat luvut ovat prosenttiarvoja suurimmasta nettotehosta 100 prosentin nopeudella, sillä tämä sykli perustuu teoreettiseen propellin ominaisuuskäyrään aluksissa, joissa käytetään raskaita moottoreita ilman pituusrajoitusta.

- b) Testisyklissä F tehoa koskevat luvut ovat prosenttiarvoja suurimmasta nettotehosta kullakin testinopeudella, lukuun ottamatta joutokäyntinopeutta, jossa luku on prosenttiosuus suurimmasta nettotehosta 100 prosentin nopeudella.

## 6. Testausolosuhteet

### 6.1 Laboratoriotestien olosuhteet

Moottorin imuilman absoluuttinen lämpötila ( $T_a$ ) kelvineinä ja kuiva ilmanpaine ( $p_s$ ) kilopascalina (kPa) mitataan, ja muuttuja  $f_a$  määritetään seuraavien säännösten ja yhtälön (6-5) tai (6-6) avulla. Jos ilmanpaine mitataan kanavasta, on varmistettava, että ilmähän ja mittauskohdan väliset paine-erot ovat merkityksettömiä, ja virtauksesta aiheutuvat kanavan staattisen paineen muutokset on otettava huomioon. Jos monisyylinterisessä moottorissa, esimerkiksi V-moottorissa, on selkeästi toisistaan erillään olevat imusarjat, mitataan kunkin erillisen sarjan keskilämpötila. Parametri  $f_a$  ilmoitetaan testitulosten yhteydessä.

Vapaasti hengittävät ja mekaanisesti ahdetut moottorit:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7} \quad (6-5)$$

Turboahdetut moottorit, joko imuilman jäähdytyksellä tai ilman sitä:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \quad (6-6)$$

6.1.1 Jotta testi voidaan katsoa kelpoiseksi, seuraavien edellytysten on täyttyvä:

- a) Arvon  $f_a$  on oltava välillä  $0,93 \leq f_a \leq 1,07$ , lukuun ottamatta 6.1.2 ja 6.1.4 kohdassa sallittuja arvoja.
- b) Imuilman lämpötila on pidettävä arvossa  $298 \pm 5$  K ( $25 \pm 5$  °C), mitattuna virtaussuunnassa kaikkien moottorin komponenttien yläpuolelta, lukuun ottamatta 6.1.3 ja 6.1.4 kohdassa sallittuja sekä 6.1.5 ja 6.1.6 kohdassa vaadittuja arvoja.

6.1.2 Jos laboratorio, jossa moottoria testataan, sijaitsee yli 600 m korkeudella merenpinnasta,  $f_a$  voi valmistajan suostumuksella olla suurempi kuin 1,07 sillä edellytyksellä, että  $p_s$  on vähintään 80 kPa.

6.1.3 Jos testattavan moottorin teho on suurempi kuin 560 kW,  $f_a$  voi valmistajan suostumuksella olla suurempi kuin 1,07 sillä edellytyksellä, että se on enintään 308 K (35 °C).

6.1.4 Jos laboratorio, jossa moottoria testataan, sijaitsee yli 300 m korkeudella merenpinnasta ja testattavan moottorin teho on suurempi kuin 560 kW,  $f_a$  voi valmistajan suostumuksella olla suurempi kuin 1,07 sillä edellytyksellä, että  $p_s$  on vähintään 80 kPa, ja imuilman lämpötilan suurin arvo voi olla suurempi kuin 303 K (30 °C) sillä edellytyksellä, että se on enintään 308 K (35 °C).

6.1.5 Jos kyseessä on alle 19 kW:n luokan NRS moottoriperhe, joka koostuu ainoastaan lumilingoissa käytettävistä moottorityypeistä, imuilman lämpötila on pidettävä välillä 273–268 K (0 – 5 °C).

6.1.6 Luokan SMB moottoreiden osalta imuilman lämpötila on pidettävä  $263 \pm 5$  K:ssä ( $-10 \pm 5$  °C), ellei 6.1.6.1 kohdassa muuta sallita.

6.1.6.1 Luokan SMB moottoreiden osalta, jotka on varustettu elektronisesti ohjatulla polttoaineen syötöllä, joka säätää polttoaineen virtauksen imuilman mukaisesti, imuilman lämpötila voidaan vaihtoehtoisesti valmistajan niin halutessa pitää  $298 \pm 5$  K:ssä ( $25 \pm 5$  °C).

6.1.7 Seuraavia voidaan käyttää:

- a) ilmanpainemittari, jonka tulosta käytetään ilmanpaineena koko testilaitoksessa, jossa on useampi kuin yksi dynamometritestikammio, sillä edellytyksellä, että tuloilman käsittelylaitteisto pitää ilmanpaineen, jossa moottoria testataan,  $\pm 1$  kPa:n rajoissa yhteisestä ilmanpaineesta,
- b) kosteusmittauslaite, jolla mitataan kosteusarvona tuloilman kosteutta testauslaitoksessa, jossa on useampia kuin yksi dynamometritestikammio, sillä edellytyksellä, että tuloilman käsittelylaitteisto pitää kastepisteen, jossa moottoria testataan,  $\pm 0,5$  K:n rajoissa yhteisestä kosteusarvosta.

6.2 Ahtoilman jäädytyksellä varustetut moottorit

- a) Testauksessa on käytettävä ahtoilman jäädytysjärjestelmää, jonka imuilman kokonaiskapasiteetti vastaa käytössä olevan tuotantomootorin kapasiteettia. Laboratoriossa käytettävän ahtoilman jäädytysjärjestelmän on oltava sellainen, että lauhteen kertyminen on mahdollisimman vähäistä. Kaikki kertynyt lauhde on johdettava pois ja kaikki poistoputket on täysin suljettava ennen päästöttestausta. Poistoputkien on oltava suljettuina päästöttestauksen ajan. Jäädytysaineen on täytettävä seuraavat vaatimukset:
  - a) Jäädytysaineen lämpötilan ahtoilman jäädyttimen sisääntulossa on oltava vähintään  $20$  °C koko testauksen ajan.
  - b) Nimellisahtausnopeudella ja täydellä kuormalla jäädytysaineen virtaus on asetettava sellaiseksi, että lämpötila ahtoilman jäädyttimen ulostulon jälkeen on  $\pm 5$  °C:n rajoissa valmistajan suunnitelluista arvoista. Ulostulolämpötila mitataan valmistajan täsmentämistä kohdasta. Tätä jäädytysaineen virtausnopeuden asetuspistettä on käytettävä koko testauksen ajan.
  - c) Jos moottorin valmistaja ilmoittaa raja-arvot paineenalennukselle ahtoilman jäädytysjärjestelmässä, on varmistettava että paineenalennus ahtoilman jäädytysjärjestelmässä on valmistajan täsmentämistä arvoissa, kun moottori on valmistajan täsmentämässä tilassa. Paineenalennus on mitattava valmistajan täsmentämistä paikoista.

Kun 5.2.5.1 kohdassa määriteltyä suurinta testinopeutta (MTS) käytetään nimellisahtausnopeuden sijaan testisyklin toteuttamiseksi, tätä nopeutta voidaan käyttää nimellisahtausnopeuden sijaan imuilman lämpötilan määrittämiseen.

Tavoitteena on, että saatavat päästötulokset vastaavat käytössä olevan moottorin päästöjä. Jos hyvän teknisen käytännön mukaisen arvion perusteella käy ilmi, että tämän kohdan vaatimusten noudattaminen johtaisi siihen, että testauksen tulokset eivät olisi edustavia (esimerkiksi imuilman liiallisen jäädytyksen vuoksi), voidaan käyttää kehittyneempiä ahtoilman paineenalennuksen, jäädytysaineen lämpötilan sekä virtausnopeuden asetuksia ja ohjauksia edustavampien tulosten saamiseksi.

6.3 Moottorin teho

6.3.1 Mittauksen perusta

Yksittäisen päästömittauksen perustana on asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 23 kohdassa määritelty korjaamaton nettoteho.

6.3.2 Asennettavat apulaitteet

Testauksen aikana tarvittavat apulaitteet on asennettava testipenkkiin lisäyksessä 2 esitettyjen vaatimusten mukaisesti.

Jos tarvittavia apulaitteita ei voida testin varten asentaa, niiden absorboima teho on määritettävä ja vähennettävä mitatusta moottorin tehosta.

6.3.3 Poistettavat apulaitteet

Tietyt moottoriin mahdollisesti asennetut apulaitteet, jotka liittyvät pelkästään liikkuvan työkonen toimintaan, on irrotettava testin ajaksi.

Jos apulaitteita ei voida poistaa, niiden kuormittamattomassa tilassa absorboima teho voidaan määrittää ja lisätä moottorin mitattuun tehoon (ks. lisäyksessä 2 oleva huomautus g). Jos tämä arvo on suurempi kuin 3 prosenttia enimmäistehosta testinopeudella, tutkimuslaitos voi verifioida sen. Apulaitteiden absorboimaa teho otetaan huomioon asetusarvoja säädettäessä ja kun lasketaan moottorin testisyklin aikana tekemä työ 7.7.1.3 tai 7.7.2.3.1 kohdan mukaisesti.

#### 6.3.4 Apulaitteiden tehon määrittäminen

Apulaitteiden tai välineiden käyttöteho on määritettävä ainoastaan, jos

a) lisäyksen 2 mukaisesti vaadittuja apulaitteita tai välineitä ei ole asennettu moottoriin

ja/tai

b) vaadittuja apulaitteita tai välineitä, joita ei edellytetä lisäyksen 2 mukaisesti, on asennettu moottoriin.

Moottorin valmistajan on toimitettava apulaitteiden tehoarvot ja apulaitteiden tehon määrittämiseen käytettävä mitta- tai laskentamenetelmä soveltuvien testisykliä koko toiminta-alueelta, ja hyväksyntäviranomaisen on hyväksyttävä ne.

#### 6.3.5 Moottorin syklytyö

Syklin vertailutyön ja todellisen työn laskeminen (ks. 7.8.3.4 kohta) perustuu 6.3.1 kohdan mukaiseen moottorin tehoon. Tässä tapauksessa yhtälön (6-7) muuttujat  $P_f$  ja  $P_r$  ovat nolla ja  $P$  on yhtä suuri kuin  $P_m$ .

Jos apulaitteet tai välineet on asennettu 6.3.2 ja/tai 6.3.3 kohdan mukaisesti, niiden käyttämää tehoa käytetään korjattaessa kutakin syklin hetkellisen tehon arvoa  $P_{m,i}$  yhtälöllä (6-8):

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (6-7)$$

$$P_{AUX} = P_{r,i} - P_{f,i} \quad (6-8)$$

jossa:

$P_{m,i}$  on moottorin mitattu teho kilowatteina

$P_{f,i}$  on testiä varten asennettavien sellaisten apulaitteiden tai välineiden käyttämä teho kilowatteina, joita ei ollut asennettu

$P_{r,i}$  on testiä varten poistettavien sellaisten apulaitteiden tai välineiden käyttämä teho kilowatteina, jotka oli asennettu.

#### 6.4 Moottorin imuilma

##### 6.4.1 Johdanto

Testauksessa on käytettävä moottoriin asennettua imuilmajärjestelmää tai järjestelmää, joka edustaa tavanomaista käytönaikaista kokoonpanoa. Tähän sisältyvät ahtoilmän jäähdytys sekä pakokaasujen takaisinkieritys (EGR).

##### 6.4.2 Imuilman paineen rajoitus

Moottorissa on käytettävä ilman imujärjestelmää tai testilaboratoriojärjestelmää, joka rajoittaa ilman imun  $\pm 300$  Pa:iin valmistajan ilmoittamasta ilmanpuhdistimen enimmäisarvosta nimellisnopeudella ja täydellä kuormalla. Jos tämä ei ole mahdollista testilaboratorion ilmansyöttöjärjestelmän suunnitteluominaisuuksien vuoksi, on sallittua käyttää tutkimuslaitoksen ennalta antamalla hyväksynnällä paineenrajoitusta, joka on enintään valmistajan likaiselle suodattimelle vahvistama arvo. Paineenrajoituksen staattinen paine-ero on mitattava valmistajan täsmentämässä paikasta ja valmistajan täsmentämällä nopeus- ja vääntömomenttiasteuksilla. Jos valmistaja ei täsmennä mittaustaikaa, paine on mitattava virtaus suunnassa ennen mahdollisen turboahtimen tai pakokaasujen takaisinkierityksen (EGR) ja imuilmajärjestelmän liitoskohtaa.

Kun 5.2.5.1 kohdassa määriteltyä suurinta testinopeutta (MTS) käytetään nimellisoikeuden sijaan testisyklin toteuttamiseksi, tätä nopeutta voidaan käyttää nimellisoikeuden sijaan imuilman paineenrajoituksen määrittämiseen.

#### 6.5 Moottorin pakojärjestelmä

Testauksessa on käytettävä moottoriin asennettua pakojärjestelmää tai järjestelmää, joka edustaa tavanomaista käytönaikaista kokoonpanoa. Pakojärjestelmän on oltava pakokaasunpäästöjen näytteenottoa koskevien, 9.3 kohdassa asetettujen vaatimusten mukainen. Moottorissa on käytettävä pakojärjestelmää tai testilaboratoriojärjestelmää, jonka pakokaasun staattinen vastapaine on 80–100 prosenttia pakokaasun suurimmasta paineenrajoituksesta nimellisoikeudella ja täydellä kuormalla. Pakokaasun paineenrajoitus voidaan asettaa käyttämällä venttiiliä. Jos pakokaasun suurin paineenrajoitus on 5 kPa tai pienempi, asetuspiste saa poiketa enintään 1,0 kPa enimmäisarvosta. Kun 5.2.5.1 kohdassa määriteltyä suurinta testinopeutta (MTS) käytetään nimellisoikeuden sijaan testisyklin toteuttamiseksi, tätä nopeutta voidaan käyttää nimellisoikeuden sijaan pakokaasun paineenrajoituksen määrittämiseen.

#### 6.6 Pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmällä varustettu moottori

Jos moottorissa on pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä, jota ei ole asennettu suoraan moottoriin, pakoputken halkaisijan on oltava sama kuin käytössä olevissa laitteissa vähintään neljä kertaa pakoputken läpimitan pituiselta osuudelta virtaussuuntaa vastaan jälkikäsitteilylaitteen sisältävästä paisuntakammioista lähtien. Etäisyyden pakosarjan laipasta tai turboahtimen poistoaukolta jälkikäsitteilyjärjestelmään on oltava sama kuin liikkuvan työkoneneen kokoonpanossa tai valmistajan antamien etäisyyttä koskevien tietojen mukainen. Jos valmistaja on näin täsmentänyt pakoputki on eristettävä, jotta jälkikäsitteilyjärjestelmän sisäänottoaukon lämpötila on valmistajan määrittämien mukainen. Jos valmistajan on vahvistanut muita asennusta koskevia vaatimuksia, myös niitä on noudatettava testikokoonpanossa. Pakokaasun vastapaine tai paineenrajoitus säädetään 6.5 kohdan mukaisesti. Pakokaasun jälkikäsitteilylaitteiden osalta, joihin kuuluu säädettävä pakokaasun paineenrajoitus, 6.5 kohdassa käytetyn pakojärjestelmän enimmäisarjoituksen määrittää jälkikäsitteilyedellytys (degreening/vanhentaminen ja regenerointi/kuormitustaso), jonka valmistaja on ilmoittanut. Jälkikäsitteilyä voidaan poistaa harjoitustestien ja moottorin määrityskäytön ajaksi ja korvata vastaavalla epäaktiivista katalyytin kantajaa sisältävällä säiliöllä.

Testisyklin aikana mitattujen pakokaasupäästöjen on vastattava käyttöolosuhteiden päästöjä. Jos moottorissa on sellainen pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmä, jossa on käytettävä reagenssia, valmistajan on ilmoitettava, mitä reagenssia on käytettävä kaikissa testeissä.

Jos luokan NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB ja ATS moottorissa on pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä, joka regeneroituu jaksoittain 6.6.2 kohdan mukaisesti, päästötuloksia muutetaan regeneraatiotapahtumien huomioon ottamiseksi. Tällöin keskimääräinen päästö on riippuvainen regeneraatiotapahtumien esiintymistiheydestä niiden testien osien aikana, jolloin regeneraatio tapahtuu. Jälkikäsitteilyjärjestelmät, joissa regenerointiprosessi suoritetaan säännöllisesti tai ainakin kerran sovellettavan muuttuvatilaisen testisyklin (NRTC tai LSI-NRTC) tai RMC:n aikana ("jatkuva regenerointi") 6.6.1 kohdan mukaisesti, eivät edellytä erityistä testimenettelyä.

##### 6.6.1 Jatkuva regeneraatio

Jos pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä perustuu jatkuvaan regenerointiprosessiin, päästöt mitataan sellaiselta jälkikäsitteilyjärjestelmältä, joka on vakiinnutettu sellaisen tilaan, jossa sen päästökäyttäytyminen on toistettavissa. Regeneraation on tapahduttava ainakin kerran kuumakäynnistyksenä suoritettavan NRTC-, LSI-NRTC- tai NRSC-testin aikana, ja valmistajan on ilmoitettava normaaliolosuhteet, joissa regeneraatio tapahtuu (nokikuormitus, lämpötila, pakojärjestelmän vastapaine jne.). Regeneraation jatkuvan luonteen osoittamiseksi on suoritettava vähintään kolme kuumakäynnistys-NRTC:tä, -LSI-NRTC:tä tai -NRSC:tä. Kuumakäynnistys-NRTC:ssä moottori on lämmitettävä 7.8.2.1 kohdan mukaisesti ja se vakautetaan 7.4.2.1 kohdan b alakohdan mukaisella seisontajaksolla, minkä jälkeen tehdään ensimmäinen kuumakäynnistys-NRTC.

Seuraavat kuumakäynnistys-NRTC:t tehdään 7.4.2.1 kohdan b alakohdan mukaisen seisontajakson jälkeen. Testien aikana kirjataan pakokaasun lämpötila ja paine (lämpötila ennen jälkikäsitteilyjärjestelmää ja sen jälkeen, pakokaasun vastapaine jne.). Pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän katsotaan olevan hyväksyttävä, jos valmistajan ilmoittamat olosuhteet esiintyvät testin aikana riittävän ajan kuluessa ja päästötulosten hajonta on enintään  $\pm 25$  prosenttia tai 0,005 g/kWh sen mukaan, kumpi on suurempi.

## 6.6.2 Jaksoittainen regeneraatio

Tätä säännöstä sovelletaan ainoastaan moottoreihin, jotka on varustettu jälkikäsitteilyjärjestelmällä, joka regeneroidaan jaksoittain yleensä alle 100 tavanomaisen moottorin käyttötunnin jälkeen. Näille moottoreille on määritettävä joko summaavat tai kertovat tekijät 6.6.2.4 kohdassa tarkoitettua ylös- tai alaspäin mukauttamista varten ("mukautustekijä").

Mukautustekijöiden testausta ja määrittämistä edellytetään vain yhdessä sovellettavassa muuttuvatilaisessa (NRTC tai LSI-NRTC) testisyklissä tai RMC:ssä. Määritettyjä tekijöitä voidaan soveltaa tuloksiin, jotka on saatu muista sovellettavista testisykleistä, mukaan lukien erillisten moodien NRSC.

Kun sopivia mukautustekijöitä ei ole saatavilla muuttuvatilaisesta (NRTC tai LSI-NRTC) testisykliä tai RMC:tä käyttävästä testauksesta, mukautustekijät on määritettävä käyttämällä soveltuva erillisten moodien NRSC-testiä. Erillisten moodien NRSC-testiä käyttämällä määritettyjä tekijöitä voidaan soveltaa ainoastaan erillisten moodien NRSC:ään.

Ei edellytetä, että testaus suoritetaan ja mukautustekijöitä kehitetään sekä RMC:ssä että erillisten moodien NRSC:ssä.

### 6.6.2.1 Vaatimus mukautustekijöiden vahvistamisesta NRTC:tä, LSI-NRTC:tä tai RMC:tä käyttämällä

Päästöt on mitattava vähintään kolmella kuumakäynnistys-NRTC:llä, -LSI-NRTC:llä tai -NRSC:llä siten, että yhteen sisältyy regeneraatiotapahtuma ja kahteen ei. Jälkikäsitteilyjärjestelmän on oltava vakautettu. Regeneraatioprosessin on tapahduttava ainakin kerran NRTC:n, LSI-NRTC:n tai RMC:n aikana regeneraatiotapahtuman kanssa. Jos regeneraatio kestää useamman kuin yhden NRTC:n, LSI-NRTC:n tai RMC:n ajan, on tehtävä seuraava NRTC, LSI-NRTC tai RMC ja jatkettava päästöjen mittausta sammuttamatta moottoria, kunnes regenerointi on saatu päätökseen, ja laskettava testien keskiarvo. Jos regeneraatio saadaan päätökseen jonkin testin aikana, testiä jatketaan kuitenkin loppuun saakka.

Soveltuva mukautustekijä on määritettävä koko sovellettavalle syklille yhtälöillä (6-10) – (6-13).

### 6.6.2.2 Vaatimus mukautustekijöiden vahvistamisesta erillisten moodien NRSC-testausta käyttämällä

Pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän on oltava vakautettu, ja päästöt on mitattava vähintään sovellettavan erillisten moodien NRSC-syklin kunkin testimoodin kolme testillä, joissa regeneraation edellytykset voivat täytyä siten, että yhteen testiin sisältyy regeneraatiotapahtuma ja kahteen ei. Hiukkasmassan mittaaminen on tehtävä 7.8.1.2 kohdan c alakohdassa kuvattua monen suodattimen menetelmää. Jos regenerointi on käynnistynyt mutta ei ole päättynyt näytteenottoajan päättyessä tietyn testimoodin osalta, näytteenottoaika jatketaan, kunnes regenerointi on saatettu päätökseen. Jos samaa moodia käytetään useita kertoja, on laskettava tulosten keskiarvo. Menettely on toistettava kutakin testimoodia varten.

Soveltuva mukautustekijä on määritettävä sovellettavalle syklin niille moodeille, joilla regenerointi tapahtuu, yhtälöillä (6-10) – (6-13).

### 6.6.2.3 Yleinen menettely jaksoittaisen regeneraation mukautustekijöiden määrittämiseksi

Valmistajan on ilmoitettava normaaliolosuhteet, joissa regeneraatio tapahtuu (nokimäärä, lämpötila, pakokaasun vastapaine, jne.). Valmistajan on myös ilmoitettava regenerointitapahtumien esiintymistiheys niiden testien määränä, jolloin regeneraatio tapahtuu. Tyypilliyksyntäviranomainen hyväksyy regenerointitiheyden tarkan määrittämisen hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

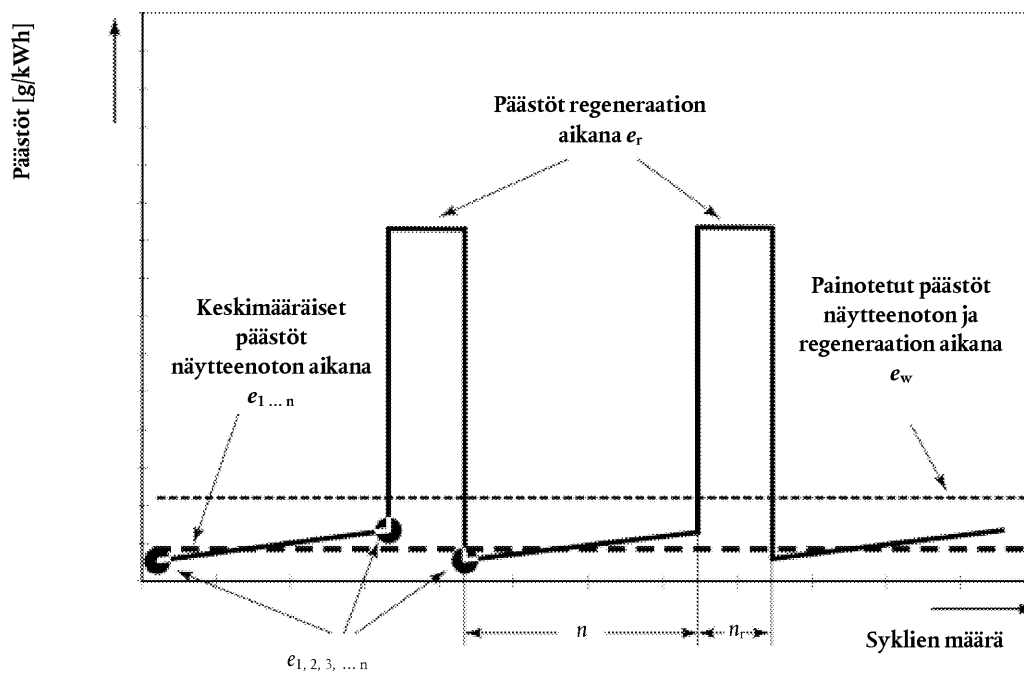
Valmistajan on toimitettava ladattu pakokaasun jälkikäsitelyjärjestelmä regeneraatiotestiä varten. Moottorin vakioinnin aikana ei saa tapahtua regeneraatiota. Vaihtoehtoisesti valmistaja voi suorittaa peräkkäisiä sovellettavan syklin testejä, kunnes pakokaasun jälkikäsitelyjärjestelmä on latautunut. Päästöjä ei tarvitse mitata kaikkien testien aikana.

Regeneraatiovaiheiden väliset keskipäästöt määritetään useiden suunnilleen tasavälein suoritettujen soveltuvan syklin testien aritmeettisen keskiarvon mukaan. Vähintään yksi soveltuva sykli on tehtävä mahdollisimman vähän ennen regeneraatiotestiä ja yksi heti regeneraatiotestin jälkeen.

Regeneraatiotestin aikana kirjataan kaikki tiedot, joita tarvitaan regeneraation havaitsemiseksi (CO- tai NO<sub>x</sub>-päästöt, lämpötila ennen jälkikäsitelyjärjestelmää ja sen jälkeen, pakokaasun vastapaine jne.). Sovellettavat päästörajat voidaan regenerointiprosessin aikana ylittää. Testausmenettely esitetään kaaviona kuvassa 6.1.

Kuva 6.1

**Jaksoittaisen regeneraation kaavio sekä mittausten lukumäärä  $n$  ja mittausten lukumäärä regeneroinnin aikana  $n_r$**



6.6.2.1 tai 6.6.2.2 kohdan mukaisesti toteutettuihin testiajoihin liittyvä keskimääräinen ominaispäästöarvo [g/kWh tai #/kWh] painotetaan seuraavasti yhtälöllä (6-9) (ks. kuva 6.1):

$$\bar{e}_w = \frac{n \cdot \bar{e} + n_r \cdot \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (6-9)$$

jossa:

$n$  on niiden testien lukumäärä, joiden aikana ei tapahdu regeneraatiota

$n_r$  on niiden testien lukumäärä, joiden aikana tapahtuu regeneraatio (vähintään yksi testi)

$\bar{e}$  on keskimääräinen ominaispäästö testistä, jossa ei tapahdu regeneraatiota [g/kWh tai #/kWh]

$\bar{e}_r$  on keskimääräinen ominaispäästö testistä, jossa tapahtuu regeneraatio [g/kWh tai #/kWh]

Valmistajan valinnan mukaan ja hyvän teknisen käytännön mukaisen arvion perusteella regeneraation mukautustekijä  $k_r$ , joka kuvaa keskimääräistä päästötasoa, voidaan laskea kertovana tai summaavana kaikkien kaasumaisten epäpuhtauksien osalta ja, kun soveltuva raja-arvo on olemassa, hiukkasmassamittausten ja hiukkasmäärämittausten osalta yhtälöillä (6-10) – (6-13):

Kertova

$$k_{r,u,m} = \frac{e_w}{e} \quad (\text{mukautustekijä ylöspäin}) \quad (6-10)$$

$$k_{r,d,m} = \frac{e_w}{e_r} \quad (\text{mukautustekijä alaspäin}) \quad (6-11)$$

Summaava

$$k_{r,u,a} = e_w - e \quad (\text{mukautustekijä ylöspäin}) \quad (6-12)$$

$$k_{r,d,a} = e_w - e_r \quad (\text{mukautustekijä alaspäin}) \quad (6-13)$$

#### 6.6.2.4 Mukautustekijöiden soveltaminen

Mukautustekijä ylöspäin kerrotaan mitattujen päästötasojen kanssa tai lisätään niihin sellaisten testien osalta, joissa ei tapahdu regeneraatiota. Mukautustekijä alaspäin kerrotaan mitattujen päästötasojen kanssa tai lisätään niihin sellaisten testien osalta, joissa tapahtuu regeneraatio. Regeneraation tapahtuminen on todettava tavalla, joka on helposti toteutettavissa kaikkien testien aikana. Jos regeneraatiota ei havaita, käytetään mukautustekijää ylöspäin.

Ominaispäästöjä koskeviin laskelmiin liittyvät liite VII ja liitteen VII lisäys 5 huomioon ottaen regeneraation mukautustekijää koskevat seuraavat edellytykset:

- kun se määritetty koko painotetulle syklille, sitä on sovellettava sovellettavan painotetun NRTC:n, LSI-NRTC:n ja NRSC:n tuloksiin;
- kun se on erityisesti määritetty sovellettavan erillisten moodien NRSC:n eri moodeille, sitä on sovellettava sovellettavan erillisten moodien NRSC:n niiden moodien tuloksiin, joissa regenerointi tapahtuu, ennen syklin painotettujen päästötulosten laskemista. Tässä tapauksessa hiukkasmassamittaukseen on käytettävä monen suodattimen menetelmää;
- sen käyttö voidaan laajentaa muihin saman moottoriperheen jäseniin;
- sitä voidaan käyttää muissa moottoriperheissä saman moottori-jälkikäsitteilyjärjestelmäperheen, sellaisena kuin se on määritelty hallinnollisia vaatimuksia koskevan täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX, sisällä, jos tyyppihyväksyntäviranomaisen on antanut siihen etukäteen luvan valmistajan toimittamien, päästöjen samankaltaisuuden vahvistavien teknisten asiakirjojen perusteella.

Sovelletaan seuraavia vaihtoehtoja:

- Valmistaja voi halutessaan olla käyttämättä mukautustekijöitä yhden tai useamman moottoriperheensä (tai konfiguraationsa) yhteydessä siksi, että regeneraation vaikutus on pieni tai että regeneraatiota tapahtuman ajankohta on vaikea havaita. Tällöin ei käytetä mitään mukautustekijöitä, ja valmistajan on varmistettava, että moottori on kaikkien testien päästöraja-arvojen mukainen riippumatta siitä, tapahtuuko regeneraatio vai ei.
- Valmistajan pyynnöstä tyyppihyväksyntä- tai sertifiointiviranomainen voi ottaa regeneraatiotapahtumat huomioon muulla tavoin kuin mitä a alakohdassa säädetään. Tätä mahdollisuutta voidaan kuitenkin soveltaa vain, jos regeneraatio tapahtuu erittäin harvoin ja sitä ei voida käytännössä ottaa huomioon käyttämällä a alakohdassa tarkoitettuja mukautustekijöitä.



## 6.7 Jäähdytysjärjestelmä

Testissä on käytettävä tilavuudeltaan sellaista moottorin jäähdytysjärjestelmää, joka riittää moottorin ja sen imuilman, öljyn, jäähdytysaineen, lohkon ja kannen pitämiseen valmistajan ilmoittamassa normaalissa käyttilämpötilassa. Laboratoriossa voidaan käyttää lisjäähdyttimiä ja tuulettimia.

## 6.8 Voiteluöljy

Valmistajan on ilmoitettava, mitä voiteluöljyä käytetään. Öljyn on oltava kaupan olevaa voiteluöljyä. Testissä käytettävän voiteluöljyn eritelmät on kirjattava ja esitettävä yhdessä testin tulosten kanssa.

## 6.9 Vertailupolttoaineen eritelmät

Testissä käytettävät vertailupolttoaineet annetaan liitteessä IX.

Polttoaineen lämpötilan on oltava valmistajan suosituksen mukainen. Polttoaineen lämpötila on mitattava polttoaineen ruiskutuspumppun imun kohdalta tai valmistajan määrittelemällä tavalla, ja mittauspaikka on merkittävä muistiin.

## 6.10 Kampikammiopäästöt

Tätä kohtaa sovelletaan luokkien NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB ja ATS moottoreihin, jotka ovat asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II esitettyjen vaiheen V päästörajojen mukaisia.

Kamikammiopäästöt, jotka vapautuvat suoraan ympäristöön, on lisättävä pakokaasupäästöihin (joko fyysisesti tai matemaattisesti) koko päästöttestauksen ajan.

Tätä poikkeusta hyödyntävien valmistajien on asennettava moottorit siten, että kaikki kampikammiopäästöt voidaan ohjata päästöjen näytteenottojärjestelmään. Tämän kohdan soveltamista varten kampikammiopäästöjä, jotka koko toiminnan ajan ohjataan pakokaasuun ennen pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää, ei katsota suoraan ympäristöön vapautetuiksi.

Avoimet kampikammiopäästöt on ohjattava pakojärjestelmään päästöjen mittaamista varten seuraavasti:

- a) Putkimateriaalien on oltava sileäseinäisiä, sähköä johtavia ja kampikammiopäästöjen kanssa reagoimattomia. Putkien on oltava mahdollisimman lyhyitä.
- b) Laboratoriossa kampikammiopäästöihin käytettävissä putkissa on oltava mahdollisimman vähän mutkia, ja välttämättömien mutkien taivutussäteen on oltava mahdollisimman suuri.
- c) Laboratoriossa kampikammiopäästöihin käytettävien putkien on täytettävä kampiakselin vastapainetta koskevat moottorin valmistajan vaatimukset.
- d) Kampiakselin pakokaasujen johtamiseen käytettävä putki on yhdistettävä raakaan pakokaasuun pakokaasun mahdollisen jälkikäsitteilyjärjestelmän jälkeen ja mahdollisen pakokaasun päästörajoituksen jälkeen sekä riittävän kauas näytteenottimien etupuolelle, jotta varmistetaan täydellinen sekoittuminen moottorin pakokaasujärjestelmään ennen näytteenottoa. Kampiakselin pakokaasujen johtamiseen käytettävän putken on ulotuttava vapaaseen pakokaasujärjestelmään asti, jotta vältetään rajakerrosvaikutus ja edistetään sekoittumista. Kampikammiopäästöjen johtamiseen käytettävän putken ulostulo voidaan suunnata mihin suuntaan tahansa raakaan pakokaasuvirtaan nähden.

## 7. Testimenettelyt

## 7.1 Johdanto

Tässä luvussa kuvataan testattavan moottorin kaasu- ja hiukkasmaisten ominaispäästöjen määrittäminen menetelmä. Testattava moottori on moottoriperheen kantamoottori, sellaisena kuin se on täsmennetty hallinnollisia vaatimuksia koskevan täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX.

Laboratoriossa tehtävä päästöttestaus muodostuu päästöjen ja muiden parametrien mittaamisesta liitteessä XVII täsmennettyjen testisykliä osalta. Seuraavat osa-alueet käsitellään:

- a) Laboratoriojärjestelyt ominaispäästöjen mittaamista varten (7.2 kohta)
- b) Menettelyt ennen testausta ja sen jälkeen tehtäviä verifiointeja varten (7.3 kohta)
- c) Testisyklit (7.4 kohta)
- d) Yleinen testin kulku (7.5 kohta)
- e) Moottorin kartoitus (7.6 kohta)
- f) Testisyklin muodostaminen (7.7 kohta)
- g) Testisykliä suorittaminen (7.8 kohta)

## 7.2 Päästömittauksen periaate

Ominaispäästöjen mittaamiseksi moottorille tehdään 7.4 kohdassa kuvatut testisyklit soveltuvin osin. Ominaispäästöjen mittaaminen edellyttää pakokaasun sisältämien epäpuhtauksien (HC, CO, NO<sub>x</sub> ja hiukkaset) massan, pakokaasupäästöjen hiukkasten määrän (PN), pakokaasupäästöjen CO<sub>2</sub>:n massan ja sitä vastaavan moottorin työn määrittämistä.

### 7.2.1 Aineosan massa

Kunkin aineosan massa määritetään soveltuvan testisyklin ajalta seuraavassa kuvailuun menetelmin.

#### 7.2.1.1 Jatkuva näytteenotto

Jatkuvassa näytteenotossa aineosien pitoisuutta mitataan jatkuvasti joko raa'asta tai laimennetusta pakokaasusta. Pitoisuus kerrotaan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun jatkuvalla virtauksella päästönäytteen ottopaikassa, jotta voidaan määrittää aineosan virtaus. Aineosan päästöt lasketaan jatkuvasti yhteen testisyklin ajalta. Saatua summa on kyseisen aineosan kokonaismassa päästössä.

#### 7.2.1.2 Eränäytteenotto

Erinä tehtävässä näytteenotossa otetaan jatkuva näyte raa'asta tai laimennetusta pakokaasusta ja näyte varastoidaan myöhemmää mittausta varten. Saatua näyte on suhteessa raa'an tai laimennetun pakokaasuun virtaukseen. Erinä tapahtuvaa näytteenottoa on esimerkiksi laimennettujen kaasumaisten päästöjen keruu pussiin ja hiukkasten keruu suodattimeen. Periaatteessa päästöjen laskenta tapahtuu seuraavasti: Erinä otettujen näytteiden pitoisuudet kerrotaan sen (raa'an tai laimennetun) pakokaasun kokonaismassalla tai massavirralla, josta näyte otettiin testisyklin aikana. Tämä tulo on päästön aineosan kokonaismassa tai kokonaismassavirta. Hiukkaspitoisuuden laskemiseksi jaetaan suodattimeen kertyneiden, pakokaasusta saatujen hiukkasten määrä suodatetun pakokaasun määrällä.

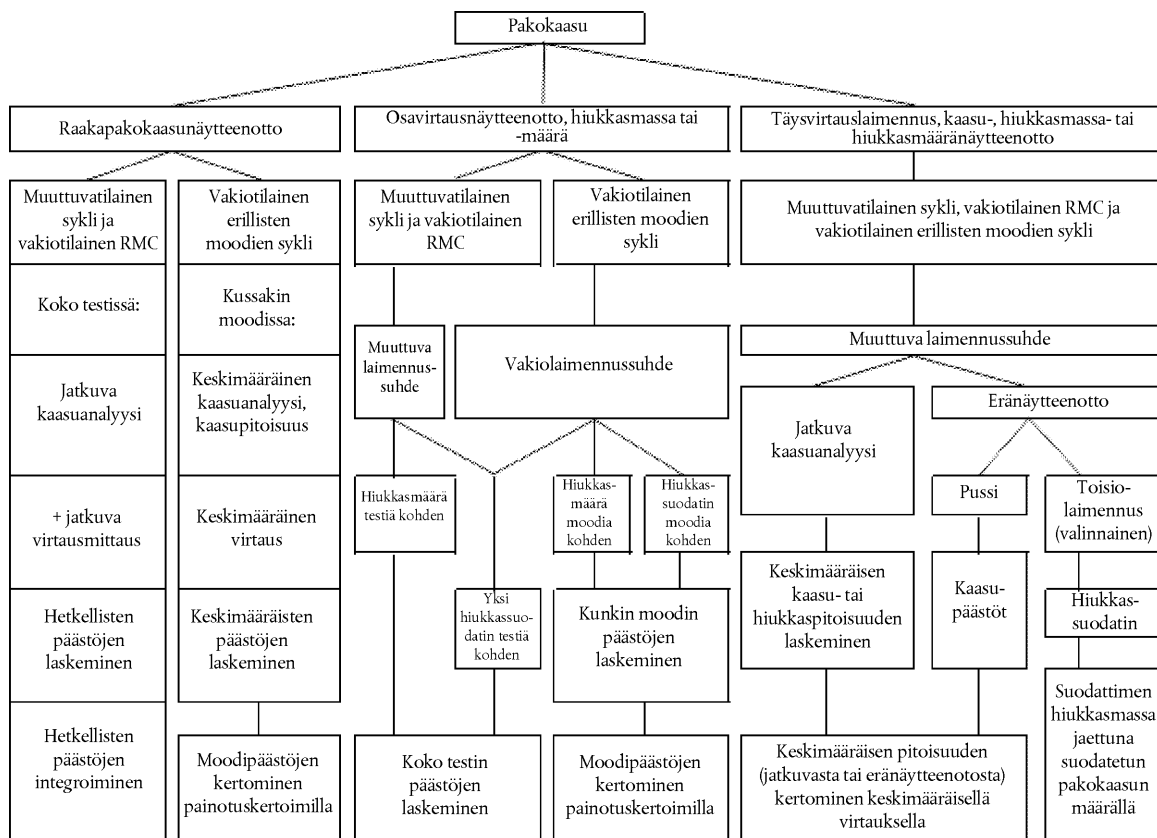
#### 7.2.1.3 Yhdistetty näytteenotto

Mitä tahansa jatkuvan ja erissä tapahtuvan näytteenoton yhdistelmää voidaan käyttää (esimerkiksi niin, että hiukkasnäytteet otetaan erissä ja kaasunäytteet jatkuvalla menetelmällä).

Kuvassa 6.2 havainnollistetaan päästömittausmenettelyjen kahta puolta, laitteistoa ja raa'an ja laimennetun pakokaasun näytteenottolinjoja sekä tarvittavia toimenpiteitä päästöarvojen laskemiseksi vakio- ja muuttuvatilaisissa testisykleissä.

Kuva 6.2

## Päästömittausten testausmenettelyt



Huomautus kuvaan 6.2: Käsitteeseen "hiukkaspäästön osavirtausnäytteenotto" sisältyy osavirtauslaimennus vain raakapakokaasun ottamiseksi vakiomääräisellä tai vaihtelevalla laimennuksella.

## 7.2.2 Työn määrittäminen

Testisyklin työ määritetään kertomalla synkronoidusti keskenään nopeus ja ominaisvääntömomentti moottorin ominaistehon hetkellisten arvojen laskemiseksi. Moottorin ominaisteho testisyklin aikana integroidaan kokonaistyön määrittämiseksi.

## 7.3 Verifointi ja kalibrointi

### 7.3.1 Testiä edeltävät menettelyt

#### 7.3.1.1 Esivakiointi

Vakaiden olosuhteiden saavuttamiseksi näytteenottojärjestelmä ja moottori on ennen testijaksojen käynnistämistä esivakioitava tämä kohdan määräysten mukaisesti.

Moottorin esivakioinnilla pyritään saavuttamaan päästöjen ja päästöjenrajoituksen edustavuus käyttösyklissä ja vähentämään vinoumaa, jotta saavutetaan vakaat olosuhteet seuraavaa päästöttestiä varten.

Päästöjä voidaan mitata esivakiointisykliä aikana, kunhan ennalta määritetty määrä esivakiointisyklejä tehdään ja mittausjärjestelmä on käynnistetty 7.3.1.4 kohdan vaatimusten mukaisesti. Moottorin valmistaja ilmoittaa esivakioinnin määrään ennen esivakioinnin aloittamista. Esivakiointi on tehtävä seuraavasti, kun otetaan huomioon, että esivakioinnin eri sykliä ovat samat, joita sovelletaan päästöttestaukseen.

#### 7.3.1.1.1. Esivakiointi NRTC:n kylmää käynnistystä varten

Moottori on esivakioitava ajamalla sillä vähintään yksi kuumakäynnistys-NRTC. Välittömästi kunkin esivakiointisyklin päätökseen saattamisen jälkeen moottori on sammutettava ja lämmin seisontajakso moottori sammutettuna on saatettava päätökseen. Välittömästi viimeisen esivakiointisyklin päätökseen saattamisen jälkeen moottori on sammutettava ja 7.3.1.2 kohdassa kuvattu moottorin jäähdytys on aloitettava.

#### 7.3.1.1.2. Esivakiointi kuumakäynnistys-NRTC:n tai -LSI-NRTC:n tekemistä varten

Tässä kohdassa kuvataan esivakiointia, jota sovelletaan, kun tarkoituksena on ottaa päästönäyte kuumakäynnistys-NRTC:stä tekemättä kylmäkäynnistys-NRTC:tä, tai LSI-NRTC:tä varten. Moottori on esivakioitava ajamalla sillä vähintään yksi kuumakäynnistys-NRTC tai LSI-NRTC. Välittömästi kunkin esivakiointisyklin päätökseen saattamisen jälkeen moottori on sammutettava ja seuraava sykli on käynnistettävä heti, kun se on käytännössä mahdollista. Suositellaan, että seuraava esivakiointisykli aloitetaan 60 sekunnin kuluessa viimeisen esivakiointisykliin päätökseen saannista. Viimeiseen esivakiointisyklin jälkeen sovelletaan tehdään tarvittaessa soveltuva lämmin seisontajakso (kuumakäynnistys-NRTC) tai jäähdytysjakso (LSI-NRTC) ennen moottorin käynnistämistä päästöttestiä varten. Jos lämmintä seisontajaksoa tai jäähdytysjaksoa ei käytetä, suositellaan, että päästöttesti aloitetaan 60 sekunnin kuluessa viimeisen esivakiointisykliin päätökseen saannista.

#### 7.3.1.1.3. Esivakiointi erillisten moodien NRSC-sykliä varten

Muiden kuin luokkien NRS ja NRSh moottoreita on lämmitettävä ja käytettävä, kunnes moottorin lämpötilat (jäähdytysvesi ja voiteluöljy) ovat vakiintuneet 50 %:n nopeudella ja 50 %:n vääntömomentilla kaikkia erillisten moodien NRSC-testisyklejä varten, lukuun ottamatta tyyppiä D2, E2 tai G, tai moottorin nimellisnopeudella ja 50 %:n vääntömomentilla kaikkia erillisten moodien NRSC-testisyklejä D2, E2 tai G varten. 50 %:n nopeus lasketaan 5.2.5.1 kohdan mukaisesti, kun kyseessä on moottori, jossa käytetään suurinta testinopeutta (MTS) testinopeuksien määrittämiseen ja kaikissa muissa tapauksissa 7.7.1.3 kohdan mukaisesti. 50 %:n vääntömomentti määritellään 50 %:ksi suurimmasta kyseisellä nopeudella saatavilla olevasta vääntömomentista. Päästöttesti aloitetaan pysäyttämättä moottoria.

Luokkien NRS ja NRSh moottoreita lämmitetään valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Ennen päästönäytteiden ottamisen aloittamista moottorin on oltava käynnissä moodilla 1 kunnes moottorin lämpötilat ovat vakiintuneet. Päästöttesti on aloitetaan pysäyttämättä moottoria.

#### 7.3.1.1.4. Esivakiointi RMC:tä varten

Moottorin valmistajan on valittava jompikumpi seuraavista esivakiointijaksoista eli a tai b. Moottori on esivakioitava valitun jakson mukaisesti.

a) Moottori on esivakioitava ajamalla sitä vähintään RMC:n toinen puolikas testimoodien määrän perusteella. Moottoria ei saa pysäyttää syklien välillä. Välittömästi kunkin esivakiointisyklin päätökseen saattamisen jälkeen seuraava sykli (päästö testi mukaan luettuna) on aloitettava heti, kun se on käytännössä mahdollista. Jos mahdollista, suositellaan, että seuraava esivakiointisykli aloitetaan 60 sekunnin kuluessa viimeisen sykliin päätökseen saannista.

b) Moottoria on lämmitettävä ja käytettävä, kunnes moottorin lämpötilat (jäähdytysvesi ja voiteluöljy) ovat vakiintuneet 50 %:n nopeudella ja 50 %:n vääntömomentilla kaikkia RMC-testisyklejä varten, lukuun ottamatta tyyppiä D2, E2 tai G, tai moottorin nimellisnopeudella ja 50 %:n vääntömomentilla kaikkia RMC-testisyklejä D2, E2 tai G varten. 50 %:n nopeus lasketaan 5.2.5.1 kohdan mukaisesti, kun kyseessä on moottori, jossa käytetään suurinta testinopeutta (MTS) testinopeuksien määrittämiseen ja kaikissa muissa tapauksissa 7.7.1.3 kohdan mukaisesti. 50 % vääntömomentista määritellään 50 %:ksi suurimmasta kyseisellä nopeudella saatavilla olevasta vääntömomentista.

#### 7.3.1.1.5. Moottorin jäähdytys (NRTC)

Jäähdytys voi olla luonnollinen tai pakotettu. Jos käytetään pakotettua jäähdytystä, on suunniteltava hyvää teknistä käytäntöä noudattaen järjestelmät, jotka siirtävät jäähdytysilmaa moottoriin tai jäähdytysöljyä moottorin voitelujärjestelmään tai jotka poistavat lämpöä jäähdytysaineesta moottorin jäähdytysjärjestelmän kautta tai lämpöä pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmästä. Jos käytetään pakotettua jälkikäsitteilyjärjestelmän jäähdytystä, jäähdytysilmaa ei saa syöttää ennen kuin pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmä on jäähtynyt katalyyttista aktivoitumislämpötilaansa viileämmäksi. Jäähdytysmenetelmää, jonka seurauksena päästöt eivät ole edustavia, ei saa käyttää.

#### 7.3.1.2 HC-kontaminaation tarkastaminen

Jos epäillään pakokaasun mittausjärjestelmän merkittävää HC-kontaminaatiota, voidaan tehdä tarkastus nollakaasulla ja korjata tilanne. Jos mittausjärjestelmän kontaminaation määrä on tarpeen tarkastaa, tarkastus on tehtävä kahdeksan tunnin kuluessa ennen kunkin testisyklin käynnistämistä. Arvot on kirjattava myöhemmin tapahtuvaa korjaamista varten. Ennen kontaminaatiotarkastusta on tehtävä vuototarkastus ja kalibroitava FID-analysaattori.

#### 7.3.1.3 Mittauslaitteiston valmistelu näytteenottoa varten

Seuraavat toimet on toteutettava ennen näytteenoton aloittamista:

- a) Vuototarkastukset on tehtävä enintään kahdeksan tuntia ennen päästönäytteen ottamista 8.1.8.7 kohdan mukaisesti.
- b) Erinä tehtävää näytteenottoa varten on laitteistoon liitettävä puhtaat talteenottovälineet, kuten tyhjennetyt pussit tai taarapunnit suodattimet.
- c) Kaikki mittauslaitteet on käynnistettävä laitteiden valmistajan ohjeiden ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
- d) Laimennusjärjestelmät, näytepumput, tuulettimet ja tietojenkeruujärjestelmä on käynnistettävä.
- e) Näytteen virtaukset on säädettävä toivotuille tasoille, haluttaessa ohitusvirtauksen avulla.
- f) Näytteenottojärjestelmän lämmönvaihtimet on testiä varten esilämmitettävä tai esijäähdytettävä niiden toimintalämpötila-alueelle.
- g) Lämmitetyt tai jäähdytetyt osat, kuten näytteenottolinjat, suodattimet, jäähdyttimet ja pumput on vakiinnutettava niiden toimintalämpötilaan.
- h) Pakokaasujen laimennusjärjestelmän virtaus on kytkettävä toimintaan vähintään 10 minuuttia ennen testijaksoa.
- i) Kaasuanalysaattorit on kalibroitava ja jatkuvatoimiset analysaattorit nollattava 7.3.1.4 kohdassa kuvailun menetelyn mukaisesti.
- j) Kaikki elektroniset integrointivälineet on nollattava tai nollattava uudelleen ennen kunkin testiaikavälin alkua.

#### 7.3.1.4 Kaasuanalysaattoreiden kalibrointi

Valitaan soveltuvat kaasuanalysaattoreiden mittausalueet. Päästöanalysaattorit, joissa on automaattinen tai manuaalinen alueen valinta, ovat sallittuja. Päästöanalysaattoreiden aluevalintaa ei saa muuttaa muuttuvatilaisia (NRTC tai LSI-NRTC) testisyklejä tai RMC:tä käyttävän testin aikana eikä erillisten moodien NRSC-testin kunkin moodin lopussa olevan kaasupäästön näytteenottojakson aikana. Testisyklin aikana ei myöskään saa muuttaa analysaattorin analogisten vahvistimien vahvistusarvoja.

Kaikki jatkuvatoimiset analysaattorit on nollattava ja kohdistettava käyttäen kansainvälisesti jäljitettäviä kaasuja, jotka täyttävät 9.5.1 kohdan vaatimukset. FID-analysaattorit on kohdistettava hiililuvun 1 (C<sub>1</sub>) perusteella.

### 7.3.1.5 Hiukkassuodattimen esivakiointi ja taarapunnitus

Hiukkassuodattimen esivakiointi ja taarapunnitus on tehtävä 8.2.3 kohdan mukaisesti.

### 7.3.2 Testauksen jälkeiset menettelyt

Seuraavat toimet on toteutettava, kun näytteenotto on suoritettu:

#### 7.3.2.1 Näytteenoton suhteellisuuden verifiointi

Kaikkien suhteellisten eränä otettujen näytteiden, kuten pussinäytteen tai hiukkasnäytteen, osalta on verifioitava, että suhteellinen näytteenotto tapahtui 8.2.1 kohdan mukaisesti. Yhden suodattimen menetelmää ja erillisten moodien vakiotilaista testisykliä varten on laskettava hiukkaspäästön tehollinen painotuskerroin. Kaikki näytteet, jotka eivät täytä 8.2.1 kohdan vaatimuksia, ovat mitättömiä.

#### 7.3.2.2 Hiukkassuodattimen vakauttaminen ja punnitus testin jälkeen

Käytetty hiukkassuodatin on laitettava peitettyyn tai suljettuun astiaan tai suodattimen pidin on suljettava näytesuodattimien suojaamiseksi ulkoiselta kontaminaatiolta. Käytetyt suodattimet on näin suojattuna palautettava hiukkassuodattimien vakautuskammioon tai -huoneeseen. Sitten hiukkassuodattimet on vakioitava ja punnittava 8.2.4 kohdan (Hiukkassuodattimien vakiointi ja punnitus näytteenoton jälkeen) mukaisesti.

#### 7.3.2.3 Erinä tehtävän kaasupäästöjen näytteenoton analysointi

Seuraavat toimet on toteutettava heti, kun se on käytännössä mahdollista:

- Kaikki eränäytteenoton kaasuanalysaattorit on nollattava ja kohdistettava viimeistään 30 minuutin kuluttua testisyklin päättymisestä tai mahdollisuuksien mukaan seisontajakson aikana sen tarkastamiseksi, ovatko analysaattorit edelleen vakaassa tilassa.
- Kaikki tavanomaiset eränäytteenoton kaasunäytteet on analysoitava viimeistään 30 minuuttia kuumakäynnistys-NRTC:n loppuun suorittamisen jälkeen tai seisontajakson aikana.
- Taustanäytteet on analysoitava viimeistään 60 minuuttia kuumakäynnistys-NRTC:n loppuun suorittamisen jälkeen.

#### 7.3.2.4 Siirtymän verifiointi

Kun pakokaasu on kvantifioitu, tehdään siirtymän verifiointi seuraavasti:

- Eränäytteenoton ja jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattoreiden osalta kirjataan analysaattorin keskiarvo sen jälkeen, kun analysaattori on vakautettu nollakaasulla. Vakautukseen voi sisältyä aika, joka tarvitaan mahdollisen näytekaasun huuhtelemiseksi analysaattorista, sekä analysaattorin vasteen edellyttämä mahdollinen lisäaika.
- Analysaattorin keskiarvo kirjataan sen jälkeen, kun analysaattori on vakautettu vertailukaasulla. Vakautukseen voi sisältyä aika, joka tarvitaan mahdollisen näytekaasun huuhtelemiseksi analysaattorista, sekä analysaattorin vasteen edellyttämä mahdollinen lisäaika.
- Näitä tietoja käytetään siirtymän validointiin ja korjaamiseen 8.2.2 kohdan mukaisesti.

### 7.4 Testisyklit

EU-tyyppihyväksyntätesti on tehtävä käyttämällä asianmukaista NRSC:ää ja, tarvittaessa, asetuksen (EU) 2016/1628 23 artiklassa ja liitteessä IV vahvistettua NRTC:tä tai LSI-NRTC:tä. NRSC:n, NRTC:n ja LSI-NRTC:n tekniset eritelvät ja ominaispiirteet on vahvistettu liitteessä XVII ja näiden testisykliä kuormitus- ja nopeusasetusten määrittämismenetelmä 5.2 kohdassa.

#### 7.4.1 Vakiotilaiset testisyklit

Liikkuvien työkoneiden vakiotilaiset testisyklit määritellään liitteen XVII lisäyksissä 1 ja 2 sarjana NRSC:n erillisiä moodeja (toimintapisteitä), joissa kussakin nopeudella on yksi arvo ja vääntömomentilla on yksi arvo. NRSC mitataan lämmitetyllä ja käynnissä olevalla moottorilla valmistajan eritelmien mukaisesti. Valmistajan valinnan mukaan NRSC voidaan suorittaa erillisten moodien NRSC:nä tai RMC:nä, kuten 7.4.1.1 ja 7.4.1.2 kohdassa selostetaan. Päästötestin suorittamista sekä 7.4.1.1 että 7.4.1.2 kohdan mukaisesti ei edellytetä.

##### 7.4.1.1 Erillisten moodien NRSC

Erillisten moodien NRSC muodostuu lämminkäyntisykleistä, joissa päästömittaukset aloitetaan sen jälkeen, kun moottori on käynnistetty, lämmitetty ja käynnissä 7.8.1.2 kohdan mukaisesti. Kukin sykli muodostuu useista nopeus- ja vääntömomenttimooodeista, jotka kattavat kyseisen moottoriluokan tyyppillisen toiminta-alueen. Kuhunkin moodiin sovelletaan omaa painotuskerrointa.

##### 7.4.1.2 Porrastettujen moodien NRSC

RMC muodostuu lämminkäyntisykleistä, joissa päästömittaukset aloitetaan sen jälkeen, kun moottori on käynnistetty, lämmitetty ja käynnissä 7.8.2.1 kohdan mukaisesti. RMC:n aikana testialustan ohjausyksikön on ohjattava moottoria keskeytyksettä. RMC:n aikana kaasus- ja hiukkaspäästöjä mitataan ja niistä otetaan näytteitä keskeytyksettä samaan tapaan kuin muuttuvatilaisissa (NRTC tai LSI-NRTC) testisykleissä.

RMC:n on tarkoitus tarjota menetelmä vakiotilaisen testin toteuttamiseksi ikään kuin vaihtuvatilaisella tavalla. Kukin RMC koostuu vakiotilaisista moodeista, joiden välillä on lineaarinen siirtymä. Kunkin moodin suhteellinen kokonaisaika ja sitä edeltävä siirtymä vastaavat erillisten moodien NRSC:n painotusta. Moottorin pyörimisnopeuden ja kuormituksen muutos siirryttäessä moodista seuraavaan on säädettävä lineaarisesti ajassa  $20 \pm 1$  sekuntia. Moodin vaihtumiseen kuluva aika on osa uutta moodia (ensimmäinen moodi mukaan luettuna). Joissakin tapauksissa moodeja ei ajeta samassa järjestyksessä kuin erillisten moodien NRSC:ssä tai ne on jaettu osiin äärimmäisten lämpötilamuutosten estämiseksi.

#### 7.4.2 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

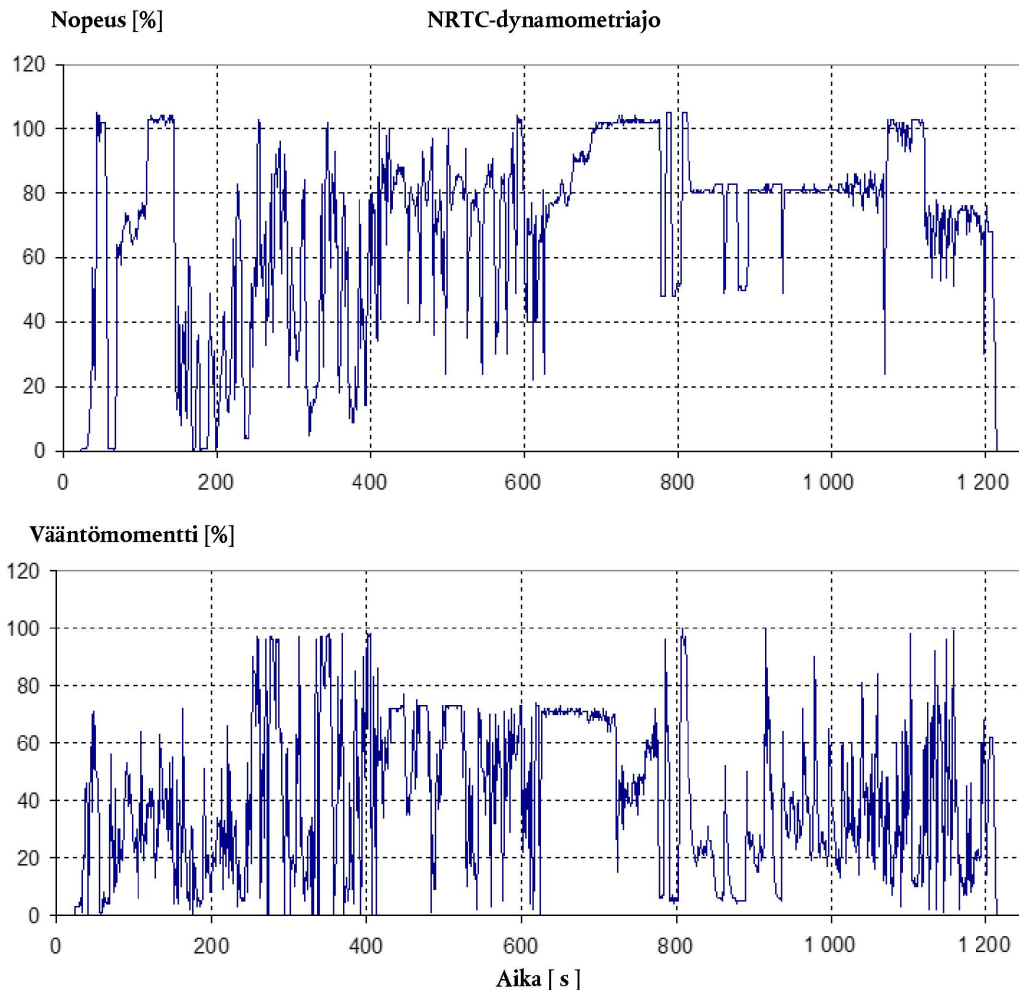
Luokan NRE moottoreille tarkoitettu liikkuvien työkoneiden muuttuvatilainen testisykli (NRTC) ja luokan NRS suurien kipinäsytytysmoottoreiden sykli (LSI-NRTC) määritellään liitteen XVII lisäyksessä 3 sekunti sekunnilta etenevänä sarjana, jossa pyörimisnopeuden ja vääntömomentin arvot on normalisoitu. Jotta testi voidaan tehdä moottorin testikammiossa, normalisoidut arvot muunnetaan testattavan yksittäisen moottorin vastaaviksi vertailuarvoiksi, jotka perustuvat moottorin kartoituskäyrän mukaisiin nopeus- ja vääntömomenttiarvoihin. Muuntamisprosessia kutsutaan denormalisoinniksi ja näin muodostettua testisykliä testattavan moottorin NRTC- tai LSI-NRTC-vertailusykliksi (ks. 7.7.2 kohta)

##### 7.4.2.1 NRTC-testisekvenssi

Kuvassa 6.3 esitetään NRTC-testin normalisoitu dynamometriajo graafisesti.

Kuva 6.3

## NRTC-testin normalisoitu dynamometriajo



Kun esivakiointi on saatettu päätökseen (ks. 7.3.1.1.1 kohta), NRTC ajetaan kahdesti seuraavan menettelyn mukaisesti:

- Kylmäkäynnistys sen jälkeen, kun moottori ja jälkikäsitteilyjärjestelmät ovat jäähtyneet huoneenlämpöön luontaisesti, taikka kylmäkäynnistys pakotetun jäähtymisen jälkeen, kun moottori, jäähtytys- ja voiteluaineet, jälkikäsitteilyjärjestelmät ja kaikki moottorin ohjauslaitteet ovat vakautuneet lämpötilaan 293 K – 303 K (20 °C – 30 °C). Kylmäkäynnistystyksen päästöjen mittaus aloitetaan, kun kylmä moottori käynnistetään.
- Lämmin seisontajakso alkaa välittömästi kylmäkäynnistysvaiheen päättymisen jälkeen. Moottori pysäytetään ja vakioidaan kuumakäynnistystä varten  $20 \pm 1$  minuutin seisontajaksolla.
- Kuumakäynnistystä alkaa heti seisontajakson päättyttyä moottorin käynnistyspyörityksellä. Kaasuanalysaattorit kytetään toimintaan vähintään 10 sekuntia ennen seisontajakson päättymistä. Päästöjen mittaus aloitetaan samanaikaisesti kuumakäynnistys-NRTC:n alkamisen kanssa, moottorin käynnistyspyöritys mukaan luettuna.

Sekä kylmä- että kuumakäynnistys-NRTC:n ominaispäästöt (g/kWh) määritetään tässä kohdassa kuvailtuja menettelyjä käyttäen. Yhdistetyt ja painotetut päästöt lasketaan painottamalla kylmäkäynnistystestin tuloksia 10 prosentilla ja kuumakäynnistystestin tuloksia 90 prosentilla (tarkempia tietoja liitteessä VII).



#### 7.4.2.2 LSI-NRTC-testisekvenssi

Kun esivakiointi on saatettu päätökseen (ks. 7.3.1.1.2 kohta), LSI-NRTC ajetaan kerran kuumakäynnistystestinä seuraavan menettelyn mukaisesti:

- a) Moottori käynnistetään ja sitä käytetään 180 sekuntia käyttösyklillä, minkä jälkeen sitä käytetään joutokäynnillä ilman kuormaa 30 sekunnin ajan. Päästöjä ei mitata tämän lämmityssekvenssin aikana.
- b) 30 sekunnin joutokäyntijakson päätyttyä päästömittaus aloitetaan ja moottoria käytetään koko käyttösyklillä alusta alkaen (aika 0 sekuntia).

Ominaispäästöt (g/kWh) määritetään liitteessä VII kuvailtuja menettelyjä käyttäen.

Jos moottoria käytettiin jo ennen testiä, annetaan moottorin jäähtyä hyvän teknisen käytännön mukaisesti riittävästi, jotta mitattavat päästöt edustavat tarkasti huoneenlämmössä käynnistettävän moottorin päästöjä. Jos huoneenlämmössä käynnistettävä moottori esimerkiksi lämpenee kolmessa minuutissa riittävästi suljetun piirin toiminnan käynnistämiseksi ja täyden katalyytin toiminnan saavuttamiseksi, tarvitaan moottorin vähimmäisjäähdytys ennen uuden testin aloittamista.

Teknisen tutkimuslaitoksen etukäteen antamalla suostumuksella lämmitysmenettelyyn voi sisältyä enintään 15 minuuttia moottorin käyttöä käyttösyklissä.

#### 7.5 Yleinen testin kulku

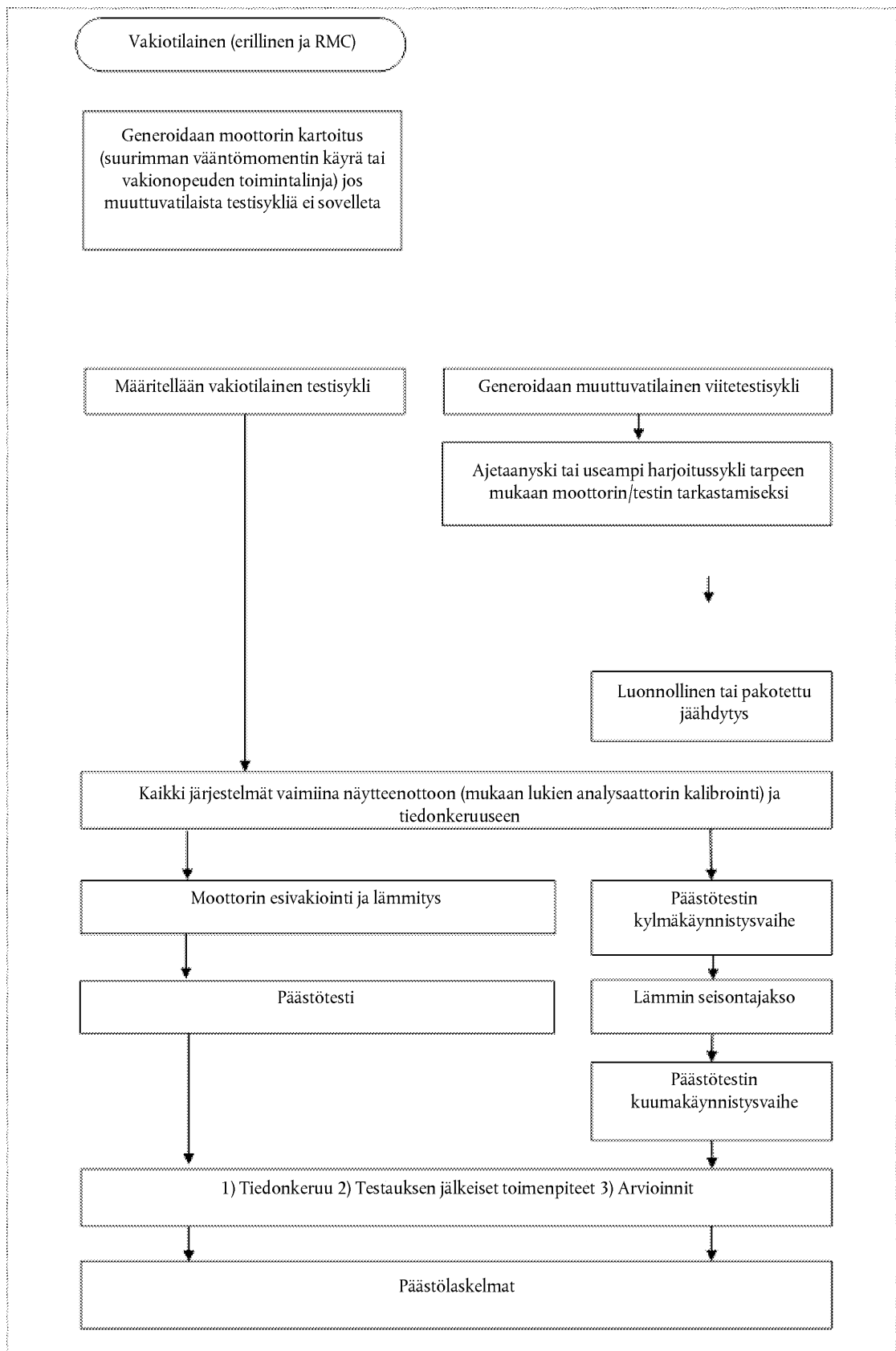
Moottorin päästöjen mittaamiseksi on suoritettava seuraavat vaiheet:

- a) Testattavan moottorin testinopeudet ja testikuormat määritetään mittaamalla enimmäisvääntömomentti (vakionopeusmoottorit) tai enimmäisvääntömomenttikäyrä (vaihtuvanopeuksiset moottorit) moottorin pyörimisnopeuden funktiona.
- b) Normalisoidut testisyklit denormalisoidaan käyttämällä vääntömomenttia (vakionopeusmoottorit) tai pyörimisnopeuksia ja vääntömomentteja (vaihtuvanopeuksiset moottorit), jotka on saatu edellä olevan 7.5 kohdan a alakohdan mukaisesti.
- c) Moottori, varusteet ja mittauslaitteet valmistellaan ennakolta testiä tai testisarjaa (kuuma- ja kylmäkäynnistys) varten.
- d) Suoritetaan testausta edeltävät toimenpiteet tiettyjen laitteiden ja analysaattoreiden oikean toiminnan varmistamiseksi. Kaikki analysaattorit on kalibroitava. Testiä edeltävät tiedot kirjataan.
- e) Moottori käynnistetään (NRTC) tai pidetään käynnissä (vakiotilaiset syklit ja LSI-NRTC) testisyklin alkaessa, ja näytteenottojärjestelmät käynnistetään samanaikaisesti.
- f) Päästöt ja muut vaadittavat parametrit mitataan tai kirjataan näytteenoton aikana (NRTC:ssä, LSI-NRTC:ssä ja RMC:ssä koko testisyklin ajan).
- g) Suoritetaan testauksen jälkeiset toimenpiteet tiettyjen laitteiden ja analysaattoreiden oikean toiminnan varmistamiseksi.
- h) Hiukkassuodattimet esivakioidaan, punnitaan (tyhjäpaino), kuormitetaan, vakautetaan uudelleen ja punnitaan uudelleen (kuormitettu paino), minkä jälkeen näytteet arvioidaan testiä edeltävien (7.3.1.5 kohta) ja testin jälkeisten (7.3.2.2 kohta) menettelyjen mukaisesti.
- i) Päästöttestien tulokset arvioidaan.

Kaaviossa 6.4 esitetään yhteenveto liikkuvien työkonien moottoreiden päästöjen mittaamisessa käytettävien testisykliden suorittamisesta.

Kaavio 6.4

## Testin kulku



## 7.5.1 Moottorin käynnistäminen ja uudelleenkäynnistäminen

## 7.5.1.1 Moottorin käynnistäminen

Moottori voidaan käynnistää

- käyttöohjeissa suositellulla tavalla käyttäen vakiokäynnistysmoottoria tai ilmakäynnistysjärjestelmää ja joko riittävästi varattua akkua tai sopivaa virta- tai paineilmalähdettä tai
- käyttämällä dynamometriä moottorin pyörittämiseen, kunnes se käynnistyy. Tavallisesti moottoria käytetään pyörimisnopeudella, joka on  $\pm 25$  prosenttia sen tyyppisestä käytönaikaisesta käynnistysnopeudesta, tai moottori käynnistetään lisäämällä dynamometrin nopeutta lineaarisesti nolasta arvoon, joka on  $100 \text{ min}^{-1}$  alhasista joutokäyntinopeutta pienempi, mutta vain siihen saakka, kun moottori käynnistyy.

Käynnistyspyörytys lopetetaan 1 sekunnin kuluessa moottorin käynnistymisestä. Jos moottori ei käynnisty 15 sekuntia kestäneen käynnistyspyörytyksen jälkeen, pyörytys lopetetaan ja määritetään moottorin käynnistymättä jäämisen syy, ellei käyttöohjeissa tai huoltokäsikirjassa mainita tavanomaista pidempää käynnistyspyörytystä.

## 7.5.1.2 Moottorin sammuminen

- Jos moottori sammuu jossain vaiheessa kylmäkäynnistys-NRTC:n aikana, testi mitätöidään.
- Jos moottori sammuu jossain vaiheessa kuumakäynnistys-NRTC:n aikana, testi mitätöidään. Moottori vakautetaan 7.4.2.1 kohdan b alakohdan mukaisesti, ja kuumakäynnistystesti tehdään uudelleen. Tässä tapauksessa kylmäkäynnistystestiä ei tarvitse toistaa.
- Jos moottori sammuu jossain vaiheessa LSI-NRTC-syklin suorituksen aikana, testi mitätöidään.
- Jos moottori sammuu jossain vaiheessa NRSC-syklin (erilliset tai porrastetut syklit) suorituksen aikana, testi mitätöidään ja tehdään uudestaan aloittaen moottorin lämmitysvaiheesta. Jos kyseessä on hiukkasmittaus, jossa käytetään monen suodattimen menetelmää (yksi näytteenotto-suodatin kutakin toimintamoodia kohti), testiä jatketaan vakauttamalla moottori edellisessä moodissa moottorin lämpötilan vakioimiseksi ja aloittamalla mittaus siinä moodissa, jossa moottori sammui.

## 7.5.1.3 Moottorin käyttäminen

”Käyttäjä” voi olla henkilö (manuaalinen syöte) tai säädin (automaattinen syöte), joka mekaanisesti tai sähköisesti antaa syötesignaalin, joka ohjaa moottorin tuotosta. Syöte voi olla peräisin kaasupolkimesta tai -signaalista, kaasuvivusta tai -signaalista, polttoainevivusta tai -signaalista, nopeusvivusta tai -signaalista tai säätimen asetuksesta tai signaalista.

## 7.6 Moottorin kartoitus

Ennen moottorin kartoituksen aloittamista moottori lämmitetään, ja lämmitysvaiheen lopulla sitä käytetään vähintään 10 minuutin ajan täydellä teholla tai valmistajan suosituksen tai hyvän teknisen käytännön mukaisesti moottorin jäähdytys- ja voiteluaineiden lämpötilan vakauttamiseksi. Kun moottori on vakautettu, suoritetaan moottorin kartoitus.

Jos moottoreissa, jotka on varustettu elektronisella ohjausyksiköllä, valmistaja aikoo käyttää elektronisen ohjausyksikön välittämää vääntömomenttignaalia käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 mukaisissa käytönaikaisissa seurantatesteissä, moottorin kartoituksen lisäksi on suoritettava lisäyksessä 3 vahvistettu verifiointi.

Vakionopeusmoottoreita lukuun ottamatta moottorin kartoitus suoritetaan polttoainevipu tai -säädin täysin avoimena käyttäen erisuuruisia nopeuksia nousevassa järjestyksessä. Suurin ja pienin kartoitusnopeus määritetään seuraavasti:

Pienin kartoitusnopeus = lämmin joutokäyntinopeus

Suurin kartoitusnopeus =  $n_{hi} \times 1,02$  tai pyörimisnopeus, jossa suurin vääntömomentti putoaa noltaan, sen mukaan, kumpi nopeus on alempi.

Tällöin:

$n_{hi}$  on 2 artiklan 12 kohdassa määritelty suurin pyörimisnopeus.

Jos suurin pyörimisnopeus on vaarallinen tai epäedustava (esim. rajoittamattomien moottoreiden osalta), on valittava suurin turvallinen tai edustava nopeus hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

#### 7.6.1 Moottoreiden kartoitus vaihtuvanopeuksisessa NRSC:ssä

Vaihtuvanopeuksisessa NRSC:ssä (vain moottorit, joille ei tarvitse tehdä NRTC- tai LSI-NRTC-sykliä) tapahtuvaa moottorin kartoitusta varten on valittava riittävä määrä tasaisin välein sijaitsevia asetuspisteitä hyvän teknisen käytännön periaatteiden mukaisesti. Kussakin asetuspisteessä nopeus on vakautettava ja vääntömomentin on annettava vakautua vähintään 15 sekunnin ajan. Keskimääräinen nopeus ja -vääntömomentti kirjataan kussakin asetuspisteessä. Suositellaan, että keskimääräinen nopeus ja vääntömomentti lasketaan käyttämällä viimeisten 4–6 sekunnin kirjattuja tietoja. Tarvittaessa käytetään lineaarista interpolointia NRSC-testinopeuksien ja -vääntömomenttien määrittämiseksi. Kun moottorilla on tehtävä lisäksi myös NRTC- tai LSI-NRTC-testi, käytetään vakioilaisen testin testinopeuksien ja vääntömomenttien määrittämiseen NRTC-testin moottorin kartoituskäyrää.

Valmistajan valinnan mukaan moottorin kartoitus voidaan vaihtoehtoisesti tehdä 7.6.2 kohdan menettelyn mukaisesti.

#### 7.6.2 Moottorin kartoitus NRTC- ja LSI-NRTC-syklissä

Moottorin kartoitus tehdään seuraavasti:

- a) Moottori irrotetaan kuormasta ja sitä käytetään joutokäyntinopeudella.
  - i) Jos moottorissa on alhaisen nopeuden säädin, käyttäjän ohjaussyöte asetetaan minimiarvoon, dynamometrin tai muun kuormituslaitteen avulla asetetaan tavoitteeksi vääntömomentti nolla moottorin primaariulostuloakselilla ja moottorin annetaan säätää nopeutta. Tämä joutokäyntinopeus lämpimänä mitataan.
  - ii) Jos moottorissa ei ole alhaisen nopeuden säädintä, dynamometri asetetaan niin, että tavoitteena on vääntömomentti nolla moottorin primaariulostuloakselilla ja käyttäjän ohjaussyöte asetetaan ohjaamaan nopeus valmistajan ilmoittamaan alhaisimpaan moottorin pyörimisnopeuteen minimikuormalla (valmistajan ilmoittamaan joutokäyntinopeuteen lämpimänä).
  - iii) Valmistajan ilmoittamaa joutokäyntivääntömomenttia voidaan käyttää kaikkien vaihtuvanopeuksisten moottoreiden osalta (olipa niissä alhaisen nopeuden säädin tai ei), jos muu joutokäyntivääntömomentti kuin nolla on käytönaikaisen toiminnan kannalta edustava.
- b) Käyttäjän ohjaussyöte asetetaan enimmäisarvoon ja moottorin nopeus säädetään välille joutokäyntinopeus lämpimänä ja 95 prosenttia joutokäyntinopeudesta lämpimänä. Jos moottorin vertailukäyttösykliä alin pyörimisnopeus on suurempi kuin joutokäyntinopeus lämpimänä, kartoitus voidaan aloittaa nopeudella, joka on vähintään 95 prosenttia alimmasta vertailunopeudesta.
- c) Moottorin pyörimisnopeutta lisätään keskimäärin  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  tai moottorin kartoitus tehdään käyttämällä jatkuvaa tasaista nopeuden muutosta niin, että siirtyminen alimmasta ylimpään kartoitusnopeuteen kestää 4–6 minuuttia. Kartoitus aloitetaan nopeudella, joka on välillä joutokäyntinopeus lämpimänä ja 95 prosenttia joutokäyntinopeudesta lämpimänä, ja lopetetaan nopeudella, joka on suurin sellainen nopeus enimmäistehon yläpuolella, jolla saadaan alle 70 prosenttia enimmäistehosta. Jos suurin pyörimisnopeus on vaarallinen tai epäedustava (esim. rajoittamattomien moottoreiden osalta), on valittava suurin turvallinen tai edustava nopeus hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Moottorin nopeus ja vääntömomenttipisteet on kirjattava ja näytteenottotaajuuden on oltava vähintään 1 Hz.
- d) Jos valmistaja katsoo, että edellä mainitut kartoitusmenetelmät eivät ole turvallisia tai että ne eivät edusta jonkin moottorin ominaisuuksia, voidaan käyttää muita kartoitusmenetelmiä. Vaihtoehtoisten menetelmien on täytettävä määriteltyjen kartoitusmenetelmien tarkoitus suurimman käytettävissä olevan vääntömomentin määrittämiseksi kaikilla testisykliä aikana saavutettavilla pyörimisnopeuksilla. Hyväksyntäviranomaisen on hyväksyttävä sekä poikkeaminen tässä kohdassa ilmoitetuista kartoitusmenetelmistä turvallisuus- tai sopimattomuussyistä että vaihtoehtoisen menettelyn perustelut. Vääntömomenttikäyrää ei kuitenkaan saa milloinkaan suorittaa rajoitettujen tai turbohdettujen moottoreiden osalta moottorin pyörimisnopeutta laskemalla.

- e) Moottoria ei tarvitse kartoittaa ennen jokaista testisykliä. Moottori on kartoitettava uudelleen, jos
- i) edellisestä kartoituksesta on kulunut kohtuuttoman pitkä aika hyvään tekniseen käytäntöön nähden tai
  - ii) moottoriin on tehty fyysisiä muutoksia tai uudelleenkalibrointeja, jotka saattavat vaikuttaa moottorin suorituskykyyn tai
  - iii) ilmanpaine lähellä moottorin ilman sisääntulokohtaa poikkeaa enemmän kuin  $\pm 5$  kPa arvosta, joka kirjattiin viimeisimmän moottorin kartoituksen aikana.

### 7.6.3 Moottoreiden kartoitus vakionopeuksisessa NRSC-syklissä

Moottoria voidaan käyttää normaalin vakionopeussäätimen ohjaamana tai vakionopeussäätimen toimintaa voidaan simuloida säätämällä moottorin pyörimisnopeutta käyttäjän ohjaussyötteeseen perustuvalla ohjausjärjestelmällä. Tapauksen mukaan voidaan käyttää isokronista tai kuorman suhteutettua (speed droop) säätöä.

#### 7.6.3.1 Syklissä D2 tai E2 testattavien moottoreiden nimellistehon tarkastus

Tehdään seuraava tarkastus:

- a) Kun pyörimisnopeutta säätää säädin tai simuloitu säädin käyttäjän ohjaussyötteen perusteella, moottoria käytetään nimellisnopeudella ja nimellisteholla, kunnes saavutetaan vakaa toiminta.
- b) Vääntömomenttia kasvatetaan, kunnes moottori ei enää pysty pitämään yllä säädettyä nopeutta. Teho kirjataan tässä kohdassa. Ennen tämän tarkastuksen tekemistä valmistajan ja tarkastuksen toteuttamisesta vastaavan teknisen tutkimuslaitoksen on säätimen ominaisuuksien mukaisesti sovittava, milloin tämä kohta saavutetaan. Kirjattu teho ei saa ylittää asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 25 kohdassa määriteltyä nimellistehoa enemmän kuin 12,5 prosentilla. Jos tämä arvo ylittyy, valmistajan on tarkistettava ilmoitettua nimellistehoa.

Jos testattavalla moottorilla ei voida tehdä tätä tarkastusta moottorin tai dynamometrin vahingoittumisriskin vuoksi, valmistajan on esitettävä hyväksyntäviranomaiselle vahva näyttö siitä, että enimmäisteho ei ylitä nimellistehoa yli 12,5 prosentilla.

#### 7.6.3.2 Kartoitusmenettely vakionopeuksisessa NRSC:ssä

- a) Kun pyörimisnopeutta säätää säädin tai simuloitu säädin käyttäjän ohjaussyötteen perusteella, moottoria käytetään kuormittamattomalla säädetyllä nopeudella (suurella pyörimisnopeudella, ei alhaisella joutokäyntinopeudella) vähintään 15 sekunnin ajan, ellei tämän tehtävän suorittaminen kyseisellä moottorilla ole mahdotonta.
- b) Vääntömomenttia nostetaan tasaisesti dynamometrin avulla. Kartoitus suoritetaan niin, että siirtyminen kuormittamattomasta säädetyistä nopeudesta nimellistehoa vastaavaan vääntömomenttiin, kun kyseessä ovat syklin D2 tai E2 mukaisesti testattavat moottorit, tai enimmäisvääntömomenttiin, kun kyseessä ovat muut vakionopeuksiset testisyklit, kestää 2–4 minuuttia. Moottorin kartoituksen aikana todellinen nopeus ja vääntömomentti kirjataan vähintään 1 Hz:n taajuudella.
- c) Kun kyseessä on vakionopeusmoottori, jonka säädin voidaan asettaa vaihtoehtoisille nopeuksille, moottori on testattava kullakin soveltuvalle vakionopeudelle.

Vakionopeusmoottoreiden osalta on hyvän teknisen käytännön mukaisesti sovellettava yhteisymmärryksessä hyväksyntäviranomaisen kanssa muita menetelmiä vääntömomentin ja tehon kirjaamiseksi määritellyillä käyttönopeuksilla.

Muilla sykleillä kuin D2 ja E2 testattavien moottoreiden osalta, kun sekä mitatut että ilmoitetut suurimman testivääntömomentin arvot ovat käytettävissä, ilmoitettua arvoa voidaan käyttää mitatun sijasta, jos se on 95–100 prosenttia mitatusta arvosta.

## 7.7 Testisyklin muodostaminen

## 7.7.1 NRSC:n muodostaminen

Tätä kohtaa käytetään moottorin sellaisten nopeuksien ja kuormien määrittämiseen, joilla moottoria on käytettävä vakiotilaisessa erillisten moodien NRSC:ssä tai RMC:ssä.

## 7.7.1.1 NRSC-testinopeuksien muodostaminen moottoreille, jotka testataan sekä NRSC:llä että NRTC:llä tai LSI-NRTC:llä

Moottoreissa, jotka testataan NRSC- ja joko NRTC:llä tai LSI-NRTC:llä, on käytävä 5.2.5.1 kohdassa vahvistettua suurinta testinopeutta 100 prosentin nopeutena sekä vakio- että muuttuvatilaisissa testeissä.

Suurinta testinopeutta on käytettävä nimellinopeuden sijaan 100 prosentin testinopeutena määritettäessä välinopeutta 5.2.5.4 kohdan mukaisesti.

Joutokäyntinopeus määritetään 5.2.5.5 kohdan mukaisesti.

## 7.7.1.2 NRSC-testinopeuksien muodostaminen ainoastaan NRSC:llä testattaville moottoreille

Jos moottoria ei testata muuttuvatilaisella (NRTC tai LSI-NRTC) testisyklillä, 5.2.5.3 kohdassa vahvistettua suurinta testinopeutta käytetään 100 prosentin nopeutena.

Nimellinopeutta käytetään määritettäessä välinopeutta 5.2.5.4 kohdan mukaisesti. Jos NRSC-testissä edellytetään lisänopeuksia prosenttiosuutena, ne on laskettava prosenttiosuutena nimellinopeudesta.

Joutokäyntinopeus määritetään 5.2.5.5 kohdan mukaisesti.

Suurinta testinopeutta voidaan teknisen tutkimuslaitoksen ennalta antamalla suostumuksella käyttää nimellinopeuden sijaan testinopeuksien muodostamiseksi tässä kohdassa.

## 7.7.1.3 NRSC-kuormituksen muodostaminen kullekin testimoodille

Valitun testisyklin kunkin testimoodin prosenttikuormitus on otettava liitteen XVII lisäyksessä 1 tai 2 olevasta soveltuvasta NRSC-taulukosta. Testisyklin mukaan näissä taulukoissa prosenttikuormitus ilmaistaan joko tehona tai vääntömomenttina 5.2.6 kohdan mukaisesti ja kunkin taulukon alaviitteissä.

Kunkin testinopeuden 100 prosentin arvo on tehona (kW) ilmaistu mitattu tai ilmoitettu arvo, joka saadaan 7.6.1, 7.6.2 tai 7.6.3 kohdan mukaisesti luodusta kartoituskäyrästä.

Moottorin asetus kutakin testimoodia varten lasketaan yhtälöllä (6-14):

$$S = \left( (P_{\max} + P_{\text{AUX}}) \cdot \frac{L}{100} \right) - P_{\text{AUX}} \quad (6-14)$$

jossa:

$S$  on dynamometrin asetus (kW)

$P_{\max}$  on (valmistajan ilmoittama) suurin havaittu tai ilmoitettu teho testinopeudella testiolosuhteissa, kW

$P_{\text{AUX}}$  on ilmoitettu testiä varten asennettujen apulaitteiden ottama yhtälössä (6-8) määritelty kokonaisteho (ks. 6.3.5 kohta) testinopeudella, kW

$L$  on vääntömomenttiprosentti

Käytönaikaisen toiminnan kannalta edustava pienin vääntömomentti lämpimänä voidaan ilmoittaa ja sitä voidaan käyttää kaikkiin kuormituspisteisiin, jotka muutoin jäisivät tämän arvon alapuolelle, jos moottori ei tavanomaisesti toimi tämän vähimmäisvääntömomentin alapuolella esimerkiksi siitä syystä, että moottori on tyypillisesti kytkettynä liikkuvaan työkoneeseen, joka ei toimi tietyn vähimmäisvääntömomentin alapuolella.

Kun kyseessä ovat E2- ja D2-sykli, valmistajan on ilmoitettava nimellisteho ja niitä on käytettävä 100:n prosentin tehona testisykliä muodostettaessa.

#### 7.7.2 NRTC- ja LSI-NRTC-nopeuden ja -kuorman muodostaminen kullekin testipisteelle (denormalisointi)

Tätä kohtaa käytetään moottorin sellaisten vastaavien nopeuksien ja kuormien muodostamiseen, joilla moottoria on käytettävä NRTC- tai LSI-NRTC-testien aikana. Liitteen XVII lisäyksessä 3 esitetään sovellettavat testisykliä normalisoidussa muodossa. Normalisoitu testisykli koostuu sarjasta nopeuden ja vääntömomentin prosenttiarvopareja.

Nopeuden ja vääntömomentin normalisoidut arvot muunnetaan seuraavasti:

- Normalisoitu nopeus muunnetaan sarjaksi vertailunopeuksia,  $n_{ref}$ , 7.7.2.2 kohdan mukaisesti.
- Normalisoitu vääntömomentti ilmoitetaan prosentiosuutena kartoitetusta vääntömomentista, joka on saatu 7.6.2 kohdan mukaisesti muodostusta käyrästä, vastaavalla vertailunopeudella. Nämä normalisoidut arvot muunnetaan sarjaksi vertailuvääntömomentteja,  $T_{ref}$ , 7.7.2.3 kohdan mukaisesti.
- Vertailunopeuden ja vertailuvääntömomentin arvot ilmoitettuna koherentteina mittayksikköinä kerrotaan vertailutehoarvojen laskemiseksi.

##### 7.7.2.1 Varattu

##### 7.7.2.2 Pyörimisnopeuden denormalisointi

Moottorin pyörimisnopeus denormalisoidaan yhtälön (6-15) avulla:

$$n_{ref} = \frac{\%speed \times (MTS - n_{idle})}{100} + n_{idle} \quad (6-15)$$

jossa:

$n_{ref}$  on vertailunopeus

$MTS$  on suurin testinopeus

$n_{idle}$  on joutokäyntinopeus

$\%speed$  on liitteen XVII lisäyksestä 3 otettu NRTC:n tai LSI-NRTC:n normalisoidun nopeuden arvo

##### 7.7.2.3 Moottorin vääntömomentin denormalisointi

Liitteen XVII lisäyksen 3 mukaisen moottorin dynamometrijon vääntömomenttiarvot normalisoidaan suurimpaan vääntömomenttiin kullakin pyörimisnopeudella. Vertailusyklin vääntömomenttiarvot on denormalisoitava 7.6.2 kohdan mukaisesti määritetyn kartoituskäyrän avulla käyttämällä yhtälöä (6-16):

$$T_{ref} = \frac{\%torque \cdot max.torque}{100} \quad (6-16)$$

7.7.2.2 kohdassa määritetyn vastaavan vertailunopeuden osalta.

Tällöin:

$T_{ref}$  on vertailunopeuden vastaava vertailuvääntömomentti

*max.torque* on testinopeuden vastaava enimmäisvääntömomentti, joka on saatu 7.6.2 kohdan mukaisesti tehdystä moottorin kartoituksesta, jota on tarvittaessa oikaistu 7.7.2.3.1 kohdan mukaisesti

*%torque* on liitteen XVII lisäyksestä 3 otettu NRTC:n tai LSI-NRTC:n normalisoidun vääntömomentin arvo

a) Ilmoitettu pienin vääntömomentti

Käytönaikaisen toiminnan kannalta edustava pienin vääntömomentti voidaan ilmoittaa. Esimerkiksi jos moottori on tyypillisesti kytkettynä liikkuvaan työkoneeseen, joka ei toimi tietyn vähimmäisvääntömomentin alapuolella, tämä vääntömomentti voidaan ilmoittaa ja sitä voidaan käyttää kaikkiin kuormituspisteisiin, jotka muutoin jäisivät tämän arvon alapuolelle.

b) Moottorin vääntömomentin oikaiseminen päästötestiä varten asennettujen apulaiteiden vuoksi

Kun apulaitteet on asennettu lisäyksen 2 mukaisesti, suurinta vääntömomenttia ei korjata sitä vastaavaa 7.6.2 kohdan mukaisesti tehdystä moottorin kartoituksesta otettua testinopeutta varten.

Jos 6.3.2 tai 6.3.3 kohdan mukaisesti tarpeellisia apulaitteita, jotka olisi pitänyt asentaa testiä varten, ei ole asennettu, tai on asennettu apulaitteita, jotka olisi pitänyt poistaa, arvoa  $T_{max}$  on mukautettava yhtälöllä (6-17).

$$T_{max} = T_{map} - T_{AUX} \quad (6-17)$$

kun:

$$T_{AUX} = T_r - T_f \quad (6-18)$$

jossa:

$T_{map}$  on testinopeuden vastaava enimmäisvääntömomentti, joka on saatu 7.6.2 kohdan mukaisesti tehdystä moottorin kartoituksesta

$T_f$  on vääntömomentti, jota tarvitaan niiden apulaitteiden käyttämiseen, jotka olisi pitänyt asentaa mutta joita ei ole asennettu testiä varten

$T_r$  on vääntömomentti, jota tarvitaan niiden apulaitteiden käyttämiseen, jotka olisi pitänyt poistaa mutta jotka oli asennettu testiä varten

7.7.2.4 Esimerkki denormalisoinnista

Tässä esimerkissä denormalisoidaan seuraava testipiste:

*% speed* = 43 %

*% torque* = 82 %

Kun

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

$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$

tulokseksi saadaan

$$n_{ref} = \frac{43 \cdot (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ min}^{-1}$$



jossa kartoituskäyrältä saatu suurin vääntömomentti moottorin pyörimisnopeudella  $1\,288\text{ min}^{-1}$  on  $700\text{ Nm}$

$$T_{\text{ref}} = \frac{82 \times 700}{100} = 574\text{ Nm}$$

7.8 Eri testisykliä suorittaminen

7.8.1 Päästöttesti erillisten moodien NRSC-syklillä

7.8.1.1 Moottorin lämmitys vakio-tilaisessa erillisten moodien NRSC:ssä

7.3.1 kohdan mukaiset testausta edeltävät toimenpiteet on suoritettava, mukaan luettuna analysaattoreiden kalibrointi. Moottori on lämmitettävä käyttämällä 7.3.1.1.3 kohdan esivakiointijaksoa. Testisyklin mittaus alkaa välittömästi tästä moottorin vakioitumispiiristä.

7.8.1.2 Erillisten moodien NRSC-sykin toteuttaminen

- a) Testaus suoritetaan syklin moodien mukaisessa nousevassa numerojärjestyksessä (ks. liitteen XVII lisäys 1).
- b) Kunkin moodin kesto on vähintään 10 minuuttia, lukuun ottamatta kipinäsytytysmoottoreiden testaamista käyttämällä syklejä G1, G2 tai G3, joissa kunkin moodin kesto on vähintään 3 minuuttia. Kussakin moodissa moottoria vakautetaan vähintään 5 minuutin ajan, ja kaasupäästöjen näytteenotto tapahtuu 1–3 minuutin ajan kunkin moodin lopussa ja, kun soveltuva raja-arvo on olemassa, hiukkasmäärän näytteenotto tapahtuu kunkin moodin lopussa, lukuun ottamatta kipinäsytytysmoottoreiden testaamista käyttämällä syklejä G1, G2 tai G3, joissa päästönäytteet otetaan kyseisen testimoodin vähintään kahden viimeisen minuutin aikana. Pidempää näytteenottoaika voidaan käyttää hiukkasnäytteenoton tarkkuuden parantamiseksi.

Testimoodin pituus kirjataan ja raportoidaan.

- c) Hiukkasnäytteiden otto voi tapahtua joko yhden suodattimen menetelmällä tai monen suodattimen menetelmällä. Koska menetelmien tulokset saattavat poiketa hieman toisistaan, käytetty menetelmä on ilmoitettava tulosten yhteydessä.

Yhden suodattimen menetelmää käytettäessä testisyklinen menetelyssä määritellyt painotuskertoimet ja todellinen pakokaasuvirta on otettava huomioon näytteenoton aikana säätämällä vastaavasti näytteen virtausta ja/tai näytteenottoaika. Hiukkasnäytteenoton tehollisen painotuskertoimen on oltava sama kuin kyseisen moodin painotuskertoimen tarkkuudella  $\pm 0,005$ .

Näyte on otettava kussakin moodissa mahdollisimman myöhään. Yhden suodattimen menetelmässä hiukkasnäytteenoton on päättyvä  $\pm 5$  sekunnin tarkkuudella samanaikaisesti kaasupäästöjen näytteenoton päättymisen kanssa. Näytteenottoajan testimoodia kohti täytyy olla ainakin 20 s yhden suodattimen menetelmässä ja ainakin 60 s monen suodattimen menetelmässä. Ilman ohitusmahdollisuutta toimivissa järjestelmissä näytteenottoajan testimoodia kohti täytyy olla ainakin 60 s sekä yhden suodattimen että monen suodattimen menetelmässä.

- d) Moottorin nopeus ja kuormitus, imuilman lämpötila, polttoainevirtaus sekä, tapauksen mukaan, ilman tai pakokaasun virtaus on mitattava kunkin moodin osalta samalta aikaväliltä, jolta kaasumaisten päästöjen pitoisuudet mitataan.

Laskentaa varten tarvittavat lisätiedot on kirjattava.

- e) Jos moottori sammuu tai päästönäytteenotto keskeytyy milloin tahansa näytteenoton aloittamisen jälkeen erillisten moodien NRSC:ssä ja käytettäessä yhden suodattimen menetelmää, testi mitätöidään ja aloitetaan uudestaan moottorin lämmitysvaiheesta. Jos kyseessä on hiukkasmittaus, jossa käytetään monen suodattimen menetelmää (yksi näytteenottosuodatin kutakin toimintamoodia kohti), testiä jatketaan vakauttamalla moottori edellisessä moodissa moottorin lämpötilan vakioimiseksi ja aloittamalla mittaus siinä moodissa, jossa moottori sammui.

- f) 7.3.2 kohdan mukaiset testauksen jälkeiset toimenpiteet on suoritettava.

### 7.8.1.3 Validointikriteerit

Alun ylimenoajan jälkeen vakiotilaisen testisyklin kunkin moodin aikana mitattu pyörimisnopeus saa poiketa enintään  $\pm 1$  prosenttia tai  $\pm 3 \text{ min}^{-1}$  nimellispyörimisnopeudesta riippuen siitä, kumpi on suurempi, paitsi joutokäynnissä, jonka on oltava valmistajan ilmoittamien toleranssien rajoissa. Mitattu vääntömomentti saa poiketa vertailuvääntömomentista enintään  $\pm 2$  prosenttia enimmäisvääntömomentista testinopeudella.

### 7.8.2 Päästöttesti RMC:llä

#### 7.8.2.1 Moottorin lämmitys

7.3.1 kohdan mukaiset testausta edeltävät toimenpiteet on suoritettava, mukaan luettuna analysaattoreiden kalibrointi. Moottori on lämmitettävä käyttämällä 7.3.1.1.4 kohdan esivakiointijaksoa. Jos moottorin nopeutta ja vääntömomenttia ei ole jo asetettu testiin ensimmäiseen moodiin, ne muutetaan välittömästi tämän vakautusmenettelyn jälkeen lineaarisesti niin, että ne saavuttavat ensimmäisen moodin arvot  $20 \pm 1$  sekunnin siirtymävaiheen jälkeen. Testisyklin mittaus aloitetaan 5–10 sekuntia siirtymävaiheen päättymisen jälkeen.

#### 7.8.2.2 RMC:n suorittaminen

Testaus suoritetaan syklin moodien mukaisessa numerojärjestyksessä (ks. liitteen XVII lisäys 2). Jos RMC:tä ei ole saatavilla täsmennettyä NRSC:tä varten, noudatetaan 7.8.1 kohdan erillisten moodien NRSC-menettelyä.

Moottoria käytetään määrätty aika kussakin moodissa. Siirtymän moodista toiseen on tapahduttava lineaarisesti  $20 \pm 1$  sekunnin aikana noudattaen 7.8.2.4 kohdassa määrättyjä toleransseja.

RMC:n osalta vertailunopeus- ja vertailuvääntömomenttiarvot on generoitava vähintään 1 Hz:n taajuudella, ja näin saatua pistesarjaa on käytettävä sykliä suoritettaessa. Moodien välisen siirtymän aikana denormalisoituja nopeus- ja vääntömomenttiarvoja muutetaan lineaarisesti moodien välillä vertailupisteiden generoimiseksi. Normalisoituja vertailuvääntömomenttiarvoja ei saa muuttaa lineaarisesti moodien välillä ja sitten denormalisoida. Jos nopeus- ja vääntömomenttikuvaaja kulkee moottorin vääntömomenttikäyrän yläpuolella olevan pisteen kautta, vertailuvääntömomenttien ohjausta jatketaan ja käyttäjän ohjaussyötteen sallitaan nousta maksimiarvoon.

Kunkin kaasumaisen epäpuhtauden pitoisuutta mitataan ja, kun soveltuva raja-arvo on olemassa, hiukkasmassan ja hiukkasmäärän näytteenottoa jatketaan koko RMC:n ajan (kunkin moodin sekä moodien välisten siirtymäjaksojen aikana). Kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuudet voidaan mitata raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta ja kirjata keskeytyksettä. Jos mittaus tehdään laimennettuna, näytteet voidaan myös kerätä näytepussiin. Hiukkasnäyte laimennetaan puhtaalla käsitellyllä ilmalla. Koko testin ajalta otetaan yksi näyte, joka kerätään yhteen hiukkasnäytesuodattimeen, kun kyseessä on hiukkasmassa.

Ominaispäästöjen laskemiseksi lasketaan todellinen syklin työ integroimalla moottorin todelliset tehoarvot syklin aikana.

#### 7.8.2.3 Päästöttestin kulku

- RMC:n suoritus, pakokaasun näytteenotto, tietojen kirjaaminen ja mitattujen arvojen integrointi aloitetaan samanaikaisesti.
- Nopeus ja vääntömomentti säädetään testisyklin ensimmäisen moodin mukaisiksi.
- Jos moottori sammuu jossain vaiheessa RMC-syklin suorituksen aikana, testi mitätöidään. Tämän jälkeen moottori on esivakioitava ja testi toistettava.

d) RMC-syklin päätyttyä näytteenottoa jatketaan (hiukkasnäytteenottoa lukuun ottamatta) niin kauan, että järjestelmän vasteaika kuluu umpeen, pitäen kaikki järjestelmät käynnissä. Sitten kaikki näytteenotto ja kirjaaminen, myös taustanäytteiden kirjaaminen, lopetetaan. Lopuksi pysäytetään kaikki integrointilaitteet ja testisyklin päätyminen merkitään kirjattuihin tietoihin.

e) 7.3.2 kohdan mukaiset testauksen jälkeiset toimenpiteet on suoritettava.

#### 7.8.2.4 Validointikriteerit

RMC-testit on validoitava käyttäen regressioanalyysiä 7.8.3.3 ja 7.8.3.5 kohdan mukaisesti. Sallitut RMC-toleranssit annetaan taulukossa 6.1. On huomattava, että RMC-toleranssit eroavat taulukossa 6.2 esitetyistä NRTC-toleransseista. Testattaessa moottoreita, joiden nettoteho on suurempi kuin 560 kW, voidaan käyttää taulukon 6.2 regressiolinjan toleransseja ja taulukon 6.3 pisteiden poistoa.

Taulukko 6.1

#### RMC-regressiolinjan toleranssit

	Pyörimisnopeus	Vääntömomentti	Teho
Arvon $y$ arvolle $x$ asetettu estimaatin keskivirhe (SEE)	enintään 1 % nimellisko- peudesta	enintään 2 % moottorin enimmäisvääntömoment- tista	enintään 2 % moottorin enimmäistehosta
Regressiolinjan kaltevuus, $a_1$	0,99–1,01	0,98 – 1,02	0,98 – 1,02
Determinaatiokerroin, $r^2$	vähint. 0,990	vähint. 0,950	vähint. 0,950
Regressiolinjan $y$ -leikkaus, $a_0$	$\pm 1$ % nimellisko- peudesta	$\pm 20$ Nm tai 2 % enim- mäisvääntömomentista sen mukaan, kumpi on suurempi	$\pm 4$ kW tai 2 % enim- mäistehosta sen mukaan, kumpi on suurempi

Jos RMC-testiä ei suoriteta muuttuvatilaisella testialustalla, jolloin sekuntikohtaisia nopeus- ja vääntömomenttiarvoja ei ole käytettävissä, käytetään seuraavia validointikriteerejä:

Kutakin moodia koskevat nopeuden ja vääntömomentin toleranssivaatimukset esitetään 7.8.1.3 kohdassa. RMC-testin vakiotilaisten testimoodien (7.4.1.2 kohta ) välisten 20 sekunnin mittaisten nopeuden ja vääntömomentin lineaaristen siirtymäjaksojen toleranssit ovat seuraavat:

- nopeuden on oltava lineaarinen ja  $\pm 2$  prosentin sisällä nimellisko-  
peudesta,
- vääntömomentin on oltava lineaarinen ja  $\pm 5$  prosentin sisällä suurimmasta vääntömomentista nimellis-  
nopeudella.

#### 7.8.3 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

NRTC ja LSI-NRTC suoritetaan toteuttamalla järjestyksessä vertailunopeuksien ja vertailuvääntömomenttien ohjauksen komennot. Nopeus- ja vääntömomenttikomennot on annettava vähintään 5 Hz:n taajuudella. Koska vertailutestisyklin taajuus on 1 Hz, välille jäävät nopeus- ja vääntömomenttikomennot on interpoloitava lineaarisesti testissä saaduista vertailuvääntömomenttiarvoista.

Pienet denormalisoidut nopeusarvot, jotka ovat lähellä joutokäyntinopeutta lämpimänä, voivat aiheuttaa sen, että alhaisen joutokäyntinopeuden säätimet aktivoituvat ja moottorin vääntömomentti ylittää vertailuvääntö-  
momentin, vaikka käyttäjän ohjaussyöte on minimissään. Tällöin on suositeltavaa säätää dynamometriä niin, että seurataan ensisijaisesti vertailuvääntömomenttia vertailunopeuden sijasta ja annetaan moottorin ohjata nopeutta.

Kylmäkäynnistysolosuhteissa moottoreissa voidaan käyttää tehostettua joutokäyntilaitetta moottorin ja pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän lämmityksen nopeuttamiseksi. Näissä olosuhteissa hyvin alhaiset normalisoidut nopeudet tuottavat vertailunopeuksia, jotka ovat kyseistä suurempaa tehostettua joutokäyntinopeutta alhaisempia. Tällöin on suositeltavaa ohjata dynamometriä niin, että seurataan ensisijaisesti vertailuvääntömomenttia ja annetaan moottorin säätää nopeutta, kun käyttäjän ohjaussyöte on minimissään.

Päästötestin aikana vertailunopeudet ja -vääntömomentit sekä pyörimisnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentäarvot on kirjattava vähintään 1 Hz:n taajuudella, mutta suositeltavaa on käyttää 5 tai jopa 10 Hz:n taajuutta. Suuremman kirjaustaajuuden avulla voidaan minimoida nopeuden ja vääntömomentin vertailuarvojen ja mitattujen arvojen välisen aikaviiveen aiheuttama vinouma.

Nopeuden ja vääntömomentin vertailu- ja takaisinkytkentäarvot voidaan kirjata alhaisemmalla taajuudella (jopa vain 1 Hz:n taajuudella), jos kirjataan keskiarvot mitattujen arvojen väliseltä ajalta. Keskiarvot on laskettava sellaisten takaisinkytkentäarvojen perusteella, jotka on päivitetty vähintään 5 Hz:n taajuudella. Näitä kirjattuja arvoja käytetään syklin validointitilastojen ja kokonaistyön laskennassa.

#### 7.8.3.1 NRTC-testin suorittaminen

7.3.1 kohdan mukaiset testausta edeltävät toimenpiteet on suoritettava, mukaan luettuna esivakiointi, jäähdytys ja analysaattoreiden kalibrointi.

Testi aloitetaan seuraavasti:

Testaus aloitetaan heti, kun moottori on käynnistynyt 7.3.1.2 kohdassa täsmennetystä jäähdytetystä tilasta, jos kyse on kylmäkäynnistys-NRTC:stä, tai välittömästi lämpimän seisontajakson jälkeen, jos kyseessä on kuumakäynnistys-NRTC. 7.4.2.1 kohdan jaksoa on noudatettava.

Tietojen keruu, näytteenotto pakokaasusta ja mitattujen arvojen integrointi aloitetaan samanaikaisesti moottorin käynnistymisen kanssa. Testisykli aloitetaan moottorin käynnistyessä, ja se on suoritettava liitteen XVII lisäyksessä 3 esitetyn ohjelman mukaisesti.

Syklin päätyttyä näytteenottoa jatketaan niin kauan, että järjestelmän vasteaika kuluu umpeen, pitäen kaikki järjestelmät käynnissä. Sitten kaikki näytteenotto ja kirjaaminen, myös taustanäytteiden kirjaaminen, lopetetaan. Lopuksi pysäytetään kaikki integrointilaitteet ja testisyklin päätyminen merkitään kirjattuihin tietoihin.

7.3.2 kohdan mukaiset testauksen jälkeiset toimenpiteet on suoritettava.

#### 7.8.3.2 LSI-NRTC-testin suorittaminen

7.3.1 kohdan mukaiset testausta edeltävät toimenpiteet on suoritettava, mukaan luettuna esivakiointi ja analysaattoreiden kalibrointi.

Testi aloitetaan seuraavasti:

Testi aloitetaan 7.4.2.2 kohdassa annetun testijakson mukaisesti.

Tietojen keruu, pakokaasun näytteenotto ja mitattujen arvojen integrointi aloitetaan samanaikaisesti LSI-NRTC:n aloittamisen kanssa 7.4.2.2 kohdan b alakohdassa vahvistetun 30 sekunnin joutokäyntijakson kanssa. Testisykli on suoritettava liitteen XVII lisäyksessä 3 esitetyn ohjelman mukaisesti.

Syklin päätyttyä näytteenottoa jatketaan niin kauan, että järjestelmän vasteaika kuluu umpeen, pitäen kaikki järjestelmät käynnissä. Sitten kaikki näytteenotto ja kirjaaminen, myös taustanäytteiden kirjaaminen, lopetetaan. Lopuksi pysäytetään kaikki integrointilaitteet ja testisyklin päätyminen merkitään kirjattuihin tietoihin.

7.3.2 kohdan mukaiset testauksen jälkeiset toimenpiteet on suoritettava.

## 7.8.3.3 Muuttuvatilaiden testisykliä (NRTC ja LSI-NRTC) validointikriteerit

Testin kelpoisuuden tarkastamiseksi nopeuden, vääntömomentin, tehon ja kokonaistyön vertailu- ja takaisinkytkentäarvoihin sovelletaan tässä kohdassa esitettyjä syklin validointikriteerejä.

## 7.8.3.4 Syklin työn laskeminen

Ennen syklin työn laskemista poistetaan mahdolliset moottorin käynnistyksen aikana tallennetut nopeus- ja vääntömomenttiarvot. Pisteissä, joiden vääntömomenttiarvot ovat negatiiviset, työn arvon katsotaan olevan nolla. Syklin todellinen työ  $W_{act}$  (kWh) lasketaan moottorin pyörimisnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentäarvojen perusteella. Syklin työn vertailuarvo  $W_{ref}$  (kWh) lasketaan moottorin vertailupyörimisnopeuden ja vertailuvääntömomentin perusteella. Syklin todellista työtä  $W_{act}$  verrataan syklin vertailutyöhön  $W_{ref}$  ja sen avulla lasketaan ominaispäästöt (ks. 7.2 kohta).

Arvon  $W_{act}$  on oltava 85–105 % arvosta  $W_{ref}$ .

## 7.8.3.5 Validointitilastotiedot (ks. liitteen VII lisäys 2)

Pyörimisnopeuden, vääntömomentin ja tehon vertailu- ja takaisinkytkentäarvojen välinen lineaarinen regressio on laskettava.

Takaisinkytkennän ja vertailusyklin arvojen välisen aikaviiveen aiheuttaman vinouman minimoimiseksi koko moottorin pyörimisnopeuden ja vääntömomentin takaisinkytkentäsignaalin sekvenssiä voidaan edistää tai jättää ajallisesti suhteessa vertailupyörimisnopeuden ja -vääntömomentin sekvenssiin. Jos takaisinkytkentäsignaaleja siirretään, sekä pyörimisnopeutta että vääntömomenttia on siirrettävä saman verran samaan suuntaan.

Menetelmänä on käytettävä pienimmän neliösumman menetelmää, jossa yhtälöllä on yhtälössä (6-19) esitetty muoto:

$$y = a_1 x + a_0 \quad (6-19)$$

jossa:

$y$  on pyörimisnopeuden ( $\text{min}^{-1}$ ), vääntömomentin (Nm) tai tehon (kW) takaisinkytkentäarvo

$a_1$  on regressiolinjan kulmakerroin

$x$  on pyörimisnopeuden ( $\text{min}^{-1}$ ), vääntömomentin (Nm) tai tehon (kW) vertailuarvo

$a_0$  on regressiolinjan  $y$ -leikkaus.

Arvon  $y$  arvolle  $x$  asetettu estimaatin keskivirhe ( $SEE$ ) ja determinaatikerroin ( $r^2$ ) on laskettava kullekin regressiolinjalle liitteen VII lisäyksen 3 mukaisesti.

Tämä analyysi suositellaan suoritettavaksi 1 Hz:n taajuudella. Jotta testi voidaan katsoa kelpoiseksi, taulukossa 6.2 esitettyjen perusteiden on täyttyttävä.

Taulukko 6.2

### Regressiolinjan toleranssit

	Pyörimisnopeus	Vääntömomentti	Teho
Arvon $y$ arvolle $x$ asetettu estimaatin keskivirhe ( $SEE$ )	enintään 5,0 % suurimmasta testinopeudesta	enintään 10,0 % moottorin enimmäisvääntömomentista	enintään 10,0 % moottorin enimmäistehosta
Regressiolinjan kaltevuus, $a_1$	0,95 – 1,03	0,83 – 1,03	0,89 – 1,03

	Pyörimisnopeus	Vääntömomentti	Teho
Determinaatiokerroin, $r^2$	vähint. 0,970	vähint. 0,850	vähint. 0,910
Regressiolinjan $y$ -leikkaus, $a_0$	enintään 10 % joutokäynnistä	$\pm 20$ Nm tai $\pm 2$ % enimmäisvääntömomentistä sen mukaan, kumpi on suurempi	$\pm 4$ kW tai $\pm 2$ % enimmäistehosta sen mukaan, kumpi on suurempi

Regressioanalyysistä saa poistaa pisteitä taulukossa 6.3 ilmoitetuista kohdista ennen regressiolaskelman tekemistä. Kyseisiä pisteitä ei kuitenkaan saa poistaa syklin työn ja päästöjen laskelmista. Joutokäyntipiste määritellään pisteeksi, jossa normalisoitu vertailuvääntömomentti on 0 % ja normalisoitu vertailunopeus 0 %. Pisteiden poistoa voidaan soveltaa koko sykliin tai mihin tahansa syklin osaan. Pisteet, joihin poistoa sovelletaan, on eriteltävä.

Taulukko 6.3

### Pisteet, jotka saa poistaa regressioanalyysistä

Tapahtuma	Olosuhteet ( $n$ = pyörimisnopeus, $T$ = vääntömomentti)	Sallitut pisteiden poistot
Käyttäjän ohjaussyötteen vähimmäisarvo (joutokäyntipiste)	$n_{\text{ref}} = n_{\text{idle}}$ ja $T_{\text{ref}} = 0 \%$ ja $T_{\text{act}} > (T_{\text{ref}} - 0,02 T_{\text{maxmappedtorque}})$ ja $T_{\text{act}} < (T_{\text{ref}} + 0,02 T_{\text{maxmappedtorque}})$	nopeus ja teho
Käyttäjän ohjaussyötteen vähimmäisarvo	$n_{\text{act}} \leq 1,02 n_{\text{ref}}$ and $T_{\text{act}} > T_{\text{ref}}$ tai $n_{\text{act}} > n_{\text{ref}}$ ja $T_{\text{act}} \leq T_{\text{ref}}$ tai $n_{\text{act}} > 1,02 n_{\text{ref}}$ ja $T_{\text{ref}} < T_{\text{act}} \leq (T_{\text{ref}} + 0,02 T_{\text{maxmappedtorque}})$	teho ja joko vääntömomentti tai nopeus
Käyttäjän ohjaussyötteen enimmäisarvo	$n_{\text{act}} < n_{\text{ref}}$ ja $T_{\text{act}} \geq T_{\text{ref}}$ tai $n_{\text{act}} \geq 0,98 n_{\text{ref}}$ ja $T_{\text{act}} < T_{\text{ref}}$ tai $n_{\text{act}} < 0,98 n_{\text{ref}}$ ja $T_{\text{ref}} > T_{\text{act}} \geq (T_{\text{ref}} - 0,02 T_{\text{maxmappedtorque}})$	teho ja joko vääntömomentti tai nopeus

8. Mittausmenettelyt
  - 8.1 Kalibrointi ja suorituskykytarkastukset
    - 8.1.1 Johdanto

Tässä kohdassa kuvaillaan mittausjärjestelmien tarvittavat kalibroinnit ja verifiointit. Yksittäisiin instrumentteihin liittyviä tietoja annetaan 9.4 kohdassa.

Kalibroinnit ja verifiointit on yleensä tehtävä kokonaisuudelle mittausketjulle.

Jos mittausjärjestelmän jonkin osan kalibroinnista tai verifiointista ei ole annettu erityisohjeita, kyseinen osa on kalibroitava ja sen toiminta verifioitava taajuudella, joka vastaa mittausjärjestelmän valmistajan suosituksia ja on hyvän teknisen käytännön mukainen.

Kalibroinneille ja verifiointeille asetettuja toleransseja on noudatettava kansainvälisesti tunnustettujen standardien mukaisesti.

#### 8.1.2 Yhteenveto kalibroinneista ja verifiointeista

Taulukossa 6.4 esitetään yhteenveto 8 kohdassa tarkoitetuista kalibroinneista ja verifiointeista ja osoitetaan, milloin ne on tehtävä.

Taulukko 6.4

#### Yhteenveto kalibroinneista ja verifiointeista

Kalibroinnin tai verifiointin tyyppi	Vähimmäistiheys <sup>(a)</sup>
8.1.3: Tarkkuus, toistettavuus ja kohina	Tarkkuus: Ei vaadita, mutta suositellaan alkuasennuksen yhteydessä. Toistettavuus: Ei vaadita, mutta suositellaan alkuasennuksen yhteydessä. Kohina: Ei vaadita, mutta suositellaan alkuasennuksen yhteydessä.
8.1.4: Lineaarisuuden verifiointi	Nopeus: Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Vääntömomentti: Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Imuilman, laimennusilman ja laimennetun pakokaasun virtaus ja eränäytteenottimen virtaus Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen, paitsi jos virtaus verifioidaan propaanitarkastuksella tai hiili- tai happitaseen avulla. Raakapakokaasuvirta: Alkuasennuksen yhteydessä, 185 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen, paitsi jos virtaus verifioidaan propaanitarkastuksella tai hiili- tai happitaseen avulla. Kaasunjakajat: Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Kaasuanalysaattorit (ellei toisin ilmoitettu): Alkuasennuksen yhteydessä, 35 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. FTIR-analysaattori: Asennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Hiukkasvaaka: Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Yksittäiset paineet ja lämpötilat: Alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.
8.1.5: Jatkuvatoimisten kaasuanalysaattoreiden järjestelmävästteen ja päivitys- ja kirjaustointojen verifiointi – analysaattorit, joissa ei ole muiden kaasulajien jatkuvaa kompensointia	Alkuasennuksen yhteydessä ja vasteeseen vaikuttavien järjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen.

Kalibroinnin tai verifiointin tyyppi	Vähimmäistiheys <sup>(a)</sup>
8.1.6: Jatkuvatoimisten kaasuanalysointilaitteiden järjestelmävästteen ja päivitys- ja kirjaustointojen verifiointi – analysointilaitteet, joissa on muiden kaasulajien jatkuva kompensointi	Alkuasennuksen yhteydessä ja vasteeseen vaikuttavien järjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen.
8.1.7.1: vääntömomentti	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.7.2: paine, lämpötila, kastepiste	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.8.1: polttoainevirta	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.8.2: imuvirta	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.8.3: pakokaasuvirta	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.8.4: laimennettu pakokaasuvirta (CVS ja PFD)	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.8.5: CVS/PFD ja eränäytteenottimen verifiointi <sup>(b)</sup>	Alkuasennuksen yhteydessä, 35 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. (Propanitarkastus)
8.1.8.8: tyhjövuo	Näytteenottojärjestelmän asennuksen yhteydessä Ennen kutakin laboratoriotestausta 7.1 kohdan mukaisesti, viimeistään kahdeksan tuntia ennen ensimmäisen kunkin käyttösyklia ensimmäisen testiaikavälin alkua ja kunnossapidon, kuten esisuodattimen vaihtojen, jälkeen
8.1.9.1: CO <sub>2</sub> -NDIR:n H <sub>2</sub> O-interferenssi	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.9.2: CO-NDIR:n CO <sub>2</sub> ja H <sub>2</sub> O-interferenssi	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.10.1: FID:n kalibrointi HC-mittauksen FID:n optimointi ja verifiointi	Kalibrointi, optimointi ja CH <sub>4</sub> -vasteen määrittäminen: Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen. CH <sub>4</sub> -vasteen verifiointi: Alkuasennuksen yhteydessä, 185 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.
8.1.10.2: raakapakokaasun FID:n O <sub>2</sub> -interferenssi	Kaikki FID-analysointilaitteet: Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen. THC-mittauksen FID-analysointilaitteet: Alkuasennuksen yhteydessä, merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen ja 8.1.10.1 kohdan mukaisen FID:n optimoinnin jälkeen.
8.1.11.1: CLD:n CO <sub>2</sub> ja H <sub>2</sub> O-vaimennus	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.11.3: NDUV:n HC ja H <sub>2</sub> O-interferenssi	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.



Kalibroinnin tai verifiointin tyyppi	Vähimmäistiheys <sup>(e)</sup>
8.1.11.4: jäähdytyskylvyn (jäädyttimen) NO <sub>2</sub> -penetraatio	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.11.5: NO-muuntimen muunnos	Alkuasennuksen yhteydessä, 35 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.
8.1.12.1: Näytteenkuivaimen toiminnan verifiointi	Jäädyttimet: asennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen. Osmoottiset kalvot: Asennuksen yhteydessä, 35 päivän kuluessa testauksesta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.
8.1.13.1: Hiukkasvaaka ja punnitus	Itsenäinen verifiointi: alkuasennuksen yhteydessä, 370 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. Nollauksen, kohdistuksen ja vertailunäytteen verifiointit: 12 tunnin sisällä ennen punnitusta ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.

<sup>(e)</sup> Kalibrointeja ja verifiointeja suoritetaan useammin mittausjärjestelmän valmistajan ohjeiden ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

<sup>(f)</sup> CVS-verifiointia ei tarvitse tehdä järjestelmille, joiden vastaavuus on  $\pm 2$  prosentin rajoissa imuilman, polttoaineen ja laimennetun pakokaasun hiilen tai hapen kemiallisen tasapainon osalta.

### 8.1.3 Tarkkuuden, toistettavuuden ja kohinan verifiointi

Mittauslaitteen tarkkuuden, toistettavuuden ja kohinan määrittämisen perustana ovat taulukossa 6.8 esitetyt yksittäisten mittauslaitteiden suoritusarvot.

Mittauslaitteen tarkkuuden, toistettavuuden tai kohinan verifiointia ei vaadita. Verifiointien tekeminen voi kuitenkin olla hyödyllistä vaatimusten määrittämiseksi uudelle mittauslaitteelle, uuden laitteen suorituskyvyn verifiointiksi toimitusta vastaanotettaessa tai käytössä olevan laitteen vikojen selvittämiseksi.

### 8.1.4 Lineaarisuuden verifiointi

#### 8.1.4.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Lineaarisuuden verifiointi tehdään kullekin taulukossa 6.5 mainitulle mittausjärjestelmälle vähintään taulukossa annetulla tiheydellä mittausjärjestelmän valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Lineaarisuuden verifiointin tarkoituksena on todentaa, että mittausjärjestelmän vaste on oikeassa suhteessa koko tarkasteltavalla mittausalueella. Lineaarisuuden verifiointissa mittausjärjestelmään syötetään vähintään 10 vertailuarvoa, ellei muuta määrätä. Järjestelmä mittaa kunkin vertailuarvon. Mitattuja arvoja verrataan kollektiivisesti vertailuarvoihin soveltaen pienimmän neliösumman lineaarista regressiota ja taulukossa 6.5 vahvistettuja lineaarisuuskriteereitä.

#### 8.1.4.2 Suorituskykyä koskevat vaatimukset

Jos mittausjärjestelmä ei täytä taulukossa 6.5 esitettyjä sovellettavia lineaarisuuskriteereitä, puutteet on korjattava kalibroimalla järjestelmä uudelleen, huoltamalla se tai vaihtamalla komponentteja tarpeen mukaan. Korjaamisen jälkeen lineaarisuus on verifioitava uudelleen sen varmistamiseksi, että mittausjärjestelmä täyttää lineaarisuusvaatimukset.

#### 8.1.4.3 Menettely

Lineaarisuus verifioidaan seuraavalla menetelmällä:

a) Mittausjärjestelmää käytetään sille määritellyissä lämpötiloissa, paineissa ja virtauksissa.

- b) Mittauslaite nollataan samaan tapaan kuin ennen päästötettä syöttämällä siihen nollasignaalia. Kaasuanalysaattoreiden osalta käytetään nollakaasua, joka täyttää 9.5.1 kohdan vaatimukset ja joka johdetaan suoraan analysaattorin tuloaukulle.
- c) Mittauslaite kohdistetaan samaan tapaan kuin ennen päästötettä syöttämällä siihen kohdistussignaalia. Kaasuanalysaattoreiden osalta käytetään vertailukaasua, joka täyttää 9.5.1 kohdan vaatimukset ja joka johdetaan suoraan analysaattorin tuloaukulle.
- d) Kun mittauslaite on kohdistettu, tarkastetaan nollakohta samalla signaalilla, jota käytettiin tämän kohdan b alakohdassa kuvailussa vaiheessa. Nollalukeman perusteella ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti päätetään, nollataanko tai kohdistetaanko mittauslaite uudelleen ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen.
- e) Kaikkien mitattavien suureiden osalta valitaan valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti vertailuarvot  $y_{\text{refi}}$ , jotka kattavat koko sen arvoalueen, joka on odotettavissa päästöttestauksen aikana, jotta ei tarvitse suorittaa ekstrapolointia kyseisten arvojen ulkopuolelle. Yhdeksi lineaarisuuden verifiointiin vertailuarvoksi valitaan nollavertailusignaali. Paineiden ja lämpötilojen itsenäisiä lineaarisuusverifiointeja varten valitaan vähintään kolme arvoa. Kaikkia muita lineaarisuusverifiointeja varten valitaan vähintään kymmenen arvoa.
- f) Järjestys, jossa vertailuarvosarja syötetään, valitaan mittauslaitteen valmistajan suosituksen ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
- g) Vertailuarvot muodostetaan ja syötetään laitteeseen 8.1.4.4 kohdan mukaisesti. Kaasuanalysaattoreiden osalta käytetään kaasupitoisuuksia, joiden tiedetään olevan 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaisia, ja ne johdetaan suoraan analysaattorin tuloaukulle.
- h) Mittauslaitteelle on annettava aikaa vakautua sen mitatessa vertailuarvoa.
- i) Vertailuarvoa mitataan vähintään 30 sekunnin ajan, ja tulokset tallennetaan vähintään taulukossa 6.7 esitetyllä vähimmäistiheydellä. Tallennettujen arvojen aritmeettinen keskiarvo  $\bar{y}_i$  kirjataan.
- j) g-i alakohdan vaiheet toistetaan kunnes kaikki vertailumäärät on mitattu.
- k) Aritmeettisten keskiarvojen  $\bar{y}_j$  ja vertailuarvojen  $y_{\text{refi}}$  perusteella lasketaan pienimmän neliösumman lineaarisen regression parametrit ja tilastolliset arvot, joita verrataan taulukossa 6.5 esitettyihin suorituskyvyn vähimmäiskriteereihin. Käytetään liitteen VII lisäyksessä 3 kuvattuja laskelmia.

#### 8.1.4.4 Vertailusignaalit

Tässä kohdassa kuvaillaan suositeltavat menetelmät vertailuarvojen generoimiseksi tämän jakson 8.1.4.3 kohdassa tarkoitettua lineaarisuuden verifiointimenettelyä varten. Arvoina voidaan käyttää vertailuarvoja, jotka simuloivat todellisia arvoja, tai järjestelmään voidaan syöttää todellinen arvo, joka sitten mitataan vertailumittausjärjestelmällä. Jälkimmäisessä tapauksessa vertailuarvo on vertailumittausjärjestelmän antama arvo. Vertailuarvojen ja vertailumittausjärjestelmien on oltava kansainvälisesti jäljitettäviä.

Jos lämpötilan mittausjärjestelmässä käytetään antureita, kuten termopareja, resistiivisiä lämpöantureita tai termistoreja, lineaarisuuden verifiointi voidaan tehdä poistamalla anturi järjestelmästä ja asentamalla sen tilalle simulaattori. On käytettävä simulaattoria, joka on itsenäisesti kalibroitu ja jossa on kylmäliitoksen kompensointi. Simulaattorin kansainvälisesti jäljitettävän epävarmuuden on oltava pienempi kuin 0,5 prosenttia suurimmasta käyttölämpötilasta  $T_{\text{max}}$ . Jos käytetään tätä vaihtoehtoa, on käytettävä antureita, joiden tarkkuuden laitetoimittaja ilmoittaa olevan parempi kuin 0,5 prosenttia arvosta  $T_{\text{max}}$  verrattuna valmistajan vakiokalibrointikäyrään.

#### 8.1.4.5 Lineaarisuuden verifiointia edellyttävät mittausjärjestelmät

Taulukossa 6.5 ilmoitetaan mittausjärjestelmät, jotka edellyttävät lineaarisuuden verifiointia. Taulukkoon sovelletaan seuraavia määräyksiä:

- a) Lineaarisuusverifiointi on tehtävä useammin, jos mittauslaitteen valmistaja sitä suosittelee tai se on hyvän teknisen käytännön mukaista.

- b) Merkintä "min" viittaa lineaarisuusverifioinnin aikana käytettyyn pienimpään vertailuarvoon.

Tämä arvo voi olla myös nolla tai negatiivinen signaalin mukaisesti.

- c) Merkintä "max" viittaa yleensä lineaarisuusverifioinnin aikana käytettyyn suurimpaan vertailuarvoon. Esimerkiksi kaasunjakajien osalta  $x_{\max}$  tarkoittaa jakamatonta ja laimentamatonta vertailukaasun pitoisuutta. Seuraavissa erikoistapauksissa "max" viittaa muuhun arvoon:

i) Hiukkasvaa'an lineaarisuusverifoinnissa  $m_{\max}$  viittaa hiukkassuodattimen tyypilliseen massaan.

ii) Vääntömomentin lineaarisuusverifioinnin yhteydessä  $T_{\max}$  viittaa valmistajan ilmoittamaan, vääntömomentiltaan suurimman testattavan moottorin huippuvääntömomenttiin.

- d) Ääriarvot sisältyvät ilmoitettuun arvoalueeseen. Esimerkiksi kaltevuudelle  $a_1$  ilmoitettu arvoalue 0,98–1,02 tarkoittaa  $0,98 \leq a_1 \leq 1,02$ .

- e) Lineaarisuusverifiointeja ei tarvitse tehdä järjestelmille, jotka läpäisevät 8.1.8.5 kohdassa kuvailun laimennetun pakokaasun virtausverifioinnin propaanitarkastuksen, eikä järjestelmille, joiden vastaavuus on  $\pm 2$  prosentin rajoissa imuilman, polttoaineen ja pakokaasun hiili- tai happitaseen osalta.

- f) Näiden suureiden  $a_1$ -kriteerin tarvitsee täytyä vain silloin, kun tarvitaan suureen absoluuttinen arvo, toisin kuin silloin, kun on kyse signaalista, joka on vain lineaarisesti suhteellinen todelliseen arvoon nähden.

- g) Itsenäisiä lämpötiloja ovat moottorin lämpötilat ja ympäristön lämpötilat, joita käytetään moottorin olosuhteiden asettamisessa tai verifoinnissa, lämpötilat, joita käytetään testausjärjestelmän kriittisten olosuhteiden asettamisessa tai verifoinnissa sekä lämpötilat, joita käytetään päästölaskelmissa.

i) Seuraavien lämpötilojen lineaarisuus on tarkastettava: imuilma; jälkikäsitteilylaitteistot (niiden moottoreiden osalta, jotka testataan jälkikäsitteilylaitteiden kanssa kylmäkäynnistyskriteereiden mukaisilla sykleillä; laimennusilma hiukkasnäytteenoton osalta (CVS, kaksoislaimennus ja osavirtauslaimennusjärjestelmät); hiukkasnäyte; jäähdynnäyte (kun kyseessä on kaasunäytteenottojärjestelmä, jossa käytetään jäähdynnäytteiden kuivaamiseksi).

ii) Seuraavien lämpötilojen lineaarisuus on tarkastettava vain, jos moottorin valmistaja sitä edellyttää: polttoaineen syöttö; testikammion ahtoilman jäähdynnän ulostulo (niiden moottoreiden osalta, jotka testataan käyttäen testikammion lämmönvaihdinta, joka simuloi liikkuvan työkoneen ahtoilman jäähdynnän); testikammion ahtoilman jäähdynnän sisääntulo (niiden moottoreiden osalta, jotka testataan käyttäen testikammion lämmönvaihdinta, joka simuloi liikkuvan työkoneen ahtoilman jäähdynnän); öljypohjassa tai altaassa oleva öljy; jäähdynnän ennen termostaattia (nestejäähdynnän moottoreiden osalta).

- h) Itsenäisiä paineita ovat moottorin paineet ja ympäristöolosuhteet, joita käytetään moottorin olosuhteiden asettamisessa tai verifoinnissa, paineet, joita käytetään testausjärjestelmän kriittisten olosuhteiden asettamisessa tai verifoinnissa, sekä paineet, joita käytetään päästölaskelmissa.

i) Seuraavien paineiden lineaarisuus on tarkastettava: imuilman paineenrajoitus; pakokaasun vastapaine; barometri; CVS:n sisääntulopaine (jos mittauksessa käytetään CVS:ää); jäähdynnäyte (kun kyseessä on kaasunäytteenottojärjestelmä, jossa käytetään jäähdynnäytteiden kuivaamiseksi).

ii) Seuraavien paineiden lineaarisuus on tarkastettava vain, jos moottorin valmistaja sitä edellyttää: testikammion ahtoilman jäähdynnän ja yhdysputken paineenalennus (niiden moottoreiden osalta, jotka testataan käyttäen testikammion lämmönvaihdinta, joka simuloi liikkuvan työkoneen ahtoilman jäähdynnän); polttoaineen sisääntulo ja polttoaineen ulostulo.

Taulukko 6.5

## Lineaarisuuden verifiointia edellyttävät mittausjärjestelmät

Mittausjärjestelmä	Suure	Verifiointin vähimmäistiheys	Lineaarisuuskriteerit			
			$ x_{\min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 $	a	SEE	$r^2$
Moottorin pyörimisnopeus	$n$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 0,05 \% n_{\max}$	0,98–1,02	$\leq 2 \% n_{\max}$	$\geq 0,990$
Moottorin vääntömomentti	$T$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \% T_{\max}$	0,98–1,02	$\leq 2 \% T_{\max}$	$\geq 0,990$
Polttoainevirtaus	$q_m$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{m, \max}$	$\geq 0,990$
Imuilman virtaus <sup>(1)</sup>	$q_v$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{v, \max}$	$\geq 0,990$
Laimennusilman virtaus <sup>(1)</sup>	$q_v$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{v, \max}$	$\geq 0,990$
Laimennetun pakokaasun virtaus <sup>(1)</sup>	$q_v$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{v, \max}$	$\geq 0,990$
Raakapakokaasun virtaus <sup>(1)</sup>	$q_v$	185 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{v, \max}$	$\geq 0,990$
Eränäytteenoton virtaus <sup>(1)</sup>	$q_v$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \%$	0,98–1,02	$\leq 2 \% q_{v, \max}$	$\geq 0,990$
Kaasunjakajat	$x/x_{\text{span}}$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 0,5 \% x_{\max}$	0,98–1,02	$\leq 2 \% x_{\max}$	$\geq 0,990$
Kaasuanalysaattorit	$x$	35 päivän aikana ennen testausta	$\leq 0,5 \% x_{\max}$	0,99–1,01	$\leq 1 \% x_{\max}$	$\geq 0,998$
Hiukkasvaaka	$m$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \% m_{\max}$	0,99–1,01	$\leq 1 \% m_{\max}$	$\geq 0,998$
Itsenäiset paineet	$p$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \% p_{\max}$	0,99–1,01	$\leq 1 \% p_{\max}$	$\geq 0,998$
Itsenäisten lämpötilasignaalien analogia–digitaalimuunnos	$T$	370 päivän aikana ennen testausta	$\leq 1 \% T_{\max}$	0,99–1,01	$\leq 1 \% T_{\max}$	$\geq 0,998$

<sup>(1)</sup> Moolivirtaa voidaan käyttää tavanomaisen tilavuusvirran sijaan 'määrää' edustavana suureena. Tässä tapauksessa suurinta moolivirtaa voidaan käyttää suurimman tavanomaisen tilavuusvirran sijaan vastaavissa lineaarisuuskriteereissä.

### 8.1.5 Jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattoreiden järjestelmävasteen ja päivitys- ja kirjaustoimintojen verifiointi

Tässä kohdassa kuvaillaan yleinen menettely jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattoreiden järjestelmävasteen ja päivitys- ja kirjaustoimintojen verifiointia varten. Kompensaatiotyypisten analysaattoreiden verifiointimenettelyt kuvaillaan 8.1.6 kohdassa.

#### 8.1.5.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Verifiointi on suoritettava jatkuvassa näytteenotossa käytettävän kaasuanalysaattorin asennuksen tai vaihtamisen jälkeen. Verifiointi on tehtävä myös silloin, jos järjestelmä on konfiguroitu uudelleen siten, että järjestelmävaste on voinut muuttua. Verifiointi on tehtävä jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattoreille, joita käytetään muuttuvatilaisissa (NRTC tai LSI-NRTC) testisykleissä tai RMC:ssä, mutta sitä ei tarvitse tehdä eräinäytteenoton kaasuanalysaattoreille eikä jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattoreille, joita käytetään pelkästään erillisten moodien NRSC:ssä.

#### 8.1.5.2 Mittausperiaatteet

Tällä testillä verifioidaan, että päivitys- ja kirjaustaajuudet vastaavat yleistä järjestelmävastetta nopeaan muutokseen näytteen pitoisuusarvoissa. Kaasuanalysaattorijärjestelmät on optimoitava niin, että niiden yleinen vaste nopeaan pitoisuuden muutokseen päivitetään ja kirjataan asianmukaisella taajuudella informaation häviämisen estämiseksi. Testillä verifioidaan myös, että jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattorit täyttävät vähimmäisvasteaikaa koskevat vaatimukset.

Vasteajan arvioinnissa käytettävien järjestelmän asetusten on oltava täsmälleen samat kuin testauksen aikaisessa mittauksessa (paine, virrat, analysaattoreiden suodatinasetukset ja kaikki muut vasteaikaan vaikuttavat muuttajat). Vasteaika määritetään tekemällä suora kaasukytkentä näytteenottimen imuaukkoon. Kaasukytkennän toteuttavien laitteiden on tehtävä kytkentä alle 0,1 sekunnissa. Testissä käytettävien kaasujen on aiheutettava pitoisuudenmuutos, joka on vähintään 60 prosenttia täydestä asteikosta.

Kunkin yksittäisen kaasukomponentin pitoisuus on kirjattava.

#### 8.1.5.3 Järjestelmävaatimukset

- a) Järjestelmän vasteajan on oltava  $\leq 10$  sekuntia ja nousuajan  $\leq 5$  sekuntia kaikkien mitattavien komponenttien (CO, NO<sub>x</sub>, 2 ja HC) ja vaihtelualueiden osalta.

Kaikkia tietoja (pitoisuus, polttoaine- ja ilmapvirtaus) on siirrettävä niiden mitattujen vasteaikojen verran ennen liitteessä VII annettujen päästölaskelmien tekemistä.

- b) Jotta voidaan osoittaa päivityksen ja kirjauksen hyväksyttävyyden suhteessa järjestelmän yleiseen vasteeseen, järjestelmän on täytettävä toinen seuraavista kriteereistä:

i) Keskimääräisen nousuajan ja sen taajuuden tulon, jolla järjestelmä kirjaa päivittyneen pitoisuuden, on oltava vähintään 5. Joka tapauksessa keskimääräinen nousuaika saa olla enintään 10 sekuntia.

ii) Taajuuden, jolla järjestelmä kirjaa pitoisuuden, on oltava vähintään 2 Hz (ks. taulukko 6.7).

#### 8.1.5.4 Menettely

Kunkin jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattorin vasteen verifiointia varten on käytettävä seuraavaa menettelyä:

- a) Mittauslaitteisto on käynnistettävä ja sitä on käytettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mittausjärjestelmää on säädettävä tarpeen mukaan suorituskyvyn optimoimiseksi. Verifiointi on suoritettava niin, että analysaattoria käytetään samaan tapaan kuin päästöttestauksessa. Jos analysaattori käyttää samaa näytteenottojärjestelmää kuin muut analysaattorit ja jos kaasuvirtaus muihin analysaattoreihin vaikuttaa järjestelmän vasteaikaan, muut analysaattorit on käynnistettävä ja niitä on käytettävä verifiointitestin ajan. Verifiointitesti voidaan tehdä niin, että useat analysaattorit käyttävät samaa näytteenottojärjestelmää samanaikaisesti. Jos päästöttestauksen aikana käytetään analogisia tai reaaliaikaisia digitaalisia suodattimia, niitä on käytettävä samalla tavalla verifiointia varten.

- b) On suositeltavaa, että laitteistossa, jota käytetään järjestelmän vasteajan validoinnissa, käytetään mahdollisimman lyhyitä kaasunsiirtolinjoja kaikkien liitäntöjen välillä. Nopeatoimisen 3-tieventtiilin (kaksi sisään tuloa ja yksi ulostulo) yhteen sisään tuloon kiinnitetään nollailmalähde nollakaasun ja sekoitettujen vertailukaasujen ohjaamiseksi järjestelmän näytteenottimen sisään tuloon tai näytteenottimen ulostulon lähellä olevaan t-kappaleeseen. Tavallisesti kaasuvirtaus on suurempi kuin näytteenottimen näytevirtaus, ja liika kaasu vuotaa yli näytteenottimen sisään tuloon. Jos kaasuvirtaus on pienempi kuin näytteenottimen virtaus, kaasujen pitoisuudet on korjattava näytteenottoimeen virtaavan ilman aiheuttaman laimennuksen ottamiseksi huomioon. Kahta tai useita kaasuja sisältäviä vertailukaasuja voidaan käyttää. Vertailukaasujen sekoittamiseen voidaan käyttää kaasunsekoituslaitetta. Sekoituslaitteen käyttöä suositellaan, kun sekoitetaan keskenään  $N_2$ :lla ja ilmalla laimennettuja vertailukaasuja.

Käyttäen kaasunjakajaa sekoitetaan tasaisesti keskenään vertailukaasu, jonka koostumus on  $NO-CO-CO_2-C_3H_8-CH_4$  (täytekaasu  $N_2$ ), ja vertailukaasu, jonka koostumus on  $NO_2$  (täytekaasu puhdistettu synteettinen ilma). Soveltuvin osin voidaan käyttää myös vakiomuotoisia kahdesta kaasusta koostuvia vertailukaasuja sekoitetun vertailukaasun sijaan, jonka koostumus on  $NO-CO-CO_2-C_3H_8-CH_4$ , täytekaasu  $N_2$ ; tällöin on tehtävä erilliset vastetestit kullekin analysaattorille. Kaasunjakajan ulostulo liitetään kolmitieventtiilin toiseen sisään tuloon. Venttiilin ulostulo liitetään analysaattorijärjestelmän näytteenottimen ylivuotoon tai ylivuotoliitäntään, joka sijaitsee näytteenottimen ja kaikkiin verifioitaviin analysaattoreihin menevän siirtolinjan välissä. Välineistön on oltava sellainen, että vältetään kaasunsekoittajan läpi kulkevan virtauksen pysähtymisestä aiheutuvat painepulssit. Kaikki sellaiset kaasun aineosat, jotka eivät ole merkityksellisiä tämän verifioinnin kannalta, jätetään ottamatta huomioon. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää yhtä kaasua sisältäviä kaasupulloja ja vasteaikojen erillistä mittausta.

- c) Tiedot on kerättävä seuraavasti:

- i) Kytetään venttiili nollakaasun virtauksen käynnistämiseksi.
- ii) Otetaan huomioon vakautumisen vaatima aika, siirtoviipeet ja hitaimman analysaattorin täyden vasteen saavuttaminen.
- iii) Aloitetaan tietojen kirjaaminen päästötestin aikana käytettävällä taajuudella. Kunkin kirjatun arvon on oltava analysaattorin mittaama ainutkertainen päivitetty pitoisuus; interpolointia tai suodatusta ei saa käyttää kirjattujen arvojen muuttamiseksi.
- iv) Kytetään venttiili sekoitettujen vertailukaasujen johtamiseksi analysaattoreihin. Kirjataan aika arvona  $t_0$ .
- v) Otetaan huomioon siirtoviipeet ja hitaimman analysaattorin täyden vasteen saavuttaminen.
- vi) Kytetään virtaus, jotta nollakaasu pääsee virtaamaan analysaattoriin. Kirjataan aika arvona  $t_{100}$ .
- vii) Otetaan huomioon siirtoviipeet ja hitaimman analysaattorin täyden vasteen saavuttaminen.
- viii) Toistetaan c alakohdan iv–vii alakohdan vaiheet seitsemän täyden syklin kirjaamiseksi niin, että lopuksi analysaattoreihin virtaa nollakaasua.
- ix) Lopetetaan kirjaaminen.

#### 8.1.5.5 Suorituskyvyn arviointi

Kunkin analysaattorin keskimääräinen nousuaika lasketaan käyttämällä 8.1.5.4 kohdan c alakohdan tietoja.

- a) Jos päätetään osoittaa yhdenmukaisuus 8.1.5.3 kohdan b alakohdan i alakohdan kanssa, sovelletaan seuraavaa menettelyä: Nousuajat (sekunteina) kerrotaan niitä vastaavilla kirjaustaajuuksilla hertseinä (1/s). Kunkin tuloksen arvon on oltava vähintään 5. Jos arvo on pienempi kuin 5, kirjaustaajuutta nostetaan, virtauksia säädetään tai näytteenottojärjestelmän rakennetta muutetaan nousuajan kasvattamiseksi tarpeen mukaan. Digitaalisten suodattimien konfiguraatiota voidaan myös muuttaa nousuajan pidentämiseksi.
- b) Jos päätetään osoittaa yhdenmukaisuus tämän jakson 8.1.5.3 kohdan b alakohdan ii alakohdan kanssa, riittää, että osoitetaan 8.1.5.3 kohdan b alakohdan ii alakohdan vaatimusten täyttyvän.

## 8.1.6 Kompensaatiotyyppisten analysaattoreiden nousuajan verifiointi

### 8.1.6.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Tämä verifiointi on tehtävä jatkuvatoimisten kaasuanalysaattoreiden vasteen määrittämiseksi niin, että yhden analysaattorin vaste kompensoidaan toisen analysaattorin vasteella kaasupäästön määrän selvittämiseksi. Tarkastusta varten vesihöyryä pidetään kaasumaisena aineosana. Verifiointi on tehtävä jatkuvatoimisille analysaattoreille, joita käytetään muuttuvatilaisissa (NRTC tai LSI-NRTC) testisykleissä tai RMC:ssä. Verifiointia ei tarvitse tehdä eränytteenoton kaasuanalysaattoreille eikä jatkuvatoimisille analysaattoreille, joita käytetään vain erillisten moodien NRSC:ssä. Verifiointi ei kata näytteestä jälkikasittelyssä poistetun veden vuoksi tehtävää korjausta. Verifiointi on tehtävä alkuasennuksen (eli testikammion käyttöönoton) jälkeen. Merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen voidaan soveltaa 8.1.5 kohdan määräyksiä vasteen yhdenmukaisuuden verifiointiksi sillä edellytyksellä, että kaikille vaihdetuille komponenteille on jossakin vaiheessa tehty yhdenmukaisen vasteen verifiointi kosteana.

### 8.1.6.2 Mittausperiaatteet

Tällä menettelyllä verifioidaan jatkuvasti yhdistettävien kaasumittausten aikakohdistus ja yhdenmukainen vaste. Tätä menettelyä varten on varmistettava, että kaikki kompensointialgoritmit ja kosteuskorjaukset ovat toiminnassa.

### 8.1.6.3 Järjestelmävaatimukset

8.1.5.3 kohdan a alakohdassa esitettyjä yleistä vasteaikaa ja nousuaikaa koskevia vaatimuksia sovelletaan myös kompensaatiotyyppisiin analysaattoreihin. Jos kirjaustaajuus on muu kuin jatkuvasti yhdistetyn tai kompensoidun signaalin päivitystaajuus, käytetään 8.1.5.3 kohdan b alakohdan i alakohdan mukaisessa verifiointinnissa alhaisempaa niistä kahdesta taajuudesta.

### 8.1.6.4 Menettely

Kaikkia 8.1.5.4 kohdan a–c alakohdassa vahvistettuja menettelyitä on käytettävä. Lisäksi on mitattava myös vesihöyryyn vaste- ja nousuaika, jos käytetään mitattuun vesihöyryyn perustuvaa kompensaatioalgoritmia. Tässä tapauksessa ainakin yksi käytetyistä kalibrointikaasuista (mutta ei NO<sub>2</sub>) on kostutettava seuraavasti:

Jos järjestelmässä ei käytetä näytteenkuivainta veden poistamiseksi näytekäasusta, vertailukaasu on kostutettava johtamalla kaasuseos läpi suljetun astian, jossa kaasu kostutetaan korkeimpaan arvioituun päästönäytteenoton aikaiseen näytteen kastepisteeseen kuplittamalla se tislattun veden lävitse. Jos järjestelmässä käytetään testauksen aikana näytteenkuivainta, joka on läpäissyt näytteenkuivaimen verifiointitarkastuksen, kostutettu kaasuseos voidaan johtaa virtausuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle kuplittamalla se tislattun veden lävitse suljetussa astiassa lämpötilassa  $298 \pm 10$  K ( $25 \pm 10$  °C) tai lämpötilassa, joka on suurempi kuin kastepiste. Kaikissa tapauksissa virtausuunnassa astian alapuolella kostutettu kaasu on pidettävä lämpötilassa, joka on vähintään 5 K (5 °C) suurempi kuin paikallinen kastepiste linjastossa. On huomattava, että mikä tahansa kaasun aineosista voidaan jättää pois, jos se ei ole analysaattorin kannalta merkityksellinen tässä verifiointinnissa. Jos jokin kaasun aineosista ei sovellu vesikompensointiin, näiden analysaattoreiden vastetarkastus voidaan tehdä ilman kostutusta.

## 8.1.7 Moottorin parametrien ja ympäristöolosuhteiden mittaaminen

Moottorin valmistajan on sovellettava sisäisiä laadunvarmistusmenettelyjä, jotka ovat tunnustettujen kansainvälisten standardien mukaisia. Muutoin noudatetaan seuraavassa kuvailtuja menettelyjä.

### 8.1.7.1 Vääntömomentin kalibrointi

#### 8.1.7.1.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Kaikki vääntömomentin mittausrjestelmät, mukaan luettuina dynamometrin vääntömomentin mittaumuuntimet ja -järjestelmät, on kalibroitava alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen käyttämällä esimerkiksi vertailuvoimaa tai vipuvartta, johon on kiinnitetty kuollut paino. Kalibroinnin toistamisesta on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Vääntömomentianturin tuotos on linearisoitava vääntömomenttimuuntimen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Muitakin kalibrointi-menettelyjä voidaan käyttää.

#### 8.1.7.1.2 Kalibrointi kuolleella painolla

Tässä menetelmässä käytetään tunnettua voimaa ripustamalla tunnettu paino vipuvarteen tunnetulle etäisyydelle. On huolehdittava siitä, että painon vipuvarsi on kohtisuorassa painovoimaan nähden (eli vaakasuorassa) ja kohtisuorassa dynamometrin pyörimisakseliin nähden. Kunkin asianomaisen vääntömomentin mittausalueen testauksessa käytetään vähintään kuutta kalibrintipainoyhdistelmää niin, että painot jaotellaan suunnilleen tasaisesti mittausalueelle. Dynamometriä heilutetaan tai pyöritetään kalibroinnin aikana kitkan aiheuttaman staattisen hystereesin vähentämiseksi. Kunkin painon aikaansaama voima määritetään kertomalla sen kansainvälisesti jäljitettävä massa maan vetovoiman paikallisella kiihtyvyydellä.

#### 8.1.7.1.3 Kalibrointi venymäanturilla tai mittausrenkaalla

Tässä menetelmässä voima kohdistetaan ripustamalla painoja vipuvarteen (näitä painoja tai vipuvarren pituutta ei käytetä vertailuvääntömomentin määrittämisessä) tai käyttämällä dynamometriä erilaisilla vääntömomenteilla. Kunkin asianomaisen vääntömomentin mittausalueen testauksessa käytetään vähintään kuutta voimayhdistelmää niin, että voimat jaotellaan suunnilleen tasaisesti mittausalueelle. Dynamometriä heilutetaan tai pyöritetään kalibroinnin aikana kitkan aiheuttaman staattisen hystereesin vähentämiseksi. Tässä tapauksessa vertailuvääntömomentti määritetään kertomalla vertailumittarin (kuten venymäanturin tai mittausrenkaan) antama voimalukema tehollisella vipuvarren pituudella, joka mitataan pisteestä, jossa voimanmittaus tehdään, dynamometrin pyörimisakseliin. On huolehdittava siitä, että tämä pituus mitataan kohtisuorassa vertailumittarin mittausakseliin ja kohtisuorassa dynamometrin pyörimisakseliin.

#### 8.1.7.2 Paineen, lämpötilan ja kastepisteen kalibrointi

Mittauslaitteet on kalibroitava paineen, lämpötilan ja kastepisteen mittauksen osalta alkuasennuksen yhteydessä. Mittauslaitteen valmistajan ohjeita on noudatettava ja uusintakalibroinnista on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

Jos lämpötilan mittausjärjestelmässä käytetään termoparia, resistiivistä lämpöanturia (RTD) tai termistoriantureita, järjestelmä on kalibroitava 8.1.4.4 kohdan mukaisesti lineaarisuuden verifioimiseksi.

#### 8.1.8 Virtauksiin liittyvät mittaukset

##### 8.1.8.1 Polttoainevirtauksen kalibrointi

Polttoaineen virtausmittarit on kalibroitava alkuasennuksen yhteydessä. Mittauslaitteen valmistajan ohjeita on noudatettava ja uusintakalibroinnista on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

##### 8.1.8.2 Imuilman virtauksen kalibrointi

Imuilman virtausmittarit on kalibroitava alkuasennuksen yhteydessä. Mittauslaitteen valmistajan ohjeita on noudatettava ja uusintakalibroinnista on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

##### 8.1.8.3 Pakokaasun virtauksen kalibrointi

Pakokaasun virtausmittarit on kalibroitava alkuasennuksen yhteydessä. Mittauslaitteen valmistajan ohjeita on noudatettava ja uusintakalibroinnista on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

##### 8.1.8.4 Laimennetun pakokaasuvirran kalibrointi (CVS)

###### 8.1.8.4.1 Yleiskuvaus

a) Tässä kohdassa kuvataan vakiotilavuusnäytteenottojärjestelmien (CVS) laimennetun pakokaasun virtausmittareiden kalibrointi.



- b) Kalibrointi suoritetaan, kun virtausmittari on asennettuna pysyvästi sijaintipaikkaansa. Kalibrointi on tehtävä aina, kun virtausjärjestelmän jokin osa virtaussuunnassa virtausmittarin ylä- tai alapuolella on muuttunut siten, että muutos voi vaikuttaa virtausmittarin kalibrointiin. Kalibrointi on tehtävä CVS:n alkuasennuksen yhteydessä ja aina, kun järjestelmä ei läpäise 8.1.8.5 kohdan mukaista laimennetun pakokaasun virtauksen verifiointia (eli propaanitestistä) ja korjaavilla toimenpiteillä ei kyetä ratkaisemaan ongelmaa.
- c) CVS-virtausmittari kalibroidaan käyttäen vertailuvirtausmittaria, kuten aliaäniventuria, long-radius-tyyppistä virtaussuutinta, SAO-suutinta (smooth approach orifice), laminaarista virtauselementtiä, sarjaa kriittisen virtauksen ventureita tai yliaänivirtausmittaria. On käytettävä sellaista vertailuvirtausmittaria, joka ilmoittaa kansainvälisesti jäljitettävät määrät  $\pm 1$  prosentin epävarmuudella. Vertailuvirtausmittarin virtausvastetta käytetään vertailuarvona CVS-virtausmittarin kalibroinnissa.
- d) Virtaussuunnassa vertailuvirtausmittarin etupuolella ei saa käyttää suodatinta tai muuta paineenrajoitinta, joka voisi vaikuttaa virtaukseen, ellei virtausmittaria ole kalibroitu sellaista paineenrajoitinta käyttäen.
- e) Tässä 8.1.8.4 kohdassa kuvaillaan mooliperustainen kalibrointimenettely. Vastaava massa perustuva menettely esitetään liitteessä VII olevassa 2.5 kohdassa.
- f) Valmistajan valinnan mukaan kriittisen virtauksen venturi (CFV) tai aliaäniventuri (SSV) voidaan kalibrointia varten poistaa pysyvästi sijainnistaan, kunhan seuraavat vaatimukset täyttyvät asennettuna CVS:ään:
- 1) Asennettaessa kriittisen virtauksen venturia tai aliaäniventuria CVS:ään on sovellettava hyvää teknistä käytäntöä, jotta varmistetaan, ettei CVS:n sisääntulon ja venturin välille ole tullut vuotoja.
  - 2) Venturin *ex situ* -kalibroinnin jälkeen kaikki venturivirtausyhdistelmät on verifioitava kriittisen virtauksen venturia varten tai vähintään 10 virtauspisteessä aliaäniventuria varten käyttämällä 8.1.8.5 kohdassa kuvattua propaanitestistä. Minkään venturin virtauspisteen propaanitestin tulos ei saa ylittää 8.1.8.5.6 kohdan toleranssia.
  - 3) Jotta voidaan verifioida CVS:n *ex situ* -kalibrointi useammalla kuin yhdellä kriittisen virtauksen venturilla, on toteutettava seuraava verifiointi:
    - i) Käytetään vakiovirtauslaitetta, jolla tuotetaan propaanin vakiovirtaus laimennustunneliin.
    - ii) Vähintään kymmenen erillisen virtauksen hiilivetypitoisuudet on mitattava SSV-virtausmittaria varten tai kaikki mahdolliset virtayhdistelmät CFV-virtausmittaria varten, ja propaanin virtaus on pidettävä vakiona.
    - iii) Hiilivedyn taustapitoisuus laimennusilmassa on mitattava tämän testin alussa ja lopussa. Kukin testin keskimääräinen taustapitoisuus kussakin virtauspisteessä on vähennettävä ennen iv alakohdan regressioanalyysin tekemistä.
    - iv) On tehtävä tehon regressio käyttämällä kaikki virtauksen ja korjatun pitoisuuden arvopareja, jotta saadaan muotoa  $y = a \times x^b$  oleva suhde, jossa pitoisuutta käytetään riippumattomana muuttujana ja virtausta riippuvana muuttujana. Jokaisessa datapisteessä edellytetään mitatun virtauksen ja käyrän sopivuuden edustaman arvon eron laskemista. Eron on jokaisessa pisteessä oltava pienempi kuin  $\pm 1$  % soveltuvasta regressioarvosta. Arvon b on oltava  $-1,005$ — $0,995$ . Jos tulokset eivät ole näiden rajojen mukaiset, on toteutettava 8.1.8.5.1 kohdan a alakohdan mukaisia korjaavia toimia.

#### 8.1.8.4.2 Syrjäytuspumpun kalibrointi

Syrjäytispumppu (PDP) on kalibroitava, jotta voidaan määrittää virtauksen ja PDP:n nopeuden välinen yhtälö, joka ilmoittaa PDP:n tiivistepintojen kautta tapahtuvan virtausvuodon PDP:n imupaineen funktiona. Kullekin PDP:n käyttönopeudelle on määritettävä ainutkertainen kerroin. PDP-virtausmittari kalibroidaan seuraavasti:

- a) Järjestelmä kytketään kuvan 6.5 mukaisesti.

- b) Vuotojen kalibrointivirtausmittarin ja PDP:n välillä on oltava pienemmät kuin 0,3 prosenttia kokonaisvirtauksesta alhaisimmassa kalibroidussa virtauspisteessä (esimerkiksi pisteessä, jossa paineenrajoitus on suurin ja PDP:n nopeus pienin).
- c) PDP:n ollessa toiminnassa sen sisääntulon lämpötila on pidettävä vakiona  $\pm 2$  prosentin sisällä keskimääräisestä absoluuttisesta sisääntulolämpötilasta  $T_{in}$ .
- d) PDP:n nopeus säädetään ensimmäiseen nopeuspisteeseen, jossa pumppu on tarkoitus kalibroida.
- e) Säädettyä kuristin asetetaan täysin auki.
- f) PDP:tä käytetään vähintään 3 minuutin ajan järjestelmän vakauttamiseksi. PDP:n ollessa jatkuvasti käynnissä kirjataan sitten seuraavien suureiden keskiarvot vähintään 30 sekunnin ajalta kerätyistä tiedoista:
- Vertailuvirtausmittarin keskimääräinen virtaus,  $\bar{q}_{Vref}$ ;
  - Keskimääräinen lämpötila PDP:n sisääntulossa,  $T_{in}$ ;
  - Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine PDP:n sisääntulossa,  $p_{in}$ ;
  - Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine PDP:n ulostulossa,  $p_{out}$ ;
  - PDP:n keskimääräinen nopeus,  $n_{PDP}$ .
- g) Kuristusventtiili suljetaan vähitellen absoluuttisen paineen  $p_{in}$  vähentämiseksi PDP:n sisääntulossa.
- h) 8.1.8.4.2 kohdan f ja g alakohdan toimenpiteet toistetaan ja tiedot kirjataan vähintään kuudessa kuristimen asennossa, jotka kuvastavat PDP:n sisääntulon mahdollisten käytönaikaisten paineiden koko aluetta.
- PDP kalibroidaan käyttäen kerättyjä tietoja ja liitteessä VII esitettyjä yhtälöitä.
  - Tämän kohdan f–i alakohdan mukaiset vaiheet toistetaan kaikilla PDP:n käyttönopeuksilla.
  - PDP:n virtausyhtälön määrittämiseksi päästöttestausta varten käytetään yhtälöitä, jotka esitetään liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) tai liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (massaperustainen menetelmä).
  - Kalibrointi verifioidaan tekemällä CVS-verifiointi (propaanitarkastus) 8.1.8.5 kohdan mukaisesti.
  - PDP:tä ei saa käyttää kalibroinnin aikana testattua alhaisemmalla syöttöpaineella.

#### 8.1.8.4.3 Kriittisen virtauksen venturin (CFV) kalibrointi

Kriittisen virtauksen venturi (CFV) kalibroidaan sen purkauskertoimen  $C_d$  verifiointiseksi pienimmällä odotettavissa olevalla CFV:n sisään- ja ulostulon välisellä paine-erolla. CFV-virtausmittari kalibroidaan seuraavasti:

- Järjestelmä kytketään kuvan 6.5 mukaisesti.
- Virtaussuunnassa CFV:n alapuolella oleva puhallin käynnistetään.
- CFV:n ollessa toiminnassa sen sisääntulon lämpötila on pidettävä vakiona  $\pm 2$  prosentin sisällä keskimääräisestä absoluuttisesta sisääntulolämpötilasta  $T_{in}$ .
- Vuotojen kalibrointivirtausmittarin ja CFV:n välillä on oltava pienemmät kuin 0,3 prosenttia kokonaisvirtauksesta suurimmalla paineenrajoituksella.

- e) Säädettyä kuristin asetetaan täysin auki. Säädettyä kuristimen sijaan painetta virtaussuunnassa CFV:n alapuolella voidaan muuttaa muuttamalla puhaltimen nopeutta tai käyttämällä hallittua vuotoa. On huomattava, että joidenkin puhaltimien toiminnassa on rajoituksia kuormittamattomassa tilassa.
- f) CFV:tä käytetään vähintään 3 minuutin ajan järjestelmän vakauttamiseksi. CFV pidetään käynnissä ja seuraavien suureiden keskiarvot vähintään 30 sekunnin ajalta kerätyistä tiedoista kirjataan:
- i) Vertailuvirtausmittarin keskimääräinen virtaus,  $\bar{q}_{Vref}$ ;
  - ii) Vaihtoehtoisesti kalibrointi-ilman keskimääräinen kastepiste,  $T_{dew}$ . Päästömittausten aikana sallitut oletukset esitetään liitteessä VII.
  - iii) Keskimääräinen lämpötila venturin sisääntulossa,  $T_{in}$ ;
  - iv) Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine venturin sisääntulossa,  $p_{in}$ ;
  - v) Keskimääräinen staattinen paine-ero CFV:n sisään- ja ulostulon välillä,  $\Delta p_{CFV}$ .
- g) Kuristusventtiili suljetaan vähitellen absoluuttisen paineen  $p_{in}$  vähentämiseksi CFV:n sisääntulossa.
- h) Tämän kohdan f ja g alakohdan toimenpiteet toistetaan ja keskimääräiset tiedot kirjataan vähintään kymmenessä kuristimen asennossa siten, että testauksen aikana odotettavissa oleva arvon  $\Delta p_{CFV}$  vaihtelualue tulee testatuksi niin täydellisesti kuin käytännössä on mahdollista. Kalibrointikomponentteja tai CVS:n komponentteja ei tarvitse poistaa kalibroinnin suorittamiseksi pienimmillä mahdollisilla paineenrajoituksilla.
- i)  $C_d$  ja suurin sallittu painesuhte  $r$  määritetään liitteessä VII esitetyllä tavalla.
  - j) Arvoa  $C_d$  käytetään CFV:n virtauksen määrittämiseksi päästötestin aikana. CFV:tä ei saa käyttää painesuhteella, joka on pienempi kuin liitteen VII mukaisesti määritetty pienin sallittu arvo  $r$ .
  - k) Kalibrointi verifioidaan tekemällä CVS-verifiointi (eli propaanitarkastus) 8.1.8.5 kohdan mukaisesti.
  - l) Jos CVS on konfiguroitu käyttämään useampaa kuin yhtä CFV:tä samanaikaisesti rinnakkain, CVS on kalibroitava toisella seuraavista menetelmistä:
    - i) Kaikki CFV-yhdistelmät kalibroidaan tämän kohdan ja liitteen VII mukaisesti. Liitteessä VII annetaan ohjeet virtausten laskemiseksi tätä vaihtoehtoa varten.
    - ii) Kukin CFV kalibroidaan tämän kohdan ja liitteen VII mukaisesti. Liitteessä VII annetaan ohjeet virtausten laskemiseksi tätä vaihtoehtoa varten.

#### 8.1.8.4.4 Aliääniventurin (SSV) kalibrointi

Aliääniventuri (SSV) on kalibroitava kalibrointikertoimen  $C_d$  määrittämiseksi odotettavissa olevien syöttöpaineiden osalta. SSV-virtausmittari kalibroidaan seuraavasti:

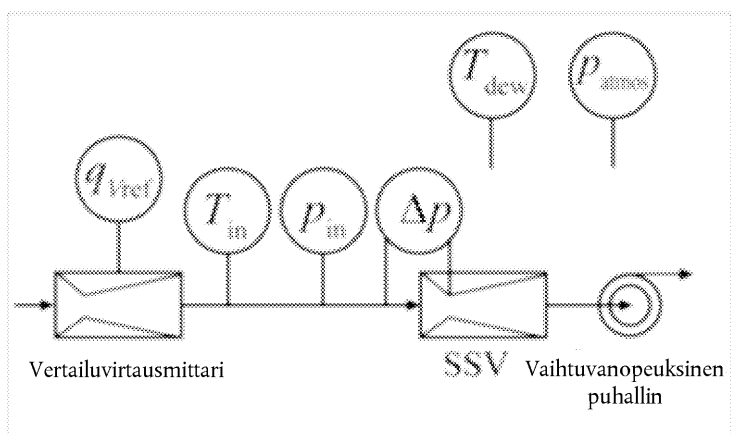
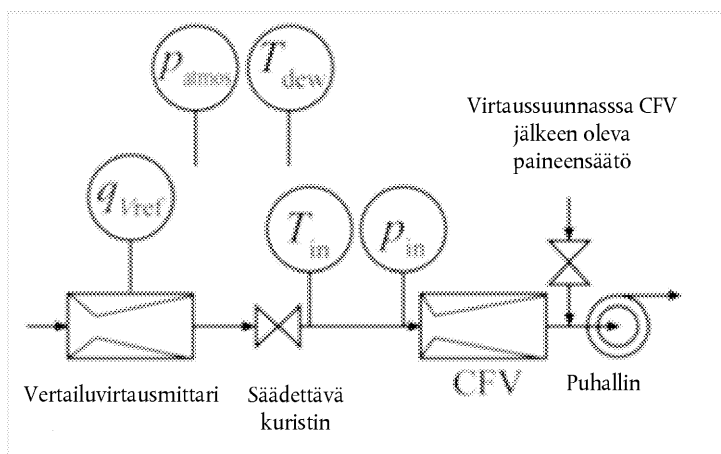
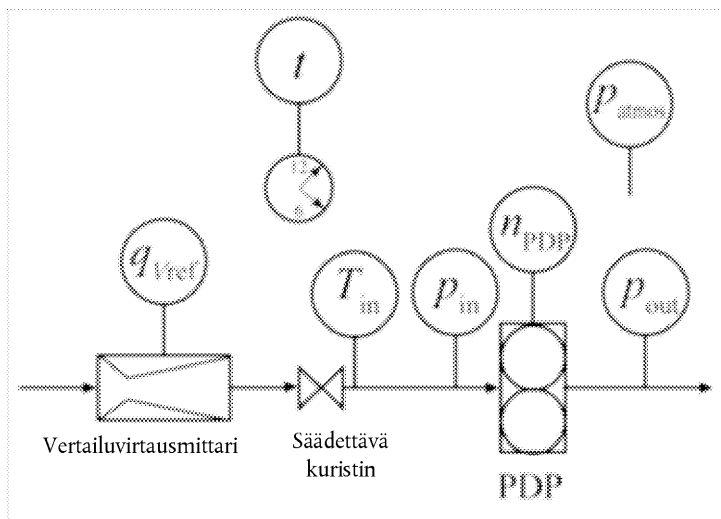
- a) Järjestelmä kytketään kuvan 6.5 mukaisesti.
- b) Virtaussuunnassa SSV:n alapuolella oleva puhallin käynnistetään.

- c) Vuotojen kalibrointivirtausmittarin ja SSV:n välillä on oltava pienemmät kuin 0,3 prosenttia kokonaisvirtauksesta suurimmalla paineenrajoituksella.
- d) SSV:n ollessa toiminnassa sen sisääntulon lämpötila on pidettävä vakiona  $\pm 2$  prosentin sisällä keskimääräisestä absoluuttisesta sisääntulolämpötilasta  $T_{in}$ .
- e) Säädettävä kuristin tai vaihtuvanopeuksinen puhallin asetetaan niin, että virtaus on suurempi kuin suurin testauksen aikana odotettavissa oleva virtaus. Virtausmääriä ei saa ekstrapoloida kalibroittujen arvojen ulkopuolelle, joten suositeltavaa on varmistaa, että Reynoldsin luku  $Re$  SSV:n kurkulla suurimmalla kalibroidulla virtauksella on suurempi kuin suurin testauksen aikana odotettavissa oleva  $Re$ :n arvo.
- f) SSV:tä käytetään vähintään 3 minuutin ajan järjestelmän vakauttamiseksi. SSV pidetään käynnissä ja seuraavien suureiden keskiarvot vähintään 30 sekunnin ajalta kerätyistä tiedoista kirjataan:
- Vertailuvirtausmittarin keskimääräinen virtaus,  $\bar{q}_{Vref}$ ;
  - Vaihtoehtoisesti kalibrointi-ilman keskimääräinen kastepiste,  $T_{dew}$ . Sallitut oletukset esitetään liitteessä VII;
  - Keskimääräinen lämpötila venturin sisääntulossa,  $T_{in}$ ;
  - Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine venturin sisääntulossa,  $p_{in}$ ;
  - Venturin sisääntulon ja venturin kurkun staattisen paineen välinen staattinen paine-ero,  $\Delta p_{SSV}$ .
- g) Kuristusventtiiliä suljetaan tai puhaltimen nopeutta pienennetään vähitellen virtauksen vähentämiseksi.
- h) Tämän kohdan f ja g alakohdan mukaiset vaiheet toistetaan tietojen kirjaamiseksi vähintään kymmenellä virtausarvolla.
- i) Määritetään arvojen  $C_d$  ja  $Re$  välinen funktionaalinen kaava käyttämällä kerättyjä tietoja ja liitteessä VII annettuja yhtälöitä.
- j) Kalibrointi verifioidaan tekemällä CVS-verifiointi (propaanitarkastus) 8.1.8.5 kohdan mukaisesti käyttäen uutta yhtälöä  $C_d$  v.  $Re$ .
- k) SSV:tä voidaan käyttää vain pienimmän ja suurimman kalibroidun virtausmäärän välisellä alueella.
- l) SSV:n virtauksen määrittämiseksi testin aikana käytetään yhtälöitä, jotka esitetään liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) tai liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (massaperustainen menetelmä).

## 8.1.8.4.5 Yliäänikalibrointi (varalla)

Kuva 6.5

## CVS-kalibrointi laimennetulla pakokaasuvirtauksella



### 8.1.8.5 CVS:n ja eränyytteenottimen verifiointi (propaanitarkastus)

#### 8.1.8.5.1 Johdanto

- a) Propaanitarkastus toimii vakiotilavuusnäytteenottimen (CVS) verifiointina sen tarkastamiseksi, esiintyykö laimennetun pakokaasuvirtauksen mitatuissa arvoissa poikkeavuuksia. Propaanitarkastus toimii myös eränyytteenottimen verifiointissa mahdollisten poikkeamien havaitsemiseksi eränyytteenottojärjestelmässä, jolla otetaan näyte vakiotilavuusnäytteenottimesta (vrt. tämän kohdan f alakohta). Hyvää teknistä käytäntöä noudattaen ja turvallisia menetelmiä soveltaen tämä tarkastus voidaan tehdä myös muulla kaasulla kuin propaanilla, esimerkiksi CO<sub>2</sub>:lla tai CO:lla. Jos propaanitesti ei mene läpi, järjestelmässä voi olla ongelmia, jotka voivat edellyttää korjaavia toimenpiteitä seuraavasti:
- Analysaattori on väärin kalibroitu. FID-analysaattori on kalibroitava uudelleen, korjattava tai vaihdettava.
  - CVS-tunneli, liitännät, kiinnikkeet ja HC-näytteenottojärjestelmä on tarkastettava vuotojen varalta 8.1.8.7 kohdan mukaisesti.
  - Sekoituksen oikeellisuus on verifioitava 9.2.2 kohdan mukaisesti.
  - Näytteenottojärjestelmän hiilivetykontaminaatiota koskeva verifiointi on tehtävä 7.3.1.2 kohdan mukaisesti.
  - CVS:n kalibroinnin muutos. Kalibroidaan CVS-virtausmittari käyttöpaikalla 8.1.8.4 kohdan mukaisesti.
  - Muita ongelmia CVS:n tai näytteenoton verifiointilaitteistoissa tai -ohjelmistoissa. CVS-järjestelmä, CVS:n verifiointilaitteisto ja ohjelmisto tarkastetaan poikkeamien varalta.
- b) Propaanitarkastuksessa käytetään C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:n vertailumassaa tai vertailuvirtausta merkkikaasuna CVS-järjestelmässä. Jos käytetään vertailuvirtausta, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:n ihanteellisesta poikkeava käyttäytyminen vertailuvirtausmittarissa on selvitettävä. Tiettyjen virtausmittareiden kalibrointi ja käyttö kuvaillaan liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) ja VII olevassa 3 kohdassa (massaperustainen menetelmä). 8.1.8.5 kohdan ja liitteen VII yhteydessä ei voida soveltaa ideaalikaasuolettamusta. Propaanitarkastuksessa verrataan syötetyn C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:n laskettua massaa vertailuarvoon HC-mittausten ja CVS-virtausmittausten avulla.

#### 8.1.8.5.2 Menetelmä tunnetun propaanimäärän syöttämiseksi CVS-järjestelmään

CVS-näytteenottojärjestelmän ja analysointijärjestelmän kokonaistarkkuus on määritettävä johtamalla tunnettu massa epäpuhtauskaasua järjestelmään sen toimiessa normaalisti. Pilaava aine analysoidaan ja sen massa lasketaan liitteen VII mukaisesti. Tähän voidaan käyttää jompaakumpaa seuraavista menetelmistä.

- Mittaus gravimetrisellä menetelmällä: Pienen, hiilimonoksidilla tai propaanilla täytetyn sylinterin massa määritetään ± 0,01 gramman tarkkuudella. CVS-järjestelmää käytetään samoin kuin tavallisessa pakokaasujen päästöttestissä noin 5–10 minuutin ajan samalla, kun järjestelmään syötetään hiilimonoksidia tai propaania. Syötetyn puhtaan kaasun määrä määritetään painoerot punnitsemalla. Kaasunäyte analysoidaan tavallisen laitteiston (näytepussi- tai integrointimenetelmä) avulla, ja kaasun massa lasketaan.
- Mittaus kriittisen virtauksen suuttimen avulla: CVS-järjestelmään johdetaan tunnettu määrä puhdasta kaasua (hiilimonoksidia tai propaania) kalibroidun kriittisen virtauksen suuttimen kautta. Jos syöttöpaine on riittävän suuri, kriittisen virtauksen suuttimen avulla säädettävä virtaus ei ole riippuvainen suuttimen ulostulopaineesta (kriittisestä virtauksesta). CVS-järjestelmää käytetään samoin kuin tavallisessa pakokaasujen päästöttestissä noin 5–10 minuutin ajan. Kaasunäyte analysoidaan tavallisen laitteiston (näytepussi- tai integrointimenetelmä) avulla, ja kaasun massa lasketaan.

#### 8.1.8.5.3 Propaanitarkastuksen valmistelu

Propaanitarkastus on valmisteltava seuraavasti:

- Jos vertailuvirtauksen sijasta käytetään C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:n vertailumassaa, on hankittava C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:lla täytetty sylinteri. Vertailusylinterin C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-massa määritetään ± 0,5 prosentin tarkkuudella siitä C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:n määrästä, joka odotetaan käytettävän.

- b) Valitaan asianmukaiset CVS:n ja  $C_3H_8$ :n virtaukset.
- c) Valitaan  $C_3H_8$ :n injektointiportti CVS-järjestelmässä. Portin on sijaittava niin lähellä kohtaa, jossa moottorin pakokaasujärjestelmä ohjataan CVS-järjestelmään, kuin käytännössä on mahdollista. Liitetään  $C_3H_8$ -sylinteri injektointijärjestelmään.
- d) CVS-järjestelmää käytetään ja se vakautetaan.
- e) Näytteenottojärjestelmässä olevat mahdolliset lämmönvaihtimet esilämmitetään tai esijäähdytetään.
- f) Lämmitettyjen ja jäähdytettyjen osien, kuten näytteenottolinjojen, suodattimien, jäähdyttimien ja pumppujen annetaan vakautua toimintalämpötilaan.
- g) Tarvittaessa tehdään HC-näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen vuotoverifointi 8.1.8.7 kohdan mukaisesti.

#### 8.1.8.5.4 HC-näytteenottojärjestelmän valmistelu propaanitarkastusta varten

HC-näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen vuotoverifointi voidaan tehdä tämän kohdan g alakohdan mukaisesti. Tätä menettelyä käyttäessä voidaan käyttää 7.3.1.2 kohdassa tarkoitettua HC-kontaminaation verifointimenettelyä. Jos tyhjöpuolen vuototestiä ei tehdä g alakohdan mukaisesti, HC-näytteenottojärjestelmä on nollattava, kohdistettava ja verifioitava kontaminaation osalta seuraavasti:

- a) Valitaan alin HC-analysaattorin mittausalue, jolla voidaan mitata CVS:n odotettavissa oleva  $C_3H_8$ -pitoisuus sekä  $C_3H_8$ -virtaus.
- b) HC-analysaattori nollataan johtamalla analysaattorin aukkoon nollailmaa.
- c) HC-analysaattori kohdistetaan johtamalla analysaattorin aukkoon  $C_3H_8$ -vertailukaasua.
- d) Nollailmaa ylivuodatetaan HC-näytteenottomelta tai liitokseen, joka sijaitsee HC-näytteenottimen ja siirtolinjan välissä.
- e) HC-näytteenottojärjestelmän vakaa HC-pitoisuus mitataan ylivuotonollailman virtauksen aikana. Erissä tapahtuvassa HC-mittauksessa eräsäiliö (kuten pussi) täytetään ja HC-ylivuodon pitoisuus mitataan.
- f) Jos ylivuodon HC-pitoisuus on suurempi kuin  $2 \mu\text{mol/mol}$ , menettelyä ei voida jatkaa ennen kuin kontaminaatio on eliminoitu. Kontaminaation lähde on määritettävä ja tehtävä korjaavia toimenpiteitä, kuten puhdistettava järjestelmä tai vaihdettava kontaminoituneet osuudet.
- g) Kun ylivuodon HC-pitoisuus on enintään  $2 \mu\text{mol/mol}$ , tämä arvo kirjataan arvona  $x_{HCini}$ , ja sitä käytetään HC-kontaminaation korjaamiseen liitteessä VII olevan 2 kohdan (massaperustainen menetelmä) tai liitteessä VII olevan 3 kohdan (mooliperustainen menetelmä) mukaisesti.

#### 8.1.8.5.5 Propaanitarkastuksen suorittaminen

- a) Propaanitarkastus tehdään seuraavasti:
  - i) Erinä tehtävää HC-näytteenottoa varten on laitteistoon liitettävä puhtaat talteenottovälineet, kuten tyhjennetyt pussit.
  - ii) HC-mittauslaitteita käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.
  - iii) Jos laimennusilman HC-taustapitoisuuksien vuoksi tarvitaan korjausta, laimennusilman tausta-HC on mitattava ja kirjattava.

- iv) Kaikki integrointilaitteet on nollattava.
  - v) Näytteenotto aloitetaan ja virtauksen integrointilaitteet käynnistetään.
  - vi)  $C_3H_8$ :aa vapautetaan valitulla nopeudella. Jos käytetään  $C_3H_8$ :n vertailuvirtausta, kyseisen virtauksen integrointi aloitetaan.
  - vii)  $C_3H_8$ :n vapauttamista jatketaan kunnes sitä on vapautettu vähintään riittävästi, jotta voidaan tarkasti määrittää  $C_3H_8$ :n vertailupitoisuus ja mitattu pitoisuus.
  - viii)  $C_3H_8$ -sylinteri suljetaan ja näytteenottoa jatketaan kunnes näytteen siirtymisen ja analysaattorin vasteen aiheuttamat viipeet ovat umpeutuneet.
  - ix) Näytteenotto lopetetaan ja integrointilaitteet pysäytetään.
- b) Jos käytetään kriittisen virtauksen suuttimeen perustuvaa mittausta, voidaan propaanitarkastuksessa käyttää seuraavaa vaihtoehtoista menetelyä 8.1.8.5.5 kohdan a alakohdassa esitetyn menetelmän sijasta.
- i) Erinä tehtävää HC-näytteenottoa varten on laitteistoon liitettävä puhtaat talteenottovälineet, kuten tyhjennetyt pussit.
  - ii) HC-mittauslaitteita käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.
  - iii) Jos laimennusilman HC-taustapitoisuuksien vuoksi tarvitaan korjausta, laimennusilman tausta-HC on mitattava ja kirjattava.
  - iv) Kaikki integrointilaitteet on nollattava.
  - v)  $C_3H_8$ -vertailukaasua sisältävää sylinteriä tyhjennetään valitulla nopeudella.
  - vi) Näytteenotto aloitetaan ja mahdolliset virtauksen integrointilaitteet käynnistetään, kun on varmistettu, että HC-pitoisuus pysyy vakaana.
  - vii) Sylinterin sisällön vapauttamista jatketaan kunnes  $C_3H_8$ :a on vapautettu vähintään riittävästi, jotta voidaan tarkasti määrittää  $C_3H_8$ :n vertailupitoisuus ja mitattu pitoisuus.
  - viii) Integrointilaitteet pysäytetään.
  - ix)  $C_3H_8$ -vertailukaasua sisältävä sylinteri suljetaan.

#### 8.1.8.5.6 Propaanitarkastuksen arviointi

Tarkastuksen jälkeen suoritetaan seuraavat toimenpiteet:

- a) Jos on käytetty eränäytteenottoa, näyte-erät analysoidaan niin pian kuin se on käytännössä mahdollista.
- b) Kun HC on analysoitu, tehdään kontaminaatio- ja taustakorjaukset.
- c) CVS- ja HC-tietoihin perustuva  $C_3H_8$ :n kokonaismassa lasketaan liitteessä VII kuvaillulla tavalla käyttäen  $C_3H_8$ :n moolimassaa  $M_{C_3H_8}$  HC:n efektiivisen moolimassan  $M_{HC}$  sijasta.
- d) Jos käytetään vertailumassaa (gravimetrinen menetelmä), määritetään sylinterin propaanimassa  $\pm 0,5$  prosentin tarkkuudella, ja  $C_3H_8$ :n vertailumassa määritetään vähentämällä tyhjän sylinterin propaanimassa täyden sylinterin propaanimassasta. Jos käytetään kriittisen virtauksen suuttimen avulla tapahtuvaa mittausta, propaanimassa määritetään virtausnopeutena kerrottuna testausajalla.
- e)  $C_3H_8$ :n vertailumassa vähennetään lasketusta massasta. Jos erotus on  $\pm 3,0$  prosentin rajoissa vertailumassasta, CVS läpäisee verifiointin.



## 8.1.8.5.7 Hiukkaspäästöjen toisiolaimennusjärjestelmän verifiointi

Kun propaanitarkastus on toistettava hiukkaspäästöjen toisiolaimennusjärjestelmän toiminnan verifiointia varten, on noudatettava a–d alakohdassa kuvailtua menettelyä.

- a) HC-näytteenottojärjestelmä konfiguroidaan niin, että näyte otetaan läheltä eränäytteenottimen talteenottovälinettä (kuten hiukkassuodatinta). Jos absoluuttinen paine tässä kohdassa on liian alhainen HC-näytteen ottamiseksi, näyte voidaan ottaa eränäytteenottimen pumpun ulostulosta. Kun näyte otetaan pumpun ulostulosta, on huomattava, että muutoin hyväksyttävä vuoto virtaussuunnassa eränäytteenottimen virtausmittarin alapuolella aiheuttaa sen, että propaanitarkastuksen tulos ei näennäisesti ole hyväksyttävä.
- b) Propaanitarkastus on uusittava tämän kohdan mukaisesti mutta niin, että HC-näyte otetaan eränäytteenottimesta.
- c)  $C_3H_8$ -massa lasketaan niin, että huomioon otetaan mahdollinen eränäytteenottimen toinen laimennus.
- d)  $C_3H_8$ :n vertailumassa vähennetään lasketusta massasta. Jos erotus on  $\pm 5,0$  prosenttiin rajoissa vertailumassasta, eränäytteenottimen läpäisee verifiointiin. Jos ei, on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin.

## 8.1.8.5.8 Näytteenkuivaimen toiminnan verifiointi

Jos käytetään kosteusanturia, jolla seurataan jatkuvasti kastepistettä näytteenkuivaimen ulostulossa, tätä testiä ei tarvitse tehdä, kunhan varmistetaan, että kuivaimen ulostulon kosteus on vaimennus-, interferenssi- ja kompensaatiotesteissä käytettyjä vähimmäisarvoja pienempi.

- a) Jos käytetään näytteenkuivainta 9.3.2.3.1 kohdassa sallitulla tavalla veden poistamiseksi näytekaasusta, sen suorituskyky on verifioitava asennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen, jos kyseessä on jäähdyn. Jos kyseessä on osmoottinen kalvokuivain, suorituskyky on verifioitava asennuksen yhteydessä, merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen ja 35 päivän aikana ennen testausta.
- b) Vesi voi heikentää analysaattorin kykyä mitata haluttua pakokaasun aineosaa oikein, ja siksi vettä joskus poistetaan ennen kuin näyte saapuu analysaattoriin. Vesi voi esimerkiksi vaikuttaa negatiivisesti kemiluminesenssi-ilmaisimen (CLD)  $NO_x$ -vasteeseen törmäysvaimennuksen vuoksi, ja se voi vaikuttaa positiivisesti ei-dispersoivaan infrapuna-analysaattoriin (NDIR) aiheuttamalla samankaltaisen vasteen kuin CO.
- c) Näytteenkuivaimen on täytettävä 9.3.2.3.1 kohdassa määrätyt vaatimukset kastepisteen  $T_{dew}$  ja absoluuttisen paineen  $p_{total}$  osalta virtaussuunnassa osmoottisen kalvokuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella.
- d) Näytteenkuivaimen suorituskyvyn verifioimiseksi on käytettävä seuraavassa kuvailtua menettelyä tai muuta hyvän teknisen käytännön mukaisesti laadittua menetelmää:
  - i) Tarvittavat liitännät on tehtävä polytetrafluorietyleenistä (PTFE) tai ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla putkilla.
  - ii)  $N_2$ :ta tai puhdistettua ilmaa kostutetaan kuplittamalla sitä tislattun veden lävitse suljetussa astiassa niin, että näyte kostuu korkeimpaan näytteen kastepisteeseen, jonka arvioidaan esiintyvän päästönäytteenoton aikana.
  - iii) Kostutettu kaasu syötetään virtaussuunnassa näytteenkuivaimen yläpuolelle.
  - iv) Kostutetun kaasun lämpötila virtaussuunnassa astian alapuolella on pidettävä vähintään  $5\text{ °C}$  sen kastepisteen yläpuolella.
  - v) Kostutetun kaasun kastepiste  $T_{dew}$  ja paine  $p_{total}$  mitataan mahdollisimman läheltä näytteenkuivaimen sisääntuloa sen verifioimiseksi, että kastepiste on korkein päästönäytteenoton aikana arvioiduista.
  - vi) Kostutetun kaasun kastepiste  $T_{dew}$  ja paine  $p_{total}$  mitataan mahdollisimman läheltä näytteenkuivaimen ulostuloa.

- vii) Näytteenottimen verifiointin tulos on hyväksyttävä, jos tämän kohdan d alakohdan vi alakohdan mukainen tulos on pienempi kuin kastepiste, joka vastaa näytteenkuivaimen eritelmiä, jotka esitetään 9.3.2.3.1 kohdassa, lisättynä 2 °C:lla, tai jos d alakohdan vi alakohdan mukainen mooliosuus on pienempi kuin vastaava näytteenkuivaimen eritelmiä lisättynä arvolla 0,002 mol/mol tai 0,2 tilavuusprosentilla. Tämän verifiointin yhteydessä näytteen kastepiste ilmoitetaan absoluuttisena lämpötilana kelvineinä.

#### 8.1.8.6 Hiukkaspäästöjen osavirtausmittauksen ja siihen liittyvien raakapakokaasun mittausjärjestelmien ajoittainen kalibrointi

##### 8.1.8.6.1 Virtauseron mittausta koskevat vaatimukset

Osavirtauslaimennusjärjestelmien osalta on suhteellisen raakapakokaasunäytteen saamiseksi kiinnitettävä erityistä huomiota näytevirran  $q_{mp}$  tarkkuuteen, jos sitä ei mitata suoraan, vaan se määritetään yhtälössä (6-20) esitettyllä virtauseron mittauksella:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (6-20)$$

jossa:

$q_{mp}$  on osavirtauslaimennusjärjestelmään tulevan pakokaasunäytteen massanopeus

$q_{mdw}$  on laimennusilman massanopeus (märkä)

$q_{mdew}$  on laimennetun pakokaasun massavirta (märkä)

Tässä tapauksessa eron virhe saa olla enintään sellainen, että  $q_{mp}$ :n tarkkuus on  $\pm 5$  prosenttia, kun laimennussuhde on alle 15. Se voidaan laskea ottamalla kunkin laitteen virheistä neliöllinen keskiarvo.

Arvon  $q_{mp}$  riittävä tarkkuus voidaan saavuttaa jollain seuraavista menetelmistä:

- Arvojen  $q_{mdew}$  ja  $q_{mdw}$  absoluuttinen tarkkuus on  $\pm 0,2$  prosenttia, mikä takaa sen, että arvon  $q_{mp}$  tarkkuus on  $\leq 5$  prosenttia, kun laimennussuhde on 15. Suuremmilla laimennussuhteilla esiintyy kuitenkin suurempia virheitä.
- Arvo  $q_{mdw}$  kalibroidaan suhteessa arvoon  $q_{mdew}$  siten, että saavutetaan samat  $q_{mp}$ :n tarkkuudet kuin a alakohdassa. Lisätietoja 8.1.8.6.2 kohdassa.
- Arvon  $q_{mp}$  tarkkuus määritetään epäsuorasti laimennussuhteen tarkkuudesta, joka määritetään merkkipakokaasulla, esimerkiksi CO<sub>2</sub>:lla. Vaaditaan a alakohdan menetelmää vastaavat  $q_{mp}$ :n tarkkuudet.
- Arvojen  $q_{mdew}$  ja  $q_{mdw}$  absoluuttinen tarkkuus on  $\pm 2$  prosenttia täydestä asteikosta, arvojen  $q_{mdew}$  ja  $q_{mdw}$  eron suurin virhe on  $\pm 0,2$  prosenttia ja epälinearisuusvirhe on  $\pm 0,2$  prosentin sisällä suurimmasta testin aikana havaitusta  $q_{mdew}$ :n arvosta.

##### 8.1.8.6.2 Virtauseron mittauslaitteiden kalibrointi

Suhteellisen raakapakokaasunäytteen ottamiseen käytettävä osavirtauslaimennusjärjestelmä on kalibroitava säännöllisesti tarkalla virtausmittarilla, joka on kansainvälisten tai kansallisten standardien mukainen. Virtausmittari tai virtauksen mittauslaitteisto on kalibroitava jollakin seuraavista menetelmistä siten, että tunneliin menevä näytevirta  $q_{mp}$  täyttää 8.1.8.6.1 kohdassa esitetyt tarkkuusvaatimukset:

- Arvon  $q_{mdw}$  virtausmittari kytketään sarjaan  $q_{mdew}$ :n virtausmittarin kanssa, ja näiden kahden virtausmittarin välinen ero kalibroidaan vähintään viidessä pisteessä siten, että virtausarvot jakautuvat tasaisesti alhaisimman testin aikana käytetyn  $q_{mdw}$ -arvon ja testissä käytetyn  $q_{mdw}$ -arvon välille. Laimennustunneli voidaan ohittaa.
- Kalibroitu massavirtalaite kytketään sarjaan  $q_{mdew}$ :n virtausmittarin kanssa ja tarkkuus tarkastetaan testissä käytetyllä arvolla. Kalibroitu massavirtalaite kytketään sarjaan  $q_{mdw}$ :n virtausmittarin kanssa ja tarkkuus tarkastetaan vähintään viidellä asetuksella, jotka vastaavat laimennussuhdetta 3–15 suhteessa testin aikana käytettyyn  $q_{mdew}$ -arvoon.

- c) Siirtoputki TL (ks. kuva 6.2) irrotetaan pakojärjestelmästä, ja siirtoputkeen kytketään kalibroitu virtauksen mittaustaite, jonka alue sopii  $q_{mp}$ :n mittaukseen.  $q_{mdew}$  säädetään testissä käytettyyn arvoon ja  $q_{mdw}$  säädetään vaiheittain vähintään viiteen arvoon, jotka vastaavat laimennussuhteita välillä 3–15. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erityistä kalibroituvirtaustietä, jossa tunneli ohitetaan, mutta jossa vastaavien mittareiden läpi kulkeva kokonaisvirta ja laimennusilmavirta ovat samat kuin varsinaisessa testissä.
- d) Pakokaasujärjestelmän siirtolinjan TL syötetään merkkikaasua. Merkkikaasu voi olla pakokaasun komponentti, kuten CO<sub>2</sub> tai NO<sub>x</sub>. Kun merkkikaasukomponentti on laimentunut tunnelissa, se mitataan. Tämä tehdään viidelle laimennussuhteelle välillä 3–15. Näytevirran tarkkuus määritetään laimennussuhteesta  $r_d$  käyttämällä yhtälöä (6-21).

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d \quad (6-21)$$

Kaasuanalysointitarkkuudet on otettava huomioon  $q_{mp}$ :n tarkkuuden takaamiseksi.

#### 8.1.8.6.3 Virtauseron mittausta koskevat erityisvaatimukset

On erittäin suositeltavaa tarkastaa hiilivirta todellista pakokaasua käyttäen, koska näin voidaan havaita mittaukseen ja ohjaukseen liittyvät ongelmat ja verifioida osavirtauslaimennusjärjestelmän asianmukainen toiminta. Hiilivirran tarkastus olisi tehtävä vähintään joka kerta, kun asennetaan uusi moottori tai kun testikammion kokoonpanoon tehdään merkittäviä muutoksia.

Moottoria on käytettävä suurimman vääntömomentin kuormituksella ja nopeudella tai millä tahansa muulla vakiotilaisella moodilla, joka tuottaa vähintään 5 prosenttia CO<sub>2</sub>:ta. Osavirtausnäytteenottojärjestelmää on käytettävä laimennuskertoimella, joka on noin 15:1.

Jos hiilivirran tarkastus tehdään, sovelletaan liitteen VII lisäystä 2. Hiilivirta lasketaan liitteen VII lisäyksen 2 yhtälöiden mukaan. Kaikkien hiilivirtojen on oltava 5 prosentin vaihtelualueella.

##### 8.1.8.6.3.1 Testiä edeltävä tarkastus

Testiä edeltävä tarkastus on tehtävä kahden tunnin kuluessa ennen testausta seuraavalla tavalla:

Virtausmittareiden tarkkuus on tarkastettava samalla menetelmällä, jota on käytetty kalibroinnissa (ks. 8.1.8.6.2 kohta). Tarkastus on tehtävä vähintään kahdessa pisteessä, mukaan lukien  $q_{mdw}$ :n virtausarvot, jotka vastaavat laimennussuhteita 5–15 testissä käytetyllä  $q_{mdew}$ -arvolla.

Jos 8.1.8.6.2 kohdan mukaisen kalibroitimenettelyn pöytäkirjoilla voidaan osoittaa, että virtausmittarien kalibrointi pysyy vakaana pitkällä aikavälillä, testiä edeltävä tarkastus voidaan jättää tekemättä.

##### 8.1.8.6.3.2 Muunnosajan määrittäminen

Muunnosajan arvioinnissa käytettävien järjestelmän asetusten on oltava samat kuin testin mittauksessa. Tämän liitteen lisäyksessä 5 olevassa 2.4 kohdassa ja kuvassa 6-11 määritelty muunnos aika on määritettävä seuraavalla menetelmällä:

Riippumaton vertailuvirtausmittari, jolla on näytevirtaan soveltuva mittaustila, kytketään sarjaan näytteenottimen kanssa lähelle sitä. Tämän virtausmittarin muunnosajan on oltava alle 100 ms vasteajan mittauksessa käytetyllä virtausaskelkoolla, ja virtauksen paineenrajoituksen on oltava riittävän alhainen, jotta se ei vaikuta osavirtauslaimennusjärjestelmän dynaamisiin suoritusarvoihin ja on hyvän teknisen käytännön mukainen. Osavirtauslaimennusjärjestelmän pakokaasuvirran (tai ilmavirran, jos pakokaasuvirta lasketaan) syötteeseen tehdään askelmuutos alhaisesta virtauksesta vähintään 90 prosenttiin täydestä asteikosta. Askelmuutoksen laukaisimen olisi oltava sama, jota käytetään ennakoivan ohjauksen käynnistämiseen varsinaisessa testissä. Pakokaasuvirran askelheräte ja virtausmittarin vaste on kirjattava vähintään 10 Hz:n näytteenottotaajuudella.

Näistä tiedoista määritetään osavirtauslaimennusjärjestelmän muunnos aika, joka on aika askelherätteen aloittamisesta virtausmittarin vasteen 50 prosentin pisteeseen. Samaan tapaan määritetään muunnos aika signaalille  $q_{mp}$  (pakokaasunäytteen virtaus osavirtauslaimennusjärjestelmään) ja signaalille  $q_{mew,i}$  (pakokaasun virtausmittarin ilmoittama pakokaasun massanopeus märkäarvona). Näitä signaaleja käytetään kunkin testin jälkeen suoritettavissa regressiotarkastuksissa (ks. 8.2.1.2 kohta).

Laskelma toistetaan vähintään viidellä nousu- ja laskeherätteellä, ja tuloksista lasketaan keskiarvo. Tästä arvosta vähennetään vertailuvirtausmittarin sisäinen muunnos aika ( $< 100$  ms). Jos edellytetään ennakoivaa ohjausta, on sovellettava 8.2.1.2 kohdan mukaisesti osavirtauslaimennusjärjestelmän ennakointiarvoa.

#### 8.1.8.7 Tyhjöpuolen vuotoverifointi

##### 8.1.8.7.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Näytteenottojärjestelmän alkuasennuksen yhteydessä, merkittävien kunnossapitotöiden (kuten esisuodattimien vaihdon) jälkeen ja 8 tunnin kuluessa ennen käyttösyklisarjan suorittamista on jollakin tässä kohdassa kuvaillulla vuototestillä verifioitava, että merkittäviä tyhjöpuolen vuotoja ei ole. Tätä verifointia ei tarvitse suorittaa CVS-laimennusjärjestelmän täyden virtauksen osuuksille.

##### 8.1.8.7.2 Mittausperiaatteet

Vuoto voidaan havaita joko mitattuna pienenä virtauksena, kun virtauksen pitäisi olla nolla, tunnetun vertailukaasun pitoisuuden laimentumisena sen virratessa näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen lävitse tai tyhjennetyt järjestelmän paineen nousuna.

##### 8.1.8.7.3 Pienen virtauksen vuototesti

Näytteenottojärjestelmä on testattava pienen virtauksen vuotojen varalta seuraavasti:

a) Järjestelmän näytteenotinpää suljetaan jollakin seuraavista menetelmistä:

- i) Näytteenottimen pää suljetaan kannella tai tulpalla.
- ii) Siirtolinja irrotetaan näytteenottimesta ja suljetaan kannella tai tulpalla.
- iii) Näytteenottimen ja siirtolinjan välissä oleva vuototiivis venttiili suljetaan.

b) Kaikki alipainepumput käynnistetään. Vakautumisen jälkeen verifioidaan, että virtaus näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen kautta on pienempi kuin 0,5 prosenttia järjestelmän normaalista virtausmäärästä. Järjestelmän normaalin käytönaikaisen virtausmäärän likiarvona voidaan käyttää tyyppisten analysaattori- ja ohitusvirtausten arvioitua suuruutta.

##### 8.1.8.7.4 Vertailukaasun laimennuksen vuototesti

Tässä testissä voidaan käyttää mitä tahansa kaasuanalysaattoria. Jos käytetään FID-analysaattoria, näytteenottojärjestelmän mahdollinen HC-kontaminaatio on korjattava HC:n määrittäystä koskevien liitteessä VII olevien 2 tai 3 kohdan mukaisesti. Harhaanjohtavien tulosten välttämiseksi on käytettävä vain sellaisia analysaattoreita, joiden toistettavuus on 0,5 prosenttia tai parempi tässä testissä käytettävällä vertailukaasupitoisuudella. Tyhjöpuolen vuototarkastus tehdään seuraavasti:

- a) Kaasuanalysaattori valmistellaan samaan tapaan kuin päästöttestausta varten.
- b) Analysaattorin aukkoon johdetaan vertailukaasua ja varmistetaan, että vertailukaasun pitoisuus mitataan odotetulla mittatarkkuudella ja toistettavuudella.
- c) Ylivuotava vertailukaasu johdetaan johonkin seuraavista paikoista näytteenottojärjestelmässä:
  - i) näytteenottimen päähän,

- ii) siirtolinjan avoimeen päähän, kun siirtolinja on irrotettu liitoksesta näytteenottimeen,
  - iii) kolmitieventtiiliin, joka on asennettu linjaan näytteenottimen ja siirtolinjan väliin.
- d) On verifioitava, että mitattu ylivuotavan vertailukaasun pitoisuus on  $\pm 0,5$  prosentin sisällä vertailukaasun pitoisuudesta. Odotettua alhaisempi mitattu arvo merkitsee vuotoa, mutta odotettua korkeampi arvo voi olla merkki ongelmasta vertailukaasussa tai analysaattorissa itsessään. Odotettua korkeampi arvo ei tarkoita vuodon olemassaoloa.

#### 8.1.8.7.5 Alipainevuototesti

Tämän testin suorittamista varten muodostetaan näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolelle alipaine, ja järjestelmän vuotonopeutta seurataan alipaineen heikkenemisenä. Tämän testin suorittamista varten on tunnettava näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen tilavuus  $\pm 10$  prosentin tarkkuudella sen todellisesta tilavuudesta. Mittauksessa on käytettävä mittaussaitteita, jotka täyttävät 8.1 ja 9.4 kohdassa esitetyt vaatimukset.

Alipainevuototarkastus tehdään seuraavasti:

- a) Järjestelmän näytteenotinpuoli suljetaan mahdollisimman läheltä näytteenotinta jollakin seuraavista menetelmistä:
  - i) Näytteenottimen pää suljetaan kannella tai tulpalla.
  - ii) Siirtolinja irrotetaan näytteenottimesta ja suljetaan kannella tai tulpalla.
  - iii) Näytteenottimen ja siirtolinjan välissä oleva vuototiivis venttiili suljetaan.
- b) Kaikki alipainepumput käynnistetään. Järjestelmään tuotetaan alipaine, joka vastaa tavanomaisia käyttöolosuhteita. Jos käytetään näytepusseja, on suositeltavaa, että tavanomainen näytepusin tyhjennyspumppaus tehdään kahteen kertaan tyhjentämisen varmistamiseksi.
- c) Näytepumput sammutetaan ja järjestelmä suljetaan. Järjestelmän jääneen kaasun absoluuttinen paine ja valinnaisesti järjestelmän absoluuttinen lämpötila mitataan ja kirjataan. On varattava riittävästi aikaa vakautumiselle sekä sille, että 0,5 prosentin suuruinen vuoto ehtii aiheuttaa paineenmuutoksen, joka on vähintään 10 kertaa paineanturin erotuskyvyn suuruinen. Paine ja valinnaisesti lämpötila kirjataan uudelleen.
- d) Lasketaan vuodon virtausnopeus. Laskenta perustuu oletukseen, että tyhjennetyin pussin tilavuuden arvo on nolla, sekä näytteenottojärjestelmän tilavuuden, alku- ja loppupaineen, valinnaisesti lämpötilojen ja kuluneen ajan tunnettuihin arvoihin. On verifioitava, että alipaineen heikkenemisnopeus on pienempi kuin 0,5 prosenttia järjestelmän tavanomaisesta käytön aikaisesta virtausnopeudesta yhtälön (6-22) mukaisesti:

$$q_{\text{leak}} = \frac{V_{\text{vac}}}{R} \frac{\left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right)}{(t_2 - t_1)} \quad (6-22)$$

jossa:

$q_{\text{leak}}$  on alipaineen heikkenemisnopeus, mol/s

$V_{\text{vac}}$  on näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen geometrinen tilavuus, m<sup>3</sup>

$R$  on molaarinen kaasuvakio, J/(mol·K)

$p_2$  on tyhjöpuolen absoluuttinen paine ajankohtana  $t_2$ , Pa

$T_2$  on tyhjöpuolen absoluuttinen lämpötila ajankohtana  $t_2$ , K

- $p_1$  on tyhjöpuolen absoluuttinen paine ajankohtana  $t_1$ , Pa
- $T_1$  on tyhjöpuolen absoluuttinen lämpötila ajankohtana  $t_1$ , K
- $t_2$  on ajankohta alipainevuototestin päättyessä, s
- $t_1$  on ajankohta alipainevuototestin alkaessa, s

#### 8.1.9 CO- ja CO<sub>2</sub>-mittaukset

##### 8.1.9.1 CO<sub>2</sub>:n NDIR-analysaattoreiden H<sub>2</sub>O-interferenssin verifiointi

###### 8.1.9.1.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Jos CO<sub>2</sub> mitataan käyttäen NDIR-analysaattoria, H<sub>2</sub>O-interferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

###### 8.1.9.1.2 Mittausperiaatteet

H<sub>2</sub>O voi vaikuttaa NDIR-analysaattorin CO<sub>2</sub>-vasteeseen. Jos NDIR-analysaattorissa käytetään kompensatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensatioalgoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifiointia aikana.

###### 8.1.9.1.3 Järjestelmävaatimukset

CO<sub>2</sub>:n NDIR-analysaattorin H<sub>2</sub>O-interferenssin on oltava (0,0 ± 0,4) mmol/mol (odotetusta keskimääräisestä CO<sub>2</sub>-pitoisuudesta).

###### 8.1.9.1.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

- CO<sub>2</sub>:n NDIR-analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästötestiä.
- Muodostetaan kostutettu testikaasu kuplittamalla 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävää nollailmaa tislattun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on vähintään niin korkea kuin korkein testauksen aikana odotettavissa oleva taso. Jos näyte testauksen aikana ohjataan kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on vähintään yhtä korkea kuin 9.3.2.3.1 kohdassa edellytetty taso.
- Kostutetun testikaasun lämpötila virtaussuunnassa astian alapuolella on pidettävä vähintään 5 °K sen kastepisteen yläpuolella.
- Kostutettu testikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään. Kostutettu testikaasu voidaan syöttää virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle, jos sellaista käytetään testauksessa.
- Mitataan kostutetun testikaasun veden mooliosuus  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste  $T_{\text{dew}}$  ja absoluuttinen paine  $p_{\text{total}}$ .
- Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mittauskohdan ja analysaattorin välillä.

- g) Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan sisältyy siirtolinjan huuhtelu-aika ja analysaattorin vasteen vaatima aika.
- h) Analysaattorin mitatessa näytteen pitoisuutta kirjataan 30 sekunnin aikana kerätyt tiedot. Näiden tietojen aritmeettinen keskiarvo lasketaan. Analysaattori läpäisee interferenssiverifioinnin, jos arvo on  $(0,0 \pm 0,4)$  mmol/mol.

#### 8.1.9.2 CO<sub>2</sub>-n NDIR-analysaattoreiden H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-interferenssin verifiointi

##### 8.1.9.2.1 Soveltamisala ja suoritus-tiheyys

Jos CO<sub>2</sub> mitataan käyttäen NDIR-analysaattoria, H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-interferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

##### 8.1.9.2.2 Mittausperiaatteet

H<sub>2</sub>O ja CO<sub>2</sub> voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä NDIR-analysaattorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin CO<sub>2</sub>:lla. Jos NDIR-analysaattorissa käytetään kompensatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensatioalgoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

##### 8.1.9.2.3 Järjestelmävaatimukset

CO<sub>2</sub>-n NDIR-analysaattorin yhdistetyn H<sub>2</sub>O- ja CO-interferenssin on oltava  $\pm 2$  prosentin sisällä odotetusta keskimääräisestä CO-pitoisuudesta.

##### 8.1.9.2.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

- a) CO<sub>2</sub>-n NDIR-analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästöttestä.
- b) Muodostetaan kostutettu CO<sub>2</sub>-testikaasu kuplittamalla CO<sub>2</sub>-vertailukaasua tislattun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on vähintään niin korkea kuin korkein testauksen aikana odotettavissa oleva taso. Jos näyte testauksen aikana ohjataan kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa on säädettävä niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on vähintään yhtä korkea kuin 9.3.2.3.1.1 kohdassa edellytetty taso. CO<sub>2</sub>-vertailukaasun pitoisuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin testauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.
- c) Kostutettu CO<sub>2</sub>-testikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään. Kostutettu CO<sub>2</sub>-testikaasu voidaan syöttää virtausuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle, jos sellaista käytetään testauksessa.
- d) Mitataan kostutetun testikaasun veden mooliosuus  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste  $T_{\text{dew}}$  ja absoluuttinen paine  $p_{\text{total}}$ .
- e) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mittauskohdan ja analysaattorin välillä.
- f) Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa.
- g) Analysaattorin mitatessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tulosten aritmeettinen keskiarvo lasketaan.

- h) Analysaattori läpäisee interferenssiverifioinnin, jos tämän kohdan g alakohdan mukaisesti saatu tulos on 8.1.9.2.3 kohdassa annetun toleranssin mukainen.
- i) CO<sub>2</sub>:ta ja H<sub>2</sub>O:ta koskevat interferenssimenettelyt voidaan tehdä myös erillisinä. Jos käytetyt CO<sub>2</sub>- ja H<sub>2</sub>O-tasot ovat korkeampia kuin testauksen aikana odotettavat enimmäistasot, kukin havaittu interferenssiarvo on pienennettävä kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun pitoisuusarvon ja menettelyn aikana käytetyn todellisen arvon välisellä suhteella. H<sub>2</sub>O-pitoisuuksille, jotka ovat pienempiä kuin testauksen aikana odotetut enimmäistasot (H<sub>2</sub>O-pitoisuuteen 0,025 mol/mol saakka), voidaan tehdä erillisiä interferenssimenettelyjä, mutta havaittu H<sub>2</sub>O-interferenssi on suurennettava kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun H<sub>2</sub>O-pitoisuusarvon ja menettelyn aikana käytetyn todellisen arvon välisellä suhteella. Näiden kahden suhteutetun interferenssiarvon summan on oltava 8.1.9.2.3 kohdassa annetun toleranssin mukaisia.

#### 8.1.10 Hiilivetymittaukset

##### 8.1.10.1 FID-analysaattoreiden optimointi ja verifiointi

###### 8.1.10.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Kaikkien FID-analysaattoreiden liekki-ionisaatioilmaisin (FID) on kalibroitava alkuasennuksen yhteydessä. Kalibrointi on uusittava tarvittaessa hyvän teknisen käytännön mukaisesti. FID:lle, jolla mitataan HC:tä on suoritettava seuraavat vaiheet:

- a) FID:n vaste eri hiilivetyjen osalta on optimoitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen. FID:n vasteen polypropyleeniin ja tolueneeniin on oltava välillä 0,9–1,1 suhteessa propaaniin.
- b) FID:n metaanivastekerroin (CH<sub>4</sub>) on määritettävä analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti.
- c) Metaanivaste on verifioitava 185 päivän aikana ennen testausta.

###### 8.1.10.1.2 Kalibrointi

Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on laadittava kalibrointimenettely, joka perustuu esimerkiksi FID-analysaattorin valmistajan ohjeisiin ja suositeltuun FID:n kalibrointiin. FID kalibroidaan käyttäen C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-kalibrointikaasuja, jotka täyttävät 9.5.1 kohdan vaatimukset. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C<sub>1</sub>) perusteella.

###### 8.1.10.1.3 HC-mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin vasteen optimointi

Tätä menettelyä sovelletaan vain sellaisiin FID-analysaattoreihin, joilla mitataan HC-pitoisuutta.

- a) Mittauslaitteiden käynnistys ja perussäädöt tehdään valmistajan vaatimusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti käyttäen FID:n polttoainetta ja nollailmaa. Lämmitettyjen FID-analysaattoreiden on oltava vaaditulla käyttölämpötila-alueellaan. FID:n vaste on optimoitava niin, että hiilivedyn vastetekijöihin ja happi-interferenssitarkastukseen liittyvät vaatimukset täyttyvät 8.1.10.1.1 kohdan a alakohdan ja 8.1.10.2 kohdan mukaisesti yleisimmällä päästöttestien aikana odotettavissa olevalla analysaattorin toiminta-alueella. Ylempää analysaattorin aluetta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti, jotta FID voidaan optimoida tarkasti, jos yleinen analysaattorin alue on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan optimointia varten suosittelema vähimmäisalue.
- b) Lämmitettyjen FID-analysaattoreiden on oltava vaaditulla käyttölämpötila-alueellaan. FID:n vaste optimoidaan yleisimmällä päästöttestauksen aikana odotettavissa olevalla analysaattorin toiminta-alueella. Kun polttoaine- ja ilmavirta on asetettu valmistajan suositusten mukaiseksi, analysaattoriin syötetään vertailukaasu.



- c) Optimointi suoritetaan seuraavien vaiheiden i–iv tai mittauslaitteen valmistajan ilmoittaman menetelmän mukaisesti. Optimointi voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa käyttäen SAE-asiakirjassa nro 770141 kuvattuja menetelmiä.
- i) Vaste tietyllä polttoainevirtauksella määritetään vertailukaasun vasteen ja nollakaasun vasteen välisestä erosta.
  - ii) Polttoaineen virtaus säädetään asteittain sekä valmistajan suosittelemaa suuremmaksi että sitä pienemmäksi. Vertailu- ja nollakaasujen vasteet kirjataan näillä polttoainevirtauksilla.
  - iii) Vertailu- ja nollakaasujen vasteiden välinen ero esitetään käyränä ja polttoaineen virtausta säädetään käyrän rikkaammalle puolelle. Tämä on alustava virtausnopeusasetus, jota joudutaan mahdollisesti tarkentamaan myöhemmin 8.1.10.1.1 kohdan a alakohdan ja 8.1.10.2 kohdan mukaisten hiilivedyn vastetekijöiden ja happi-interferenssitestin tulosten perusteella.
  - iv) Jos happi-interferenssi tai hiilivedyn vastetekijät eivät täytä seuraavia vaatimuksia, ilmavirtausta säädetään asteittain sekä valmistajan suosittelemaa suuremmaksi että sitä pienemmäksi toistaen 8.1.10.1.1 kohdan a alakohdan ja 8.1.10.2 kohdan mukaiset toimenpiteet jokaisen virtauksen osalta.
- d) FID:n polttoaineen ja poltinilman optimaaliset virtaukset ja/tai paineet on määritettävä, niistä on otettava näytteet ja ne on kirjattava tulevaa käyttöä varten.

#### 8.1.10.1.4 HC-mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin CH<sub>4</sub>-vastetekijän määrittäminen

Koska FID-analysaattoreiden CH<sub>4</sub>-vaste yleensä eroaa C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-vasteesta, FID:n optimoinnin jälkeen on määritettävä kunkin HC:n mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin CH<sub>4</sub>-vastetekijä  $RF_{CH_4[THC-FID]}$ . Viimeisintä tämän kohdan mukaisesti mitattua vastetekijää  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  käytetään liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) ja liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (massaperustainen menetelmä) kuvaillun HC-määrittämissä laskelmissa CH<sub>4</sub>-vasteen kompensoimiseksi.  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  määritetään seuraavasti:

- a) Valitaan vertailukaasun C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-pitoisuus ennen päästötestiä tapahtuvaa analysaattorin kohdistusta varten. Vain 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävää vertailukaasua voidaan käyttää, ja kaasun C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-pitoisuus on kirjattava.
- b) Valitaan 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävä CH<sub>4</sub>-vertailukaasu ja kirjataan kaasun CH<sub>4</sub>-pitoisuus.
- c) FID-analysaattoria käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.
- d) On varmistettava, että FID-analysaattori on kalibroitu C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>:lla. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C<sub>1</sub>) perusteella.
- e) Nollataan FID päästötetauksessa käytettävällä nollakaasulla.
- f) Kohdistetaan FID valitulla C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-vertailukaasulla.
- g) Syötetään tämän kohdan b alakohdan mukaisesti valittua CH<sub>4</sub>-vertailukaasua FID-analysaattorin näytteenottoaukkoon.
- h) Analysaattorin vasteen annetaan vakautua. Vakautumisaikaan voi sisältyä analysaattorin tyhjennysaika ja analysaattorin vasteen vaatima aika.
- i) Samalla kun analysaattori mittaa CH<sub>4</sub>-pitoisuutta, kirjataan näytetiedot 30 sekunnin ajalta ja lasketaan arvojen aritmeettinen keskiarvo.
- j) Mitattu keskimääräinen pitoisuus jaetaan CH<sub>4</sub>-kalibrointikaasun kirjatulla pitoisuudella. Tuloksena on FID-analysaattorin vastetekijä CH<sub>4</sub>,  $RF_{CH_4[THC-FID]}$ .

#### 8.1.10.1.5 HC-mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin metaanivasteen (CH<sub>4</sub>) verifiointi

Jos 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti saatu arvo  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  on  $\pm 5,0$  prosentin sisällä sen viimeisimmästä aiemmin määritetystä arvosta, HC:n FID läpäisee metaanivasteen verifiointin.

- Ensimmäiseksi on verifioitava, että FID:n polttoaineen, poltinilman ja näytteen paineet ja/tai virtaukset ovat  $\pm 0,5$  prosentin sisällä niiden viimeisimmästä aiemmin kirjatusta arvosta 8.1.10.1.3 kohdan mukaisesti. Jos näitä virtauksia on tarpeen säätää, on määritettävä uusi arvo  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  tämän jakson 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti. On verifioitava, että määritetty uusi arvo  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  on tässä 8.1.10.1.5 kohdassa vahvistettujen toleranssien mukainen.
- Jos  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  ei ole tässä 8.1.10.1.5 kohdassa vahvistettujen toleranssien mukainen, FID:n vaste on optimoitava uudelleen 8.1.10.1.3 kohdan mukaisesti.
- Uusi arvo  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  määritetään 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti. Uutta arvoa  $RF_{CH_4[THC-FID]}$  käytetään HC-määrityksen laskelmissa liitteessä VII olevan 2 kohdan (massaperustainen menetelmä) ja liitteessä VII olevan 3 kohdan (mooliperustainen menetelmä) mukaisesti.

#### 8.1.10.2 Raakapakokaasun mittaamiseen käytettävien ei-stoikiometristen FID-analysaattoreiden O<sub>2</sub>-interferenssiverifiointi

##### 8.1.10.2.1 Soveltamisala ja suoritusihteys

Jos FID-analysaattoria käytetään raakapakokaasun mittauksissa, sen O<sub>2</sub>-interferenssin määrä on verifioitava alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

##### 8.1.10.2.2 Mittausperiaatteet

Raakapakokaasun O<sub>2</sub>-pitoisuuden muutokset voivat vaikuttaa FID-vasteeseen muuttamalla FID:n liekin lämpötilaa. Verifiointia varten on optimoitava FID:n polttoaineen, poltinilman ja näytteen virtausmäärät. FID:n suorituskyky verifioidaan päästötestauksen aikana esiintyvien O<sub>2</sub>-interferenssien kompensointialgoritmien avulla.

##### 8.1.10.2.3 Järjestelmävaatimukset

Kaikkien testauksen aikana käytettävien FID-analysaattoreiden on läpäistävä O<sub>2</sub>-interferenssiverifiointi tässä jaksossa kuvaillun menettelyn mukaisesti.

##### 8.1.10.2.4 Menettely

FID:n O<sub>2</sub>-interferenssi on määritettävä seuraavassa kuvaillun menettelyn mukaisesti. Tässä verifiointissa tarvittavien kaasupitoisuuksien muodostamisessa voidaan käyttää yhtä tai useampaa kaasunjakajaa.

- Valitaan kolme vertailukaasua, jotka täyttävät 9.5.1 kohdassa esitetyt vaatimukset ja joiden C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>-pitoisuus on valittu analysaattoreiden kohdistukseen ennen päästöttestausta. Valitaan CH<sub>4</sub>-vertailukaasut FID-analysaattoreille, jotka on kalibroitu CH<sub>4</sub>:llä käyttäen metaaninerotinta. Kolmen täyteen kaasun pitoisuudet on valittava niin, että O<sub>2</sub>- and N<sub>2</sub>-pitoisuudet edustavat pienintä, suurinta ja niiden välillä olevaa testauksen aikana odotettavissa olevaa O<sub>2</sub>-pitoisuutta. Keskimääräisen O<sub>2</sub>-pitoisuuden käyttöä ei vaadita, jos FID kalibroidaan vertailukaasulla, jossa on täyteen kaasuna keskimääräinen odotettavissa oleva määrä happea.
- On varmistettava, että FID-analysaattori täyttää kaikki 8.1.10.1 kohdan vaatimukset.
- FID-analysaattori käynnistetään ja sitä käytetään samaan tapaan kuin ennen päästöttestiä. Riippumatta siitä, mikä on FID:n polttimen ilmanlähte testauksen aikana, tässä verifiointissa sen ilmanlähteenä käytetään nollailmaa.

- d) Analysaattori säädetään nolnaan.
- e) Analysaattori kohdistetaan vertailukaasulla, jota käytetään testauksen aikana.
- f) Nollavaste tarkastetaan päästöttestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on  $\pm 0,5$  prosentin sisällä tämän kohdan e alakohdassa käytetystä vertailuarvosta, siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Muussa tapauksessa menettely käynnistetään uudelleen tämän kohdan d alakohdassa tarkoitetusta vaiheesta.
- g) Analysaattorin vaste tarkastetaan käyttäen vertailukaasua, jonka  $O_2$ -pitoisuus on pienin testauksen aikana odotettavissa oleva. 30 sekunnin aikana kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen vaste kirjataan arvona  $x_{O_{2minHC}}$ .
- h) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästöttestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on  $\pm 0,5$  prosentin sisällä tämän kohdan e alakohdassa käytetystä vertailuarvosta, suoritetaan seuraava vaihe. Muussa tapauksessa menettely käynnistetään uudelleen tämän kohdan d alakohdassa tarkoitetusta vaiheesta.
- i) Analysaattorin vaste tarkastetaan käyttäen vertailukaasua, jonka keskimääräinen  $O_2$ -pitoisuus on testauksen aikana odotettavissa oleva. 30 sekunnin aikana kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen vaste kirjataan arvona  $x_{O_{2avgHC}}$ .
- j) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästöttestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on  $\pm 0,5$  prosentin sisällä tämän kohdan e alakohdassa käytetystä vertailuarvosta, suoritetaan seuraava vaihe. Muussa tapauksessa menettely käynnistetään uudelleen tämän kohdan d alakohdassa tarkoitetusta vaiheesta.
- k) Analysaattorin vaste tarkastetaan käyttäen vertailukaasua, jonka  $O_2$ -pitoisuus on testauksen suurin aikana odotettavissa oleva. 30 sekunnin aikana kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen vaste kirjataan arvona  $x_{O_{2maxHC}}$ .
- l) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästöttestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on  $\pm 0,5$  prosentin sisällä tämän kohdan e alakohdassa käytetystä vertailuarvosta, suoritetaan seuraava vaihe. Muussa tapauksessa menettely käynnistetään uudelleen tämän kohdan d alakohdassa tarkoitetusta vaiheesta.
- m) Lasketaan arvon  $x_{O_{2maxHC}}$  ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Lasketaan arvon  $x_{O_{2avgHC}}$  ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Lasketaan arvon  $x_{O_{2minHC}}$  ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Määritetään näiden kolmen laskelman suurin prosentuaalinen ero. Tulos on  $O_2$ -interferenssi.
- n) Jos  $O_2$ -interferenssi on  $\pm 3$  prosentin sisällä, FID läpäisee  $O_2$ -interferenssiverifioinnin. Muussa tapauksessa on suoritettava yksi tai useampia seuraavista toimenpiteistä puutteen korjaamiseksi:
- Toistetaan verifiointi sen selvittämiseksi, tapahtuiko menettelyn aikana virhe.
  - Valitaan sellaiset päästöttestien nolla- ja vertailukaasut, joiden  $O_2$ -pitoisuus on suurempi tai pienempi, ja toistetaan verifiointi.
  - Säädetään FID:n poltinilma-, polttoaine- ja näytevirtauksia. Jos näitä virtauksia säädetään THC:n mittaukseen käytettävällä FID-analysaattorilla, jotta  $O_2$ -verifiointivaatimukset täyttyisivät, arvo  $RF_{CH_4}$  on nollattava seuraavaa  $RF_{CH_4}$ -verifiointia varten. Säädon jälkeen toistetaan  $O_2$ -interferenssiverifiointi ja määritetään arvo  $RF_{CH_4}$ .
  - Korjataan tai vaihdetaan FID-analysaattori ja toistetaan  $O_2$ -interferenssiverifiointi.

8.1.11 NO<sub>x</sub>-mittaukset8.1.11.1 CLD:n CO<sub>2</sub>- ja H<sub>2</sub>O-vaimennuksen verifiointi

## 8.1.11.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NO<sub>x</sub>-mittauksessa käytetään kemiluminesenssianalysaattoria (CLD), H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-vaimennuksen määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

## 8.1.11.1.2 Mittausperiaatteet

H<sub>2</sub>O ja CO<sub>2</sub> voivat vaikuttaa negatiivisesti CLD:n NO<sub>x</sub>-vasteeseen törmäysvaimennuksen vuoksi, mikä estää kemiluminesenssireaktion, jota CLD käyttää NO<sub>x</sub>:n havaitsemiseen. Tällä menettelyllä ja 8.1.11.2.3 kohdassa esitetyillä laskelmilla määritetään vaimennus ja skaalataan vaimennustulokset päästöttestauksen aikana odotettavissa olevan H<sub>2</sub>O:n suurimman mooliosuuden ja CO<sub>2</sub>:n suurimman pitoisuuden mukaan. Jos CLD-analysaattorissa käytetään vaimennuksen kompensatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään H<sub>2</sub>O- ja/tai CO<sub>2</sub>-mittauslaitteita, vaimennus on arvioitava näiden laitteiden ollessa toiminnassa ja kompensatioalgoritmeja soveltaen.

## 8.1.11.1.3 Järjestelmävaatimukset

Laimennetun pakokaasun mittauksessa CLD-analysaattorin yhdistetty H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-vaimennus saa olla enintään ± 2 prosenttia. Raakapakokaasun mittauksessa CLD-analysaattorin yhdistetty H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-vaimennus saa olla enintään ± 2,5 prosenttia. Yhdistetty vaimennus on 8.1.11.1.4 kohdan mukaisesti määritetyn CO<sub>2</sub>-vaimennuksen ja 8.1.11.1.5 kohdan mukaisesti määritetyn H<sub>2</sub>O-vaimennuksen summa. Jos nämä vaatimukset eivät täyty, ongelma on ratkaistava korjaamalla tai vaihtamalla analysaattori. Ennen päästöttestien aloittamista on verifioitava, että analysaattorin asianmukainen toiminta on saatu palautettua korjaavilla toimenpiteillä.

8.1.11.1.4 CO<sub>2</sub>-vaimennuksen verifiointimenettely

CO<sub>2</sub>-vaimennuksen määrittämisessä voidaan käyttää seuraavassa kuvailtavaa menetelmää tai mittauslaitteen valmistajan suosittelemaa menetelmää, jossa käytetään kaasunjakajaa, joka sekoittaa kahdesta kaasusta koostuvat vertailukaasut laimennusaineena käytettävään nollakaasuun ja joka on 9.4.5.6 kohdassa esitettyjen vaatimusten mukainen. Voidaan myös laatia muunlainen menetelmä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

- a) Tarpeelliset liitännät on tehtävä käyttäen PTFE:stä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja putkia.
- b) Kaasunjakajan on oltava sellainen, että vertailukaasua ja laimennuskaasua sekoittuu toisiinsa lähes yhtä suuret määrät.
- c) Jos CLD-analysaattorissa on toimintamoodi, jossa laite havaitsee NO<sub>x</sub>:n kokonaismäärän sijaan vain NO:n, analysaattoria on käytettävä pelkän NO:n havaitsevassa moodissa.
- d) Verifiointiin käytetään CO<sub>2</sub>-vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on noin kaksi kertaa päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva CO<sub>2</sub>:n enimmäispitoisuus.
- e) Verifiointiin käytetään NO-vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on noin kaksi kertaa päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva NO:n enimmäispitoisuus. Suurempaa pitoisuutta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti verifiointiin täsmällisyyden varmistamiseksi, jos odotettavissa oleva NO-pitoisuus on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan verifiointia varten suosittelema vähimmäisalue.
- f) CLD-analysaattori nollataan ja kohdistetaan. CLD-analysaattori kohdistetaan tämän kohdan e alakohdan mukaisella NO-vertailukaasulla kaasunjakajan kautta. NO-vertailukaasu kytketään kaasunjakajan vertailukaasuaukkoon. Kaasunjakajan laimennuskaasuaukkoon kytketään nollakaasu. Käytetään tämän kohdan b alakohdan mukaista nimellistä sekoitussuhdetta. CLD-analysaattori kohdistetaan kaasunjakajan ulostulon NO-pitoisuudella. Tarvittaessa sovelletaan kaasun ominaisuuksien mukaisia korjauksia tarkan kaasujaon aikaansaamiseksi.

- g) CO<sub>2</sub>-vertailukaasu kytketään kaasunjakajan vertailukaasuaukkoon.
- h) NO-vertailukaasu kytketään kaasunjakajan laimennuskaasuaukkoon.
- i) Kaasunjakajan ulostulo vakautetaan samalla kun kaasunjakajan läpi ohjataan NO:ta and CO<sub>2</sub>:ta. Määritetään kaasunjakajan ulostulon CO<sub>2</sub>-pitoisuus soveltaen tarvittaessa kaasun ominaisuuksien mukaisia korjauksia tarkan kaasujaon aikaansaamiseksi. Tämä pitoisuus  $x_{\text{CO}_2\text{act}}$  kirjataan ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa. Kaasunjakajan sijaan voidaan käyttää muuta yksinkertaista kaasunsekoituslaitetta. Siinä tapauksessa on käytettävä analysointilaitetta CO<sub>2</sub>-pitoisuuden määrittämiseksi. Jos käytetään NDIR-analysointilaitetta yhdessä yksinkertaisen kaasunsekoituslaitteen kanssa, sen on täytettävä tässä jaksossa esitetyt vaatimukset ja se on kohdistettava tämän kohdan d alakohdassa tarkoitettulla CO<sub>2</sub>-vertailukaasulla. NDIR-analysointilaitteen lineaarisuus on tarkastettava koko mittausalueelta CO<sub>2</sub>-pitoisuuteen saakka, joka on kaksi kertaa päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.
- j) NO-pitoisuus mitataan virtausuunnassa kaasunjakajan alapuolelta CLD-analysointilaitteella. Analysointilaitteen vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan voi sisältyä siirtolinjan huuhtelu-aika ja analysointilaitteen vasteen vaatima aika. Analysointilaitteen mitattaessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tietojen perusteella lasketaan aritmeettinen keskimääräinen pitoisuus  $x_{\text{NOmeas}}$ .  $x_{\text{NOmeas}}$  kirjataan ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.
- k) Todellinen NO-pitoisuus  $x_{\text{NOact}}$  kaasunjakajan ulostulossa lasketaan vertailukaasun pitoisuuksien ja arvon  $x_{\text{CO}_2\text{act}}$  perusteella yhtälön (6-24) mukaisesti. Laskettua arvoa käytetään vaimennuksen verifiointilaskelmissa yhtälössä (6-23).
- l) Tämän jakson 8.1.11.1.4 ja 8.1.11.1.5 kohdan mukaisesti kirjattuja arvoja käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuslaskelmissa.

#### 8.1.11.1.5 H<sub>2</sub>O-vaimennuksen verifiointimenettely

H<sub>2</sub>O-vaimennuksen määrittämisessä voidaan käyttää seuraavassa kuvailtavaa menetelmää tai mittauslaitteen valmistajan suosittelemaa menetelmää. Voidaan myös laatia muunlainen menetelmä hyvän teknisen käytännön mukaisesti

- a) Tarpeelliset liitännät on tehtävä käyttäen PTFE:stä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettuja putkia.
- b) Jos CLD-analysointilaitteessa on toimintamoodi, jossa laite havaitsee NO<sub>x</sub>:n kokonaismäärän sijaan vain NO:n, analysointilaitetta on käytettävä pelkän NO:n havaitsevassa moodissa.
- c) Verifiointiin käytetään NO-vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on lähellä päästöttestauksen aikana odotettavissa olevaa NO:n enimmäispitoisuutta. Suurempaa pitoisuutta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti verifiointiin täsmällisyyden varmistamiseksi, jos odotettavissa oleva NO-pitoisuus on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan verifiointia varten suosittelema vähimmäisalue.
- d) CLD-analysointilaitteita nollataan ja kohdistetaan. CLD-analysointilaitteita kohdistetaan tämän kohdan c alakohdassa tarkoitettulla vertailukaasulla. Vertailukaasun pitoisuus kirjataan arvona  $x_{\text{NOdry}}$  ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.
- e) NO-vertailukaasu kostutetaan kuplittamalla se tislattun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos kostutettua NO-vertailukaasunäytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on suunnilleen niin korkea kuin korkein testauksen aikana odotettavissa oleva H<sub>2</sub>O:n mooliosuus. Jos kostutettua NO-vertailukaasunäytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, mitattu H<sub>2</sub>O-vaimennus skaalataan 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa korkeimpaan testauksen aikana odotettavissa olevaan H<sub>2</sub>O:n mooliosuuteen. Jos kostutettu NO-vertailukaasunäyte ohjataan kuivaimen lävitse tätä verifiointitestiä varten, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H<sub>2</sub>O-taso, joka on vähintään niin korkea kuin 9.3.2.3.1 kohdassa edellytetty taso. Mitattua H<sub>2</sub>O-vaimennusta ei siinä tapauksessa skaalata 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.

- f) Kostutettu NO-testikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään. Se voidaan syöttää päästötesteissä käytettävän näytteenkuivaimen ylä- tai alapuolelle. Syöttökohdan mukaan valitaan soveltuva laskenta-menetelmä tämän kohdan e alakohdasta. On huomattava, että näytteenkuivaimen on läpäistävä 8.1.8.5.8 kohdan mukainen verifiointitarkastus.
- g) Mitataan H<sub>2</sub>O:n mooliosuus kostutetussa NO-vertailukaasussa. Jos käytetään näytteenkuivainta, H<sub>2</sub>O:n mooliosuus kostutetussa NO-vertailukaasussa,  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$  mitataan virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelta. On suositeltavaa, että  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$  mitataan mahdollisimman läheltä CLD-analysaattorin sisään-tuloa.  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$  voidaan laskea kastepisteen  $T_{\text{dew}}$  ja absoluuttisen paineen  $p_{\text{total}}$  mittausten perusteella.
- h) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$  mittauskohdan ja analysaattorin välillä. Järjestelmä on suositeltavaa suunnitella niin, että siirtolinjojen, yhteiden ja venttiilien seinämien lämpötilat kohdasta, jossa  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$  mitataan, analysaattoriin saakka ovat vähintään 5 K korkeammat kuin näytekaasun kastepiste kyseisessä kohdassa.
- i) Kostutetun NO-vertailukaasun pitoisuus mitataan CLD-analysaattorilla. Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan voi sisältyä siirtolinjan huuhtelu-aika ja analysaattorin vasteen vaatima aika. Analysaattorin mitattaessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tietojen perusteella lasketaan aritmeettinen keskimääräinen pitoisuus  $x_{\text{NOwet}}$ ,  $x_{\text{NOwet}}$  kirjataan ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.

#### 8.1.11.2 CLD:n vaimennuksen verifiointilaskelmat

Kemiluminesenssianalysaattorin (CLD) vaimennustarkastukseen liittyvät laskelmat on tehtävä tämän kohdan mukaisesti.

##### 8.1.11.2.1 Testauksen aikana odotettavissa oleva veden määrä

Suurin päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva veden mooliosuus  $x_{\text{H}_2\text{Oexp}}$  on arvioitava. Arviointi tehdään kohdasta, jossa kostutettu NO-vertailukaasu syötettiin 8.1.11.1.5 kohdan f alakohdan mukaisesti. Veden suurinta odotettavissa olevaa mooliosuutta arvioitaessa on otettava huomioon paloilmän, polttoaineen palamistuotteiden ja (mahdollisen) laimennusilman suurin odotettavissa oleva vesipitoisuus. Jos kostutettu NO-vertailukaasu syötetään näytteenottojärjestelmään verifiointitestin aikana virtaussuunnassa näytteenkuivaimen yläpuolelle, suurinta odotettavissa olevaa veden mooliosuutta ei tarvitse arvioida, ja arvo  $x_{\text{H}_2\text{Oex}}$  asetetaan samaksi kuin  $x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$ .

##### 8.1.11.2.2 Testauksen aikana odotettavissa oleva CO<sub>2</sub>:n määrä

Suurin testauksen aikana odotettavissa oleva CO<sub>2</sub>:n määrä  $x_{\text{CO}_2\text{exp}}$  on arvioitava. Arviointi tehdään näytteenottojärjestelmän siitä kohdasta, jossa sekoitetut NO- ja CO<sub>2</sub>-vertailukaasut syötetään järjestelmään 8.1.11.1.4 kohdan j alakohdan mukaisesti. Suurinta odotettavissa olevaa CO<sub>2</sub>-pitoisuutta arvioitaessa on otettava huomioon polttoaineen palamistuotteiden ja laimennusilman suurin odotettavissa oleva CO<sub>2</sub>-pitoisuus.

##### 8.1.11.2.3 Yhdistetyt H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-vaimennuslaskelmat

Yhdistetty H<sub>2</sub>O- ja CO<sub>2</sub>-vaimennus lasketaan yhtälöllä (6-23):

$$quench = \left[ \left( \frac{x_{\text{NOwet}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{Omeas}}} \right) \cdot \frac{x_{\text{H}_2\text{Oexp}}}{x_{\text{H}_2\text{Omeas}}} + \left( \frac{x_{\text{NOmeas}}}{x_{\text{NOact}}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{\text{CO}_2\text{exp}}}{x_{\text{CO}_2\text{act}}} \right] \cdot 100 \% \quad (6-23)$$

jossa:

$quench$  = CLD:n vaimennuksen määrä

$x_{\text{NOdry}}$  on virtaussuunnassa kuplituslaitteen yläpuolelta mitattu NO-pitoisuus (8.1.11.1.5 kohdan d alakohdan mukaisesti)

$x_{\text{NOwet}}$	on virtausuunnassa kuplituslaitteen alapuolelta mitattu NO-pitoisuus (8.1.11.1.5 kohdan i alakohdan mukaisesti)
$x_{\text{H}_2\text{Oexp}}$	on suurin päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva veden mooliosuus (8.1.11.2.1 kohdan mukaisesti)
$x_{\text{H}_2\text{Omeas}}$	on vaimennusverifioinnin aikana mitattu veden mooliosuus (8.1.11.1.5 kohdan g alakohdan mukaisesti)
$x_{\text{NOmeas}}$	on mitattu NO-pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO <sub>2</sub> -vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan j alakohdan mukaisesti)
$x_{\text{NOact}}$	on todellinen NO-pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO <sub>2</sub> -vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan k alakohdan mukaisesti ja yhtälöllä (6-24) laskettuna)
$x_{\text{CO}_2\text{exp}}$	on suurin päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva CO <sub>2</sub> -pitoisuus (8.1.11.2.2 kohdan mukaisesti)
$x_{\text{CO}_2\text{act}}$	on todellinen CO <sub>2</sub> -pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO <sub>2</sub> -vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan i alakohdan mukaisesti)

$$x_{\text{NOact}} = \left( 1 - \frac{x_{\text{CO}_2\text{act}}}{x_{\text{CO}_2\text{span}}} \right) \cdot x_{\text{NOspan}} \quad (6-24)$$

jossa:

$x_{\text{NOspan}}$	on kaasunjakajaan syötettävän NO-vertailukaasun pitoisuus (8.1.11.1.4 kohdan e alakohdan mukaisesti)
$x_{\text{CO}_2\text{span}}$	on kaasunjakajaan syötettävän CO <sub>2</sub> -vertailukaasun pitoisuus (8.1.11.1.4 kohdan d alakohdan mukaisesti)

### 8.1.11.3 NDUV-analysaattorin HC- ja H<sub>2</sub>O-interferenssiverifiointi

#### 8.1.11.3.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Jos NO<sub>x</sub> mitataan käyttäen ei-dispersoivaa ultraviolettianalysaattoria (NDUV), H<sub>2</sub>O- ja hiilivetyinterferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

#### 8.1.11.3.2 Mittausperiaatteet

Hiilivedyt ja H<sub>2</sub>O voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä NDUV-analysaattorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin NO<sub>x</sub>-illa. Jos NDUV-analysaattorissa käytetään kompensatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta algoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

#### 8.1.11.3.3 Järjestelmävaatimukset

NO<sub>x</sub>:n NDUV-analysaattorin yhdistetyn H<sub>2</sub>O- ja HC-interferenssin on oltava ± 2 prosentin sisällä keskimääräisestä NO<sub>x</sub>-pitoisuudesta.

#### 8.1.11.3.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

- NO<sub>x</sub>:n NDUV-analysaattori käynnistetään, nollataan ja kohdistetaan ja sitä käytetään laitteen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

- b) On suositeltavaa käyttää moottorin pakokaasuja tämän verifiointin tekemiseen. Pakokaasun NO<sub>x</sub>-pitoisuuden määrittämiseen on käytettävä 9.4 kohdan vaatimusten mukaista CLD-analysaattoria. CLD:n vastetta käytetään vertailuarvona. Myös pakokaasun HC on mitattava 9.4 kohdan vaatimusten mukaisella FID-analysaattorilla. FID:n vastetta käytetään hiilivedyn vertailuarvona.
- c) NDUV-analysaattoriin ohjataan moottorin pakokaasua ennen näytteenkuivainta, jos sitä käytetään testauksen aikana.
- d) Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan voi sisältyä siirtolinjan huuhtelu-aika ja analysaattorin vasteen vaatima aika.
- e) Samalla kun kaikki analysaattorit mittaavat näytteen pitoisuutta, kirjataan näytetiedot 30 sekunnin ajalta ja lasketaan kolmen analysaattorin aritmeettinen keskiarvo.
- f) CLD:n keskiarvo vähennetään NDUV:n keskiarvosta.
- g) Erotus kerrotaan odotetun keskimääräisen HC-pitoisuuden ja verifiointin aikana mitatun HC-pitoisuuden välisellä suhteella. Analysaattori läpäisee tämän kohdan mukaisen interferenssiverifiointin, jos tämä tulos on  $\pm 2$  prosentin sisällä standardin mukaisesti odotettavissa olevasta NO<sub>x</sub>-pitoisuudesta yhtälössä (6-25) esitetyn mukaisesti:

$$\left| \bar{x}_{\text{NO}_x, \text{CLD}, \text{meas}} - \bar{x}_{\text{NO}_x, \text{NDUV}, \text{meas}} \right| \cdot \left( \frac{\bar{x}_{\text{HC}, \text{exp}}}{\bar{x}_{\text{HC}, \text{meas}}} \right) \leq 2 \% \cdot (\bar{x}_{\text{NO}_x, \text{exp}}) \quad (6-25)$$

jossa:

$\bar{x}_{\text{NO}_x, \text{CLD}, \text{meas}}$	on keskimääräinen NO <sub>x</sub> -pitoisuus CLD:llä mitattuna [µmol/mol] tai [ppm]
$\bar{x}_{\text{NO}_x, \text{NDUV}, \text{meas}}$	on keskimääräinen NO <sub>x</sub> -pitoisuus NDUV:llä mitattuna [µmol/mol] tai [ppm]
$\bar{x}_{\text{HC}, \text{meas}}$	on keskimääräinen HC-pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]
$\bar{x}_{\text{HC}, \text{exp}}$	on standardin mukaisesti odotettavissa oleva keskimääräinen HC-pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]
$\bar{x}_{\text{NO}_x, \text{exp}}$	standardin mukaisesti odotettavissa oleva keskimääräinen NO <sub>x</sub> -pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]

#### 8.1.11.4 Näytteenkuivaimen NO<sub>2</sub>-penetraatio

##### 8.1.11.4.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Tämä näytteenkuivaimen NO<sub>x</sub>-penetraation verifiointi on suoritettava, jos näytteen kuivaamiseen käytetään näytteenkuivainta, joka sijaitsee virtaus suunnassa NO<sub>x</sub>:n mittauslaitteen yläpuolella, mutta näytteenkuivaimen yläpuolella ei käytetä NO<sub>2</sub>-NO-muunninta. Verifiointi on tehtävä alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

##### 8.1.11.4.2 Mittausperiaatteet

Näytteenkuivaimella poistetaan vettä, joka muutoin aiheuttaisi NO<sub>x</sub>-mittaukseen interferenssiä. Nestemäinen vesi, jota jää väärin suunniteltuun jäähdytyskylpyyn, voi kuitenkin poistaa näytteestä NO<sub>2</sub>:ta. Näytteenkuivaimen ilman virtaus suunnassa sen yläpuolella olevaa NO<sub>2</sub>-NO-muunninta voi siksi poistaa näytteestä NO<sub>2</sub>:ta ennen NO<sub>x</sub>-mittausta.

##### 8.1.11.4.3 Järjestelmävaatimukset

Näytteenkuivaimen olisi mahdollistettava NO<sub>2</sub>:n kokonaismäärän mittaaminen vähintään 95-prosenttisesti NO<sub>2</sub>:n odotetulla enimmäispitoisuudella.



## 8.1.11.4.4 Menettely

Näytteenkuivaimen suorituskyky on verifioitava seuraavalla menettelyllä:

- a) Mittauslaiteasetukset. Analysaattoria ja näytteenkuivainta on käytettävä valmistajan asennus- ja käyttöohjeiden mukaisesti. Analysaattori ja näytteenkuivain säädetään tarpeen mukaan suorituskyvyn optimoimiseksi.
- b) Laiteasetukset ja tiedonkeruu
  - i)  $\text{NO}_x$ -kaasuanalysaattorit nollataan ja kohdistetaan samaan tapaan kuin ennen päästöttestausta.
  - ii) Valitaan  $\text{NO}_2$ -kalibrointikaasu (täytekaasuna kuiva ilma) jonka  $\text{NO}_2$ -pitoisuus on lähellä suurinta testauksen aikana odotettavissa olevaa pitoisuutta. Suurempaa pitoisuutta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti verifiointiin täsmällisyyden varmistamiseksi, jos odotettavissa oleva  $\text{NO}_2$ -pitoisuus on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan verifiointia varten suosittelema vähimmäisalue.
  - iii) Kalibrointikaasu ylivuodatetaan näytteenottojärjestelmän näytteenottimelta tai ylivuotoyhteestä.  $\text{NO}_x$ :n kokonaisvasteen annetaan vakautua ottaen huomioon vain siirtoviipeet ja mittauslaitteiden vaste.
  - iv) Lasketaan 30 sekunnin aikana kirjattujen  $\text{NO}_x$ :n kokonaistietojen keskiarvo ja kirjataan se arvona  $x_{\text{NO}_x\text{ref}}$ .
  - v) Suljetaan  $\text{NO}_2$ -kalibrointikaasun virtaus.
  - vi) Sitten näytteenottojärjestelmä kyllästetään johtamalla kastepistegeneraattorin tuotos, joka on säädetty kastepisteeseen 323 K (50 °C), näytteenottojärjestelmän näytteenottimeen tai ylivuotoyhteeseen. Kastepistegeneraattorin tuotoksesta otetaan näytteitä näytteenottojärjestelmän ja näytteenkuivaimen kautta vähintään 10 minuutin ajan kunnes näytteenkuivaimen voidaan odottaa poistavan vettä tasaisesti.
  - vii) Järjestelmä kytketään välittömästi tilaan, jossa ylivuotaa  $\text{NO}_2$ -kalibrointikaasua, jota käytettiin arvon  $x_{\text{NO}_x\text{ref}}$  määrittämiseen.  $\text{NO}_x$ :n kokonaisvasteen annetaan vakautua ottaen huomioon vain siirtoviipeet ja mittalaitteiden vaste. Lasketaan 30 sekunnin aikana kirjattujen  $\text{NO}_x$ :n kokonaistietojen keskiarvo ja kirjataan se arvona  $x_{\text{NO}_x\text{meas}}$ .
  - viii) Arvo  $x_{\text{NO}_x\text{meas}}$  korjataan arvoksi  $x_{\text{NO}_x\text{dry}}$  näytteenkuivaimen läpi virranneen jäännösvesihöyryn perusteella näytteenkuivaimen ulostulolämpötilassa ja -paineessa.
- c) Suorituskyvyn arviointi Jos  $x_{\text{NO}_x\text{dry}}$  on vähemmän kuin 95 prosenttia arvosta  $x_{\text{NO}_x\text{ref}}$ , jäähdytin on korjattava tai vaihdettava.

8.1.11.5  $\text{NO}_2$ -NO-muunnoksen verifiointi

## 8.1.11.5.1 Soveltamisala ja suoritusstiheys

Jos  $\text{NO}_x$ :n määrittämiseksi käytetään analysaattoria, joka mittaa vain NO:ta, on käytettävä  $\text{NO}_2$ -NO-muunninta virtaussuunnassa analysaattorin yläpuolella. Verifiointi on tehtävä muuntimen asennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen sekä 35 päivän aikana ennen päästöttestä. Verifiointi on toistettava tällä tiheydellä sen todentamiseksi, että  $\text{NO}_2$ -NO-muuntimen katalyyttitoiminta ei ole heikentynyt.

## 8.1.11.5.2 Mittausperiaatteet

$\text{NO}_2$ -NO-muuntimen ansiosta analysaattorilla, joka mittaa vain NO-pitoisuutta, voidaan määrittää  $\text{NO}_x$ -kokonaispitoisuus, kun pakokaasun  $\text{NO}_2$  muunnetaan NO:ksi.

## 8.1.11.5.3 Järjestelmävaatimukset

$\text{NO}_2$ -NO-muuntimen olisi mahdollistettava  $\text{NO}_2$ :n kokonaismäärän mittaaminen vähintään 95-prosenttisesti  $\text{NO}_2$ :n odotetulla enimmäispitoisuudella.

## 8.1.11.5.4 Menettely

NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen suorituskyvyn verifioimiseksi on sovellettava seuraavaa menettelyä:

- a) Laitteiston asetukset tehdään analysaattorin ja NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen valmistajan asennus- ja käyttöohjeiden mukaisesti. Analysaattori ja muunnin säädetään tarpeen mukaan suorituskyvyn optimoimiseksi.
- b) Otsonointilaitteen sisääntulo kytketään nollailma- tai happilähteeseen ja ulostulo 3-haaraisen t-kappaleen yhteen haaraan. Toiseen haaraan kytketään NO-vertailukaasu ja kolmanteen NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen sisääntulo.
- c) Tarkastus suoritetaan seuraavasti:
  - i) Otsonointilaitteen ilma suljetaan, virta katkaistaan ja NO<sub>2</sub>-NO-muunnin asetetaan ohituskäytölle (eli NO-käytölle). Laitteiston annetaan vakautua ottaen huomioon vain siirtoviipeet ja mittauslaitteiden vaste.
  - ii) NO- ja nollakaasuvirrat säädetään niin, että NO-pitoisuus analysaattorilla on lähellä testauksen aikana odotettavissa olevaa suurinta NO<sub>x</sub>-kokonaispitoisuutta. Kaasuseoksen NO<sub>2</sub>-pitoisuuden on oltava pienempi kuin 5 prosenttia NO-pitoisuudesta. NO-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NOref}}$ . Suurempaa pitoisuutta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti verifioinnin täsmällisyyden varmistamiseksi, jos odotettavissa oleva NO-pitoisuus on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan verifiointia varten suosittelema vähimmäisalue.
  - iii) Otsonointilaitteen O<sub>2</sub>-syöttö kytketään toimintaan ja O<sub>2</sub>-virtaus säädetään niin, että analysaattorin osoittama NO-pitoisuus on noin 10 prosenttia pienempi kuin arvo  $x_{\text{NOref}}$ . NO-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NO+O2mix}}$ .
  - iv) Otsonointilaitte kytketään toimintaan ja otsonintuotanto säädetään niin, että analysaattorilla mitattu NO-pitoisuus on noin 20 prosenttia arvosta  $x_{\text{NOref}}$  ja reagoimattoman NO:n määrä pysyy vähintään 10 prosentissa. NO-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NOmeas}}$ .
  - v) Kytketään NO<sub>x</sub>-analysaattori NO<sub>x</sub>-toimintaan ja mitataan NO<sub>x</sub>:n kokonaispitoisuus. NO<sub>x</sub>-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NOxmeas}}$ .
  - vi) Kytketään otsonaattori pois toiminnasta, mutta annetaan kaasun virrata järjestelmän lävitse. NO<sub>x</sub>-analysaattori ilmaisee NO<sub>x</sub>:n määrän seoksessa NO + O<sub>2</sub>. NO<sub>x</sub>-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NOx+O2mix}}$ .
  - vii) Katkaistaan O<sub>2</sub>-syöttö. NO<sub>x</sub>-analysaattori ilmaisee NO<sub>x</sub>:n määrän alkuperäisessä NO/N<sub>2</sub>-seoksessa. NO<sub>x</sub>-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona  $x_{\text{NOxref}}$ . Tämä arvo saa olla enintään 5 prosenttia suurempi kuin arvo  $x_{\text{NOref}}$ .
- d) Suorituskyvyn arviointi. NO<sub>x</sub>-muuntimen hyötysuhde lasketaan sijoittamalla saadut pitoisuudet yhtälöön (6-26):

$$\text{Efficiency} [\%] = \left( 1 + \frac{x_{\text{NOxmeas}} - x_{\text{NOx+O2mix}}}{x_{\text{NO+O2mix}} - x_{\text{NOmeas}}} \right) \times 100 \quad (6-26)$$

- e) Jos tulos on alle 95 prosenttia, NO<sub>2</sub>-NO-muunnin on korjattava tai vaihdettava.

## 8.1.12 Hiukkasmittaukset

### 8.1.12.1 Hiukkasvaa'an ja punnitusprosessin verifiointit

#### 8.1.12.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Tässä kohdassa kuvaillaan kolme verifiointimenettelyä:

- a) hiukkasvaa'an suorituskyyvyn itsenäinen verifiointi 370 päivän aikana ennen minkään suodattimen punnitsemista;
- b) vaa'an nollaus ja kohdistus 12 tunnin kuluessa ennen minkään suodattimen punnitsemista;
- c) sen verifiointi, että vertailusuodattimien massan määrittäminen ennen suodattimien punnitsemista ja sen jälkeen on vaaditun toleranssin rajoissa.

#### 8.1.12.1.2 Itsenäinen verifiointi

Vaa'an valmistajan (tai valmistajan hyväksymän edustajan) on verifioitava vaa'an suorituskyyky 370 päivän aikana ennen testausta kansainvälisten tarkastusmenettelyiden mukaisesti.

#### 8.1.12.1.3 Nollaus ja kohdistus

Vaa'an suorituskyyky on verifioitava nollaamalla ja kohdistamalla se ainakin yhdellä kalibrointipainolla. Kaikkien verifiointien käytettävien painojen on täytettävä 9.5.2 kohdan vaatimukset. Sekä käsikäyttöistä että automatisoitua menettelyä voidaan käyttää seuraavasti:

- a) Käsikäyttöisessä menettelyssä vaaka nollataan ja kohdistetaan vähintään yhdellä kalibrointipainolla. Jos hiukkasmittausten tarkkuuden ja täsmällisyyden parantamiseksi tavallisesti lasketaan toistettujen punnitusmenettelyjen keskiarvot, samaa menettelyä on sovellettava vaa'an suorituskyyvyn verifiointissa.
- b) Automaattisessa menettelyssä käytetään sisäisiä kalibrointipainoja automatisoidusti vaa'an suorituskyyvyn verifiointiksi. Sisäisten kalibrointipainojen on täytettävä 9.5.2 kohdassa esitetyt vaatimukset tämän verifiointin toteuttamiseksi.

#### 8.1.12.1.4 Vertailunäytteen punnitseminen

Kaikki punnituksen aikana saadut massalukemat on verifioitava punnitsemalla vertailunäytteenottovälineitä (esim. suodattimia) ennen punnitusjaksoa ja sen jälkeen. Punnitusjakso voi olla niin lyhyt kuin halutaan, mutta se ei saa olla pidempi kuin 80 tuntia. Jakso voi sisältää sekä testiä edeltäviä että testin jälkeisiä massalukemia. Kutakin vertailunäytteenottovälinettä koskevien perättäisten massamääritysten on annettava tulokseksi sama arvo, joka on  $\pm 10 \mu\text{g:n}$  tai  $\pm 10$  prosentin rajoissa odotettavissa olevasta kokonaishiukkas-massasta sen mukaan, kumpi toleranssi on suurempi. Jos perättäiset hiukkasnäytteenottosuodattimien punnitukset eivät ole tämän kriteerin mukaisia, kaikki yksittäiset testisuodattimien massalukemat, jotka on saatu vertailusuodattimien perättäisten massamääritysten välisenä aikana, on mitätöitävä. Nämä suodattimet voidaan punnita uudelleen toisen punnitusjakson aikana. Jos suodatin mitätöidään testin jälkeen, kyseinen testiaikaväli on mitätön. Verifiointi tehdään seuraavasti:

- a) Vähintään kahta käyttämätöntä hiukkasnäytteenottovälinettä säilytetään hiukkasmittauksen vakautusympäristössä. Niitä käytetään vertailuvälineinä. Samaa materiaalia olevia ja saman kokoisia käyttämättömiä suodattimia valitaan käytettäväksi vertailuvälineinä.
- b) Vertailuvälineet vakautetaan hiukkasmittausten vakautusympäristössä. Vertailuvälineiden katsotaan vakautuneen, jos ne ovat olleet vakautusympäristössä vähintään 30 minuutin ajan ja vakautusympäristö on ollut 9.3.4.4 kohdan vaatimusten mukaisessa tilassa vähintään edeltäneiden 60 minuutin ajan.
- c) Vaakaa käytetään useita kertoja vertailunäytteen punnitsemiseen kirjaamatta tuloksia.

- d) Vaaka nollataan ja kohdistetaan. Vaa'alle asetetaan testimassa (esim. kalibrointipaino). Testimassa poistetaan vaa'alta ja varmistetaan, että vaaka palaa hyväksyttävään nollalukemaan normaalin vakautumisajan kuluessa.
- e) Kukin vertailuväline (esim. suodatin) punnitaan ja sen massa kirjataan. Jos vertailuvälineiden (esim. suodattimien) massalukemien tarkkuuden ja täsmällisyyden parantamiseksi tavallisesti lasketaan toistettujen punnitusmenettelyjen keskiarvot, samaa menettelyä on sovellettava vertailuvälineiden massojen keskiarvojen mittaamiseksi.
- f) Punnitussympäristön kastepiste, lämpötila ja ilmanpaine kirjataan.
- g) Kirjattuja ympäristöolosuhteita käytetään tulosten kelluvuuskorjauksen tekemiseksi 8.1.13.2 kohdan mukaisesti. Kaikkien vertailuvälineiden kelluvuuskorjatut massat kirjataan.
- h) Kunkin vertailuvälineen (esim. suodattimen) kelluvuuskorjattu massa vähennetään sen aikaisemmin mitatusta ja kirjatusta kelluvuuskorjatusta massasta.
- i) Jos jonkin vertailusuodattimen havaittu massa vaihtelee tässä kohdassa sallittua enemmän, kaikki hiukkasmassamääritykset, jotka on tehty vertailuvälineen edellisen hyväksyttävän massavalidoinnin jälkeen, on mitätöitävä. Vertailuhiukkassuodattimet voidaan hylätä, jos vain yhden suodattimen massa on muuttunut sallittua enemmän ja kyseisen suodattimen massan muutokselle voidaan pitävästi osoittaa erityinen syy, joka ei ole vaikuttanut muihin prosessissa käytettävien suodattimiin. Tällöin validointi voidaan katsoa hyväksyttäväksi. Tässä tapauksessa kontaminoitunutta vertailuvälinettä ei oteta huomioon, kun määritetään vastaavuutta tämän kohdan j alakohdan vaatimusten kanssa, vaan kyseinen vertailusuodatin hylätään ja vaihdetaan.
- j) Jos jokin vertailumassoista vaihtelee tässä 8.1.12.1.4 kohdassa sallittua enemmän, kaikki hiukkastulokset, jotka saatiin vertailumassojen kahden määrittämisen välisenä aikana, on mitätöitävä. Jos hiukkasmittauksen vertailunäytteenottoväline hylätään tämän kohdan i alakohdan mukaisesti, ainakin yhden vertailumassaeron on oltava tämän 8.1.12.1.4 kohdan kriteerien mukainen. Muutoin kaikki vertailuvälineiden massan kyseisten kahden määrittämisen välisenä aikana saadut hiukkastulokset on mitätöitävä.

#### 8.1.12.2 Hiukkassuodattimen kelluvuuskorjaus

##### 8.1.12.2.1 Yleistä

Hiukkasnäytesuodattimeen on tehtävä korjaus sen mukaan, mikä on sen kelluvuus ilmassa. Kelluvuuskorjaus määräytyy näytesuodatinmateriaalin, ilman ja vaa'an kalibroinnissa käytetyn painon tiheyden mukaan. Kelluvuuskorjaus ei ota huomioon hiukkasten itsensä kelluvuutta, sillä hiukkasten massa on yleensä vain 0,01–0,10 prosenttia kokonaispainosta. Näin pieneen massaan kohdistuva korjaus olisi enimmillään vain 0,010 prosenttia. Kelluvuuskorjatut arvot ovat hiukkasnäytteiden taaramassat. Ennen testausta tehdyn punnituksen kelluvuuskorjatut arvot vähennetään testauksen jälkeen tehdyn vastaavan suodattimen punnituksen kelluvuuskorjatuista arvoista testauksen aikaisten hiukkaspäästöjen massan määrittämiseksi.

##### 8.1.12.2.2 Hiukkasnäytesuodattimen tiheys

Erilaisten hiukkasnäytesuodattimien tiheys on erilainen. Mittauksissa on käytettävä näytteenottovälineen tunnettua tiheyttä tai jonkin yleisen näytteenottovälineen tiheyttä seuraavasti:

- a) PTFE-pinnoitettu borosilikaattilasi: käytetään näytteenottovälineen tiheyttä 2 300 kg/m<sup>3</sup>.
- b) PTFE-kalvo, jossa on polymetyylipenteenistä valmistettu tukirengas, joka muodostaa 95 prosenttia välineen massasta: käytetään näytteenottovälineen tiheyttä 920 kg/m<sup>3</sup>.
- c) PTFE-kalvo, jossa on PTFE:stä valmistettu tukirengas: käytetään näytteenottovälineen tiheyttä 2 144 kg/m<sup>3</sup>.

## 8.1.12.2.3 Ilman tiheys

Koska hiukkasten punnitusympäristö on tarkoin säädelty niin, että lämpötila on  $295 \pm 1$  K ( $22 \pm 1$  °C) ja kastepiste  $282,5 \pm 1$  K ( $9,5 \pm 1$  °C), ilman tiheys on ensisijassa riippuvainen ilmanpaineesta. Siksi kelluvuuskorjaus määritetään pelkästään ilmanpaineen funktiona.

## 8.1.12.2.4 Kalibrointipainon tiheys

Käytetään metallisen kalibrointipainon materiaalin ilmoitettua tiheyttä.

## 8.1.12.2.5. Korjauksen laskeminen

Hiukkasnäytesuodattimen kelluvuuskorjaus lasketaan yhtälöllä (6-27):

$$m_{\text{cor}} = m_{\text{uncor}} \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_{\text{media}}}}{\frac{\rho_{\text{weight}}}{\rho_{\text{media}}}} \right) \quad (6-27)$$

jossa:

$m_{\text{cor}}$  on kelluvuuskorjattu hiukkasnäytesuodattimen massa

$m_{\text{uncor}}$  on kelluvuuskorjaamaton hiukkasnäytesuodattimen massa

$\rho_{\text{air}}$  on ilman tiheys vaa'an lähellä

$\rho_{\text{weight}}$  on vaa'an kalibroinnissa käytetyn painon tiheys

$\rho_{\text{media}}$  on hiukkasnäytesuodattimen tiheys

ja

$$\rho_{\text{air}} = \frac{p_{\text{abs}} \cdot M_{\text{mix}}}{R \cdot T_{\text{amb}}} \quad (6-28)$$

jossa:

$p_{\text{abs}}$  on absoluuttinen paine vaa'an lähellä

$M_{\text{mix}}$  on ilman moolimassa vaa'an lähellä

$R$  on molaarinen kaasuvakio

$T_{\text{amb}}$  on ympäristön absoluuttinen lämpötila vaa'an lähellä

## 8.2 Mittauslaitteiden validointi testausta varten

## 8.2.1 Eränäytteenoton suhteellisen virtauksen ohjauksen ja hiukkaseränäytteenoton vähimmäislaimennussuhteen validointi

## 8.2.1.1 Vakioilavuusnäytteenottimen (CVS) suhteellisuuskriteerit

#### 8.2.1.1.1 Suhteelliset virtausmäärät

Liitteen VII lisäyksessä 3 tarkoitetuissa tilastollisissa laskelmissa käytetään kaikkien virtausmittariparien osalta kirjattua näytevirtaa ja kokonaisvirtaa tai niiden 1 Hz:n keskiarvoja. Näytevirtauksen ja kokonaisvirtauksen välinen estimaatin keskivirhe *SEE* on määritettävä. Kunkin testausaikavälin oalta on osoitettava, että *SEE* oli enintään 3,5 prosenttia keskimääräisestä näytevirtauksesta.

#### 8.2.1.1.2 Vakiovirtaukset

Kunkin virtausmittariparin osalta on kirjattujen näytevirtausten ja kokonaisvirtausten tai niiden 1 Hz:n keskiarvojen perusteella osoitettava, että kukin virtaus oli vakio  $\pm 2,5$  prosentin rajoissa vastaavasta keskimääräisestä tai tavoitevirtauksesta. Seuraavia vaihtoehtoja voidaan käyttää sen sijaan, että kirjattaisiin jokaisen mittarityypin virtausmäärä.

- a) Kriittisen virtauksen venturi: Kriittisen virtauksen ventureiden osalta käytetään kirjattuja venturin sisääntulon olosuhteita tai niiden 1 Hz:n keskiarvoja. On osoitettava, että virtaustiheys venturin sisääntulossa oli vakio  $\pm 2,5$  prosentin rajoissa kunkin testiaikavälin keskimääräisestä tai tavoitetiheydestä. CVS:n kriittisen virtauksen venturin osalta tämä voidaan osoittaa näyttämällä toteen, että absoluuttinen lämpötila venturin sisääntulossa oli vakio  $\pm 4$  prosentin rajoissa absoluuttisen lämpötilan keskimääräisestä tai tavoitearvosta kunkin testiaikavälin aikana.
- b) Syrjäytyspumppu: Käytetään kirjattuja pumpun sisääntulon olosuhteita tai niiden 1 Hz:n keskiarvoja. On osoitettava, että virtaustiheys pumpun sisääntulossa oli vakio  $\pm 2,5$  prosentin rajoissa kunkin testiaikavälin keskimääräisestä tai tavoitetiheydestä. CVS:n pumpun osalta tämä voidaan osoittaa näyttämällä toteen, että absoluuttinen lämpötila pumpun sisääntulossa oli vakio  $\pm 2$  prosentin rajoissa absoluuttisen lämpötilan keskimääräisestä tai tavoitearvosta kunkin testiaikavälin aikana.

#### 8.2.1.1.3 Näytteenoton suhteellisuuden osoittaminen

Kaikkien suhteellisten eränäytteiden (esim. pussi, hiukkassuodatin) osalta on jollakin seuraavista menetelmistä osoitettava, että näytteenotto tapahtui suhteellisesti. On huomattava, että korkeintaan 5 prosenttia datapisteiden kokonaismäärästä voidaan jättää pois vieraina havaintoina.

Hyvää teknistä käytäntöä noudattaen on analyysillä osoitettava, että suhteellisen virtauksen ohjausjärjestelmä varmistaa näytteenoton suhteellisuuden kaikissa testauksen aikana odotettavissa olevissa olosuhteissa. Esimerkiksi kriittisen virtauksen ventureita voidaan käyttää sekä näytevirtauksen että kokonaisvirtauksen mittaamiseen, jos voidaan osoittaa, että niillä on aina sama sisääntulopaine ja -lämpötila ja että ne toimivat aina kriittisen virtauksen olosuhteissa.

Hiukkaspäästöjen eränäytteenoton vähimmäislaimennussuhde testiaikavälillä määritetään käyttämällä mitattuja tai laskettuja virtauksia ja/tai merkkikaasupitoisuuksia (esim. CO<sub>2</sub>).

#### 8.2.1.2 Osavirtauslaimennusjärjestelmän validointi

Osavirtauslaimennusjärjestelmän ohjaus suhteellisen raakapakokaasunäytteen ottamiseksi edellyttää nopeaa järjestelmävastetta. Indikaattorina on osavirtauslaimennusjärjestelmän täsmällisyys. Järjestelmän muunnosaika määritetään 8.1.8.6.3.2 kohdassa kuvatulla menetelmällä. Osavirtauslaimennusjärjestelmän varsinaisen ohjauksen on perustuttava mitattuihin senhetkisiin olosuhteisiin. Jos pakokaasuvirtauksen mittauksen ja osavirtausjärjestelmän yhdistetty muunnosaika on  $\leq 0,3$  sekuntia, on käytettävä online-ohjausta. Jos muunnosaika on yli 0,3 sekuntia, on käytettävä aiemmin tallennettuun testausjaksoon perustuvaa ennakoivaa ohjausta. Tässä tapauksessa yhdistelmän nousuajan on oltava  $\leq 1$  sekuntia ja yhdistelmän viipeen  $\leq 10$  sekuntia. Järjestelmän kokonaisvaste on suunniteltava siten, että varmistetaan pakokaasun massavirtaan suhteutettu edustava hiukkasnäyte  $q_{mp,i}$  (pakokaasun näytevirtaus osavirtauslaimennusjärjestelmään). Suhteen määrittämiseksi on tehtävä regressioanalyysi arvojen  $q_{mp,i}$  ja  $q_{mew,i}$  (pakokaasun massanopeus märkäpainon perusteella) välillä vähintään 5 Hz:n tiedonkeruutaajuudella, ja seuraavien kriteerien on täyttyvä:

- a) Arvojen  $q_{mp,i}$  ja  $q_{mew,i}$  välisen regressioanalyysin korrelaatiokertoimen  $r^2$  on oltava vähintään 0,95.

b) Arvojen  $q_{mp,i}$  ja  $q_{mew,i}$  välinen estimaatin keskivirhe saa olla enintään 5 prosenttia  $q_{mp}$ :n enimmäisarvosta.

c) Regressiolinjan  $q_{mp}$ -leikkaus saa olla enintään  $\pm 2\%$   $q_{mp}$ :n enimmäisarvosta.

Ennakoiva ohjaus on pakollinen, jos hiukkasjärjestelmän muunnos aika  $t_{50,P}$  ja pakokaasun massavirta-signaalin muunnos aika  $t_{50,F}$  ovat yhteenlaskettuina yli 0,3 s. Tässä tapauksessa tehdään esitestit, ja esitestin pakokaasumassavirta-signaalia käytetään hiukkasjärjestelmän näytevirran ohjaukseen. Osavirtauslaimennusjärjestelmän oikea ohjaus saavutetaan, jos  $q_{mp}$ :n ohjaukseen käytettävän esitestin  $q_{mew,pre}$ :n aikamerkkiä siirretään ”ennakointiajalla”  $t_{50,P} + t_{50,F}$ .

Arvojen  $q_{mp,i}$  ja  $q_{mew,i}$  välisen korrelaation määrittämiseen käytetään varsinaisen testin aikana kerättyjä tietoja siten, että  $q_{mew,i}$ :n aikaa mukautetaan suhteessa  $q_{mp,i}$ :hin ajalla  $t_{50,F}$  (aikaa  $t_{50,P}$  ei käytetä ajan mukauttamiseen). Arvojen  $q_{mew}$  ja  $q_{mp}$  välinen aikasiirtymä on siis näille arvoille 8.1.8.6.3.2 kohdan mukaisesti määriteltyjen muunnosajkojen välinen ero.

## 8.2.2 Kaasuanalysaattorin toiminta-alueen validointi sekä siirtymän validointi ja korjaus

### 8.2.2.1 Toiminta-alueen validointi

Jos analysaattori jossakin vaiheessa testauksen aikana toimii mittausalueensa 100 prosentin rajan yläpuolella, on suoritettava seuraavat toimenpiteet:

#### 8.2.2.1.1 Eränäytteenotto

Näyte analysoidaan uudelleen käyttäen alhaisinta analysaattorin toiminta-aluetta, joka antaa tulokseksi suurimman mittauslaitteevasteen 100 prosentin kohdan alapuolella. Tulos ilmoitetaan alimmasta mittausalueesta, jolla analysaattori toimii mittausalueensa 100 prosentin rajan alapuolella koko testin ajan.

#### 8.2.2.1.2 Jatkuva näytteenotto

Koko testi uusitaan käyttäen seuraavaa ylempää analysaattorin toiminta-aluetta. Jos analysaattori edelleen toimii mittaus alueensa 100 prosentin rajan yläpuolella, testi uusitaan käyttäen seuraavaa ylempää aluetta. Testi uusitaan kunnes analysaattori toimii koko testin ajan alueensa 100 prosentin rajan alapuolella.

#### 8.2.2.2 Siirtymän validointi ja korjaus

Jos siirtymä on enintään  $\pm 1$  prosentti, tiedot voidaan hyväksyä joko ilman korjausta tai korjattuina. Jos siirtymä on suurempi kuin  $\pm 1$  prosentti, kullekin epäpuhtaudelle, jolla on ominaispäästön raja-arvo, ja  $\text{CO}_2$ :lle on laskettava kaksi sarjaa ominaispäästötuloksia. Yksi sarja lasketaan tiedoista, jotka on saatu ennen siirtymäkorjausta. Toinen sarja lasketaan sen jälkeen, kun kaikille tiedoille on tehty siirtymäkorjaus liitteessä VII olevan 2.6 kohdan ja liitteen VII lisäyksen 1 mukaisesti. Vertailu tehdään prosenttiosuutena korjaamattomista tuloksista. Korjaamattomien ja korjattujen ominaispäästöarvojen ero saa olla enintään  $\pm 4$  prosenttia korjaamattomista ominaispäästöarvoista tai päästöjen raja-arvoista sen mukaan, kumpi on suurempi. Jos näin ei ole, koko testi on mitätön.

## 8.2.3 Hiukkasnäytteenottovälineiden (esim. suodattimien) esivakiointi ja taarapunnitus

Ennen päästötestiä on suoritettava seuraavat toimenpiteet hiukkasnäytteenoton suodattimien ja laitteiden valmistelemiseksi hiukkasmittauksia varten.

### 8.2.3.1 Määräaikaiset verifiointit

On varmistettava, että punnitus- ja vakautusympäristöt läpäisevät 8.1.12 kohdan mukaiset määräaikaiset verifiointit. Vertailusuodatin on punnittava juuri ennen testisuodattimien punnitsemista asianmukaisen vertailukohdan vahvistamiseksi (menettelyn yksityiskohdat kuvaillaan 8.1.12.1 kohdassa). Vertailusuodattimien vakaus verifioidaan testin jälkeisen vakautusjakson jälkeen juuri ennen testauksen jälkeen tehtävää punnitusta.

### 8.2.3.2 Silmämääräinen tarkastus

Käyttämättömät näytesuodattimet tarkastetaan silmämääräisesti, ja vialliset suodattimet hylätään.

### 8.2.3.3 Maadoitus

Hiukkassuodattimia käsiteltäessä on käytettävä maadoitettuja pihtejä tai maadoitushihnaa 9.3.4 kohdan mukaisesti.

### 8.2.3.4 Käyttämättömät näytteenottovälineet

Käyttämättömät näytteenottovälineet on sijoitettava säiliöihin, jotka ovat avoinna hiukkasmittauksen vakautusympäristöön. Käytetyt suodattimet voidaan laittaa suodatinkasetin alaosaan.

### 8.2.3.5 Vakautus

Näytteenottovälineet vakautetaan hiukkasmittausten vakautusympäristössä. Käyttämättömän näytteenottovälineen voidaan katsoa olevan vakautunut, jos se on ollut hiukkasmittausten vakautusympäristössä vähintään 30 minuutin ajan, jona aikana vakautusympäristö on ollut 9.3.4 kohdan vaatimusten mukainen. Jos kuitenkin massan odotetaan olevan vähintään 400 µg, näytteenottovälineitä on vakautettava vähintään 60 minuutin ajan.

### 8.2.3.6 Punnitus

Näytteenottovälineet voidaan punnita käsin tai automaattisesti seuraavasti:

- a) Automaattisessa punnituksessa näytteet on valmistettava punnitusta varten automaattisen järjestelmän valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tähän voi kuulua näytteiden laittaminen erityiseen säiliöön.
- b) Käsin tapahtuva punnitus on tehtävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
- c) Vaihtoehtoisesti punnituksessa voidaan käyttää sijoitusmenettelyä (ks. 8.2.3.10 kohta).
- d) Kun suodatin on punnittu, se palautetaan petrimaljaan ja peitetään.

### 8.2.3.7 Kelluvuuskorjaus

Mitatulle painolle tehdään kelluvuuskorjaus 8.1.1 3.2 kohdan mukaisesti.

### 8.2.3.8 Toistaminen

Suodattimen massan mittaukset voidaan toistaa massan keskiarvon määrittämiseksi hyvän teknisen käytännön mukaisesti ja vieraiden havaintojen sulkemiseksi pois keskiarvon laskennasta.

### 8.2.3.9 Taarapunnitus

Käyttämättömät taarapunnitut suodattimet on asetettava puhtaisiin suodatinkasetteihin, ja kasetit on sijoitettava peitettyyn tai suljettuun säiliöön, kunnes ne viedään testikammioon näytteenottoa varten.

### 8.2.3.10 Sijoitusmenettely

Punnituksessa voidaan vaihtoehtoisesti käyttää sijoitusmenettelyä, jossa punnitaan vertailupaino sekä ennen hiukkasnäytteenottovälineen (esim. suodattimen) jokaista punnitusta että kunkin punnituksen jälkeen. Sijoitusmenettelyssä on tehtävä useampia mittauksia, mutta se korjaa nollavasteen siirtymän ja se on riippuvainen vaa'an lineaarisuudesta vain suppealla mittausalueella. Menetelmä on käyttökelpoisin silloin, kun mitataan hiukkasmassoja, jotka ovat pienempiä kuin 0,1 prosenttia näytteenottovälineen massasta. Se ei kuitenkaan välttämättä ole asianmukainen silloin, kun kokonaishiukkasmassat ovat suurempia kuin 1 prosentti näytteenottovälineen massasta. Jos sijoitusmenettelyä käytetään, sitä on käytettävä sekä testiä edeltävässä että testin jälkeisessä punnituksessa. Testiä edeltävässä ja testin jälkeisessä punnituksessa on käytettävä samaa sijoituspainoa. Sijoituspainon massa on kelluvuuskorjattava, jos sijoituspainon tiheys on pienempi kuin 2,0 g/cm<sup>3</sup>. Seuraavassa annetaan esimerkki sijoitusmenettelyn vaiheista:

- a) On käytettävä maadoitettuja pihtejä tai maadoitushihnaa 9.3.4.6 kohdan mukaisesti.



- b) On käytettävä staattisen sähköön neutraloijaa 9.3.4.6 kohdan mukaisesti vaakakuppiin asetettävien esineiden staattisen sähkövarauksen minimoimiseksi.
- c) Valitaan sellainen sijoituspaino, joka on 9.5.2 kohdassa esitettyjen kalibrointipainoja koskevien vaatimusten mukainen. Sijoituspainon tiheyden on oltava sama kuin painon, jota käytetään mikrovaan kohdistamiseen, ja sen on oltava massaltaan lähellä käyttämättömän näytteenottovälineen massaa. Jos käytetään suodattimia, painon massan on oltava noin 80–100 mg, kun käytetään tavanomaista suodatinta, jonka läpimitta on 47 mm.
- d) Vakaa vaakalukema kirjataan ja kalibrointipaino poistetaan.
- e) Käyttämätön näytteenottoväline (esim. uusi suodatin) punnitaan, vakaa vaakalukema kirjataan ja punnitusympäristön kastepiste, lämpötila ja ilmanpaine kirjataan.
- f) Kalibrointipaino punnitaan uudelleen ja vakaa vaakalukema kirjataan.
- g) Lasketaan aritmeettinen keskiarvo kalibrointipainolukemista, jotka saatiin välittömästi ennen käyttämättömän näytteenottovälineen punnitusta ja heti punnituksen jälkeen. Keskiarvo vähennetään käyttämättömän näytteenottovälineen antamasta lukemasta, ja kalibrointipainon todistuksessa ilmoitettu painon todellinen massa lisätään. Tulos kirjataan. Tämä on käyttämättömän näytteenottovälineen taarapaino ilman kelluvuuskorjausta.
- h) Sijoitusmenettelyn vaiheet toistetaan muiden käyttämättömien näytteenottovälineiden osalta.
- i) Kun punnitus on tehty, toimitaan 8.2.3.7–8.2.3.9 kohdassa annettujen ohjeiden mukaisesti.

#### 8.2.4 Hiukkasnäytesuodattimen vakauttaminen ja punnitus testin jälkeen

Käytetty hiukkassuodatin on laitettava peitettyyn tai suljettuun astiaan tai suodattimen pidin on suljettava näytesuodattimien suojaamiseksi ulkoiselta kontaminaatiolta. Käytetyt suodattimet on näin suojattuna palautettava hiukkassuodattimien vakautuskammioon tai -huoneeseen. Sitten hiukkassuodattimet on vakioitava ja punnittava.

##### 8.2.4.1 Määräaikainen verifiointi

On varmistettava, että punnitus- ja vakautusympäristöt ovat läpäisseet 8.1.13.1 kohdan mukaiset määräaikaiset verifiointit. Kun testaus on suoritettu, suodattimet on palautettava punnituksen ja hiukkasmittauksen vakautusympäristöön. Punnituksen ja hiukkasmittauksen vakautusympäristön on täytettävä 9.3.4.4 kohdan mukaiset ympäristöolosuhteita koskevat vaatimukset. Jos niin ei ole, testisuodattimia on säilytettävä peitettyinä siihen saakka, että olosuhteet ovat vaatimusten mukaiset.

##### 8.2.4.2 Poistaminen suljetuista säiliöistä

Hiukkasnäytteet poistetaan suljetuista säiliöistä hiukkasmittauksen vakautusympäristössä. Suodattimet voidaan poistaa kaseteistaan ennen vakautusta tai sen jälkeen. Kun suodatinta poistetaan kasetista, kasetin yläosa on irrotettava alaosasta tätä varten tarkoitetulla kasetinerottimella.

##### 8.2.4.3 Maadoitus

Hiukkasnäytteitä käsiteltäessä on käytettävä maadoitettuja pihtejä tai maadoitushihnaa 9.3.4.5 kohdan mukaisesti.

##### 8.2.4.4 Silmämääräinen tarkastus

Kerätyt hiukkasnäytteet ja niihin liittyvät suodattimet on tarkastettava silmämääräisesti. Jos suodattimen tai kerätyn hiukkasnäytteen tila ei näytä asianmukaiselta tai jos hiukkaset ovat kosketuksessa muuhun pintaan kuin suodattimeen, näytettä ei voida käyttää hiukkaspäästöjen määrittämisessä. Jos hiukkaset ovat kosketuksessa muuhun pintaan, kyseinen pinta on puhdistettava ennen jatkotoimenpiteitä.

#### 8.2.4.5 Hiukkasnäytteiden vakauttaminen

Hiukkasnäytteiden vakauttamiseksi ne on sijoitettava säiliöihin, jotka ovat avoinna hiukkasmittauksen vakautusympäristöön, joka kuvaillaan 9.3.4.3 kohdassa. Hiukkasnäyte on vakautunut, jos se on ollut hiukkasmittausten vakautusympäristössä jonkin seuraavassa kuvaillun jakson ajan ja kyseisenä aikana vakautusympäristö on ollut 9.3.4.3 kohdan vaatimusten mukainen.

- a) Jos on odotettavissa, että hiukkasmäärä suodattimen pinnalla on suurempi kuin  $0,353 \mu\text{g}/\text{mm}^2$  (oletuksena että kuormitus 38 mm:n läpimittaisella suodatusalalla on  $400 \mu\text{g}$ ), suodattimen on oltava vakautusympäristössä vähintään 60 minuutin ajan ennen punnitusta.
- b) Jos on odotettavissa, että hiukkasmäärä suodattimen pinnalla on pienempi kuin  $0,353 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ , suodattimen on oltava vakautusympäristössä vähintään 30 minuutin ajan ennen punnitusta.
- c) Jos odotettavissa olevaa kokonaishiukkasmäärää suodattimen pinnalla ei tiedetä, suodattimen on oltava vakautusympäristössä vähintään 60 minuutin ajan ennen punnitusta.

#### 8.2.4.6 Suodattimen massan määrittäminen testauksen jälkeen

Toistetaan 8.2.3 kohdassa kuvailtu menettely (8.2.3.6–8.2.3.9 kohta) suodattimen massan määrittämiseksi testauksen jälkeen.

#### 8.2.4.7 Kokonaismassa

Kunkin suodattimen kelluvuuskorjattu taaramassa vähennetään testauksen jälkeen mitatusta kyseisen suodattimen kelluvuuskorjatusta massasta. Tuloksena saadaan kokonaismassa  $m_{\text{total}}$ , jota käytetään liitteen VII mukaisissa päästölaskelmissa.

### 9. Mittauslaitteisto

#### 9.1 Moottoridynamometri

##### 9.1.1 Akselin työ

Mittauksissa on käytettävä moottoridynamometriä, jonka ominaisuudet soveltuvat kulloisenkin käyttösyklin suorittamiseen ja joka on asianomaisten syklin validointikriteerien mukainen. Seuraavia dynamometrejä voidaan käyttää:

- a) pyörrevirta- ja vesijarrudynamometrit;
- b) vaihtovirta- tai tasavirtadynamometrit;
- c) yksi tai useampia dynamometrejä.

##### 9.1.2 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

Vääntömomentin mittaamiseen voidaan käyttää kuormitusanturia tai linjassa olevaa vääntömomenttimittaria.

Kuormitusanturia käytettäessä vääntömomenttisygnali on siirrettävä moottorin akseliin ja dynamometrin inertia on otettava huomioon. Moottorin todellinen vääntömomentti on kuormitusanturista luettu vääntömomentti lisättyä kulmakiihtyvyydellä kerrotulla jarrun hitausmomentilla. Ohjausjärjestelmän on tehtävä laskutoimitus tosiaikaisesti.

##### 9.1.3 Moottorin lisälaitteet

Polttoaineen syöttöön, voiteluun, moottorin lämmittämiseen, jäähdytysnesteen kierrättämiseen tai jälkikäsittelylaitteiden käyttämiseen tarvittavien moottorin lisälaitteiden työ on otettava huomioon, ja laitteet on asennettava 6.3 kohdan vaatimusten mukaisesti.

## 9.1.4 Moottorin kiinnitys ja tehonsiirron akselijärjestelmä (luokka NRSh)

Jos se on tarpeen luokan NRSh moottorin asianmukaista testausta varten, käytetään valmistajan täsmentämää moottorin kiinnitystä testipenkkiä varten ja tehonsiirron akselijärjestelmää liitäntään dynamometrin pyörintäjärjestelmään.

## 9.2 Laimennusprosessi (tapauksen mukaan)

## 9.2.1 Laimenteen tila ja taustapitoisuudet

Kaasumaiset aineosat voidaan mitata raakana tai laimennettuna, mutta hiukkasmittaus edellyttää yleensä laimennusta. Laimennus voidaan toteuttaa osa- tai täysvirtauslaimennusjärjestelmällä. Laimennusta käytettäessä pakokaasu voidaan laimentaa ympäröivällä ilmalla, synteettisellä ilmalla tai typellä. Kaasumaisten päästöjen mittauksessa laimenteen lämpötilan on oltava vähintään 288 K (15 °C). Hiukkasnäytteenoton osalta laimenteen lämpötila vahvistetaan 9.2.2 (vakioilavuusnäytteenotto) ja 9.2.3 (osavirtauslaimennus muuttuvalla laimennussuhteella) kohdassa. Laimennusjärjestelmän kapasiteetin on oltava riittävän suuri, jotta veden tiivistyminen laimennus- ja näytteenottojärjestelmässä estyy täysin. Laimennusilmasta saa poistaa kosteuden ennen sen johtamista laimennusjärjestelmään, jos ilman kosteus on suuri. Laimennustunnelin seinämät ja tunnelin jälkeiset virtausputkistot voivat olla lämmitetyt tai eristetyt, jotta ehkäistä veden tiivistymistä eli vettä sisältävien aineosien olomuodon muuttumista kaasumaisesta nestemäiseksi.

Ennen laimenteen sekoittamista pakokaasuun se voidaan esivakioda korottamalla tai laskemalla sen lämpötilaa tai kosteutta. Laimenteesta voidaan poistaa aineosia niiden taustapitoisuuden pienentämiseksi. Seuraavia vaatimuksia sovelletaan aineosien poistamiseen tai taustapitoisuuksien huomioon ottamiseen.

- a) Laimenteen sisältämät ainepitoisuudet voidaan mitata ja niiden taustavaikutukset testaukseen kompensoida. Lisätietoja taustapitoisuuksien kompensoimiseen liittyvistä laskelmista annetaan liitteessä VII.
- b) 7.2, 9.3 ja 9.4 kohtaan sallitaan seuraavat muutokset kaasu- ja hiukkaspäästöjen taustapitoisuuksien mittausta varten:
  - i) Suhteellista näytteenottoa ei edellytetä.
  - ii) Voidaan käyttää lämmittämättömiä näytteenottojärjestelmiä.
  - iii) Voidaan käyttää jatkuvaa näytteenottoa riippumatta eränäytteenoton käyttämisestä laimennettuja päästöjä varten.
  - iv) Voidaan käyttää eränäytteenottoa riippumatta jatkuvan näytteenoton käyttämisestä laimennettuja päästöjä varten.
- c) Hiukkasten taustapitoisuuksien ottamiseksi huomioon voidaan soveltaa seuraavia vaihtoehtoja:
  - i) Taustahiukkasten poistamiseksi laimenne suodatetaan HEPA-suodattimilla, joiden alkukeräystehokkuus on vähintään 99,97 prosenttia (lisätietoja HEPA-suodatustehokkuuteen liittyvistä menettelyistä 2 artiklan 19 kohdassa).
  - ii) Jotta taustahiukkaspitoisuus voitaisiin korjata ilman HEPA-suodatusta, taustahiukkasten osuus näytteenottosuodatimeen kerätystä nettohiukkasmäärästä saa olla korkeintaan 50 prosenttia.
  - iii) Nettohiukkasmäärän taustakorjaus HEPA-suodatuksen avulla on sallittua ilman paineenrajoitusta.

## 9.2.2 Täysvirtausjärjestelmä

Täysvirtauslaimennus; vakioilavuusnäytteenotto (CVS). Raakapakokaasun täysi virtaus laimennetaan laimennustunnelissa. Vakiovirtausta voidaan pitää yllä pitämällä lämpötila ja paine virtausmittarin kohdalla raja-arvojen sisällä. Muuttuvaa virtausta on mitattava suoraan, jotta suhteellinen näytteenotto olisi mahdollista. Järjestelmän on oltava seuraavanlainen (ks. kuva 6.6):

- a) Laimennustunnelin sisäpintojen on oltava ruostumatonta terästä. Koko tunnelin on oltava sähköisesti maadoitettu. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää sähköä johtamattomia materiaaleja moottoriluokilla, joita eivät koske hiukkasmassan eivätkä hiukkasmäärän raja-arvot.

- b) Pakokaasun vastapainetta ei saa alentaa keinotekoisesti laimennusilman sisääntulojärjestelmän avulla. Staattisen paineen kohdassa, jossa raakapakokaasu syötetään tunneliin, on pysyttävä  $\pm 1,2$  kPa:n rajoissa ilmanpaineesta.
- c) Sekoittumisen tehostamiseksi raakapakokaasu on syötettävä tunneliin ohjaamalla se virtaussuuntaan tunnelin keskilinjaa myöten. Osa laimennusilmasta voidaan syöttää säteittäisesti tunnelin sisäpinnalta pakokaasun ja tunnelin seinämien välisen vuorovaikutuksen minimoimiseksi.
- d) Laimenne. Hiukkasnäytteenottoa varten laimenteen (ympäröivän ilman, synteettisen ilman tai tyyppien 9.2.1 kohdan mukaisesti) lämpötilan on oltava 293–325 K (20–52 °C) lähellä laimennustunnelin sisääntuloa.
- e) Laimennetun pakokaasuvirran Reynoldsin luvun  $Re$  on oltava vähintään 4 000, kun  $Re$  perustuu laimennustunnelin sisäläpimitaan.  $Re$  on määritelty liitteessä VII. Sekoittumisen riittävyys on verifioitava siirtämällä näytteenotinta tunnelin läpimitan alueella pysty- ja vaakasuunnassa. Jos analysaattorin vaste osoittaa, että vaihtelu on suurempaa kuin  $\pm 2$  prosenttia keskimääräisestä mitatusta pitoisuudesta, CVS-näytteenotinta on käytettävä suuremmalla virtausnopeudella, tai laitteistoon on asennettava sekoituslevy tai -suutin sekoittumisen parantamiseksi.
- f) Virtausmittauksen esivakiointi. Laimennettu pakokaasu voidaan vakioida ennen sen virtauksen mittaamista, kunhan vakiointi tapahtuu virtaussuunnassa lämmitetyn hiilivety- tai hiukkasnäytteenottimen alapuolella seuraavasti:
- käyttämällä virtauksensuuntaimia tai pulssinvaimentajia tai molempia;
  - käyttämällä suodatinta;
  - käyttämällä lämmönvaihdinta lämpötilan säätämiseen virtausmittarin yläpuolella huolehtien siitä, että veden tiivistymistä ei tapahdu.
- g) Veden tiivistyminen. Veden tiivistyminen on riippuvainen kosteudesta, paineesta, lämpötilasta ja muiden aineosien, kuten rikkihapon, pitoisuuksista. Näiden parametrien arvot vaihtelevat sen mukaan, mikä on moottorin imuilman kosteus, laimennusilman kosteus, ilman ja polttoaineen suhde moottorissa sekä polttoaineen koostumus ja esimerkiksi vedyn ja rikin määrä polttoaineessa.

Sen varmistamiseksi, että mitataan virtausta, joka vastaa mitattua pitoisuutta, voidaan joko estää veden tiivistyminen näytteenottimen sijaintipaikan ja virtausmittarin sisääntulon välillä laimennustunnelissa tai antaa tiivistymisen tapahtua ja mitata kosteus virtausmittarin sisääntulossa. Laimennustunnelin seinämät ja tunnelin jälkeiset virtausputkistot voivat olla lämmitetyt tai eristetyt veden tiivistymisen ehkäisemiseksi. Veden tiivistyminen on estettävä kaikkialla laimennustunnelissa. Jotkin pakokaasun aineosat voivat laimentua tai poistua kosteuden vaikutuksesta.

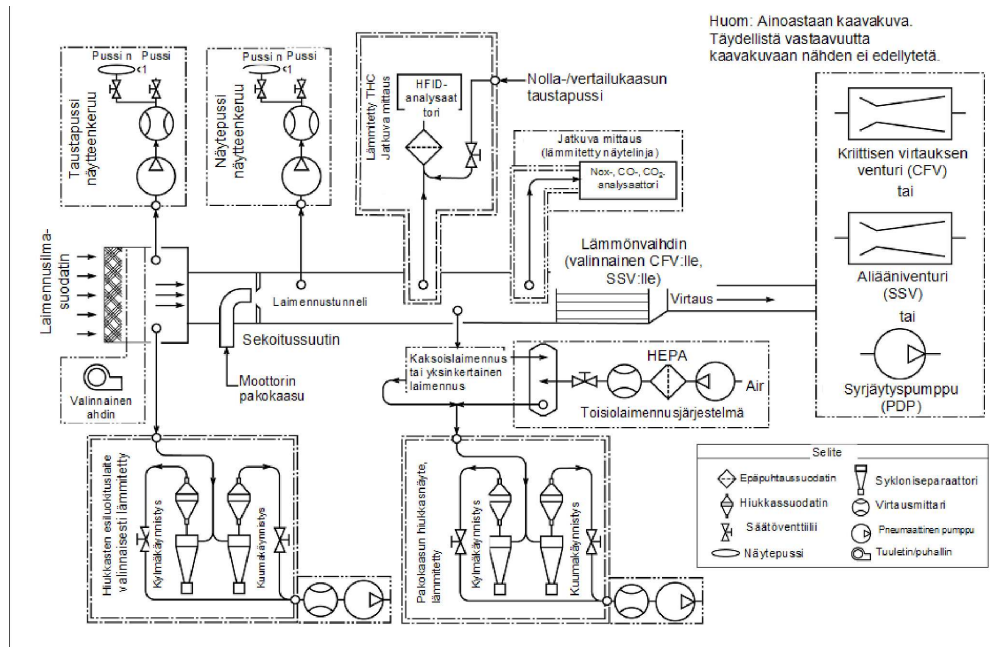
Hiukkasnäytteenotossa CVS:ltä tuleva jo suhteellinen virtaus kulkee (yhden tai useamman) toisilaimennuksen läpi, jotta saavutetaan vaadittava yleinen laimennussuhde, kuten käy ilmi kuvasta 9.2 ja 9.2.3.2 kohdasta.

- h) Yleisen laimennussuhteen on oltava vähintään välillä 5:1–7:1 ja primaarin laimennusvaiheen osalta vähintään 2:1 moottorin syklin tai testiaikavälin aikaisen pakokaasuvirtauksen enimmäismäärän perusteella.
- Viipymisajan järjestelmässä on oltava 0,5–5 sekuntia mitattuna laimenteen syöttöpaikasta suodattimenpitimiin.
  - Viipymisajan mahdollisessa toisiolaimennusjärjestelmässä on oltava vähintään 0,5 sekuntia mitattuna toisiolaimenteen syöttöpaikasta suodattimenpitimiin.

Hiukkasten massan määrittämiseksi vaaditaan hiukkasten näytteenottojärjestelmä, hiukkasten näytteenotto-suodatin, gravimetrinen vaaka ja punnituskammio, jonka lämpötila ja kosteus on säädelty.

Kuva 6.6.

## Esimerkkejä täysvirtausnäytteenoton järjestelyistä



## 9.2.3 Osavirtauslaimennusjärjestelmä (PFD)

## 9.2.3.1 Osavirtausjärjestelmän kuvaus

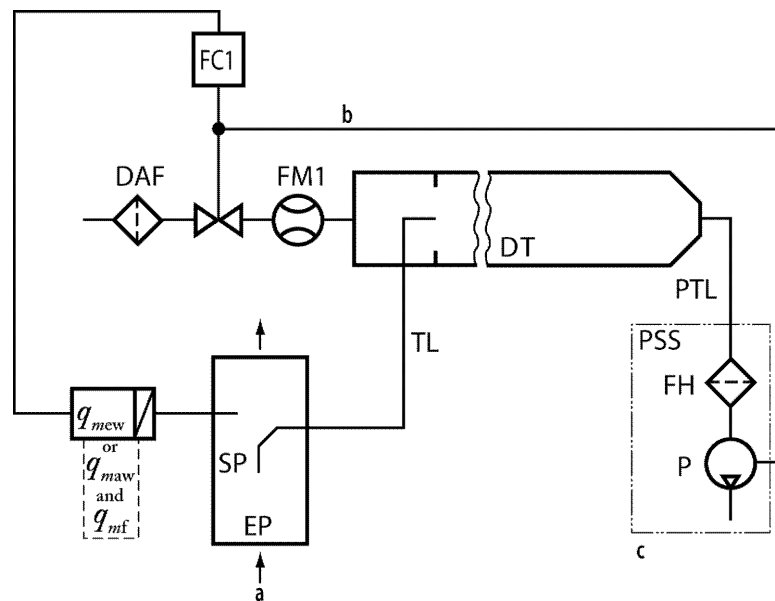
PFD-järjestelmä esitetään kaavamaisesti kuvassa 6.7. Kaavio kuvaa näytteen ottamisen, laimennuksen ja hiukkasnäytteenoton periaatetta yleisesti. Tarkoituksena ei ole sanoa, että kaikki kuvassa esitetyt komponentit ovat tarpeen mahdollisissa muissa näytteenottojärjestelmissä, jotka täyttävät näytteen keruun tarkoituksen. Muitakin järjestelyjä voidaan käyttää sillä edellytyksellä, että ne täyttävät samat näytteen ottamiseen, laimennukseen ja hiukkasnäytteenottoon liittyvät vaatimukset. Tällaisten järjestelyjen on täytettävä muita vaatimuksia, joita esitetään esimerkiksi 8.1.8.6 (määräaikaiset kalibroinnit) ja 8.2.1.2 kohdassa (validointi) muuttuvan laimennussuhteen PFD-järjestelmän osalta ja 8.1.4.5 kohdassa ja taulukossa 8.2 (linearisuuden verifiointi) sekä 8.1.8.5.7 kohdassa (verifiointi) vakioilaimennussuhteen PFD-järjestelmän osalta.

Kuten kuvasta 6.7 käy ilmi, raakapakokaasu tai ensiöilaimennettu virta siirretään pakoputkesta EP tai vakioilavuusnäytteenottimesta CVS näytteenottimen SP ja siirtolinjan TL kautta laimennustunneliin DT. Tunnelin läpi kulkevaa kokonaisvirtaa säädetään virtauksen ohjaimella ja hiukkasnäytteen keräysjärjestelmän PSS näytteenottopumpulla P. Suhteellisessa raakapakokaasun näytteenotossa laimennusilmavirtausta ohjataan virtauksen ohjaimella FC1, joka voi käyttää arvoa  $q_{mew}$  (pakokaasun massanopeus märkäpainon perusteella) tai arvoa  $q_{maw}$  (imuilman massanopeus märkäpainon perusteella) ja arvoa  $q_{mf}$  (polttoaineen massavirta) komentosihtinaaleina halutun pakokaasuajan aikaansaamiseksi. Näytteen virta laimennustunneliin DT on kokonaisvirran ja laimennusvirran välinen ero. Laimennusilman virtaus mitataan virtauksen mittauslaitteella FM1 ja kokonaisvirtaus hiukkasnäytteenottojärjestelmän virtauksen mittauslaitteella. Laimennussuhde lasketaan näistä kahdesta virtausnopeudesta. Kun näytteenotto tapahtuu raajan tai laimennetun pakokaasun vakioilaimennussuhteella suhteessa pakokaasuvirtaan (esim. hiukkasnäytteenoton toisiolaimennus), laimennusilmavirtaus on yleensä vakio, ja sitä ohjaa virtauksenohjain FC1 tai laimennusilmapumppu.

Laimennusilma (ympäröivä ilma, synteettinen ilma tai typpi) on suodatettava HEPA-suodattimella.

Kuva 6.7.

## Osavirtauslaimennusjärjestelmän kaaviokuva (kokonaisnäytteenottojärjestelmä)



a = moottorin pakokaasuvirta tai ensiölaimennettu virta

b = valinnainen

c = hiukkasnäytteenotto

Kuvan 6.7 osat:

DAF: laimennusilmasuodatin

DT: laimennustunneli tai toisiolaimennusjärjestelmä

EP: pakoputki tai ensiölaimennusjärjestelmä

FC1: virtauksen ohjain

FH: suodattimenpidin

FM1: virtauksen mittauslaite, jolla mitataan laimennusilman virtausta

P: näytteenottopumppu

PSS: hiukkasnäytteenottojärjestelmä

PTL: hiukkasnäytteen siirtolinja

SP: raakapakokaasun tai laimennetun pakokaasun näytteenotin

TL: siirtolinja

Massanopeudet, joita sovelletaan vain suhteellisen raakapakokaasun näytteenoton PFD-järjestelmässä:

$q_{mew}$  on pakokaasun massanopeus märkäpainon perusteella

$q_{maw}$  on imuilman massanopeus (märkä)

$q_{mf}$  on polttoaineen massavirta,

### 9.2.3.2 Laimennus

Laimenteen (ympäröivän ilman, synteettisen ilman tai typen 9.2.1 kohdan mukaisesti) lämpötilan on oltava 293–325 K (20–52 °C) lähellä laimennustunnelin sisäänmenoa.

Laimenteesta voidaan poistaa kosteus ennen sen tuloa laimennusjärjestelmään. Osavirtauslaimennusjärjestelmän on oltava sellainen, että moottorin pakokaasuvirrasta saadaan suhteellinen raakapakokaasunäyte ja järjestelmä ottaa huomioon pakokaasuvirtauksen poikkeamat ja näytteeseen johdetaan laimennusilmaa niin, että lämpötila testausuodattimella on 9.3.3.4.3 kohdan vaatimusten mukainen. Tämän takia laimennussuhde on määritettävä niin, että 8.1.8.6.1 kohdassa esitetyt tarkkuusvaatimukset täyttyvät.

Sen varmistamiseksi, että mitataan virtausta, joka vastaa mitattua pitoisuutta, voidaan joko estää veden tiivistyminen näytteenottimen sijaintipaikan ja virtausmittarin sisääntulon välillä laimennustunnelissa tai antaa tiivistymisen tapahtua ja mitata kosteus virtausmittarin sisääntulossa. PFD-järjestelmä voi olla lämmitetty tai eristetty veden tiivistymisen estämiseksi. Veden tiivistyminen on estettävä kaikkialla laimennustunnelissa.

Laimennussuhteen on oltava vähintään välillä 5:1–7:1 moottorin syklin tai testiaikavälin aikaisen pakokaasuvirtauksen enimmäismäärän perusteella.

Viipymisajan järjestelmässä on oltava 0,5–5 sekuntia mitattuna laimenteen syöttöpaikasta suodattimenpitiimiin.

Hiukkasten massan määrittämiseksi vaaditaan hiukkasten näytteenottojärjestelmä, hiukkasten näytteenotto-suodatin, gravimetrinen vaaka ja punnituskammio, jonka lämpötila ja kosteus on säädelty.

### 9.2.3.3 Sovellettavuus

PFD-järjestelmää voidaan käyttää suhteellisen raakapakokaasunäytteen saamiseksi mitä tahansa erissä tapahtuvaa tai jatkuvaa hiukkas- tai kaasupäästöjen näytteenottoa varten missä tahansa muuttuvatilaisessa (NRTC ja LSI-NRTC), erillisten moodien (NRSC) tai RMC-käyttösyklissä.

Järjestelmää voidaan käyttää myös jo laimennetun pakokaasun kanssa, kun suhteellinen virta on jo laimennettu vakiolaimennussuhteella (ks. kuva 9.2). Näin suoritetaan toisiolaimennus CVS-tunnelista tarvittavan yleisen laimennussuhteen aikaansaamiseksi hiukkasnäytteenottoa varten.

### 9.2.3.4 Kalibrointi

PFD-järjestelmän kalibrointiä suhteellisen raakapakokaasunäytteen saamiseksi käsitellään 8.1.8.6 kohdassa.

## 9.3 Näytteenottomenettelyt

### 9.3.1 Näytteenottoa koskevat yleiset vaatimukset

#### 9.3.1.1 Näytteenottimen rakenne

Näytteenotin on ensimmäinen varuste näytteenottojärjestelmässä. Se työntyy raajan tai laimennetun pakokaasun virtaan näytteen ottamiseksi niin, että sen sisä- ja ulkopinnat ovat kosketuksessa pakokaasun kanssa. Näytteenottimesta näyte siirtyy siirtolinjaan.

Näytteenottimien sisäpinnan on oltava ruostumatonta terästä. Jos näytteenotto tapahtuu raakapakokaasusta, sisäpinta voi olla mitä tahansa reagoimatonta materiaalia, joka kestää raakapakokaasun lämpötiloja. Näytteenottimet on sijoitettava kohtaan, jossa aineosat ovat sekoittuneina keskimääräiseen näytepitoisuuteensa ja jossa vuorovaikutus muiden näytteenottimien kanssa on mahdollisimman pieni. On suositeltavaa, että kaikki näytteenottimet pidetään vapaina rajakerrosvaikutusten ja pyörteilyn vaikutuksista etenkin lähellä kohtaa, jossa raakapakokaasu tulee ulos pakoputkesta ja jossa voi tapahtua tahatonta laimentumista. Näytteenottimen huuhtelu tai siinä tehtävä takaisvirtaus eivät saa vaikuttaa muihin näytteenottimiin testauksen aikana. Yhtä näytteenotinta voidaan käyttää useamman kuin yhden aineosan näytteenottoon, jos se täyttää kaikkia aineosia koskevat vaatimukset.

#### 9.3.1.1.1 Sekoituskammio (luokka NRSh)

Jos valmistaja sen sallii, sekoituskammiota voidaan käyttää testattaessa luokan NRSh moottoreita. Sekoituskammio on raakapakokaasun näytteenottojärjestelmän valinnainen osa, joka sijaitsee pakokaasujärjestelmässä äänenvaimentimen ja näytteenottimen välissä. Sekoituskammion muodon ja mittojen sekä sitä edeltävän ja sen jälkeen tulevan putkiston on oltava sellaisia, että saadaan aikaan hyvin sekoittunut homogeeninen näyte näytteenottimen sijaintipaikassa ja että vältetään kammion voimakkaat pulssit tai resonoinnit, jotka vaikuttavat päästötuloksiin.

#### 9.3.1.2 Siirtolinjat

Siirtolinjojen, jotka kuljettavat otetun näytteen näytteenottimelta analysaattoriin, säilytysvälineeseen tai laimennusjärjestelmään, on oltava mahdollisimman lyhyitä, eli analysaattoreiden, säilytysvälineiden ja laimennusjärjestelmien olisi oltava mahdollisimman lähellä toisiaan. Siirtolinjoissa olisi oltava mahdollisimman vähän mutkia, ja välttämättömien mutkien taivutussäteen on oltava mahdollisimman suuri.

#### 9.3.1.3 Näytteenottomenetelmät

Jatkuvaan ja erinä tapahtuvaan näytteenottoon, jotka esitellään 7.2 kohdassa, sovelletaan seuraavia vaatimuksia:

- a) Kun näyte otetaan vakiotilaisesta virtauksesta, myös näyte on otettava vakiovirtauksella.
- b) Kun näyte otetaan muuttuvasta virtauksesta, näytteen virtausta on muutettava suhteessa virtauksen muutoksiin.
- c) Näytteenoton suhteellisuus on validoitava 8.2.1 kohdan mukaisesti.

#### 9.3.2 Kaasunäytteenotto

##### 9.3.2.1 Näytteenottimet

Kaasumaisten päästöjen näytteenotossa käytetään joko yksi- tai moniaukkoisia näytteenottimia. Näytteenottimet voidaan suunnata miten tahansa suhteessa raa'an tai laimennetun pakokaasun virtaukseen. Joitakin näytteenottimia käytettäessä näytteen lämpötilaa on säädeltävä seuraavasti:

- a) Typen oksideja ( $\text{NO}_x$ ) laimennetusta pakokaasusta ottavien näytteenottimien seinämän lämpötilaa on säädeltävä veden tiivistymisen estämiseksi.
- b) Hiilivetyjä laimennetusta pakokaasusta ottavien näytteenottimien seinämän suositeltava lämpötila on noin  $191\text{ °C}$  kontaminaation minimoimiseksi.

##### 9.3.2.1.1 Sekoituskammio (luokka NRSh)

Kun sekoituskammiota käytetään 9.3.1.1.1 kohdan mukaisesti, sen sisätilavuuden on oltava vähintään oltava vähintään kymmenkertainen testattavan moottorin sylinterin iskutilavuuteen nähden. Sekoituskammio on liitettävä mahdollisimman läheisesti moottorin äänenvaimentimeen, ja sen sisäpinnan vähimmäislämpötila on  $452\text{ K}$  ( $179\text{ °C}$ ). Valmistaja voi tämentää sekoituskammion rakenteen.

##### 9.3.2.2 Siirtolinjat

Siirtolinjoja, joiden sisäpinnan materiaali on ruostumaton teräs, PTFE, Viton™ tai muu paremmin päästönäytteiden ottamiseen soveltuva materiaali, voidaan käyttää. Materiaalin on oltava reagoimatonta ja sen on kestävä pakokaasun lämpötiloja. Linjassa voidaan käyttää suodattimia, jos suodatin ja sen kotelo täyttävät samat seuraavassa esitettävät lämpötilavaatimukset, joita sovelletaan siirtolinjaan itseensä:

- a) Virtaussuunnassa joko 8.1.11.5 kohdan mukaisen  $\text{NO}_2$ -NO-muuntimen tai 8.1.11.4 kohdan mukaisen jäähdyttimen yläpuolella olevissa  $\text{NO}_x$ -siirtolinjoissa näytteen lämpötila on pidettävä sellaisena, että veden tiivistymistä ei tapahdu.



- b) THC-siirtolinjoissa seinämän lämpötilan on oltava  $(191 \pm 11)$  °C koko linjan mitalta. Jos näytteenotto tapahtuu raakapakokaasusta, lämmittämätön eristetty siirtolinja voidaan yhdistää suoraan näytteenottimeen. Siirtolinjan pituus ja eristys on suunniteltava niin, että korkein odotettavissa oleva raakapakokaasun lämpötila ei jäähydy  $191$  °C:n alapuolelle mitattuna siirtolinjan ulostulosta. Jos näytteenotto tapahtuu laimennetusta pakokaasusta, näytteenottimen ja siirtolinjan välissä voi olla pituudeltaan enintään  $0,92$  m:n siirtymävyöhyke, jossa seinämän lämpötilaksi asettuu  $(191 \pm 11)$  °C.

### 9.3.2.3 Näytteen vakiointiin liittyvät osat

#### 9.3.2.3.1 Näytteenkuivaimet

##### 9.3.2.3.1.1 Vaatimukset

Näytteenkuivaimia voidaan käyttää kosteuden poistamiseen näytteestä veden vaikutusten vähentämiseksi kaasumaisten päästöjen mittauksissa. Näytteenkuivaimen on täytettävä 9.3.2.3.1.1 ja 9.3.2.3.1.2 kohdassa vahvistetut vaatimukset. Yhtälössä (7-13) käytetään kosteuspitoisuutta  $0,8$  tilavuusprosenttia.

Suurimmalla oletetulla vesihöyrypitoisuudella  $H_m$  vedenpoistotekniikan on pidettävä kosteus tasolla  $\leq 5$  g vettä/kg kuivaa ilmaa (eli noin  $0,8$  tilavuusprosenttia  $H_2O$ :ta), mikä vastaa  $100$ -prosenttista suhteellista kosteutta lämpötilassa  $277,1$  K ( $3,9$  °C) ja paineessa  $101,3$  kPa. Tämä kosteusvaatimus vastaa noin  $25$ -prosenttista suhteellista kosteutta lämpötilassa  $298$  K ( $25$  °C) ja paineessa  $101,3$  kPa:ssa. Tämä voidaan osoittaa

a) mittaamalla lämpötila näytteenkuivaimen ulostuloaukolla;

b) mittaamalla kosteus pisteessä, joka on virtaussuunnassa välittömästi ennen CLD:tä;

tekemällä 8.1.8.5.8 kohdan mukainen verifiointi.

##### 9.3.2.3.1.2 Sallitut näytteenkuivaintyyppit ja menettely kosteuspitoisuuden arvioimiseksi kuivaimen jälkeen

Kumpaakin tässä kohdassa kuvailtua kuivaintyyppiä voidaan käyttää.

a) Jos käytetään osmoottista kalvokuivainta, joka sijaitsee virtaussuunnassa kaasuanalysaattoreiden ja säilytysvälineiden yläpuolella, sen on täytettävä 9.3.2.2 kohdassa esitetyt lämpötilavaatimukset. Kastepistettä  $T_{dew}$  ja absoluuttista painetta  $p_{total}$  osmoottisen kalvokuivaimen alapuolella on seurattava. Veden määrä on laskettava liitteessä VII esitettyjen vaatimusten mukaisesti käyttämällä jatkuvasti mitattavia arvoja  $T_{dew}$  ja  $p_{total}$  tai niiden testauksen aikana havaittuja huippuarvoja taikka hälytysasetusarvoja. Jos suoraa mittaustulosta ei ole, nimellinen  $p_{total}$  saadaan kuivaimen alimmasta testauksen aikana odotettavissa olevasta absoluuttisesta paineesta.

b) Jäähdytintä ei voi käyttää virtaussuunnassa puristussytytysmoottoreiden THC-mittausjärjestelmän yläpuolella. Jos jäähdytintä käytetään virtaussuunnassa  $NO_2$ - $NO$ -muuntimen yläpuolella tai näytteenottojärjestelmässä, jossa ei ole  $NO_2$ - $NO$ -muunninta, jäähdyttimen on läpäistävä 8.1.11.4 kohdan mukainen  $NO_2$ -suorituskyvyn tarkastus. Kastepistettä  $T_{dew}$  ja absoluuttista painetta  $p_{total}$  osmoottisen jäähdyttimen alapuolella on seurattava. Veden määrä on laskettava liitteessä VII esitettyjen vaatimusten mukaisesti käyttämällä jatkuvasti mitattavia arvoja  $T_{dew}$  ja  $p_{total}$  tai niiden testauksen aikana havaittuja huippuarvoja taikka hälytysasetusarvoja. Jos suoraa mittaustulosta ei ole, nimellinen  $p_{total}$  saadaan jäähdyttimen alimmasta testauksen aikana odotettavissa olevasta absoluuttisesta paineesta. Jos on perusteltua olettaa kyllästysaste jäähdyttimessä,  $T_{dew}$  voidaan laskea jäähdyttimen tunnetun tehokkuuden ja jäähdyttimen lämpötilan  $T_{chiller}$  jatkuvan seurannan perusteella. Jos arvoa  $T_{chiller}$  ei kirjata jatkuvasti, testauksen aikana havaittua huippuarvoa tai hälytysasetusarvoa voidaan käyttää vakioarvona veden vakiomäärän määrittämiseksi liitteen VII mukaisesti. Jos on perusteltua olettaa, että  $T_{chiller}$  on yhtä suuri kuin  $T_{dew}$  arvoa  $T_{chiller}$  voidaan käyttää arvon  $T_{dew}$  sijasta liitteen VII mukaisesti. Jos on perusteltua olettaa, että arvojen  $T_{chiller}$  ja  $T_{dew}$  välinen lämpötilaero on vakio, koska jäähdyttimen ulostulon ja lämpötilan mittauspisteen välillä tapahtuu tunnettu ja tasasuuruinen näytteen lämpeneminen, tämä lämpötilaero voidaan ottaa mukaan päästölaskelmiin. Kaikkien tässä kohdassa sallittujen oletusten perusteltavuus on osoitettava teknisten analyysien tai tietojen perusteella.

## 9.3.2.3.2 Näytepumput

Virtaussuunnassa analysaattorin tai säilytysvälineen yläpuolella on käytettävä näytepumppuja kaikkien kaasujen osalta. Näytepumppuja, joiden sisäpinnan materiaali on ruostumaton teräs, PTFE, tai muu paremmin päästönäytteiden ottamiseen soveltuva materiaali, voidaan käyttää. Joitakin näytepumppuja käytettäessä näytteen lämpötilaa on säädeltävä seuraavasti:

- Jos käytetään virtaussuunnassa joko 8.1.11.5 kohdan mukaisen NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen tai 8.1.11.4 kohdan mukaisen jäädyttimen edellä olevaa NO<sub>x</sub>-näytepumppua, sitä on lämmitettävä veden tiivistymisen ehkäisemiseksi.
- Jos käytetään THC-näytepumppua virtaussuunnassa THC-analysaattorin tai säilytysvälineen yläpuolella, sen sisäpinnat on lämmitettävä lämpötilaan 464 ± 11 K (191 ± 11) °C.

## 9.3.2.3.3 Ammoniakkipesurit

Ammoniakkipesureita voidaan käyttää jossakin tai kaikissa näytteenottojärjestelmissä, jotta estetään NH<sub>3</sub>-interferenssi, NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen myrkyttyminen ja näytteenottojärjestelmään tai analysaattoreihin syntyvät kertymät. Ammoniakkipesureiden asennuksessa on noudatettava valmistajan suosituksia.

## 9.3.2.4 Näytteen säilytysvälineet

Pussinäytteenotossa kaasut on säilytettävä riittävän puhtaissa säiliöissä, jotka päästävät tai läpäisevät kaasua hyvin vähän. Säilytysvälineiden puhtauden ja läpäisykyvyn kynnysarvoista on päätettävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Säiliön puhdistamiseksi se voidaan ajoittain huuhdella ja tyhjentää ja sitä voidaan lämmittää. Joustavaa säiliötä (kuten pussia) voidaan käyttää lämpötilasäädelyssä ympäristössä. Voidaan käyttää myös lämpötilasäädelyä jäykkää säiliötä, joka aluksi tyhjennetään tai jossa on tila, joka voidaan tyhjentää, kuten männällä varustettu sylinteri. Käytettävien säiliöiden on täytettävä taulukossa 9.1 esitetyt vaatimukset.

Taulukko 6.6

**Kaasupäästöjen eränäytteenoton säiliömateriaalit**

CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , NO, NO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	polyvinyylifluoridi (PVF) <sup>(2)</sup> , esim. Tedlar™, polyvinylideenifluoridi <sup>(2)</sup> , esim. Kynar™, polytetrafluorietyyleeni <sup>(3)</sup> , esim. Teflon™ tai ruostumaton teräs <sup>(3)</sup>
HC	polytetrafluorietyyleeni <sup>(4)</sup> tai ruostumaton teräs <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Kunhan veden tiivistyminen säiliössä estetään.

<sup>(2)</sup> Enintään 313 K (40 °C).

<sup>(3)</sup> Enintään 475 K (202 °C).

<sup>(4)</sup> Lämpötilassa 464 ± 11 K (191 ± 11 °C).

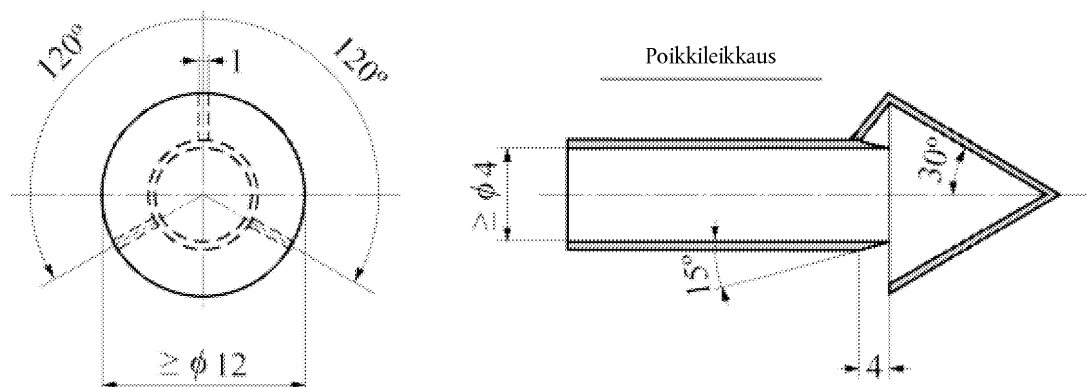
## 9.3.3 Hiukkasnäytteenotto

## 9.3.3.1 Näytteenottimet

On käytettävä näytteenottimia, joissa on yksi aukko laitteen päässä. Hiukkasnäytteenottimet on suunnattava suoraan virtausta vastaan.

Hiukkasnäytteenotin voidaan suojata hatulla, joka on kuvan 6.8 vaatimusten mukainen. Siinä tapauksessa ei saa käyttää 9.3.3.3 kohdassa kuvailtua esiluokituslaitetta.

Kuva 6.8.

**Hattumaisella esiluokituslaitteella varustettu näytteenotin****9.3.3.2 Siirtolinjat**

On suositeltavaa, että käytetään lämmitettäviä tai eristettyjä siirtolinjoja tai lämmitettävää kotelointia siirtolinjojen ja pakokaasun aineosien välisten lämpötilaerojen minimoimiseksi. Siirtolinjojen on oltava inerttejä suhteessa hiukkasiin ja sisäpinnoiltaan sähköä johtavia. Hiukkaspäästöjen siirtolinjojen materiaaliksi suositellaan ruostumatonta terästä. Jos käytetään muita materiaaleja, niiden on oltava näytteenottoon liittyviltä ominaisuuksiltaan ruostumatonta terästä vastaavia. Hiukkasmittauksen siirtolinjojen on oltava sisäpinnoiltaan maadoitettuja.

**9.3.3.3 Esiluokituslaite**

Suuriläpimittaiset hiukkaset poistavaa esiluokituslaitetta voidaan käyttää, ja se on sijoitettava laimennusjärjestelmään välittömästi suodattimenpitimen etupuolelle. Vain yksi esiluokituslaite sallitaan. Jos käytetään hattumaista näytteenotinta (ks. kuva 6.8), esiluokituslaitteen käyttö on kielletty.

Hiukkasten esiluokituslaite voi olla inertiaan perustuva iskuelementti tai sykloniseparaattori. Sen on oltava valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Esiluokituslaitteen täytyy poistaa vähintään 50 prosenttia hiukkasista, joiden aerodynaaminen läpimitta on 10 µm ja se saa poistaa enintään 1 prosentin hiukkasista, joiden aerodynaaminen läpimitta on 1 µm niillä virtausnopeuksilla, joilla sitä käytetään. Esiluokituslaitteen ulostulon on oltava sellainen, että kaikki hiukkassuodattimet ohitetaan, jotta esiluokituslaitteesta tuleva virtaus voidaan vakauttaa ennen testauksen aloittamista. Hiukkanäytesuodatin on sijoitettava virtaussuunnassa enintään 75 cm:n etäisyydelle esiluokituslaitteen ulostulosta.

**9.3.3.4 Näytesuodatin**

Laimennetusta pakokaasusta otetaan näytteet suodattimella, joka vastaa 9.3.3.4.1– 9.3.3.4.4 kohdassa esitettyjä vaatimuksia testisarjan aikana.

**9.3.3.4.1 Suodattimen ominaisuudet**

Kaikkien suodatintyyppien keräystehokkuuden on oltava vähintään 99,7 prosenttia. Tuotteen luokituksessa kuvastuvia näytesuodattimen valmistajan mittauksia voidaan käyttää tämän ominaisuuden osoittamiseen. Suodatinmateriaalin on oltava joko

- fluorihiiilipäällysteinen (PFTE) lasikuitu tai
- fluorihiiikalvo (PTFE-kalvo).

Jos odotettavissa oleva nettohiukkasmassa suodattimella on suurempi kuin 400 µg, voidaan käyttää suodatinta, jonka alkukeräystehokkuus on 98 prosenttia.

#### 9.3.3.4.2 Suodattimen koko

Suodattimen nimellisläpimitan on oltava  $46,50 \pm 0,6$  mm (suodatusalueen läpimitta vähintään 37 mm). Läpimitaltaan suurempia suodattimia voidaan käyttää hyväksyntäviranomaisen ennalta antamalla suostumuksella. Suositellaan suodattimen ja suodatusalueen suhteellisuutta.

#### 9.3.3.4.3 Hiukkasnäytteiden lämpötilan ja laimennuksen säätely

Hiukkasnäytteet laimennetaan vähintään kerran virtausuunnassa siirtolinjan yläpuolella, kun on kyse CVS-järjestelmästä, ja siirtolinjan alapuolella, kun on kyse PFD-järjestelmästä (ks. siirtolinjoihin liittyvä 9.3.3.2 kohta). Näytteen lämpötilan on oltava  $320 \pm 5$  K ( $47 \pm 5$  °C) mitattuna missä tahansa 200 mm:n matkalla hiukkassäilytysvälineen ylä- tai alapuolella. On tarkoitus, että hiukkasnäyte lämmitetään tai jäädytetään ensisijassa 9.2.1 kohdan a alakohdassa tarkoitetuissa laimennusolosuhteissa.

#### 9.3.3.4.4 Suodattimen pintanopeus

Suodattimen pintanopeuden on oltava 0,90–1,00 m/s siten, että vähemmän kuin 5 prosenttia kirjatuista virtausarvoista ylittää tämän vaihteluvälin. Jos kokonaishiukkasmassa on suurempi kuin 400 µg, suodattimen pintanopeutta voidaan pienentää. Pintanopeus mitataan näytteen tilavuusvirtauksena suodatinta edeltävässä paineessa ja suodatinpinnan lämpötilassa, jaettuna suodattimen suodatusalueella. Jos paineenalennus hiukkasnäytteenottojärjestelmässä ennen suodatinta on pienempi kuin 2 kPa, suodatinta edeltävänä paineena pidetään pakojärjestelmän putken tai CVS-tunnelin painetta.

#### 9.3.3.4.5 Suodattimenpidin

Jotta pyörteisyyttä olisi mahdollisimman vähäistä ja hiukkaset kerääntyisivät suodattimelle tasaisesti, siirtymän siirtolinjan sisäläpimitasta suodatusalueen pinnan läpimitaan on tapahduttava 12,5:n avautuvassa kartiokulmassa (keskustasta). Siirtymävaiheen materiaalina on käytettävä ruostumatonta terästä.

### 9.3.4 Hiukkasnäytteen vakautus- ja punnitusympäristö gravimetristä analysointia varten

#### 9.3.4.1 Gravimetrisen analysoinnin ympäristövaatimukset

Tässä jaksossa kuvaillaan kaksi ympäristöä, jotka tarvitaan hiukkasnäytteen vakauttamiseksi ja punnitsemiseksi gravimetristä analysointia varten. Ne ovat hiukkasnäytteen vakautusympäristö, jossa suodattimia säilytetään ennen punnitusta, ja punnitusympäristö, jossa vaaka sijaitsee. Nämä kaksi ympäristöä voivat sijaita yhteisessä tilassa.

Vakautus- tai punnitusympäristössä ei saa olla epäpuhtauksia (kuten pölyä, aerosoleja tai puolihaihtuvia aineksia), jotka voisivat kontaminoida hiukkasnäytteen.

#### 9.3.4.2 Puhtaus

Hiukkasnäytteen vakautusympäristön puhtaus on verifioitava käyttäen vertailusuodattimia 8.1.12.1.4 kohdan mukaisesti.

#### 9.3.4.3 Kammion lämpötila

Punnituskammio (tai punnitushuone), jossa hiukkassuodattimia vakautetaan ja jossa suodattimet punnitaan, on pidettävä suodattimien vakautus- ja punnitusajana lämpötilassa  $295 \pm 1$  K ( $22$  °C  $\pm 1$  °C). Kosteus on pidettävä kastepisteessä  $282,5 \pm 1$  K ( $9,5$  °C  $\pm 1$  °C) ja suhteellisen kosteuden on oltava 45 %  $\pm 8$  %. Jos vakautus- ja punnitusympäristöt ovat erilliset, vakautusympäristön lämpötilan on oltava  $295 \pm 3$  K ( $22$  °C  $\pm 3$  °C).

#### 9.3.4.4 Ympäristöolosuhteiden verifiointi

Seuraavat ympäristöolosuhteet on verifioitava käyttäen mittauslaitteita, jotka ovat 9.4 kohdassa esitettyjen vaatimusten mukaisia:

- Kastepiste ja ympäristön lämpötila on kirjattava. Näitä arvoja käytetään sen tarkastamiseen, ovatko vakautus- ja punnitusympäristöt pysyneet 9.3.4.3 kohdassa vahvistettujen toleranssien rajoissa vähintään 60 minuutin ajan ennen suodattimien punnitsemista.

- b) Punnitusympäristön ilmanpaine on kirjattava jatkuvasti. Hyväksyttävä vaihtoehto on käyttää barometriä, joka mittaa ilmanpainetta punnitusympäristön ulkopuolella, kunhan voidaan varmistaa, että ilmanpaine vaa'an luona on aina  $\pm 100$  Pa:n sisällä yhteisestä ilmanpaineesta. Kunkin hiukkasnäytteen punnituksen yhteydessä on oltava mahdollista kirjata viimeisin ilmanpaine. Tätä arvoa käytetään laskettaessa 8.1.12.2 kohdassa tarkoitettua hiukkassuodattimen kelluvuuskorjausta.

#### 9.3.4.5 Vaa'an asentaminen

Vaaka on

- a) sijoitettava värinäeristetylle alustalle sen suojaamiseksi ulkoisilta häiriöiltä ja värinäältä,  
b) suojattava konvektioilmavirralla staattisesti hajauttavalla virtaussuojalla, joka on sähköisesti maadoitettu.

#### 9.3.4.6 Staattinen sähkövaraus

Staattiset sähkövaraukset on minimoitava vaa'an ympäristöstä siten, että

- a) vaaka on sähköisesti maadoitettu;  
b) hiukkasnäytteiden manuaalisessa käsittelyssä käytetään ruostumatonta terästä olevia pihtejä;  
c) pihdit maadoitetaan maadoitushihnalla tai käyttäjällä on maadoitushihna, jossa käytetään vaa'an kanssa yhteistä maata;  
d) käytettävissä on staattisen sähkön neutraloija, joka on sähköisesti maadoitettu yhdessä vaa'an kanssa staattisen varauksen poistamiseksi hiukkasnäytteistä.

### 9.4 Mittauslaitteet

#### 9.4.1 Johdanto

##### 9.4.1.1 Soveltamisala

Tässä kohdassa esitetään päästötestauksessa käytettäviä mittauslaitteita ja niihin liittyviä järjestelmiä koskevat vaatimukset. Näitä ovat laboratorioissa käytettävät laitteet, joilla mitataan moottorin parametreja, ympäristöolosuhteita, virtaukseen liittyviä parametreja ja päästöjen pitoisuuksia (raa'asta tai laimennetusta pakokaasusta).

##### 9.4.1.2 Laitetyypit

Tässä asetuksessa mainittuja mittauslaitteita on käytettävä tässä asetuksessa kuvaillulla tavalla. (Suureet, joita laitteilla mitataan, esitetään taulukossa 6.5.) Aina, kun tässä asetuksessa mainittua mittauslaitetta käytetään muulla kuin vahvistetulla tavalla, tai kun sen sijaan käytetään muuta mittauslaitetta, sovelletaan 5.1.1 kohdan vastaavuusmääräyksiä. Kun tiettyä mittausta varten on mainittu useampia kuin yksi mittauslaite, tyyppihyväksyntä- tai sertifiointiviranomainen ilmoittaa hakemuksesta yhden niistä vertailulaitteeksi, jota käytetään osoitettaessa, että vaihtoehtoinen menettely on säädettyä menettelyä vastaava.

##### 9.4.1.3 Useiden mittauslaitteiden käyttäminen

Yhden testin tulosten laskennassa voidaan käyttää useista mittauslaitteista saatuja tietoja kaikkien tässä kohdassa kuvailtujen mittauslaitteiden osalta, jos tyyppihyväksyntä- tai sertifiointiviranomainen antaa siihen etukäteen suostumuksensa. Kaikkien mittausten tulokset on kirjattava ja raakatiedot on säilytettävä. Tätä vaatimusta sovelletaan riippumatta siitä, käytetäänkö tuloksia todella laskelmissa vai ei.

#### 9.4.2 Tietojen kirjaaminen ja valvonta

Testausjärjestelmän on kyettävä päivittämään ja kirjaamaan tietoja sekä valvomaan järjestelmiä, jotka liittyvät käyttäjän ohjaussyöteeseen, dynamometriin, näytteenottovälineisiin ja mittauslaitteisiin. Tiedonhankinta- ja valvontajärjestelmien on oltava sellaisia, että ne kykenevät tallentamaan tietoja säädettyllä vähimmäistajuuksella taulukon 6.7 mukaisesti (taulukkoa ei sovelleta erillisten moodien NRSC-testaukseen).

Taulukko 6.7

## Tietojen kirjaamisen ja valvonnan vähimmäistaajuudet

Testausmenetelyä käsittelevä kohta	Mitattavat arvot	Ohjauksen ja valvonnan vähimmäistaajuus	Kirjauksen vähimmäistaajuus
7.6.	Nopeus ja vääntömomentti moottorin vaiheittaisen kartoituksen aikana	1 Hz	1 keskiarvo vaihetta kohti
7.6.	Nopeus ja vääntömomentti moottorin taseisen muutoksen kartoituksen aikana	5 Hz	1 Hz keskiarvo
7.8.3.	Muuttuvatilaisen (NRTC ja LSI-NRTC) käyttösyklin nopeuksien ja vääntömomenttien vertailu- ja takaisinkytkentäarvot	5 Hz	1 Hz keskiarvo
7.8.2.	Vakiotilaisen ja porrastettujen moodien käyttösyklin nopeuksien ja vääntömomenttien vertailu- ja takaisinkytkentäarvot	1 Hz	1 Hz
7.3.	Raakapakokaasun analysaattoreiden jatkuvat pitoisuudet	Ei sovelleta	1 Hz
7.3.	Laimennetun pakokaasun analysaattoreiden jatkuvat pitoisuudet	Ei sovelleta	1 Hz
7.3.	Raa'an tai laimennetun pakokaasun analysaattoreiden eräpitoisuudet	Ei sovelleta	1 keskiarvo testiaikaväliä kohti
7.6. 8.2.1.	Laimennetun pakokaasun virtaus CVS:ltä, kun virtausmittauksen yläpuolella on lämmönvaihdin	Ei sovelleta	1 Hz
7.6. 8.2.1.	Laimennetun pakokaasun virtaus CVS:ltä, kun virtausmittauksen yläpuolella ei ole lämmönvaihdinta	5 Hz	1 Hz keskiarvo
7.6. 8.2.1.	Imu ilma- tai pakokaasuvirtaus (raakapakokaasun muuttuvatilaisessa mittauksessa)	Ei sovelleta	1 Hz keskiarvo
7.6. 8.2.1.	Laimennusilma, jos sitä ohjataan aktiivisesti	5 Hz	1 Hz keskiarvo
7.6. 8.2.1.	Näytevirta CVS:ltä, kun käytetään lämmönvaihdinta	1 Hz	1 Hz
7.6. 8.2.1.	Näytevirta CVS:ltä, kun ei käytetä lämmönvaihdinta	5 Hz	1 Hz keskiarvo

## 9.4.3 Mittauslaitteiden suorituskykyvaatimukset

## 9.4.3.1 Yleiskuvaus

Testausjärjestelmän on kokonaisuutena oltava 8.1 kohdassa esitettyjen kalibrointia, verifiointia ja validointikriteereitä koskevien vaatimusten mukainen ja täytettävä 8.1.4 ja 8.2 kohdassa esitetyt lineaarisuustarkastusta koskevat vaatimukset. Mittauslaitteiden on täytettävä taulukossa 6.7 esitetyt vaatimukset kaikkien testauksessa käytettävien mittausalueiden osalta. Kaikki mittauslaitteiden valmistajilta saadut asiakirjat, joista käy ilmi, että laitteet täyttävät taulukon 6.7 vaatimukset, on säilytettävä.

## 9.4.3.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

Taulukossa 6.8 esitetään vääntömomentin, nopeuden, paineen, lämpötilan ja kastepisteen mittausantureiden ja muiden mittauslaitteiden eritelmät. Tietyt fyysisen ja/tai kemiallisen suureen mittaamisessa käytettävän yleisen järjestelmän on läpäistävä 8.1.4 kohdassa tarkoitettu lineaarisuusverifiointi. Kaasumaisten päästöjen mittaauksessa voidaan käyttää analyyttoreita, joissa käytetään kompensointialgoritmeja, jotka ovat muiden mitattujen kaasumaisten aineosien ja kyseisen moottoritestien polttoaineominaisuuksien funktioita. Kompensointialgoritmin tulee vain tasoittaa eroja, eikä se saa aiheuttaa vahvistusta (ei esijännitettä).

Taulukko 6.8

## Suositeltavat mittauslaitteiden suorituskykyominaisuudet

Mittauslaite	Mitatun suureen symboli	Kokonainen järjestelmä Nousuaika	Kirjaus päivitystasaus	Tarkkuus (a)	Toistettavuus (a)
Moottorin pyörimisnopeusanturi	n	1 s	1 Hz keskiarvo	2,0 % kesk. tai 0,5 % max.	1,0 % kesk. tai 0,25 % max.
Moottorin vääntömomenttianturi	T	1 s	1 Hz keskiarvo	2,0 % kesk. tai 1,0 % max.	1,0 % kesk. tai 0,5 % max.
Polttoainevirtausmittari (Polttoainelaskuri)		5 s (Ei sovelleta)	1 Hz (Ei sovelleta)	2,0 % kesk. tai 1,5 % max.	1,0 % kesk. tai 0,75 % max.
Laimennetun pakokaasun kokonaisvirtausmittari (CVS) (Lämmönvaihdin ennen mittaria)		1 s (5 s)	1 Hz keskiarvo (1 Hz)	2,0 % kesk. tai 1,5 % max.	1,0 % kesk. tai 0,75 % max.
Laimennusilman, imuilman, pakokaasun ja näytevirran mittarit		1 s	1 Hz:n keskiarvo 5 Hz:n näytteistä	2,5 % kesk. tai 1,5 % max.	1,25 % kesk. tai 0,75 % max.
Jatkuvan näytteenoton kaasuanalyysointori, raakapakokaasu	x	5 s	2 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Jatkuvan näytteenoton kaasuanalyysointori, laimennettu pakokaasu	x	5 s	1 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Jatkuvan näytteenoton kaasuanalyysointori	x	5 s	1 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.

Mittauslaite	Mitatun suureen symboli	Kokonainen järjestelmä Nousuaika	Kirjaus päivitystajuuus	Tarkkuus (4)	Toistettavuus (4)
Eränyytteenoton kaasuanalysaattori	x	Ei sovelleta	Ei sovelleta	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Gravimetrinen hiukkasvaaka	$m_{PM}$	Ei sovelleta	Ei sovelleta	Ks. 9.4.11.	0,5 µg
Inertiaan perustuva hiukkasvaaka	$m_{PM}$	5 s	1 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.

(4) Tarkkuus ja toistettavuus määritetään samoista kerätyistä tiedoista 9.4.3 kohdan mukaisesti absoluuttisten arvojen perusteella. Merkintä "kesk." tarkoittaa kyseisellä päästöarvolla odotettavissa olevaa keskiarvoa. Merkintä "max." tarkoittaa kyseisellä päästöarvolla käyttöjakson aikana odotettavissa olevaa huippuarvoa, ei mittauslaitteen mittausalueen suurinta arvoa. Merkintä "mit." tarkoittaa todellista käyttösyklin aikana mitattua keskiarvoa.

#### 9.4.4 Moottorin parametrien ja ympäristöolosuhteiden mittaaminen

##### 9.4.4.1 Nopeus- ja vääntömomenttianturit

###### 9.4.4.1.1 Käyttö

Mittauslaitteiden, joilla mitataan työhön liittyviä syötteitä ja tuotoksia moottorin toiminnan aikana, on täytettävä tässä kohdassa esitettävät vaatimukset. Suositeltavia ovat anturit, muuntimet ja mittarit, jotka täyttävät taulukossa 6.8 esitettävät vaatimukset. Työhön liittyviä syötteiden ja tuotosten mittaamisessa käytettävien yleisten järjestelmien on läpäistävä 8.1.4 kohdassa tarkoitettua lineaarisuusverifiointia.

###### 9.4.4.1.2 Akselin työ

Työ ja teho lasketaan nopeus- ja vääntömomenttiantureiden tuloksista 9.4.4.1 kohdan mukaisesti. Nopeuden ja vääntömomentin mittaamisessa käytettävien yleisten järjestelmien on läpäistävä 8.1.4 ja 8.1.7 kohdassa tarkoitettua kalibrointia ja verifiointia.

Vauhtipyörään kiinnittyvien osien (kuten vetoakselin ja dynamometrin roottorin) kiihdytyksestä ja hidastuksesta johtuvan inertiaan aiheuttama vääntömomentti on kompensoitava tarvittaessa hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

##### 9.4.4.2 Paine-, lämpötila- ja kastepisteananturit

Paineen, lämpötilan ja kastepisteen mittaamiseen käytettävien yleisten järjestelmien on täytettävä 8.1.7 kohdassa esitettävät kalibrointivaatimukset.

Paineanturit on sijoitettava lämpötilasäädelyyn ympäristöön tai niiden on kompensoitava lämpötilavaihtelut aiottulla mittausalueella. Antureiden materiaalien on oltava yhteensopivia mitattavan virtauksen kanssa.

#### 9.4.5 Virtauksiin liittyvät mittaukset

Kaikentyypisiä virtausmittauksia (polttoaine, imuilma, raakapakokaasu, laimennettu pakokaasu, näyte) varten virtausta on tarvittaessa vakioitava, jotta virtaukset, pyörteet tai virtauksen sykintä eivät vaikuttaisi mittarin tarkkuuteen ja mittauksen toistettavuuteen. Joidenkin mittareiden osalta tämä voidaan tehdä käyttämällä sopivan mittausta suoraa putkea (esim. vähintään kymmenen putken läpimitan pituista) tai tarkoitusta varten suunniteltuja putkitaiteita, oikaisuripoja tai kuristuslaippoja (tai polttoaineen virtausmittareiden osalta pneumaattisia sykinnän vaimentimia) vakaan ja ennakoitavan virtauksen aikaansaamiseksi ennen virtausmittaria.

##### 9.4.5.1 Polttoainevirtausmittari

Polttoainevirtauksen mittauksessa käytettävä järjestelmä on kalibroitava 8.1.8.1 kohdan mukaisesti. Kaikissa polttoainevirtauksen mittauksissa on otettava huomioon polttoaine, joka mahdollisesti ohittaa moottorin tai palaa moottorista polttoainesäiliöön.



## 9.4.5.2 Imuilman virtausmittari

Imuilman virtauksen mittauksessa käytettävä järjestelmä on kalibroitava 8.1.8.2 kohdan mukaisesti.

## 9.4.5.3 Raakapakokaasun virtausmittari

## 9.4.5.3.1 Komponentteja koskevat vaatimukset

Raakapakokaasun virtauksen mittauksessa käytettävän järjestelmän on täytettävä 8.1.4 kohdan mukaiset lineaarisuusvaatimukset. Raakapakokaasun virtausmittarin on oltava sellainen, että se kompensoi asianmukaisesti muutokset raakapakokaasun termodynaamisissa ja virtaukseen ja koostumukseen liittyvissä ominaisuuksissa.

## 9.4.5.3.2 Massavirtamittarin vasteaika

Osavirtauslaimennusjärjestelmän ohjaamiseksi niin, että saadaan suhteellinen raakapakokaasunäyte, virtausmittarin vasteajan on oltava lyhyempi kuin mitä taulukossa 9.3 edellytetään. Osavirtauslaimennusjärjestelmissä, joissa on online-ohjaus, virtausmittarin vasteajan on oltava 8.2.1.2 kohdan vaatimusten mukainen.

## 9.4.5.3.3 Pakokaasun jäähditys

Tätä kohtaa ei sovelleta pakokaasun jäähdytykseen, joka johtuu moottorin rakenteesta, mukaan lukien esimerkiksi vesijäähdytyksistä pakosarjoista tai turboahdistimista.

Pakokaasun jäähdyttäminen virtaussuunnassa virtausmittarin yläpuolella on sallittu seuraavin rajoituksin:

- a) Hiukkasnäytteitä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta.
- b) Jos jäähditys aiheuttaa pakokaasun lämpötilan, joka on suurempi kuin 475 K (202 °C), jäähtymisen lämpötilaan, joka on pienempi kuin 453 K (180 °C), HC-näytettä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta.
- c) Jos jäähdyttäminen aiheuttaa veden tiivistymistä, NO<sub>x</sub>-näytettä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta, ellei jäähdytin läpäise 8.1.11.4 kohdan mukaista suorituskykyverifiointia.
- d) Jos jäähdyttäminen aiheuttaa veden tiivistymistä ennen kuin virtaus saavuttaa virtausmittarin, kastepiste  $T_{\text{dew}}$  ja paine  $p_{\text{total}}$  on mitattava virtausmittarin sisääntulossa. Näitä arvoja käytetään liitteen VII mukaisissa päästölaskelmissa.

## 9.4.5.4 Laimennusilman ja laimennetun pakokaasun virtausmittarit

## 9.4.5.4.1 Käyttö

Laimennetun pakokaasun hetkelliset virtaukset tai kokonaisvirtaus testiaikavälin aikana määritetään laimennetun pakokaasun virtausmittarilla. Raakapakokaasun hetkelliset virtaukset tai kokonaisvirtaus testiaikavälin aikana voidaan laskea laimennetun pakokaasun virtausmittarin ja laimennusilman virtausmittarin lukemien erotuksesta.

## 9.4.5.4.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

Laimennetun pakokaasun virtauksen mittaamisessa käytettävän yleisen järjestelmän on läpäistävä 8.1.8.4 ja 8.1.8.5 kohdassa tarkoitetut kalibroinnit ja verifiointit. Seuraavia mittareita voidaan käyttää:

- a) Laimennetun pakokaasun kokonaisvirtauksen vakiotilavuusnäytteenotossa (CVS) voidaan käyttää kriittisen virtauksen venturia (CFV) tai useita kriittisen virtauksen ventureita rinnan, syrjäytyspumppua (PDP), aliääniventuria (SSV) tai yliäänivirtausmittaria (UFM). Yhdistettynä virtaussuunnassa yläpuolella sijaitsevaan lämmönvaihtimeen CFV tai PDP toimii myös passiivisena virtauksenohjaimena pitämällä laimennetun pakokaasun lämpötilan vakiona CVS-järjestelmässä.

- b) Osavirtauslaimennusjärjestelmässä (PFD) voidaan käyttää minkä tahansa virtausmittarin ja aktiivisen virtausohjausjärjestelmän yhdistelmää pakokaasun aineosien suhteellisen näytteenoton ylläpitämiseksi. Suhteellisen näytteenoton ylläpitämiseksi voidaan ohjata laimennetun pakokaasun kokonaisvirtausta, yhtä tai useampaa näytevirtaa tai näiden virtausten yhdistelmää.

Muiden laimennusjärjestelmien yhteydessä voidaan käyttää laminaarista virtauselementtiä, ylävirtausmittaria, aliaäniventuria, kriittisen virtauksen venturia tai useita kriittisen virtauksen ventureita rinnan, syrjäytysmittaria, termistä massamittaria, keskiarvon määrittävää Pitot-putkea tai kuumalankatuulimittaria.

#### 9.4.5.4.3 Pakokaasun jäähdytys

Laimennettua pakokaasua voidaan jäähdyttää virtaussuunnassa virtausmittarin yläpuolella, kunhan seuraavia vaatimuksia noudatetaan:

- a) Hiukkasnäytteitä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta.
- b) Jos jäähdytys aiheuttaa pakokaasun lämpötilan, joka on suurempi kuin 475 K (202 °C), jäähtymisen lämpötilaan, joka on pienempi kuin 453 K (180 °C), HC-näytettä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta.
- c) Jos jäähdyttäminen aiheuttaa veden tiivistymistä, NO<sub>x</sub>-näytettä ei saa ottaa jäähdytyksen alapuolelta, ellei jäähdytin läpäise 8.1.11.4 kohdan mukaista suorituskykyverifiointia.
- d) Jos jäähdyttäminen aiheuttaa veden tiivistymistä ennen kuin virtaus saavuttaa virtausmittarin, kastepiste  $T_{\text{dew}}$  ja paine  $p_{\text{total}}$  on mitattava virtausmittarin sisääntulossa. Näitä arvoja käytetään liitteen VII mukaisissa päästöläskelmissä.

#### 9.4.5.5 Eränäytteenoton näytevirtausmittari

Eränäytteenottojärjestelmään testiaikavälin aikana otetut näytevirrat tai kokonaisvirta määritetään näytevirtausmittarilla. Kahden virtausmittarin välistä eroa voidaan käyttää, kun lasketaan näytevirtausta laimennustunneliin esimerkiksi osavirtauslaimennuksella tapahtuvassa hiukkasmittauksessa ja toisiolaimennuksella tapahtuvassa hiukkasmittauksessa. Virtauseron mittausta koskevat vaatimukset suhteellisen raakapakokaasunäytteen saamiseksi annetaan 8.1.8.6.1 kohdassa ja virtauseron mittauksen kalibrointi 8.1.8.6.2 kohdassa.

Näytevirtausmittauksessa käytettävä järjestelmä on kalibroitava 8.1.8 kohdan vaatimusten mukaisesti.

#### 9.4.5.6 Kaasunjakaja

Kaasunjakajaa voidaan käyttää kalibrointikaasujen sekoittamiseen.

On käytettävä kaasunjakajaa, joka sekoittaa kaasuja 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaisesti sellaisiksi pitoisuuksiksi, joita odotetaan esiintyvän testauksen aikana. Kriittiseen virtaukseen, kapillaariputkiin tai termiseen massamittaukseen perustuvia kaasunjakajia voidaan käyttää. Tarvittaessa on tehtävä viskositeettikorjauksia asianmukaisen kaasunjaon varmistamiseksi (ellei kaasunjakajan sisäinen ohjelmisto tee niitä). Kaasunjakajajärjestelmän on läpäistävä 8.1.4.5 kohdassa tarkoitettu lineaarisuusverifiointi. Vaihtoehtoisesti sekoituslaite voidaan tarkastaa lineaarisella instrumentilla, esimerkiksi käyttämällä NO-kaasua kemiluminesenssi-ilmaisimen (CLD) kanssa. Instrumentin vertailuarvo asetetaan suoraan instrumenttiin yhdistetyllä vertailukaasulla. Kaasunjakaja on tarkastettava käytetyillä asetuksilla, ja nimellisarvoa on verrattava mittauslaitteen mitattuun pitoisuuteen.

#### 9.4.6 CO- ja CO<sub>2</sub>-mittaukset

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään ei-dispersoivaa infrapuna-analysointia (NDIR) CO- ja CO<sub>2</sub>-pitoisuuksien mittaamiseen raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta.

NDIR-järjestelmä on kalibroitava ja verifioitava 8.1.8.1 kohdan mukaisesti.

## 9.4.7 Hiilivetymittaukset

## 9.4.7.1 Liekki-ionisaatioilmaisain

## 9.4.7.1.1 Käyttö

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään lämmitettyä liekki-ionisaatioilmaisinta (HFID) hiilivetypitoisuuksien mittaamiseen raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta. Hiilivetypitoisuudet on määritettävä hiililuvun 1 ( $C_1$ ) perusteella. Lämmitettyjen FID-analysaattoreiden kaikkien pintojen, jotka ovat kosketuksissa päästöjen kanssa, on pysyttävä lämpötilassa  $464 \pm 11$  K ( $191 \pm 11$  °C). Maakaasukäyttöisten, nestekaasukäyttöisten ja kipinäsytytysmoottoreiden osalta hiilivetyanalysaattori voi valinnaisesti olla tyypiltään lämmittämätön liekki-ionisaatioilmaisain (FID).

## 9.4.7.1.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

THC:n mittaamiseen käytettävän FID-järjestelmän on läpäistävä 8.1.10 kohdassa tarkoitettut hiilivetymittauksiin liittyvät verifiointit.

## 9.4.7.1.3 FID:n polttoaine ja poltinilma

FID:n polttoaineen ja poltinilman on täytettävä 9.5.1 kohdassa esitettävät vaatimukset. FID:n polttoaine ja poltinilma eivät saa sekoittua ennen FID-analysaattoriin tuloa jotta varmistetaan, että FID-analysaattori toimii diffuusioliekillä eikä esisekoitetulla liekillä.

## 9.4.7.1.4 Varattu

## 9.4.7.1.5 Varattu

## 9.4.7.2 Varattu

9.4.8  $NO_x$ -mittaukset

Typen oksidien ( $NO_x$ ) mittausta varten on täsmennetty kaksi mittauslaitetta, joista kumpaa tahansa voidaan käyttää sillä edellytyksellä, että laite täyttää 9.4.8.1 tai 9.4.8.2 kohdassa vahvistetut vaatimukset. Kemiluminesenssianalysaattoria käytetään vertailumenetelmänä, kun sovelletaan jotakin 5.1.1 kohdassa tarkoitettua vaihtoehtoista mittaustenettelyä.

## 9.4.8.1 Kemiluminesenssi-ilmaisain

## 9.4.8.1.1 Käyttö

Kemiluminesenssi-ilmaisinta (CLD) yhdistettynä  $NO_2$ -NO-muuntimeen käytetään raa'an tai laimennetun pakokaasun  $NO_x$ -pitoisuuden mittaamiseen eränäytteenotossa tai jatkuvassa näytteenotossa.

## 9.4.8.1.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

CLD:n käyttöön perustuvan järjestelmän on läpäistävä 8.1.11.1 kohdassa tarkoitettu vaimennusverifiointi. Sekä lämmitettyä että lämmittämätöntä CLD:tä voidaan käyttää, ja laite voi olla ympäröivässä ilmanpaineessa tai tyhjiössä.

9.4.8.1.3  $NO_2$ -NO-muunnin

Sisäinen tai ulkoinen  $NO_2$ -NO-muunnin, joka läpäisee 8.1.11.5 kohdan mukaisen verifiointin, sijoitetaan virtaus suunnassa CLD:n yläpuolelle. Muunninta varten tarvitaan ohivirtausjärjestely tällaisen verifiointin mahdollistamiseksi.

#### 9.4.8.1.4 Kosteusvaikutukset

Kaikkien CLD:n lämpötilojen on pysyttävä vakaina veden tiivistymisen ehkäisemiseksi. Kosteuden poistamiseksi näytteestä virtaussuunnassa CLD:n yläpuolella on käytettävä yhtä seuraavista järjestelyistä:

- a) CLD sijaitsee virtaussuunnassa mahdollisen kuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella, ja kuivain tai jäähdytin sijaitsee 8.1.11.5 kohdan verifointivaatimukset täyttävän NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen alapuolella.
- b) CLD sijaitsee virtaussuunnassa 8.1.11.4 kohdan verifointivaatimukset täyttävän kuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella.

#### 9.4.8.1.5 Vasteaika

CLD:n vasteajan parantamiseksi voidaan käyttää lämmitettävää CLD:tä.

#### 9.4.8.2 Ei-dispersiova ultraviolettianalysaattori

##### 9.4.8.2.1 Käyttö

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään ei-dispersiovaa ultraviolettianalysaattoria (NDUV) NO<sub>x</sub>-pitoisuuksien mittaamiseen raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta.

##### 9.4.8.2.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

NDUV:n käyttöön perustuvan järjestelmän on läpäistävä 8.1.11.3 kohdan mukaiset verifoinnit.

##### 9.4.8.2.3 NO<sub>2</sub>-NO-muunnin

Jos NDUV-analysaattori mittaa pelkästään NO:ta, virtaussuunnassa NDUV:n yläpuolelle sijoitetaan 8.1.11.5 kohdan verifointivaatimukset täyttävä sisäinen tai ulkoinen NO<sub>2</sub>-NO-muunnin. Muunninta varten tarvitaan ohivirtausjärjestely tällaisen verifoinnin mahdollistamiseksi.

##### 9.4.8.2.4 Kosteusvaikutukset

NUVD:n lämpötilan on pysyttävä vakaana veden tiivistymisen ehkäisemiseksi, ellei käytetä toista seuraavista järjestelyistä:

- a) NDUV sijaitsee virtaussuunnassa mahdollisen kuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella, ja kuivain tai jäähdytin sijaitsee 8.1.11.5 kohdan verifointivaatimukset täyttävän NO<sub>2</sub>-NO-muuntimen alapuolella.
- b) NDUV sijaitsee virtaussuunnassa 8.1.11.4 kohdan verifointivaatimukset täyttävän kuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella.

#### 9.4.9 O<sub>2</sub>-mittaukset

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään paramagneettista (PMD) tai magneettis-pneumaattista (MPD) tunnistusta O<sub>2</sub>-pitoisuuksien mittaamiseen raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta.

#### 9.4.10 Ilman ja polttoaineen suhteen mittaaminen

Sirkoniumdioksidianalysaattoria (ZrO<sub>2</sub>) voidaan käyttää ilman ja polttoaineen suhteen mittaamiseen raakapakokaasun osalta jatkuvassa näytteenotossa. O<sub>2</sub>-mittauksia voidaan käyttää yhdessä imuilma- tai polttoainevirtamittausten kanssa pakokaasuvirtauksen laskemiseen liitteen VII mukaisesti.

#### 9.4.11 Hiukkasmittaukset gravimetrisellä vaa'alla

Hiukkassuodattimien kerättyjen hiukkasten nettomassan mittaamiseen käytetään vaakaa.

Vaa'an resoluution vähimmäisvaatimuksena on, että toistettavuusarvo on taulukossa 6.8 suositeltu 0,5 mikrogrammaa tai sitä pienempi. Jos vaa'assa käytetään sisäisiä kalibrointipainoja rutiinikohdistusta ja verifiointeja varten, niiden on täytettävä 9.5.2 kohdan vaatimukset.

Vaaka on konfiguroitava niin, että asettumisaika ja vakaus vaa'an sijoituspaikassa ovat optimaalisia.

#### 9.4.12 Ammoniakkimittaukset (NH<sub>3</sub>)

FTIR-analysaattoria (Fourier Transform Infrared analyser), NDUV:ia tai laser-infrapuna-analysaattoria voidaan käyttää laitteen toimittajan ohjeiden mukaisesti.

### 9.5 Analyysikaasut ja massastandardit

#### 9.5.1 Analyysikaasut

Analysikaasujen on oltava tässä jaksossa esitettävien tarkkuus- ja puhtausvaatimusten mukaisia.

##### 9.5.1.1 Kaasuvaatimukset

Seuraavat kaasuja koskevat vaatimukset on otettava huomioon:

- a) Mittauslaitteiden nollauksessa ja kalibrointikaasujen sekoituksessa on käytettävä puhdistettuja kaasuja siten, että saadaan nollavaste nollakalibrointistandardilla. On käytettävä kaasuja, joissa kontaminaatio kaasusylinterissä tai nollakaasugeneraattorin ulostulossa on enintään suurin seuraavassa esitetyistä arvoista:
  - i) 2 prosentin kontaminaatio mitattuna suhteessa standardin mukaisesti odotettavissa olevaan keskimääräiseen pitoisuuteen. Jos esimerkiksi CO-pitoisuuden odotetaan olevan 100,0 µmol/mol, voidaan käyttää nollakaasua, jonka CO-kontaminaatio on enintään 2 000 µmol/mol.
  - ii) Taulukossa 6.9 vahvistettu kontaminaatio raakapakokaasun tai laimennetun pakokaasun mittauksissa.
  - iii) Taulukossa 6.10 vahvistettu kontaminaatio raakapakokaasun mittauksissa.

Taulukko 6.9

**Kontaminaatoraja-arvot, joita sovelletaan raa'an tai laimennetun pakokaasun mittauksissa [µmol/mol = ppm]**

Aineosa	Puhdistettu synteettinen ilma <sup>(e)</sup>	Puhdistettu N <sub>2</sub> <sup>(e)</sup>
THC (C <sub>1</sub> -vastaavuus)	≤ 0,05 µmol/mol	≤ 0,05 µmol/mol
CO	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO <sub>2</sub>	≤ 1, µmol/mol	≤ 10 µmol/mol
O <sub>2</sub>	0,205–0,215 mol/mol	≤ 2 µmol/mol
NO <sub>x</sub>	≤ 0,02 µmol/mol	≤ 0,02 µmol/mol

<sup>(e)</sup> Näiden puhtaustasojen ei tarvitse olla kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin jäljitettävissä.

Taulukko 6.10

**Kontaminaatioraja-arvot, joita sovelletaan raakapakokaasun mittauksissa [ $\mu\text{mol/mol}$  = ppm]**

Aineosa	Puhdistettu synteettinen ilma <sup>(e)</sup>	Puhdistettu N <sub>2</sub> <sup>(e)</sup>
THC (C <sub>1</sub> -vastaavuus)	≤ 1 $\mu\text{mol/mol}$	≤ 1 $\mu\text{mol/mol}$
CO	≤ 1 $\mu\text{mol/mol}$	≤ 1 $\mu\text{mol/mol}$
CO <sub>2</sub>	≤ 400 $\mu\text{mol/mol}$	≤ 400 $\mu\text{mol/mol}$
O <sub>2</sub>	0,18–0,21 mol/mol	—
NO <sub>x</sub>	≤ 0,1 $\mu\text{mol/mol}$	≤ 0,1 $\mu\text{mol/mol}$

<sup>(e)</sup> Näiden puhtaustasojen ei tarvitse olla kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin jäljitettävissä.

b) FID-analysointilaitteen kanssa käytetään seuraavia kaasuja:

- i) FID-polttoaineen H<sub>2</sub>-pitoisuuden on oltava 0,39–0,41 mol/mol, täytekaasu He tai N<sub>2</sub>. Seoksen THC-pitoisuus saa olla enintään 0,05  $\mu\text{mol/mol}$ .
- ii) FID:n polttilman on täytettävä tämän kohdan a alakohdassa esitetyt puhdistettua ilmaa koskevat vaatimukset.
- iii) FID-nollakaasu. Liekki-ionisaatioilmaisimet on nollattava puhdistetulla kaasulla, joka täyttää tämän kohdan a alakohdassa esitetyt vaatimukset muuten, mutta puhdistetun kaasun O<sub>2</sub>-pitoisuus voi olla mikä tahansa.
- iv) FID:n propaanikohdistuskaasu. THC:n mittauksessa käytettävä FID-analysointilaitte on kohdistettava ja kalibroitava kaasulla, jossa on kohdistuspitoisuus propaania C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C<sub>1</sub>) perusteella.

v) Varattu

c) Seuraavia kaasuseoksia voidaan käyttää, ja kaasujen on oltava ± 1,0 prosentin tarkkuudella jäljitettävissä kansainvälisten ja/tai kansallisten standardien tosiarvoihin tai muihin hyväksyttäviin standardeihin.

i) Varattu

ii) Varattu

iii) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, täytekaasu puhdistettu synteettinen ilma ja/tai N<sub>2</sub> (tapauksen mukaan);

iv) CO, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>;

v) CO<sub>2</sub>, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>;

vi) NO, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>;

vii) NO<sub>2</sub>, täytekaasu puhdistettu synteettinen ilma;

viii) O<sub>2</sub>, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>;

ix) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>;

x) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO, täytekaasu puhdistettu N<sub>2</sub>.

- d) Muita kuin tämän kohdan c alakohdassa lueteltuja kaasulajeja (kuten metanolia ilmassa, jota voidaan käyttää vastetekijöiden määrityksessä) voidaan käyttää, kunhan ne ovat  $\pm 3,0$  prosentin tarkkuudella jäljitettävissä kansainvälisten ja/tai kansallisten standardien tosiarvoihin ja täyttävät 9.5.1.2 kohdan mukaiset vakausvaatimukset.
- e) Omia kalibrointikaasuja voidaan valmistaa käyttämällä tarkkuussekoituslaitteita, kuten kaasunjakajaa, kaasujen laimentamiseksi puhdistetulla  $N_2$ :lla tai synteettisellä ilmalla. Jos kaasunjakajat täyttävät 9.4.5.6 kohdassa vahvistetut vaatimukset ja sekoitettavat kaasut täyttävät tämän kohdan a ja c alakohdan vaatimukset, tuloksena olevien kaasujen katsotaan täyttävän tässä 9.5.1.1 kohdassa asetetut vaatimukset.

#### 9.5.1.2 Pitoisuus ja viimeinen käyttöpäivä

Kunkin kalibrointikaasustandardin pitoisuus ja sen valmistajan ilmoittama viimeinen käyttöpäivä on kirjattava.

- a) Mitään kalibrointikaasustandardia ei saa käyttää sen viimeisen käyttöpäivän jälkeen, paitsi jos käyttö on sallittu tämän kohdan b alakohdan mukaisesti.
- b) Kalibrointikaasuja voidaan merkitä uudelleen ja käyttää viimeisen käyttöpäivän jälkeen tyyppihyväksyntä- tai sertifiointiviranomaisen etukäteishyväksynnällä.

#### 9.5.1.3 Kaasujen siirtäminen

Kaasut on siirrettävä niiden säilytyspaikasta analysaattoreille käyttäen komponentteja, jotka on tarkoitettu juuri kyseisten kaasujen ohjausta ja siirtoa varten.

Kaikkien kalibrointikaasujen enimmäissäilytysaikoja on noudatettava. Valmistajan ilmoittama kalibrointikaasujen viimeinen käyttöpäivä on kirjattava.

#### 9.5.2 Massastandardit

Hiukkasvaa'assa on käytettävä sertifioituja painoja, jotka ovat tunnustettuihin kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin jäljitettäviä 0,1 prosentin epävarmuudella. Kalibrointipainot voi sertifioida mikä tahansa laboratorio, joka voi taata jäljitettävyyden tunnustettuihin kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin. On varmistettava, että pienimmän kalibrointipainon massa on enintään 10 kertaa käyttämättömän hiukkasnäytteenottovälineen massan suuruinen. Kalibrointiraportissa on mainittava myös painojen tiheys.

---

## Lisäys 1

**Hiukkasmääräpäästöjen mittauslaitteisto****1. Mittauksen testimenetelmä****1.1 Näytteenotto**

Hiukkasmääräpäästöt mitataan jatkuvalla näytteenotolla joko tämän liitteen 9.2.3 kohdassa kuvatussa osavirtauslaimennusjärjestelmässä tai tämän liitteen 9.2.2 kohdassa kuvatussa täysvirtauslaimennusjärjestelmässä.

**1.1.1 Laimenteen suodatus**

Laimennusjärjestelmässä tehtävässä sekä ensimmäisessä että tapauksen mukaan toisessa pakokaasun laimennuksessa käytettävä laimenne johdetaan suodattimiin, jotka täyttävät 1 artiklan 19 kohdassa määritellyt HEPA-suodatinta koskevat vaatimukset. Haluttaessa laimenne voidaan esipuhdistaa puuhiilellä ennen sen johtamista HEPA-suodattimeen laimenteessa olevien hiilivetytypitoisuuksien vähentämiseksi ja stabiloimiseksi. On suositeltavaa sijoittaa lisäksi karkeiden hiukkasten suodatin ennen HEPA-suodatinta ja mahdollisesti käytettävän puuhiilipuhdistimen jälkeen.

**1.2 Hiukkasnäytevirran kompensoiminen – täysvirtauslaimennusjärjestelmät**

Laimennusjärjestelmästä hiukkasnäytteenottoa varten otetun massavirran kompensoimiseksi palautetaan otettu massavirta (suodatettuna) laimennusjärjestelmään. Vaihtoehtoisesti voidaan laimennusjärjestelmän kokonaismassavirta korjata matemaattisesti, jotta otettu hiukkasnäytevirta otetaan huomioon. Jos laimennusjärjestelmästä hiukkasmäärän ja hiukkasmassan näytteenottoa varten yhteensä otettu kokonaismassavirta on alle 0,5 prosenttia laimennustunnelissa olevasta laimennetun pakokaasun kokonaisvirrasta (med), korjaus tai virran palauttaminen voidaan jättää tekemättä.

**1.3 Hiukkasnäytevirran kompensoiminen – osavirtauslaimennusjärjestelmät****1.3.1 Osavirtauslaimennusjärjestelmien tapauksessa massavirta otetaan laimennusjärjestelmästä hiukkasnäytteenottoa varten siten, että näytteenoton oikeasuhtaisuutta valvotaan. Tämä tehdään joko syöttämällä hiukkasnäytevirta takaisin laimennusjärjestelmään virtaussuunnassa virtauksenmittauslaitteen yläpuolelta tai 1.3.2 kohdassa kuvatulla matemaattisella korjauksella. Kun kyse on kokonaisnäytteenottotyypisestä osavirtauslaimennusjärjestelmästä, hiukkasnäytteenottoa varten otettu massavirta korjataan hiukkasmassan laskemista varten 1.3.3 kohdan mukaisesti.****1.3.2 Laimennusjärjestelmään syötetty hetkellinen kaasuvirta ( $q_{mp}$ ), jota käytetään näytteenoton oikeasuhtaisuuden varmistamiseen, korjataan jollakin seuraavista menetelmistä:**

a) Jos otettu hiukkasnäytevirta hylätään, tämän liitteen 8.1.8.6.1 kohdassa annettu yhtälö (6-20) korvataan yhtälöllä (6-29):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (6-29)$$

jossa:

$q_{mdew}$  on laimennetun pakokaasun massavirta, kg/s

$q_{mdw}$  on laimennusilman massavirta, kg/s

$q_{ex}$  on hiukkasnäytemassavirta, kg/s.

Osavirtauslaimennusjärjestelmän ohjaimen lähetettävän signaalin  $q_{ex}$  on oltava kaikkina aikoina tarkkuudeltaan  $\pm 0,1$  prosenttia arvosta  $q_{mdew}$  ja signaali olisi lähetettävä vähintään 1 hertsin taajuudella.

b) Jos otettu hiukkasnäytevirta hylätään kokonaan tai osittain mutta vastaava virta syötetään takaisin laimennusjärjestelmään virtauksenmittauslaitteen yläpuolelta, 8.1.8.6.1 kohdassa oleva yhtälö (6-20) korvataan yhtälöllä (6-30):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (6-30)$$



jossa:

$q_{mdew}$  on laimennetun pakokaasun massavirta, kg/s

$q_{mdw}$  on laimennusilman massavirta, kg/s

$q_{ex}$  on hiukkasnäytemassavirta, kg/s

$q_{sw}$  on laimennustunneliin hiukkasnäytteenoton kompensoimiseksi takaisin syötetty massavirta, kg/s.

Osavirtauslaimennusjärjestelmään syötettyjen  $q_{ex}$ :n ja  $q_{sw}$ :n eron on oltava kaikkina aikoina tarkkuudeltaan  $\pm 0,1$  prosenttia arvosta  $q_{mdew}$ . Signaali (tai signaalit) olisi lähetettävä vähintään 1 hertsin taajuudella.

### 1.3.3 Hiukkasmittauksen korjaaminen

Kun hiukkasvirta otetaan osavirtauslaimennusjärjestelmästä kokonaisnäytteenoton yhteydessä, hiukkasten massa ( $m_{PM}$ ), joka on laskettu liitteessä VII olevan 2.3.1.1 kohdan mukaisesti, korjataan seuraavalla tavalla virran arvon korjaamiseksi. Korjaus on tehtävä myös silloin, kun suodatettu virta johdetaan takaisin osavirtauslaimennusjärjestelmään yhtälössä (6-31) esitetyllä tavalla:

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (6-31)$$

jossa:

$m_{PM}$  on liitteessä VII olevan 2.3.1.1 kohdan mukaisesti määritetty hiukkasmassa, g/testi

$m_{sed}$  on laimennustunnelin läpi kulkevan laimennetun pakokaasun kokonaismassa, kg

$m_{ex}$  on laimennustunnelista hiukkasnäytettä varten otetun laimennetun pakokaasun kokonaismassa, kg.

### 1.3.4 Osavirtauslaimennusjärjestelmästä otetun näytteen oikeasuhtaisuus

Hiukkasmäärän mittaamisessa käytetään jollakin tämän liitteen 8.4.1.3–8.4.1.7 kohdassa kuvatulla menetelmällä määritettyä pakokaasun massavirtaa osavirtauslaimennusjärjestelmän säätämiseksi niin, että otettava näyte on oikeassa suhteessa pakokaasun massavirtaan. Oikeasuhtaisuus varmistetaan tekemällä näytteen ja pakokaasuvirran välinen regressioanalyysi tämän liitteen 8.2.1.2 kohdan mukaisesti.

### 1.3.5 Hiukkasmäärän laskeminen

Hiukkasmäärän määrittäminen ja laskeminen esitetään liitteen VII lisäyksessä 5.

## 2. Mittauslaitteisto

### 2.1 Erittely

#### 2.1.1 Järjestelmän yleiskuvaus

2.1.1.1 Hiukkasnäytteenottojärjestelmässä on näytteenotin tai näytteenottopiste, jonka avulla voidaan ottaa näyte homogeenisesta virrasta laimennusjärjestelmässä tässä liitteessä olevaan 9.2.2 tai 9.2.3 kohdan mukaisesti, haihtuvien hiukkasten poistolaite (VPR), joka sijaitsee virtaussuunnassa hiukkaslaskurin (PNC) etupuolella, sekä soveltuva siirtoputkisto.

2.1.1.2 Haihtuvien hiukkasten poistolaitteen syöttöaukon eteen on suositeltavaa sijoittaa hiukkaskoon esiluokituslaitte (esim. sykloni tai iskuelementti). Hiukkaskoon esiluokituslaitteen asemesta on hyväksyttävää käyttää esimerkiksi kuvassa 6.8 esitettyä näytteenotinta, joka toimii hiukkaskokoluokituslaitteena. Osavirtauslaimennusjärjestelmien yhteydessä voidaan käyttää sekä hiukkasmassan että hiukkasmäärän näytteenoton osalta samaa esiluokituslaitetta, kun hiukkasnäyte otetaan laimennusjärjestelmästä virtaussuunnassa esiluokituslaitteen jälkeen. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erillisiä esiluokituslaitteita, kun hiukkasmääränäyte otetaan laimennusjärjestelmästä virtaussuunnassa ennen hiukkasmassan esiluokituslaitetta.

## 2.1.2 Yleiset vaatimukset

### 2.1.2.1 Hiukkasnäytteenottopiste sijoitetaan laimennustunnelin sisälle.

Näytteenottimen kärki tai hiukkasnäytteen ottopaikka ja hiukkastensiirtoputki (PTT) muodostavat yhdessä hiukkastensiirtojärjestelmän (PTS). Hiukkastensiirtojärjestelmä siirtää näytteen laimennustunnelista haihtuvien hiukkasten poistolaitteen suulle. Hiukkastensiirtojärjestelmän on täytettävä seuraavat vaatimukset:

Täysvirtauslaimennusjärjestelmien ja jakeittaiseen näytteenottoon perustuvien osavirtauslaimennusjärjestelmien (kuten kuvattu tämän liitteen 9.2.3 kohdassa) tapauksessa näytteenotin asennetaan lähelle tunnelin keskiviivaa virtaussuunnassa 10–20 tunnelin halkaisijan verran kaasun syöttöaukon jälkeen siten, että se osoittaa tunnelin kaasuvirran suuntaa vastaan ja sen akseli on sen kärjen kohdalla samansuuntainen laimennustunnelin akselin kanssa. Näytteenotin sijoitetaan laimennusilman syöttökanaavaan siten, että näyte otetaan homogeenisestä pakokaasuilmaseoksesta.

Kokonaisnäytteenottoon perustuvien osavirtauslaimennusjärjestelmien (kuten kuvattu tämän liitteen 9.2.3 kohdassa) tapauksessa hiukkasnäytteen ottopiste tai näytteenotin sijoitetaan hiukkastensiirtoputkeen virtaussuunnassa ennen hiukkassuodattimen pidintä, virtauksenmittauslaitetta ja mahdollisia näyte- ja ohitusvirran haarautumakohtia. Näytteenottopiste tai näytteenotin sijoitetaan siten, että näyte otetaan homogeenisestä pakokaasuilmaseoksesta. Näytteenottimen olisi oltava mitoiltaan sellainen, ettei se häiritse osavirtauslaimennusjärjestelmän toimintaa.

Hiukkastensiirtojärjestelmän läpi johdettavan näytekaasun on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- a) Täysvirtauslaimennusjärjestelmien tapauksessa virtauksen Reynoldsin luku (Re) on pienempi kuin 1 700.
- b) Osavirtauslaimennusjärjestelmien tapauksessa virtauksen Reynoldsin luku (Re) on pienempi kuin 1 700 hiukkastensiirtoputkessa eli virtaussuunnassa näytteenottimen tai -ottopaikan jälkeen.
- c) Viipymisaika hiukkastensiirtojärjestelmässä on enintään 3 sekuntia.
- d) Hyväksyttävänä pidetään myös muita hiukkastensiirtojärjestelmän näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys 30 nm:n hiukkasilla.
- e) Poistoputkella (OT), jonka kautta laimennettu näyte johdetaan haihtuvien hiukkasten poistolaitteesta hiukkaslaskurin syöttöaukkoon, on oltava seuraavat ominaisuudet:
  - f) Putken sisähalkaisija on vähintään 4 mm.
  - g) Poistoputken läpi kulkevan näytekaasuvirran viipymisaika on enintään 0,8 sekuntia.
  - h) Hyväksyttävänä pidetään myös muita poistoputken näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys 30 nm:n hiukkasilla.

### 2.1.2.2 Haihtuvien hiukkasten poistolaitteessa on oltava laitteet näytteen laimentamista ja haihtuvien hiukkasten poistamista varten.

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

### 2.1.2.4 Hiukkasnäytteenottojärjestelmässä on noudatettava hyvää aerosolinäytteenottokäytäntöä, jonka mukaan vältetään tiukkoja mutkia ja äkillisiä muutoksia poikkileikkauksessa, käytetään sileitä sisäpintoja ja pidetään näytteenottolinja mahdollisimman lyhyenä. Poikkileikkauksessa sallitaan asteittaiset muutokset.

## 2.1.3 Erityisvaatimukset

### 2.1.3.1 Hiukkasnäyte ei saa kulkea pumpun läpi ennen kulkemistaan hiukkaslaskurin läpi.

### 2.1.3.2 On suositeltavaa käyttää näytteen esiluokituslaitetta.

- 2.1.3.3 Näytteen esivakiointiyksikön on täytettävä seuraavat vaatimukset:
- 2.1.3.3.1 Yksikkö pystyy laimentamaan näytettä yhdessä tai useammassa vaiheessa siten, että saavutetaan hiukkaspitoisuus, joka alittaa hiukkaslaskurin yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajan, ja kaasun lämpötila on hiukkaslaskurin syöttöaukon kohdalla alle 308 K (35 °C).
- 2.1.3.3.2 Yksikön toiminnan alkuvaiheeseen sisältyy lämmitys-laimennusvaihe, jonka tuloksena näyte saavuttaa lämpötilan  $\geq 423$  K (150 °C) ja  $\leq 673$  K (400 °C) ja laimennus on vähintään 10-kertainen.
- 2.1.3.3.3 Yksikkö pitää lämminvaiheissa nimelliskäyttölämpötilan vakaana 2.1.4.3.2 kohdassa esitetyissä rajoissa  $\pm 10$  °C:n tarkkuudella. Yksikkö ilmaisee, onko nimelliskäyttölämpötila lämminvaiheissa oikea vai ei.
- 2.1.3.3.4 Saavutetaan sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n ja 50 nm:n hiukkasille 2.2.2.2 kohdassa määritelty hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin ( $f_r(d_p)$ ), joka on enintään 30 prosenttia (30 nm) tai 20 prosenttia (50 nm) suurempi ja enintään 5 prosenttia pienempi kuin sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 100 nm:n hiukkasten vastaava kerroin koko haihtuvien hiukkasten poistolaitetta tarkasteltuna.
- 2.1.3.3.5 Saadaan 30 nm:n tetrakontaanihiukkasten ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) höyrystymisasteeksi yli 99,0 prosenttia, kun syöttöpitoisuus on vähintään  $10\,000\text{ cm}^{-3}$ , kuumentamalla tetrakontaania ja vähentämällä sen osapaineita.
- 2.1.3.4 Hiukkaslaskurin on täytettävä seuraavat vaatimukset:
- 2.1.3.4.1 Hiukkaslaskuri toimii täysvirtaustoimintaoloissa.
- 2.1.3.4.2 Hiukkaslaskurin mittaustarkkuus on  $\pm 10$  prosenttia alueella, joka ulottuu arvosta  $1\text{ cm}^{-3}$  laitteen yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajaan, ja määrittäminen perustuu standardiin. Arvon  $100\text{ cm}^{-3}$  alittavilla pitoisuuksilla voidaan vaatia, että laskurin tarkkuus osoitetaan hyvällä tilastollisella luotettavuustasolla käyttämällä pidennetyillä näytteenottoajoilla tehtyjen mittausten keskiarvoa.
- 2.1.3.4.3 Laitteen luettavuus on vähintään  $0,1\text{ cm}^{-3}$  arvon  $100\text{ cm}^{-3}$  alittavilla pitoisuuksilla.
- 2.1.3.4.4 Laitteella saadaan lineaarinen vaste hiukkaspitoisuuksiin koko mittausalueella yksittäisten hiukkasten laskemistilassa.
- 2.1.3.4.5 Tietojen ilmoittamistaajuus on vähintään 0,5 Hz.
- 2.1.3.4.6 Laitteen vasteaika on alle 5 s mitatulla pitoisuusalueella.
- 2.1.3.4.7 Laitteessa on koinsidenssikorjaustoiminne, jossa korjaus on enintään 10 prosenttia. Siinä voidaan käyttää 2.2.1.3 kohdassa määritettyä sisäistä kalibrintikerrointa, mutta laskentahyötysuhteen korjaamiseen tai määrittämiseen ei saa käyttää muita algoritmeja.
- 2.1.3.4.8 Laskentahyötysuhde on 50 prosenttia ( $\pm 12$  prosenttia) sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 23 nm:n ( $\pm 1$  nm) ja yli 90 prosenttia 41 nm:n ( $\pm 1$  nm) hiukkasten osalta. Laskentahyötysuhteet voidaan saavuttaa sisäisin (esim. laitteen suunnittelu) tai ulkoisin (esim. koon esiluokitus) keinoin.
- 2.1.3.4.9 Jos hiukkaslaskurissa käytetään käytönestettä, se on vaihdettava laitteen valmistajan ilmoittamin väliajoin.
- 2.1.3.5 Jos painetta ja/tai lämpötilaa hiukkaslaskurin syöttöaukon kohdalla ei pidetä vakiona kohdassa, jossa hiukkaslaskurin virtaa säädetään, niiden arvot on mitattava ja ilmoitettava, jotta hiukkaspitoisuusmittaukset voidaan korjata vakio-olosuhteisiin.
- 2.1.3.6 Hiukkastensiirtojärjestelmän, haihtuvien hiukkasten poistolaitteen ja poistoputken viipymisajan sekä hiukkaslaskurin vasteajan summa saa olla enintään 20 s.
- 2.1.3.7 Koko hiukkasnäytteenottojärjestelmän (hiukkastensiirtojärjestelmä, haihtuvien hiukkasten poistolaitteen, poistoputken ja hiukkaslaskurin) muunnosaika määritetään suoraan hiukkastensiirtojärjestelmän syöttöaukolla tehtävällä aerosolikytkennällä. Aerosolikytkennän on tapahduttava alle 0,1 sekunnissa. Testissä käytettävän aerosolin on aiheutettava pitoisuudenmuutos, joka on vähintään 60 prosenttia täydestä asteikosta.

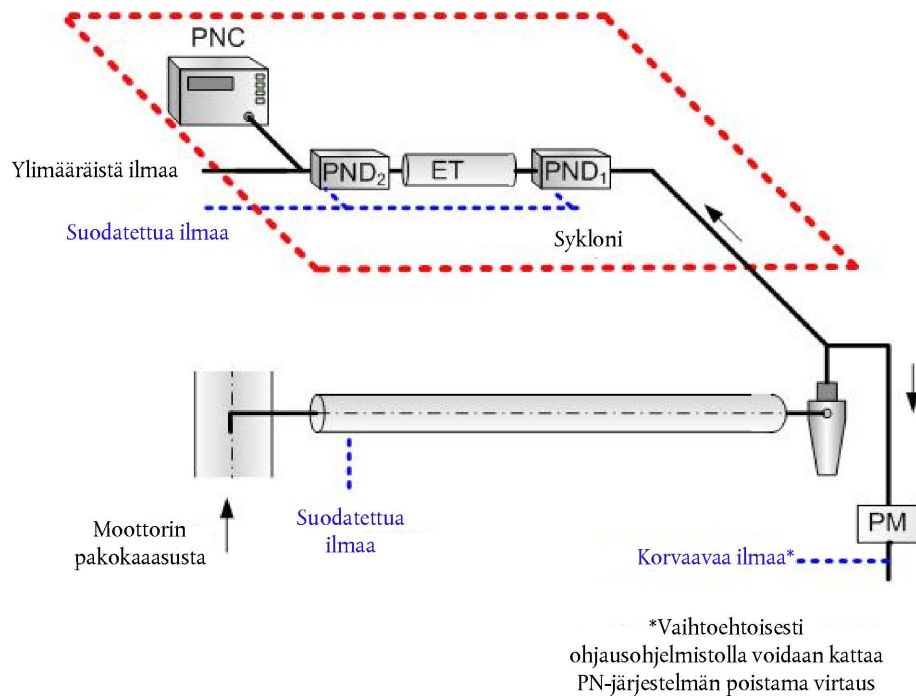
Pitoisuus on kirjattava. Hiukkaspitoisuus- ja pakovirtasignaalien aikojen yhdenmukaistamista varten muunnosajaksi määritellään aika muutoksesta ( $t_0$ ) siihen, kun vaste on 50 prosenttia lopullisesta lukemasta ( $t_{50}$ ).

## 2.1.4 Järjestelmän suositeltu kuvaus

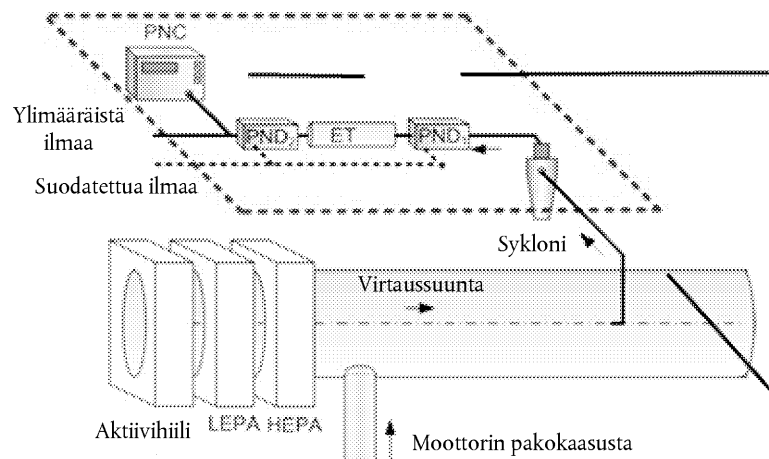
Tässä kohdassa esitetään suositeltava käytäntö hiukkasmäärän mittaamiseen. Kaikki järjestelmät, jotka täyttävät 2.1.2 ja 2.1.3 kohdassa asetetut suorituskykyvaatimukset, ovat kuitenkin hyväksyttäviä.

Kuvissa 6.9 ja 6.10 esitetään kaavakuva suositeltavista osa- ja täysvirtauslaimennusjärjestelmissä käytettävistä hiukkasnäytteenottojärjestelmäkonfiguraatioista.

Kuva 6.9.

**Kaavakuva suositeltavasta hiukkasnäytteenottojärjestelmästä – osavirtausnäytteenotto**

Kuva 6.10.

**Kaavakuva suositeltavasta hiukkasnäytteenottojärjestelmästä – täysvirtausnäytteenotto**

#### 2.1.4.1 Näytteenottojärjestelmän kuvaus

Hiukkasnäytteenottojärjestelmässä on laimennusjärjestelmässä sijaitseva näytteenottimen kärki tai hiukkasnäytteenottopiste, hiukkastensiirtoputki (PTT), hiukkasten esiluokituslaite (PCF) ja haihtuvien hiukkasten poistolaite (VPR), joka sijaitsee virtaussuunnassa hiukkaspitoisuuden mittauslaitteen (PNC) etupuolella. Haihtuvien hiukkasten poistolaitteessa on oltava laitteet näytteen laimentamista (hiukkasmäärälaimentimet PND<sub>1</sub> ja PND<sub>2</sub>) ja hiukkasten höyrytämistä varten (höyrystysputki ET). Näytteenotin tai näytteenottopiste testattavaa kaasuvirtaa varten sijoitetaan laimennusilman syöttökanavaan siten, että saadaan edustava näyte homogeenisestä pakokaasuilmaseoksesta. Järjestelmän ja hiukkaslaskurin vasteajan summa saa olla enintään 20 s.

#### 2.1.4.2 Hiukkastensiirtojärjestelmä

Näytteenottimen kärki tai hiukkasnäytteen ottopaikka ja hiukkastensiirtoputki (PTT) muodostavat yhdessä hiukkastensiirtojärjestelmän (PTS). Hiukkastensiirtojärjestelmä siirtää näytteen laimennustunnelista ensimmäisen hiukkasmäärälaimentimen suulle. Hiukkastensiirtojärjestelmän on täytettävä seuraavat vaatimukset:

Täysvirtauslaimennusjärjestelmien ja jakeittaiseen näytteenottoon perustuvien osavirtauslaimennusjärjestelmien (kuten kuvattu tämän liitteen 9.2.3 kohdassa) tapauksessa näytteenotin asennetaan lähelle tunnelin keskiviivaa virtaussuunnassa 10–20 tunnelin halkaisijan verran kaasun syöttöaukon jälkeen siten, että se osoittaa tunnelin kaasuvirran suuntaa vastaan ja sen akseli on sen kärjen kohdalla samansuuntainen laimennustunnelin akselin kanssa. Näytteenotin sijoitetaan laimennusilman syöttökanavaan siten, että näyte otetaan homogeenisestä pakokaasuilmaseoksesta.

Kokonaisnäytteenottoon perustuvien osavirtauslaimennusjärjestelmien (kuten kuvattu tämän liitteen 9.2.3 kohdassa) tapauksessa hiukkasnäytteen ottopiste sijoitetaan hiukkastensiirtoputkeen virtaussuunnassa ennen hiukkassuodattimen pidintä, virtauksenmittauslaitetta ja mahdollisia näyte- ja ohitusvirran haarautumakohtia. Näytteenottopiste tai näytteenotin sijoitetaan siten, että näyte otetaan homogeenisestä pakokaasuilmaseoksesta.

Hiukkastensiirtojärjestelmän läpi johdettavan näytekäasun on täytettävä seuraavat vaatimukset:

Virtauksen Reynoldsin luku (Re) on pienempi kuin 1 700.

Viipymisaika hiukkastensiirtojärjestelmässä on enintään 3 sekuntia.

Hyväksyttävänä pidetään myös muita hiukkastensiirtojärjestelmän näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalla halkaisijaltaan 30 nm:n hiukkasille.

Poistoputkella (OT), jonka kautta laimennettu näyte johdetaan haihtuvien hiukkasten poistolaitteesta hiukkaslaskurin syöttöaukkoon, on oltava seuraavat ominaisuudet:

Putken sisähalkaisija on vähintään 4 mm.

Poistoputken läpi kulkevan näytekäasuvirran viipymisaika on enintään 0,8 sekuntia.

Hyväksyttävänä pidetään myös muita poistoputken näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalla halkaisijaltaan 30 nm:n hiukkasille.

#### 2.1.4.3 Hiukkasten esiluokituslaite

Suosittu hiukkasten esiluokituslaite sijoitetaan virtaussuunnassa haihtuvien hiukkasten poistolaitteen etupuolelle. Esiluokituslaitteen 50 prosentin luokituskoon on oltava 2,5–10 µm tilavuusvirralla, joka on valittu hiukkaspäästönäytteiden ottamiseen. Esiluokituslaitteen on oltava sellainen, että laitteeseen tulevien 1 µm:n hiukkasten massapitoisuudesta 99 prosenttia pääsee laitteen ulostulosta tilavuusvirralla, joka on valittu hiukkaspäästönäytteiden ottamiseen. Osavirtauslaimennusjärjestelmien yhteydessä voidaan käyttää sekä hiukkasmassan että hiukkasnäytteenoton osalta samaa esiluokituslaitetta, kun hiukkasnäyte otetaan laimennusjärjestelmästä virtaussuunnassa esiluokituslaitteen jälkeen. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erillisiä esiluokituslaitteita, kun hiukkasmääränäyte otetaan laimennusjärjestelmästä virtaussuunnassa ennen hiukkasmassan esiluokituslaitetta.

#### 2.1.4.4 Haihtuvien hiukkasten poistolaite (VPR)

Haihtuvien hiukkasten poistolaite koostuu hiukkasmäärälaimentimesta (PND<sub>1</sub>), höyrystysputkesta ja toisesta laimentimesta (PND<sub>2</sub>), jotka on asennettu sarjaan. Laimentamisessa pienennetään hiukkaspitoisuuden mittaussyksikköön tulevan näytteen hiukkaspitoisuutta niin, että se alittaa hiukkaslaskurin yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajan sekä estää nukleaatiota näytteessä. Laitteen on ilmaistava, onko PND<sub>1</sub>:n ja höyrystysputken käyttölämpötila oikea.

Laitteella on saatava 30 nm:n tetrakontaanihiukkasten (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>38</sub>CH<sub>3</sub>) höyrystymisasteeksi yli 99,0 prosenttia, kun syöttöpitoisuus on vähintään 10 000 cm<sup>-3</sup>, kuumentamalla tetrakontaania ja vähentämällä sen osapaineita. Lisäksi on saavutettava sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n ja 50 nm:n hiukkasille hiukkaspitoisuuden vähenemiskeroin ( $f_p$ ), joka on enintään 30 prosenttia (30 nm) tai 20 prosenttia (50 nm) suurempi ja enintään 5 prosenttia pienempi kuin sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 100 nm:n hiukkasten vastaava keroin koko haihtuvien hiukkasten poistolaitetta tarkasteltuna.

##### 2.1.4.4.1 Ensimmäinen hiukkasmäärälaimennin (PND<sub>1</sub>)

Ensimmäinen hiukkasmäärälaimennin on suunniteltava sellaiseksi, että se laimentaa hiukkaspitoisuutta ja toimii (seinämän) lämpötilassa 423–673 K (150–400 °C). Seinämän lämpötila-asetus olisi pidettävä mainitulle alueelle sijoittuvassa vakiokäyttölämpötilassa ± 10 °C:een tarkkuudella siten, ettei se ylitä höyrystysputken seinämän lämpötilaa (2.1.4.4.2 kohta). Laimentimeen johdetaan HEPA-suodattimella suodatettua laimennusilmaa, ja sen on saatava aikaan välille 10–200 asettuva laimennuskertoimen.

##### 2.1.4.4.2 Höyrystysputki

Höyrystysputken seinämän lämpötila säädetään koko putken pituudelta vähintään ensimmäisen hiukkasmäärälaimentimen seinämän lämpötilaan ja pidetään vakiokäyttölämpötilassa 300–400 °C ± 10 °C:en tarkkuudella.

##### 2.1.4.4.3 Toinen hiukkasmäärälaimennin (PND<sub>2</sub>)

PND<sub>2</sub> on suunniteltava sellaiseksi, että sillä laimennetaan hiukkaspitoisuutta. Laimentimeen johdetaan HEPA-suodattimella suodatettua laimennusilmaa, ja sen on pystyttävä ylläpitämään välille 10–30 asettuva laimennuskertoimen. PND<sub>2</sub>:n laimennuskertoimen on valittava väliltä 10–15 siten, että hiukkaspitoisuus toisen laimentimen jälkeen on pienempi kuin hiukkaslaskurin yksittäisten hiukkasten laskemistilan yläraja ja kaasun lämpötila ennen sen johtamista hiukkaslaskuriin on pienempi kuin 35 °C.

#### 2.1.4.5 Hiukkaslaskuri (PNC)

Hiukkaslaskurin on täytettävä 2.1.3.4 kohdan vaatimukset.

## 2.2 Hiukkasnäytteenottojärjestelmän kalibrointi/validointi <sup>(1)</sup>

### 2.2.1 Hiukkaslaskurin kalibrointi

2.2.1.1 Tutkimuslaitoksen on varmistettava, että hiukkaslaskurille on myönnetty standardinmukaisuuden osoittava kalibroitodistus enintään 12 kuukautta ennen päästöttestä.

2.2.1.2 Hiukkaslaskuri on lisäksi kalibroitava uudelleen ja sille on myönnettävä uusi kalibroitodistus kaikkien merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.

2.2.1.3 Kalibroinnissa on noudatettava standardikalibrointimenetelmää

a) vertaamalla kalibroitavan hiukkaslaskurin vastetta kalibroidun aerosolielektrometrin vasteeseen, kun samalla otetaan näyte elektrostaattisesti luokitelluista kalibrointihiukkasista tai

b) vertaamalla kalibroitavan hiukkaslaskurin vastetta toisen, edellä mainitulla menetelmällä suoraan kalibroidun hiukkaslaskurin vasteeseen.

<sup>(1)</sup> Esimerkkejä kalibrointi-/validointimenetelmistä löytyy osoitteesta [www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp](http://www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp)

Jos käytetään elektrometriä, kalibroinnissa on käytettävä vähintään kuutta standardipitoisuutta, jotka sijoitetaan mahdollisimman tasaisesti hiukkaslaskurin mittausalueelle. Näihin pisteisiin kuuluu nimelliskonsentraatiopiste, joka saadaan aikaan kiinnittämällä kunkin laitteen syöttöaukkoon HEPA-suodatin, joka on vähintään standardin EN 1822:2008 mukaista luokkaa H13 tai suorituskyvyltään vastaava. Kun kalibroitavaan hiukkaslaskuriin ei sovelleta kalibroitikerrointa, mitattujen pitoisuuksien on vastattava  $\pm 10$  prosentin tarkkuudella kutakin käytettyä standardikonsentraatiota paitsi nollakohdassa. Muutoin kalibroitava hiukkaslaskuri on hylättävä. Lasketaan ja kirjataan saatujen tietosarjojen lineaarisen regression gradientti. Kalibroitavaan hiukkaslaskuriin sovelletaan kalibroitikerrointa, joka vastaa gradientin käänteisarvoa. Vasteen lineaarisuus määritetään laskemalla kahden tietosarjan Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen ( $R^2$ ) neliö, jonka on oltava suurempi tai yhtä suuri kuin 0,97. Sekä gradienttia että  $R^2$ :ta laskettaessa lineaarisen regression on kuljettava nollapisteen kautta (nollapitoisuus kummassakin laitteessa).

Jos käytetään vertailuhiukkaslaskuria, kalibroinnissa on käytettävä vähintään kuutta standardipitoisuutta, jotka sijoitetaan hiukkaslaskurin mittausalueelle. Vähintään kolmessa pisteessä pitoisuuden on oltava alle  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$ , ja muut pitoisuudet on sijoitettava lineaarisin välein arvon  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$  ja laitteen yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajan välille. Näihin pisteisiin kuuluu nimelliskonsentraatiopiste, joka saadaan aikaan kiinnittämällä kunkin laitteen syöttöaukkoon HEPA-suodatin, joka on vähintään standardin EN 1822:2008 mukaista luokkaa H13 tai suorituskyvyltään vastaava. Kun kalibroitavaan hiukkaslaskuriin ei sovelleta kalibroitikerrointa, mitattujen pitoisuuksien on vastattava  $\pm 10$  prosentin tarkkuudella kutakin standardikonsentraatiota paitsi nollakohdassa. Muutoin kalibroitava hiukkaslaskuri on hylättävä. Lasketaan ja kirjataan saatujen tietosarjojen lineaarisen regression gradientti. Kalibroitavaan hiukkaslaskuriin sovelletaan kalibroitikerrointa, joka vastaa gradientin käänteisarvoa. Vasteen lineaarisuus määritetään laskemalla kahden tietosarjan Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen ( $R^2$ ) neliö, jonka on oltava suurempi tai yhtä suuri kuin 0,97. Sekä gradienttia että  $R^2$ :ta laskettaessa lineaarisen regression on kuljettava nollapisteen kautta (nollapitoisuus kummassakin laitteessa).

2.2.1.4 Kalibroinnissa on lisäksi tarkastettava, täyttäväkö hiukkaslaskuri 2.1.3.4.8 kohdan vaatimukset sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 23 nm:n hiukkasten havaitsemistehokkuuden osalta. Laskentahyötysuhdetta ei tarvitse tarkastaa 41 nm:n hiukkasten osalta.

2.2.2 Haihtuvien hiukkasten poistolaitteen kalibrointi/validointi

2.2.2.1 Kun haihtuvien hiukkasten poistolaite on uusi tai sille tehdään merkittäviä kunnossapitotoimenpiteitä, laitteen hiukaspitoisuuden vähenemiskertoimet on kalibroitava koko sen laimennusasetusasteikolta laitteen vakionimelliskäyttölämpötiloissa. Laitteen hiukaspitoisuuden vähenemiskertoimen määräaikaivalidointia varten edellytetään pelkästään tarkastusta yhdellä asetuksella, jota tavanomaisesti käytetään dieselhiukkasuodattimella varustetuille liikkuville työkoneille tehtävissä mittauksissa. Tutkimuslaitoksen on varmistettava, että haihtuvien hiukkasten poistolaite on kalibroitu tai sille on myönnetty validointitodistus enintään 6 kuukautta ennen päästötestiä. Jos haihtuvien hiukkasten poistolaite antaa lämpötilan seurantaan liittyviä varoituksia, validointi voidaan tehdä 12 kuukauden välein.

Haihtuvien hiukkasten poistolaitteelle on määriteltävä hiukaspitoisuuden vähenemiskerroin sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n, 50 nm:n ja 100 nm:n hiukkasten osalta. Sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n ja 50 nm:n hiukkasten osalta hiukaspitoisuuden vähenemiskerroin ( $f_r(d)$ ) saa olla enintään 30 prosenttia (30 nm) tai 20 prosenttia (50 nm) suurempi ja enintään 5 prosenttia pienempi kuin sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 100 nm:n hiukkasten vastaava kerroin. Validoinnin osalta edellytetään, että keskimääräinen hiukaspitoisuuden vähenemiskerroin vastaa  $\pm 10$  prosentin tarkkuudella keskimääräistä hiukaspitoisuuden vähenemiskerrointa ( $\bar{f}_r$ ), joka määritettiin haihtuvien hiukkasten poistolaitteen ensimmäisessä kalibroinnissa.

2.2.2.2 Näissä mittauksissa käytettävän testusaerosolin on oltava sellainen, että se koostuu sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n, 50 nm:n ja 100 nm:n kiinteistä hiukkasista ja että vähimmäispitoisuus haihtuvien hiukkasten poistolaitteen syöttöaukolla on  $5\ 000\ \text{cm}^{-3}$ . Hiukkaspitoisuudet mitataan virtaussuunnassa ennen komponentteja ja niiden jälkeen.

Hiukaspitoisuuden vähenemiskerroin ( $f_r(d_i)$ ) kunkin hiukkasosalta lasketaan yhtälöllä (6-32):

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (6-32)$$

jossa:

$N_{in}(d_i)$  on hiukkaspitoisuus ennen komponentteja, hiukkasten halkaisija  $d_i$

$N_{out}(d_i)$  on hiukkaspitoisuus komponenttien jälkeen, hiukkasten halkaisija  $d_i$

$d_i$  on hiukkasten sähköiseen liikkuvuuteen perustuva halkaisija (30, 50 tai 100 nm).

Arvot  $N_{in}(d_i)$  ja  $N_{out}(d_i)$  on korjattava samoihin olosuhteisiin.

keskimääräinen hiukkaspitoisuuden väheneminen ( $\bar{f}_r$ ) tietyllä laimennusasetuksella lasketaan yhtälöllä (6-33):

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (6-33)$$

On suositeltavaa, että haihtuvien hiukkasten poistolaitte kalibroidaan ja validoidaan kokonaisuena yksikkönä.

- 2.2.2.3 Tutkimuslaitoksen on varmistettava, että haihtuvien hiukkasten poistolaitteelle on myönnetty haihtuvien hiukkasten todellisen poistotehokkuuden osoittava validointitodistus enintään 6 kuukautta ennen päästötestiä. Jos haihtuvien hiukkasten poistolaite antaa lämpötilan seurantaan liittyviä varoituksia, validointi voidaan tehdä 12 kuukauden välein. On osoitettava, että haihtuvien hiukkasten poistolaite poistaa sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalla halkaisijaltaan vähintään 30 nm:n tetrakontaanihiukkaset ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) yli 99,0-prosenttisesti, kun syöttöpitoisuus on vähintään  $10\ 000^{-3}$  ja laitetta käytetään pienimmällä laimennusasetuksella ja valmistajan suosittelemassa käyttölämpötilassa.
- 2.2.3 Hiukkasmääräjärjestelmän tarkastusmenettelyt
- 2.2.3.1 Hiukkaslaskurin on ennen kutakin testiä ilmoitettava mitattu pitoisuus, joka on alle  $0,5\ \text{cm}^{-3}$ , kun koko hiukkasnäytteenottojärjestelmän (haihtuvien hiukkasten poistolaitteen ja hiukkaslaskurin) syöttöaukkoon on asennettu HEPA-suodatin, joka on vähintään standardin EN 1822:2008 mukaista luokkaa H13 tai suorituskyvyltään vastaava.
- 2.2.3.2 Kuukausittaisissa tarkastuksissa on hiukkaslaskuriin syötettävästä virrasta saatava mittaustulos, joka vastaa 5 prosentin tarkkuudella hiukkaslaskurin nimellisvirtausta tarkastettaessa kalibroidulla virtausmittarilla.
- 2.2.3.3 Hiukkaslaskurin on päivittäisissä tarkastuksissa annettava pitoisuusarvoksi enintään  $0,2^{-3}$ , kun laskurin syöttöaukkoon on asennettu HEPA-suodatin, joka on vähintään standardin EN 1822:2008 mukaista luokkaa H13 tai suorituskyvyltään vastaava. Kun suodatin poistetaan, hiukkaslaskurin on osoitettava mitatun pitoisuuden nousseen vähintään arvoon  $100^{-3}$ , kun siihen johdetaan ulkoilmaa, ja osoitettava arvoksi jälleen enintään  $0,2^{-3}$ , kun HEPA-suodatin asennetaan uudelleen paikoilleen.
- 2.2.3.4 Ennen kunkin testin aloittamista on varmistettava, että mittausjärjestelmä ilmoittaa, että järjestelmään mahdollisesti kuuluva höyrystysputki on saavuttanut oikean käyttölämpötilansa.
- 2.2.3.5 Ennen kunkin testin aloittamista on varmistettava, että mittausjärjestelmä ilmoittaa, että laimennin  $\text{PND}_1$  on saavuttanut oikean käyttölämpötilansa.



## Lisäys 2

## Varusteiden ja apulaitteiden asennusta koskevat vaatimukset

Numero	Varusteet ja apulaitteet	Asennettu päästötestiä varten
1	Imujärjestelmä Imusarja Kampikammion päästöjen valvontajärjestelmä Ilmanvirtausmittari Ilmansuodatin Imuäänenvaimennin	Kyllä Kyllä Kyllä Kyllä <sup>(a)</sup> Kyllä <sup>(a)</sup>
2	Pakojärjestelmä Pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmät Pakosarja Yhdysputket Äänenvaimennin Pakoputki Pakokaasujarru Ahdin	Kyllä Kyllä Kyllä <sup>(b)</sup> Kyllä <sup>(b)</sup> Kyllä <sup>(b)</sup> Ei <sup>(c)</sup> Kyllä
3	Polttoainepumppu	Kyllä <sup>(d)</sup>
4	Polttoaineen ruiskutusjärjestelmä Esisuodatin Suodatin Pumppu	Kyllä Kyllä Kyllä
5	Korkeapaineputket Suutin Elektroninen ohjausyksikkö, anturit jne. Säädin/säätöjärjestelmä Sääolosuhteiden mukaan toimiva automaattinen täyskuormitusrajoitin	Kyllä Kyllä Kyllä Kyllä Kyllä
6	Nestejäähdytysjärjestelmä Jäähdytin Tuuletin Tuulettimen suojus Vesipumppu Termostaatti	Ei Ei Ei Kyllä <sup>(e)</sup> Kyllä <sup>(f)</sup>
7	Ilmajäähdytys Suojus Tuuletin tai puhallin Lämpötilansäätölaite	Ei <sup>(g)</sup> Ei <sup>(g)</sup> Ei

Numero	Varusteet ja apulaitteet	Asennettu päästötestiä varten
8	Ahdinlaitteet Moottorin suoraan ja/tai pakokaasujen avulla käyttämä ahdin Ahtoilman jäähdytin Jäähdytinpumppu tai tuuletin (moottorikäyttöinen) Jäähdytinnesteen virtauksen säätölaitteet	Kyllä Kyllä <sup>(e)</sup> <sup>(h)</sup> Ei <sup>(e)</sup> Kyllä
9	Erillinen testialustatuuletin	Kyllä, tarvittaessa
10	Pakokaasunpuhdistuslaitteet	Kyllä
11	Käynnistyslaitteet	Kyllä tai testialustan laitteet <sup>(i)</sup>
12	Voiteluöljypumppu	Kyllä
13	Tietyt moottoriin mahdollisesti asennetut apulaitteet, jotka liittyvät pelkästään liikukuvan työkonene toimintaan, on irrotettava testin ajaksi. Seuraava epätäydellinen luettelo on esimerkinomainen: i) jarrujen ilmakompressori ii) ohjaustehostimen kompressori iii) jousituksen kompressori iv) ilmastointijärjestelmä	Ei

<sup>(a)</sup> Täydellinen imujärjestelmä on oltava asianmukaisesti asennettuna tarkoitettua käyttösovellusta varten:

- i) jos vaikutus moottorin tehoon voi olla huomattava;
- ii) kun valmistaja vaatii, että näin on tehtävä.

Muissa tapauksissa voidaan käyttää muuta vastaavanlaista järjestelmää, ja tällöin on tarkastettava, ettei imupaine vaihtelee enempää kuin 100 Pa valmistajan puhtaalle ilmansuodattimelle vahvistamasta ylärajasta.

<sup>(b)</sup> Täydellisen pakojärjestelmän on oltava asianmukaisesti asennettuna tarkoitettua käyttösovellusta varten:

- i) jos vaikutus moottorin tehoon voi olla huomattava;
- ii) kun valmistaja vaatii, että näin on tehtävä.

Muissa tapauksissa voidaan käyttää muuta vastaavanlaista järjestelmää edellyttäen, ettei mitattu paine vaihtelee enempää kuin 1 000 Pa valmistajan vahvistamasta ylärajasta.

<sup>(c)</sup> Jos moottorissa on pakokaasujärjestelmäjarru, kuristimen venttiilin on oltava täysin auki.

<sup>(d)</sup> Tarvittaessa polttoaineen syöttöpainetta voidaan säätää jäljittämään tietyssä moottorin käyttösovelluksessa esiintyviä paineita (erityisesti käytettäessä polttoaineen paluujärjestelmää).

<sup>(e)</sup> Jäähdytynesteen kierron on toimittava ainoastaan moottorin vesipumpun avulla. Nesteen jäähdytys voidaan toteuttaa ulkopuolisen piirin avulla, jos piirin painehäviö ja pumpun imupaine pysyvät samalla tasolla kuin itse moottorin jäähdytysjärjestelmässä.

<sup>(f)</sup> Termostaatti voi olla täysin auki.

<sup>(g)</sup> Kun jäähdytystuuletin tai puhallin on asennettu testiä varten, niiden käyttämä teho on lisättävä tuloksiin lukuun ottamatta suoraan kampiakseliin asennettuja ilmajäähdytteisiä moottoreiden jäähdytystuulettimia. Tuulettimen tai puhaltimen teho on määritettävä testeissä käytettävillä nopeuksilla joko laskemalla se vakio-ominaisuuksien perusteella tai määrittämällä käytännön testien avulla.

<sup>(h)</sup> Ahtoilman jäähdytyksellä, joko neste- tai ilmajäähdytyksellä, varustetut moottorit on testattava käyttäen ahtoilman jäähdytystä, mutta valmistajan pyynnöstä testipenkkijärjestelmä voi korvata ilmajäähdyttimen. Kummassakin tapauksessa moottorin teho kullakin nopeudella on mitattava siten, että moottorin ilman suurin paineenalennus ja lämpötilan pienin lasku testipenkkijärjestelmän ahtoilman jäähdyttimessä vastaa arvoja, jotka valmistaja on määrittänyt.

<sup>(i)</sup> Sähköisten tai muiden käynnistysjärjestelmien teho syötetään testialustasta.

## Lisäys 3

**Elektronisen ohjausyksikön välittämän vääntömomenttignaalin verifiointi****1. Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan verifiointivaatimukset, kun valmistaja aikoo elektronisella ohjausyksiköllä varustetuissa moottoreissa käyttää elektronisen ohjausyksikön välittämää vääntömomenttignaalia käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan komission delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 mukaisissa käytönaikaisissa seuranta-testeissä.

Nettovääntömomentin perustana on moottorin antama korjaamaton nettovääntömomentti lisäyksen 2 mukaista päästöttestä varten sisällytettävät varusteet ja apulaitteet mukaan luettuina.

**2. Elektronisen ohjausyksikön vääntömomenttignaali**

Kun moottori on asennettu testipenkkiin kartoitusmenettelyn toteuttamista varten, on oltava mahdollista lukea elektronisen ohjausyksikön välittämää vääntömomenttignaalia käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan komission delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 liitteen I lisäyksen 6 vaatimusten mukaisesti.

**3. Verifiointimenettely**

Toteutettaessa tämän liitteen 7.6.2 kohdan mukaista kartoitusmenettelyä dynamometrin mitaamat vääntömomenttiarvot ja elektronisen ohjausyksikön välittämä vääntömomentti on otettava samanaikaisesti vähintään kolmesta kohtaa vääntömomenttikäyrää. Ainakin yksi näistä lukemista on otettava käyrän kohdassa, jossa vääntömomentti on vähintään 98 prosenttia enimmäisarvostaan.

Elektronisen ohjausyksikön välittämä vääntömomentti on hyväksyttävä ilman korjausta, jos kerroin, joka saadaan jakamalla dynamometrin vääntömomenttiarvo elektronisen ohjausyksikön välittämällä arvolla, on jokaisessa mittauspisteessä vähintään 0,93 (eli 7 prosentin ero). Tässä tapauksessa tyyppihyväksyntätodistukseen on kirjattava, että elektronisen ohjausyksikön välittämä vääntömomentti on verifioitu ilman korjausta. Jos yhden tai useamman testipisteen kerroin on pienempi kuin 0,93, on määritettävä keskimääräinen korjauskerroin kaikista niistä pisteistä, joista otettiin ja kirjattiin lukemat tyyppihyväksyntätodistukseen. Kun kerroin on kirjattu tyyppihyväksyntätodistukseen, sitä on sovellettava elektronisen ohjausyksikön välittämään vääntömomenttignaaliin käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan komission delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 mukaisissa käytönaikaisissa seuranta-testeissä.

---

## Lisäys 4

**Ammoniakin mittaussuunnitelma**

1. Tässä lisäyksessä kuvataan ammoniakkin ( $\text{NH}_3$ ) mittaussuunnitelma. Epälineaarissa analysaattoreissa voidaan käyttää linearisointipiirejä.
2. Ammoniakin mittausta varten on täsmennetty kolme periaatetta, joista mitä tahansa voidaan käyttää sillä edellytyksellä, että se täyttää 2.1, 2.2 tai 2.3 kohdassa esitetyt vaatimukset. Kaasunkuivaimien käyttö ei ole sallittua ammoniakkimittauksen yhteydessä.

### 2.1 FTIR-analysaattori (Fourier Transform Infrared analyser)

#### 2.1.1 Mittausperiaate

FTIR-analysaattori perustuu laajan aallonpituuskaistan infrapunaspektroskopiaan. Sen avulla voidaan mitata samanaikaisesti sellaisia pakokaasukomponentteja, joiden standardoidut spektrit ovat käytettävissä instrumentissa. Absorptiospektri (intensiteetti/aallonpituus) lasketaan mitatusta interferogrammista (intensiteetti/aika) Fourier-muunnokseen perustuvalla menetelmällä.

#### 2.1.2 Asennus ja näytteenotto

FTIR-analysaattori on asennettava valmistajan ohjeiden mukaisesti. Arvioitavaksi on valittava  $\text{NH}_3$ :n aallonpituus. Näytteen kulkureitin (näytteenottolinja, esisuodattimet ja venttiilit) materiaalina on oltava ruostumaton teräs tai PTFE ja reitti on lämmitettävä asetusarvoon 383–464 K (110–191 °C)  $\text{NH}_3$ -hävikin ja näytteenoton artefakti-  
virheiden minimoimiseksi. Lisäksi näytteenottolinjan on oltava mahdollisimman lyhyt.

#### 2.1.3 Muiden kaasujen aiheuttama häiriö

$\text{NH}_3$ :n aallonpituuden spektrisen erotuskyvyn on oltava alueella  $0,5 \text{ cm}^{-1}$ , jotta pakokaasun sisältämien muiden kaasujen aiheuttama häiriö olisi mahdollisimman pieni.

### 2.2 Ei-dispersioiva ultraviolettiresonanssiabsorptioanalysaattori, jäljempänä 'NDUV'

#### 2.2.1 Mittausperiaate

NDUV perustuu puhtaasti fysikaaliseen periaatteeseen eikä apukaasuja tai -laitteita tarvita. Fotometrin keskeinen elementti on elektroditon purkauslamppu. Se tuottaa terävarakenteista ultraviolettialueen säteilyä, jonka avulla voidaan mitata useita komponentteja, kuten  $\text{NH}_3$ :a.

Fotometrisessä järjestelmässä on ajallinen kaksisäteinen suunnittelu, joka tuottaa mittaus- ja vertailusäteen suodattimen korrelointitekniikalla.

Jotta saavutetaan mittaussignaalin suuri stabiilius, ajallisesti kaksisäteinen suunnittelu on yhdistetty paikallisesti kaksisäteiseen suunnitteluun. Anturisignaalien prosessointi tukee nollavasteen poikkeamaa, joka on suuruudeltaan lähellä merkityksetöntä.

Analysaattorin kalibrointimoodissa kallistetaan suljettua kvartsitestisolua säteen polulle tarkan kalibrointiarvon saamiseksi, sillä testisolun ikkunan mahdolliset heijastus- tai absorptiohäviöt kompensoidaan. Koska testisolun sisällä oleva kaasu on erittäin stabiilia, tämä kalibrointimenetelmä antaa erittäin suuren stabiiliuden fotometrille pitkällä aikavälillä.

#### 2.2.2 Asennus

Analysaattori on asennettava analysaattorikoteloon ekstraktiivista näytteenottoa varten instrumenttivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Analysaattorin sijoituspaikan on oltava sellainen, että se kykenee kannattamaan valmistajan ilmoittaman painon.

Näytteen kulkureitin (näytteenottolinja, esisuodattimet ja venttiilit) materiaalina on oltava ruostumaton teräs tai PTFE ja reitti on lämmitettävä asetusarvoon 383–464 K (110–191 °C).

Lisäksi näytteenottolinjan on oltava mahdollisimman lyhyt. Pakokaasun lämpötilan ja paineen, asennusympäristön ja tärinän vaikutukset mittauksiin on minimoitava.

Kaasuanalysointori on suojattava kylmältä, kuumalta, lämpötilan vaihteluilta ja voimakkailta ilmavirtauksilta, pölyltä, syövyttävältä ympäristöltä ja värähtelyiltä. Lämpötilan välttämiseksi on ilmanvaihdon on oltava riittävää. On käytettävä koko pintaa lämpöhäviöiden hajauttamiseksi.

### 2.2.3 Ristikkäisherkeyttä

On valittava soveltuva spektrin alue, jotta muiden kaasujen aiheuttama interferenssi olisi mahdollisimman pieni. Tyypillisesti NH<sub>3</sub>-mittauksen ristikkäisherkeyttä aiheuttavat SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ja NO.

Lisäksi voidaan soveltaa muita menetelmiä ristikkäisherkeyksien vähentämiseksi.

- a) Interferenssisuodattimien käyttö
- b) Ristikkäisherkeyden kompensointi mittaamalla komponenttien ristikkäisherkeyttä ja käyttämällä mittaussignaalia kompensointiin.

## 2.3 Laser–infrapuna-analysointori

### 2.3.1 Mittausperiaate

Infrapunalaser, kuten viritettävä diodilaser (TDL) tai QCL (quantum cascade laser) voivat lähettää lähi-infrapuna-alueen tai keski-infrapuna-alueen koherenttia valoa, jossa tyypiyhdisteiden, myös NH<sub>3</sub>:n, absorptio on voimakasta. Tällainen laseroptiikka voi antaa pulssimoodisen korkean resoluution kapeakaistaisen lähi-infrapuna-alueen tai keski-infrapuna-alueen spektrin. Näin laser–infrapuna-analysointoreilla voidaan vähentää moottoreiden pakokaasuissa olevien komponenttien spektrien päällekkäisyyden aiheuttamaa interferenssiä.

### 2.3.2 Asennus

Analysointori on asennettava joko suoraan pakoputkeen tai analysointorikoteloon ekstraktiivista näytteenottoa varten instrumenttivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Jos asennus tapahtuu analysointorikoteloon, näytteen kulkureitin (näytteenottolinja, esisuodattimet ja venttiilit) materiaalina on oltava ruostumaton teräs tai PTFE ja reitti on lämmitettävä asetusarvoon 383–464 K (110–191 °C) NH<sub>3</sub>-hävikin ja näytteenoton artefaktivirheiden minimoimiseksi. Lisäksi näytteenottolinjan on oltava mahdollisimman lyhyt.

Pakokaasun lämpötilan ja paineen, asennusympäristön ja tärinän vaikutukset mittauksiin on minimoitava, tai on käytettävä kompensointimenetelmiä.

Pakoputkimittauksen yhteydessä instrumentin suojaamiseksi mahdollisesti käytettävä suojavirtaus ei saa vaikuttaa laitteen jälkipuolella mitattavien pakokaasukomponenttien pitoisuuksiin, tai muiden pakokaasukomponenttien näytteet on otettava laitteen etupuolelta.

### 2.3.3 NH<sub>3</sub>:n mittaamiseen käytettävien laser–infrapuna-analysointoreiden interferenssiverifointi (ristikkäisinterferenssi)

#### 2.3.3.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NH<sub>3</sub> mitataan käyttäen laser–infrapuna-analysointoria, interferenssin määrä on verifioitava analysointorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

#### 2.3.3.2 Interferenssiverifoinnin mittauseriaatteet.

Interferenssikaasut voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä laser–infrapuna-analysointorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin NH<sub>3</sub>:lla. Jos analysointorissa käytetään kompensatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensatioalgoritmeja testataan analysointorin interferenssin verifoinnin aikana.

Laser-infrapuna-analysaattorin interferenssikaasujen määrittäminen on tehtävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti. On huomattava, että interferenssin laji, lukuun ottamatta H<sub>2</sub>O:ta, riippuu instrumentin valmistajan valitsemasta NH<sub>3</sub>:n infrapuna-absorptioalueesta. NH<sub>3</sub>:n infrapuna-absorptioalue on määritettävä jokaiselle analysaattorille. Jokaisesta NH<sub>3</sub>:n infrapuna-absorptioaluetta kohden on hyvän teknisen käytännön mukaisesti määritettävä verifiointissa käytettävät interferenssikaasut.

### 3. Päästötestausmenettely

#### 3.1 Analysaattoreiden tarkastus

Ennen päästötestausta on valittava analysaattorin alue. Päästöanalysaattorit, joissa on automaattinen tai manuaalinen alueen valinta, ovat sallittuja. Analysaattorin aluevalintaa ei saa muuttaa testisyklin aikana.

Nolla- ja vertailuvasteet on määritettävä, paitsi jos instrumentti kuuluu 3.4.2 kohdan säännösten soveltamisalaan. Vertailuvasteen määrittämisessä on käytettävä 4.2.7 kohdan vaatimusten mukaista NH<sub>3</sub>-kaasua. NH<sub>3</sub>-vertailukaasua sisältävien vertailukennojen käyttö on sallittua.

#### 3.2 Päästöjen kannalta olennaisten tietojen kerääminen

NH<sub>3</sub>-tietojen keruu on käynnistettävä samanaikaisesti testisarjan alussa. H<sub>2</sub>-pitoisuutta on mitattava keskeytyksittä, ja tallennustaajuuden on oltava vähintään 1 Hz.

#### 3.3 Testin jälkeiset toimet

Kun testi on suoritettu loppuun, näytteenottoa on jatkettava, kunnes vasteajat ovat kuluneet umpeen. Analysaattorin poikkeaman määrittäminen on tehtävä 3.4.1 kohdan mukaisesti vain, jos 3.4.2 kohdassa edellytetyt tiedot ei ole saatavilla.

#### 3.4 Analysaattorin poikkeama

3.4.1 Kaasuanalysaattorin nollavaste ja vertailuvaste on määritettävä heti kun se on käytännössä mahdollista, mutta viimeistään 30 minuuttia testisyklin päättymisen jälkeen tai kuumahaihtumajakson aikana. Ennen testiä ja sen jälkeen saatujen tulosten eron on oltava pienempi kuin 2 prosenttia koko asteikosta.

3.4.2 Analysaattorin poikkeamaa ei tarvitse määrittää seuraavissa tilanteissa:

- jos valmistajan 4.2.3 ja 4.2.4 kohdan mukaisesti ilmoittamat nollavasteen ja vertailuvasteen poikkeamat ovat 3.4.1 kohdan vaatimusten mukaiset;
- jos valmistajan 4.2.3 ja 4.2.4 kohdan mukaisesti ilmoittamat nollavasteen ja vertailuvasteen poikkeaman aikavälit ovat testin kestoaikaa pidemmät.

### 4. Analysaattorien vaatimukset ja verifiointi

#### 4.1 Lineaarisuusvaatimukset

Analysaattorin on oltava tämän liitteen taulukossa 6.5 esitettyjen lineaarisuusvaatimusten mukainen. Tämän liitteen 8.1.4 kohdan mukainen lineaarisuusverifiointi olisi toteutettava vähintään tämän liitteen taulukossa 6.4 vahvistetulla vähimmäistaajuudella. Hyväksyntäviranomaisen ennakkosuostumuksella vertailuarvoja voi olla vähemmän kuin 10, jos voidaan osoittaa, että vastaava tarkkuus saavutetaan.

Lineaarisuusverifiointissa on käytettävä 4.2.7 kohdan vaatimusten mukaista NH<sub>3</sub>-kaasua. NH<sub>3</sub>-vertailukaasua sisältävien vertailukennojen käyttö on sallittua.

Instrumenttien, joiden signaaleja käytetään kompensatioalgoritmeja varten, on täytettävä tämän liitteen taulukossa 6.5 esitetyt lineaarisuusvaatimukset. Lineaarisuustarkistus on tehtävä sisäisten tarkastusmenettelyiden, instrumentin valmistajan ohjeiden tai ISO 9000 -standardin vaatimusten mukaisesti.

#### 4.2 Analysaattoria koskevat vaatimukset

Analysaattorin mittausalueen ja vasteajan on sovelluttava pakokaasun  $\text{NH}_3$ -pitoisuuden mittauksessa vaadittavalle tarkkuudelle muuttuva- ja vakiotilaisissa olosuhteissa.

##### 4.2.1 Vähimmäishavaitsemisraja

Analysaattorin havaitsemisrajan on oltava  $< 2$  ppm kaikissa olosuhteissa.

##### 4.2.2 Tarkkuus

Tarkkuudella tarkoitetaan analysaattorin lukeman poikkeamaa vertailuarvosta, ja se saa olla enintään  $\pm 3$  prosenttia lukemasta tai  $\pm 2$  ppm sen mukaan, kumpi arvoista on suurempi.

##### 4.2.3 Nollavasteen poikkeama

Laitevalmistajan on ilmoitettava nollavasteen poikkeama ja siihen liittyvä aikaväli.

##### 4.2.4 Asteikon siirtymä

Laitevalmistajan on ilmoitettava vertailuvasteen poikkeama ja siihen liittyvä aikaväli.

##### 4.2.5 Järjestelmän vasteaika

Järjestelmän vasteajan on oltava  $\leq 20$  s.

##### 4.2.6 Nousuaika

Analysaattorin nousuajan on oltava  $\leq 5$  s.

##### 4.2.7 $\text{NH}_3$ -kalibrointikaasu

Käytettävissä on oltava kaasuseos, jonka kemiallinen koostumus on seuraava:

$\text{NH}_3$  ja puhdistettu typpi.

Kalibrointikaasun todellisen pitoisuuden on oltava  $\pm 3$  prosentin sisällä nimellisarvosta.  $\text{NH}_3$  -pitoisuus on annettava tilavuuspohjaisena (tilavuusprosentteina tai tilavuus-ppm-arvona).

Valmistajan ilmoittama kalibrointikaasujen viimeinen käyttöpäivä on kirjattava.

##### 4.2.8 Interferenssin verifiointimenettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

- $\text{NH}_3$ -analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästöttestiä.
- Muodostetaan kostutettu interferenssitestikaasu kuplittamalla monikomponenttista vertailukaasua tislatus  $\text{H}_2\text{O}$ :n lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu  $\text{H}_2\text{O}$ -taso, joka on vähintään niin korkea kuin korkein päästöttestauksen aikana odotettavissa oleva taso. Interferenssivertailukaasun kaasupitoisuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin testauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.
- Kostutettu interferenssitestikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään.
- Mitataan kostutetun interferenssitestikaasun veden mooliosuus  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste  $T_{\text{dew}}$  ja absoluuttinen paine  $p_{\text{total}}$ .

- e) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  mittauskohdan ja analysaattorin välillä.
- f) Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa.
- g) Analysaattorin mitatessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tulosten aritmeettinen keskiarvo lasketaan.
- h) Analysaattori läpäisee interferenssiverifoinnin, jos tämän kohdan g alakohdan mukaisesti saatu tulos on tässä kohdassa annetun toleranssin mukainen.
- i) Eri interferenssikaasuja koskevat interferenssimenettelyt voidaan tehdä myös erillisinä. Jos käytetyt interferenssikaasun tasot ovat korkeampia kuin testauksen aikana odotettavat enimmäistasot, kutakin havaittua interferenssiarvoa voidaan pienentää kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun pitoisuusarvon ja menettelyn aikana käytetyn todellisen arvon välisellä suhteella. Erillisiä  $\text{H}_2\text{O}$ :n interferenssipitoisuuksia, jotka ovat pienempiä kuin testauksen aikana odotetut enimmäistasot ( $\text{H}_2\text{O}$ -pitoisuuteen 0,025 mol/mol saakka), voidaan käyttää, mutta havaittu  $\text{H}_2\text{O}$ -interferenssi on suurennettava kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun  $\text{H}_2\text{O}$ -pitoisuusarvon ja menettelyn aikana käytetyn todellisen arvon välisellä suhteella. Suhteutettujen interferenssiarvojen summan on oltava tämän kohdan j alakohdassa vahvistetun yhdistetyn toleranssin mukainen.
- j) Analysaattorin yhdistetyn interferenssin on oltava  $\pm 2$  prosentin sisällä päästörajalla odotetusta  $\text{NH}_3$ :n virtauspainotetusta keskipitoisuudesta.

#### 5. Vaihtoehtoiset järjestelmät

Hyväksyntäviranomainen saattaa hyväksyä muita järjestelmiä tai analysaattoreita, jos niiden havaitaan tuottavan samat tulokset tämän liitteen 5.1.1 kohdan mukaisesti. Mainitun kohdan tulosten on tässä tapauksessa koskettava sovellettavalle syklille laskettua  $\text{NH}_3$ :n keskipitoisuutta.

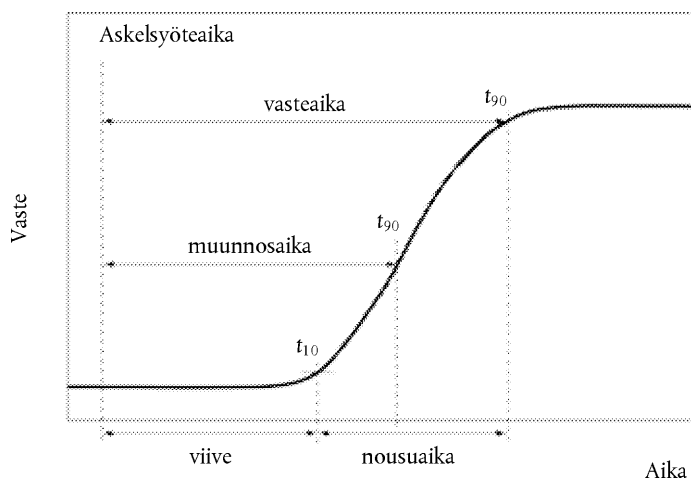


## Lisäys 5

**Järjestelmävasteiden kuvaus**

1. Tässä lisäyksessä kuvataan ajat, joissa analyysijärjestelmien ja muiden mittausjärjestelmien vaste syöttösignaaliin ilmaistaan.
2. Sovelletaan seuraavia, kuvassa 6-11 esitettyjä aikoja:
  - 2.1 Viive on aika, joka kuluu mitattavan aineosan muutoksesta vertailupisteessä järjestelmän vasteeseen, joka on 10 prosenttia lopullisesta lukemasta ( $t_{10}$ ), kun vertailupisteeksi on määritelty näytteenotin.
  - 2.2 Vasteaika on aika, joka kuluu mitattavan aineosan muutoksesta vertailupisteessä järjestelmän vasteeseen, joka on 90 prosenttia lopullisesta lukemasta ( $t_{90}$ ), kun vertailupisteeksi on määritelty näytteenotin.
  - 2.3 Nousuaika on 10 prosenttia ja 90 prosenttia lopullisesta lukemasta olevien vasteiden ( $t_{90} - t_{10}$ ) aikaero.
  - 2.4 Muunnosaika on aika, joka kuluu mitattavan aineosan muutoksesta vertailupisteessä järjestelmän vasteeseen, joka on 50 prosenttia lopullisesta lukemasta ( $t_{50}$ ), kun vertailupisteeksi on määritelty näytteenotin.

Kuva 6-11

**Järjestelmävasteiden esittely**

## LIITE VII

## Tietojen arviointi- ja laskentamenetelmät

## 1. Yleiset vaatimukset

Päästöt lasketaan joko 2 jakson (massaperustaiset laskelmat) tai 3 jakson (mooliperustaiset laskelmat) mukaisesti. Näiden kahden menetelmän sekoittaminen ei ole sallittua. Laskelmia ei tarvitse tehdä sekä 2 että 3 jakson mukaisesti.

Hiukkasmäärän (PN) mittaamista koskevat, tapauksen mukaan sovellettavat erityisvaatimukset vahvistetaan lisäyksessä 5.

## 1.1 Yleiset symbolit

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
	$A$	$m^2$	Pinta-ala
	$A_t$	$m^2$	Venturin kurkun poikkipinta-ala
$b, D_0$	$a_0$	t.b.d. (3)	Regressiolinjan y-leikkaus
$A/F_{st}$		—	Stoikiometrinen ilman ja polttoaineen suhde
	$C$	—	Kerroin
$C_d$	$C_d$	—	Purkauskerroin
	$C_f$	—	Virtauskerroin
$c$	$x$	ppm, tilavuus-%	Pitoisuus/mooliosuus ( $\mu\text{mol}/\text{mol} = \text{ppm}$ )
$c_d$	(1)	ppm, tilavuus-%	Kuivapitoisuus
$c_w$	(1)	ppm, tilavuus-%	Märkäpitoisuus
$c_b$	(1)	ppm, tilavuus-%	Taustapitoisuus
$D$	$x_{dil}$	—	Laimennuskerroin (2)
$D_0$		$m^3/\text{rev}$	PDP-kalibrintilinjan leikkauspiste
$d$	$D$	$m$	Läpimitta
$d_v$		$m$	Venturin kurkun läpimitta
$e$	$E$	$\text{g}/\text{kWh}$	Ominaispäästö, yleinen
$e_{gas}$	$e_{gas}$	$\text{g}/\text{kWh}$	Ominaispäästö, kaasumainen
$e_{PM}$	$e_{PM}$	$\text{g}/\text{kWh}$	Ominaispäästö, hiukkaset
$E$	$1 - PF$	%	Muunnostehokkuus ( $PF = \text{penetraatio-osuus}$ )
$F_s$		—	Stoikiometrinen kerroin
	$f$	$\text{Hz}$	Taajuus
$f_c$		—	Hiilikerroin

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
	$\gamma$	—	Ominaislämpöjen suhde
$H$		g/kg	Absoluuttinen kosteus
	$K$	—	Korjauskerroin
$K_V$		$[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$	CFV:n kalibrointitoiminto
$k_f$		$m^3/kg$ polttoainetta	Polttoainekohtainen kerroin
$k_h$		—	Dieselmootoreiden $NO_x$ -kosteuskorjauskerroin
$k_{Dr}$	$k_{Dr}$	—	Mukautustekijä alaspäin
$k_r$	$k_r$	—	Kertova regeneraatiotekijä
$k_{Ur}$	$k_{Ur}$	—	Mukautustekijä ylöspäin
$k_{w,a}$		—	Imuilman kuiva-märkäkorjauskerroin
$k_{w,d}$		—	Laimennusilman kuiva-märkäkorjauskerroin
$k_{w,e}$		—	Laimennetun pakokaasun kuiva-märkäkorjauskerroin
$k_{w,r}$		—	Raakapakokaasun kuiva-märkäkorjauskerroin
$\mu$	$\mu$	kg/(m·s)	Dynaaminen viskositeetti
$M$	$M$	g/mol	Moolimassa ( <sup>3</sup> )
$M_a$	( <sup>1</sup> )	g/mol	Imuilman moolimassa
$M_e$	$v$	g/mol	Pakokaasun moolimassa
$M_{gas}$	$M_{gas}$	g/mol	Kaasumaisten komponenttien moolimassa
$m$	$M$	kg	Massa
$m$	$a_1$	t.b.d. ( <sup>3</sup> )	Regressiolinjan kulmakerroin
	$N$	$m^2/s$	Kinemaattinen viskositeetti
$m_d$	$v$	kg	Hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennusilmanäytteen massa
$m_{ed}$	( <sup>1</sup> )	kg	Laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana
$m_{edf}$	( <sup>1</sup> )	kg	Ekvivalentin laimennetun pakokaasun massa testisyklin aikana
$m_{ew}$	( <sup>1</sup> )	kg	Pakokaasun kokonaismassa syklin aikana
$m_f$	( <sup>1</sup> )	mg	Kerätyn hiukkasnäytteen massa

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
$m_{fd}$	( <sup>1</sup> )	mg	Kerätyn laimennusilman hiukkasnäytteen massa
$m_{gas}$	$m_{gas}$	g	Kaasupäästöjen massa testisyklin aikana
$m_{PM}$	$m_{PM}$	g	Hiukkaspäästöjen massa testisyklin aikana
$m_{se}$	( <sup>1</sup> )	kg	Pakokaasunäytteen massa testin aikana
$m_{sed}$	( <sup>1</sup> )	kg	Laimennustunnelin läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa
$m_{sep}$	( <sup>1</sup> )	kg	Hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa
$m_{ssd}$		kg	Toisiolaimennusilman massa
	N	—	Sarjojen kokonaismäärä
	$n$	mol	Aineen määrä
	$\dot{n}$	mol/s	Aineen virtausmäärä
$n$	$f_n$	rpm	Moottorin pyörimisnopeus
$n_p$		r/s	PDP-pumpun kierrosnopeus
$P$	$P$	kW	Teho
$p$	$p$	kPa	Paine
$p_a$		kPa	Kuiva ilmanpaine
$p_b$		kPa	Kokonaisilmanpaine
$p_d$		kPa	Laimennusilman kyllästymishöyrypaine
$p_p$	$p_{abs}$	kPa	Absoluuttinen paine
$p_r$	$p_{H_2O}$	kPa	Vesihöyryn paine
$p_s$		kPa	Kuiva ilmanpaine
$1 - E$	$PF$	%	Penetraatio-osuus
$qm$	$\dot{m}$	kg/s	Massavirta
$q_{mad}$	$\dot{m}$ ( <sup>1</sup> )	kg/s	Imuilman massavirta (kuiva)
$q_{maw}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Imuilman massavirta (märkä)
$q_{mCe}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Hiilimassavirta raakapakokaasussa
$q_{mCf}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Hiilimassavirta moottoriin

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
$q_{mCp}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Hiilimassavirta osavirtauslaimennusjärjestelmässä
$q_{mdew}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Laimennetun pakokaasun massavirta (märkä)
$q_{mdw}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Laimennusilman massavirta (märkä)
$q_{medf}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä)
$q_{mew}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Pakokaasun massavirta (märkä)
$q_{mex}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Laimennustunnelista otetun näytteen massavirta
$q_{mf}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Polttoaineen massavirta
$q_{mp}$	( <sup>1</sup> )	kg/s	Pakokaasunäytteen virta osavirtauslaimennusjärjestelmään
$q_v$	$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /s	Tilavuusvirta
$q_{vcvs}$	( <sup>1</sup> )	m <sup>3</sup> /s	CVS:n tilavuusvirta
$q_{Vs}$	( <sup>1</sup> )	dm <sup>3</sup> /min	Pakokaasun analysaattorijärjestelmän virta
$q_{Vt}$	( <sup>1</sup> )	cm <sup>3</sup> /min	Merkkikaasuvirta
$\rho$	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Massatiheys
$\rho_e$		kg/m <sup>3</sup>	Pakokaasun tiheys
	$\rho$	—	Painesuhde
$r_d$	$DR$	—	Laimennussuhde
	$Ra$	µm	Pinnan keskimääräinen epätasaisuus
$RH$		%	Suhteellinen kosteus
$r_D$	$\beta$	m/m	Läpimittojen suhde (CVS-järjestelmät)
$r_p$		—	SSV:n painesuhde
$Re$	$Re^\#$	—	Reynoldsin luku
	$S$	K	Sutherlandin vakio
$\sigma$	$\sigma$	—	Standardipoikkeama
$T$	$T$	°C	Lämpötila
	$T$	Nm	Moottorin vääntömomentti

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
$T_a$		K	Absoluuttinen lämpötila
$t$	$t$	s	Aika
$\Delta t$	$\Delta t$	s	Aikaväli
$u$		—	Kaasumaisen aineosan tiheyden ja pakokaasun tiheyden suhde
$V$	$V$	$m^3$	Tilavuus
$q_v$	$\dot{V}$	$m^3/s$	Tilavuusvirta
$V_0$		$m^3/r$	PDP:n pumpatun kaasun tilavuus kierrosta kohden
$W$	$W$	kWh	Työ
$W_{act}$	$W_{act}$	kWh	Testisyklin kokonaistyö
$WF$	$WF$	—	Painotuskerroin
$w$	$w$	g/g	Massaosuus
	$\bar{x}$	mol/mol	Virtauspainotettu keskipitoisuus
$X_0$	$K_s$	s/rev	PDP:n kalibrointitoiminto
	$y$	—	Geneerinen muuttuja
$\bar{y}$	$\bar{y}$		Aritmeettinen keskiarvo
	$Z$	—	Puristuvuuskerroin

(<sup>1</sup>) Ks. alaindeksien selitykset;  $\dot{m}_{air}$  = kuivan ilma massavirta,  $\dot{m}_{fuel}$  = polttoaineen massavirta jne.

(<sup>2</sup>) Laimennussuhde on 2 jaksossa  $r_d$  ja 3 jaksossa DR: eri symbolit, mutta merkitys ja yhtälöt ovat samat. Laimennuskerroin on 2 jaksossa D ja 3 jaksossa  $x_{air}$ : eri symbolit mutta sama fysikaalinen merkitys; yhtälöstä (7-124) käy ilmi  $x_{air}$ :n ja DR:n välinen suhde.

(<sup>3</sup>) t.b.d.= määrittämättä (to be defined)

## 1.2 Alaindeksit

2 jakso ( <sup>1</sup> )	3 jakso	Suure
act	act	Todellinen määrä
$i$		Hetkellinen mittaus (esim. 1 Hz)
	$i$	Sarjan jäsen

(<sup>1</sup>) 2 jaksossa alaindeksin merkitys määräytyy siihen liittyvän suureen perusteella. Esimerkiksi alaindeksi "d" voi viitata kuivaan (dry), kuten symbolissa " $c_d$  = pitoisuus kuivana", laimennusilmaan (dilution air), kuten ilmauksessa " $p_d$  = laimennusilman kyllästymishöyrönpaine" ja " $k_{w,d}$  = laimennusilman kuiva-märkäkorjauskerroin" taikka laimennussuhteeseen, kuten ilmauksessa " $r_d$ ".

## 1.3 Kemiallisten komponenttien symbolit ja lyhenteet (joita käytetään myös alaindekseinä)

2 jakso	3 jakso	Suure
Ar	Ar	Argon
C1	C1	Hiili 1 -ekvivalentti hiilivety
CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	Metaani
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etaani
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propaani
CO	CO	Hiilimonoksidi
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidi
	H	Atominen vety
	H <sub>2</sub>	Molekulaarinen vety
HC	HC	Hiilivety
H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Vesi
	He	Helium
	N	Atominen typpi
	N <sub>2</sub>	Molekulaarinen typpi
NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	Typen oksidit
NO	NO	Typpioksidi
NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Typpidioksidi
	O	Atominen happi
PM	PM	Hiukkaset
S	S	Rikki

## 1.4 Polttoaineen koostumuksen symbolit ja lyhenteet

2 jakso <sup>(1)</sup>	3 jakso <sup>(2)</sup>	Suure
w <sub>C</sub> <sup>(4)</sup>	w <sub>C</sub> <sup>(4)</sup>	Polttoaineen hiilipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w <sub>H</sub>	w <sub>H</sub>	Polttoaineen vetypitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w <sub>N</sub>	w <sub>N</sub>	Polttoaineen typpipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]

2 jakso (1)	3 jakso (2)	Suure
$w_O$	$w_O$	Polttoaineen happipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
$w_S$	$w_S$	Polttoaineen rikkipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
$\alpha$	$\alpha$	Atomisen vedyn ja hiilen suhde (H/C)
$\varepsilon$	$\beta$	Atomisen hapen ja hiilen suhde (O/C) (3)
$\gamma$	$\gamma$	Atomisen rikin ja hiilen suhde (S/C)
$\delta$	$\delta$	Atomisen typen ja hiilen suhde (N/C)

(1) Polttoaine, jonka kemiallinen kaava on  $CH_aO_fN_bS_\gamma$ .

(2) Polttoaine, jonka kemiallinen kaava on  $CH_aO_fS_\gamma N_b$ .

(3) On huomattava, että symbolin  $\beta$  merkitys on näissä kahdessa päästölaskelmia koskevassa jaksossa erilainen: 2 jaksossa sillä viitataan polttoaineeseen, jonka kemiallinen kaava on  $CH_aS_\gamma N_b O_\varepsilon$  (eli kaava  $C_\beta H_a S_\gamma N_b O_\varepsilon$  jossa  $\beta = 1$ , oletuksena yksi hiiliatomi molekyyliä kohti), kun taas 3 jaksossa sillä viitataan polttoaineen  $CH_aO_fS_\gamma N_b$  happi-hiilisuhteeseen. Näin ollen 3 jaksosymboli  $\beta$  vastaa 2 jaksosymbolia  $\varepsilon$ .

(4) Massaosuuden symboli  $w$  ja kemiallisen komponentin symboli alaindeksinä.

## 2. Massaperustaiset laskelmat

### 2.1 Kaasumaiset raakapäästöt

#### 2.1.1 Erillisten moodien NRSC-testit

Kaasupäästön päästöarvo  $q_{m_{gas,i}}$  [g/h] vakiotilaisen testin kunkin moodin  $i$  osalta lasketaan kertomalla kaasupäästön pitoisuus sen vastaavalla virralla seuraavasti:

$$q_{m_{gas,i}} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot k_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \cdot 3\,600 \quad (7-1)$$

jossa:

$k$  = 1 kun arvon  $c_{gas,r,w,i}$  yksikkönä on [ppm] ja  $k = 10\,000$  kun arvon  $c_{gas,r,w,i}$  yksikkönä on [tilavuus-%]

$k_h$  =  $NO_x$ -korjauskerroin [-]; käytetään  $NO_x$ -päästölaskennassa (ks. 2.1.4 kohta)

$u_{gas}$  = kaasukomponenttikohtainen kerroin tai kaasukomponentin ja pakokaasun tiheyksien suhde [-]

$q_{mew,i}$  = pakokaasun massavirta (märkä) moodissa  $i$  [kg/s]

$c_{gas,i}$  = päästöpitoisuus (märkä) raakapakokaasussa moodissa  $i$  [ppm] tai [tilavuus-%]

#### 2.1.2 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC-testit

Kaasupäästöjen kokonaisuudessa  $m_{gas}$  [g/testi] testiä kohti lasketaan kertomalla ajan suhteen mukautetut hetkelliset pitoisuudet ja pakokaasuvirrat ja integroimalla testisykliin yhtälön (7-2) mukaisesti:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot \sum_{i=1}^N (q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \quad (7-2)$$

jossa:

$f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

$k_h$  =  $NO_x$ -korjauskerroin [-]; käytetään vain  $NO_x$ -päästölaskennassa



- $k$  = 1 kun arvon  $c_{\text{gas},w,i}$  yksikkönä on [ppm] ja  $k = 10\,000$  kun arvon  $c_{\text{gas},w,i}$  yksikkönä on [tilavuus-%]  
 $u_{\text{gas}}$  = komponenttikohtainen kerroin [-] (ks. 2.1.5 kohta)  
 $N$  = mittausten lukumäärä [-]  
 $q_{\text{mew},i}$  = hetkellinen pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]  
 $c_{\text{gas},i}$  = hetkellinen päästöpitoisuus (märkä) raakapakokaasussa [ppm] tai [tilavuus-%]

### 2.1.3 Pitoisuuden kuiva-märkämuunnos

Jos päästöt mitataan kuivana, mitattu kuivapitoisuus  $c_d$  on muunnettava märkäpitoisuudeksi  $c_w$  yhtälön (7-3) mukaisesti:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (7-3)$$

jossa:

- $k_w$  = kuiva-märkämuunnoskerroin [-]  
 $c_d$  = päästön kuivapitoisuus [ppm] tai [tilavuus-%]

Täydellisen palamisen osalta raakapakokaasun kuiva-märkämuunnoskerroin on muotoa  $k_{w,a}$  [-] ja lasketaan yhtälöstä (7-4):

$$k_{w,a} = \frac{\left( 1 - \frac{1,2442 \cdot H_a + 111,19 \cdot w_H \cdot \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \cdot k_f \cdot 1\,000} \right)}{\left( 1 - \frac{p_f}{p_b} \right)} \quad (7-4)$$

jossa:

- $H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]  
 $q_{mf,i}$  = hetkellinen polttoainevirta [kg/s]  
 $q_{mad,i}$  = hetkellinen kuivan imuilman massavirta, kg/s  
 $p_f$  = vedenpaine jäähdyttimen jälkeen [kPa]  
 $p_b$  = kokonaisilmanpaine [kPa]  
 $w_H$  = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]  
 $k_f$  = palamisen lisätilavuus [m<sup>3</sup>/kg polttoainetta]

kun:

$$k_f = 0,055594 \cdot w_H + 0,0080021 \cdot w_N + 0,0070046 \cdot w_O \quad (7-5)$$

jossa:

- $w_H$  = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]  
 $w_N$  = polttoaineen typpipitoisuus [% massasta]  
 $w_O$  = polttoaineen happipitoisuus [% massasta]

Yhtälössä (7-4) voidaan käyttää seuraavaa suhteen  $p_f/p_b$  oletusta:

$$\frac{1}{\left( 1 - \frac{p_f}{p_b} \right)} = 1,008 \quad (7-6)$$

Epätäydellisen palamisen osalta (rikkaat polttoaineseokset) ja päästötesteissä, joissa ei tehdä suoraa ilmavirtamittausta,  $k_{w,a}$  suositellaan laskettavaksi seuraavasti:

$$k_{w,a} = \frac{\frac{1}{1+\alpha \cdot 0,005 \cdot (c_{CO_2} + c_{CO})} - K_{w1}}{1 - \frac{p_r}{p_b}} \quad (7-7)$$

jossa:

$c_{CO_2}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [tilavuus- %]

$c_{CO}$  = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]

$p_r$  = vedenpaine jäädyttimen jälkeen [kPa]

$p_b$  = kokonaisilmanpaine [kPa]

$\alpha$  = molaarinen vety-hiilisuhde

$k_{w1}$  = imuilman kosteus [-]

$$k_{w1} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1\,000 + 1,608 \cdot H_a} \quad (7-8)$$

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

Koska NO<sub>x</sub>-päästöt ovat riippuvaisia ympäröivän ilman olosuhteista, NO<sub>x</sub>-pitoisuus on korjattava ympäröivän ilman lämpötilan ja kosteuden suhteen yhtälöissä (7-9) ja (7-10) annetuilla kertoimilla  $k_{h,D}$  tai  $k_{h,G}$  [-]. Kertoimia sovelletaan alueella 0–25 g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa.

a) Puristussytytysmoottoreissa

$$k_{h,D} = \frac{15,698 \times H_a}{1\,000} + 0,832 \quad (7-9)$$

b) Kipinäsytytysmoottoreissa

$$k_{h,G} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (7-10)$$

jossa:

$H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]

#### 2.1.5 Komponenttikohtainen kerroin u

Kaksi laskentamenetelmää kuvataan 2.1.5.1 ja 2.1.5.2 kohdassa. Näistä 2.1.5.1 kohdan menetelmä on suoraviivaisempi, sillä siinä käytetään taulukkomuotoisia u-arvoja komponentin ja pakokaasun tiheyden välisen suhteen määrittämiseen. 2.1.5.2 kohdan menetelmä on tarkempi sellaisten polttoainelaatujen osalta, jotka poikkeavat liitteen VIII eritelmistä, mutta se edellyttää polttoaineen koostumuksen alkuaineanalyysiä.

##### 2.1.5.1 Taulukkoarvot

Arvot  $u_{gas}$  voidaan laskea soveltamalla 2.1.5.2 kohdan yhtälöihin eräitä yksinkertaistuksia (arvoa  $\lambda$  ja imuilman olosuhteita koskeva oletus taulukon 7.1 mukaisesti.); arvot  $u_{gas}$  annetaan taulukossa 7.1.

Taulukko 7.1

## Raakapakokaasun u-arvo ja komponenttitiheydet (lasketaan päästöpitaisuuksille ilmoitettuna yksiköllä ppm)

Polttoaine	$r_e$	Kaasu					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
				$r_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]			
		2,053	1,250	( <sup>a</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
				$u_{\text{gas}}$ ( <sup>b</sup> )			
Diesel (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Tiettyihin puristusyttytysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maakaasu/biometaani ( <sup>c</sup> )	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ( <sup>d</sup> )	0,001551	0,001128	0,000565
Propani	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butaani	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
Nestekaasu ( <sup>e</sup> )	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Bensiini (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Etanoli (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(<sup>a</sup>) Polttoaineen mukaisesti

(<sup>b</sup>) Kun  $\lambda = 2$ , kuiva ilma, 273 K, 101,3 kPa

(<sup>c</sup>)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %

(<sup>d</sup>) NMHC:n perustana CH<sub>2,93</sub> (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH<sub>4</sub>:n  $u_{\text{gas}}$ -kerrointa)

(<sup>e</sup>)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %

## 2.1.5.2 Lasketut arvot

Komponenttikohtainen arvo  $u_{\text{gas},i}$  voidaan laskea komponentin ja pakokaasun tiheysuhteen perusteella tai vaihtoehtoisesti vastaavan moolimassojen suhteen perusteella [yhtälö (7-11) tai (7-12)]:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \cdot 1000) \quad (7-11)$$

tai

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \cdot 1000) \quad (7-12)$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = kaasukomponentin moolimassa [g/mol]

$M_{e,i}$  = raakapakokaasun (märkä) hetkellinen moolimassa [g/mol]

$\rho_{\text{gas}}$  = kaasukomponentin tiheys [kg/m<sup>3</sup>]

$\rho_{e,i}$  = raakapakokaasun (märkä) hetkellinen tiheys [kg/m<sup>3</sup>]

Pakokaasun moolimassa  $M_{e,i}$  johdetaan yleisestä polttoaineen koostumuksesta  $CH_aO_\varepsilon N_\delta S_\gamma$  olettaen, että palaminen on täydellinen, ja lasketaan yhtälöstä (7-13):

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \cdot \frac{\frac{\alpha + \varepsilon + \delta}{4} + \frac{\delta}{2}}{12,001 + 1,00794 \cdot \alpha + 15,9994 \cdot \varepsilon + 14,0067 \cdot \delta + 32,0065 \cdot \gamma} + \frac{H_a \cdot 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{1 + H_a \cdot 10^{-3}} M_a} \quad (7-13)$$

jossa:

$q_{mf,i}$  = hetkellinen polttoaineen massavirta (märkä) [kg/s]

$q_{maw,i}$  = hetkellinen imuilman massavirta (märkä) [kg/s]

$\alpha$  = molaarinen vety-hiilisuhde [-]

$\delta$  = molaarinen typpi-hiilisuhde [-]

$\varepsilon$  = molaarinen happi-hiilisuhde [-]

$\gamma$  = atomisen rikin ja hiilen suhde [-]

$H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]

$M_a$  = kuivan imuilman moolimassa = 28,965 g/mol

Hetkellinen raakapakokaasun tiheys  $\rho_{e,i}$  [kg/m<sup>3</sup>] lasketaan yhtälöstä (7-14):

$$\rho_{e,i} = \frac{1\,000 + H_a + 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \cdot H_a + k_f \cdot 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (7-14)$$

jossa:

$q_{mf,i}$  = hetkellinen polttoaineen massavirta [kg/s]

$q_{mad,i}$  = hetkellinen kuivan imuilman massavirta [kg/s]

$H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]

$k_f$  = palamisen lisätilavuus [m<sup>3</sup>/kg polttoainetta] (ks. yhtälö 7-5)

## 2.1.6 Pakokaasun massavirta

### 2.1.6.1 Ilman ja polttoaineen mittausmenetelmä

Menetelmässä mitataan ilman ja polttoaineen virtaus soveltuvilla virtausmittareilla. Hetkellinen pakokaasuvirta  $q_{mew,i}$  [kg/s] lasketaan yhtälöstä (7-15):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (7-15)$$

jossa:

$q_{maw,i}$  = hetkellinen imuilman massavirta [kg/s]

$q_{mf,i}$  = hetkellinen polttoaineen massavirta [kg/s]

### 2.1.6.2 Merkkikaasumittausmenetelmä

Menetelmässä mitataan merkkikaasun pitoisuus pakokaasussa. Hetkellinen pakokaasuvirta  $q_{mew,i}$  [kg/s] lasketaan yhtälöstä (7-16):

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \cdot \rho_e}{10^{-6} \cdot (c_{mix,i} - c_b)} \quad (7-16)$$

jossa:

$q_{Vt}$  = merkkikaasuvirta [ $m^3/s$ ]

$c_{mix,i}$  = merkkikaasun hetkellinen pitoisuus sekoittumisen jälkeen [ppm]

$r_e$  = raakapakokaasun tiheys [ $kg/m^3$ ]

$c_b$  = merkkikaasun taustapitoisuus imuilmassa [ppm]

Merkkikaasun taustapitoisuus  $c_b$  voidaan määrittää laskemalla välittömästi testiä ennen ja testin jälkeen mitatun taustapitoisuuden keskiarvo. Jos taustapitoisuus on alle 1 % merkkikaasun pitoisuudesta sekoittumisen jälkeen  $c_{mix,i}$  suurimmalla pakokaasuvirralla, taustapitoisuus voidaan jättää huomiotta.

### 2.1.6.3 Ilmavirran ja ilman ja polttoaineen suhteen mittausmenetelmä

Menetelmään sisältyy pakokaasun massan laskeminen ilmavirrasta ja ilman ja polttoaineen suhteesta. Hetkellinen pakokaasun massavirta  $q_{mew,i}$  [ $kg/s$ ] lasketaan yhtälöstä (7-17):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \cdot \left( 1 + \frac{1}{A/F_{st} \cdot \lambda_i} \right) \quad (7-17)$$

kun:

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \cdot \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \cdot \alpha + 15,9994 \cdot \varepsilon + 14,0067 \cdot \delta + 32,065 \cdot \gamma} \quad (7-18)$$

$$\lambda_i = \frac{\left( 100 - \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \cdot 10^{-4} \right) + \left( \frac{\alpha}{4} \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2} \right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4})}{4,764 \cdot \left( 1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4} + c_{HCw} \cdot 10^{-4})} \quad (7-19)$$

jossa:

$q_{maw,i}$  = imuilman massavirta (märkä) [ $kg/s$ ]

$A/F_{st}$  = stoikiometrinen ilman ja polttoaineen suhde [-]

$\lambda_i$  = hetkellinen ilman ylimäärä [-]

$c_{COd}$  = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]

$c_{CO2d}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [%]

$c_{HCw}$  = HC-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [ppm C1]

$\alpha$  = molaarinen vety-hiilisuhde [-]

$\delta$  = molaarinen typpi-hiilisuhde [-]

$\varepsilon$  = molaarinen happi-hiilisuhde [-]

$\gamma$  = atomisen rikin ja hiilen suhde [-]

### 2.1.6.4 Hiilitasemenetelmä, 1-vaiheinen menettely

Pakokaasun märkä massavirta  $q_{mew,i}$  [ $kg/s$ ] voidaan laskea 1-vaiheisen yhtälön (7-20) avulla:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \cdot \left[ \frac{1,4 \cdot w_C^2}{(1,0828 \cdot w_C + k_{fd} \cdot f_c) f_c} \left( 1 + \frac{H_a}{1\,000} \right) + 1 \right] \quad (7-20)$$

kun hiilikerroin  $f_c$  [-] saadaan seuraavasti:

$$f_c = 0,5441 \cdot (c_{CO2d} - c_{CO2da}) + \frac{c_{COd}}{18\,522} + \frac{c_{HCw}}{17\,355} \quad (7-21)$$

jossa:

- $q_{mf,i}$  = hetkellinen polttoaineen massavirta [kg/s]  
 $w_C$  = polttoaineen hiilipitoisuus [% massasta]  
 $H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]  
 $k_{fd}$  = palamisen lisätilavuus (kuiva) [m<sup>3</sup>/kg polttoainetta]  
 $c_{CO2d}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [%]  
 $c_{CO2da}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus ympäröivässä ilmassa (kuiva) [%]  
 $c_{COd}$  = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]  
 $c_{HCw}$  = HC-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [ppm]

Kerroin  $k_{fd}$  [m<sup>3</sup>/kg polttoainetta] lasketaan yhtälöstä (7-22) kuivapitoisuutena vähentämällä palamisessa muodostunut vesi arvosta  $k_f$ :

$$k_{fd} = k_f - 0,11118 \cdot w_H \quad (7-22)$$

jossa:

- $k_f$  = polttoainekohtainen kerroin yhtälössä (7-5) [m<sup>3</sup>/kg polttoainetta]  
 $w_H$  = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]

## 2.2 Laimennetut kaasupäästöt

### 2.2.1 Kaasupäästöjen massa

Pakokaasun massavirta mitataan vakiotilavuusnäytteenottojärjestelmällä (CVS), jossa voidaan käyttää syrjäytyspumppua (PDP), kriittisen virtauksen venturia (CFV) tai aliaäniventuria (SSV).

Järjestelmissä, joissa massavirta on vakaa (joissa on lämmönvaihdin), epäpuhtauksien massa  $m_{gas}$  [g/testi] määritetään yhtälöstä (7-23):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot m_{ed} \quad (7-23)$$

jossa:

$u_{gas}$  = pakokaasukomponentin tiheyden ja ilman tiheyden suhde, joka saadaan taulukosta 7.2 tai voidaan laskea yhtälöstä (7-34) [-]

$c_{gas}$  = komponentin keskimääräinen korjattu taustapitoisuus (märkä), [ppm] tai [tilavuus-%]

$k_h$  = NO<sub>x</sub>-korjauskerroin [-]; käytetään vain NO<sub>x</sub>-päästölaskennassa

$k$  = 1 kun arvon  $c_{gasr,w,i}$  yksikkönä on [ppm],  $k$  = 10 000 kun arvon  $c_{gasr,w,i}$  yksikkönä on [tilavuus-%]

$m_{ed}$  = laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana [kg/testi]

Jos järjestelmässä on ilman virtauksen kompensointi (ei lämmönvaihdinta), epäpuhtauksien massa  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] määritetään laskemalla hetkellisten päästöjen massa, integroimalla ja suorittamalla taustakorjaus yhtälöstä (7-24):

$$m_{\text{gas}} = k_h \cdot k \cdot \left( \sum_{i=1}^N [(m_{\text{ed},i} \cdot c_e \cdot u_{\text{gas}})] - \left[ (m_{\text{ed}} \cdot c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \cdot u_{\text{gas}}) \right] \right) \quad (7-24)$$

jossa:

$c_e$  = päästön pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm] tai [tilavuus-%]

$c_d$  = päästön pitoisuus (märkä) laimennusilmassa, [ppm] tai [tilavuus-%]

$m_{\text{ed},i}$  = laimennetun pakokaasun massa aikavälin  $i$  aikana [kg]

$m_{\text{ed}}$  = laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana [kg]

$u_{\text{gas}}$  = arvo taulukosta 7.2 [-]

$D$  = laimennuserroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

$k_h$  = NO<sub>x</sub>-korjauserroin [-]; käytetään vain NO<sub>x</sub>-päästölaskennassa laskeminen

$k$  = 1 kun arvon  $c$  yksikkönä on [ppm],  $k = 10\,000$  kun arvon  $c$  yksikkönä on [tilavuus-%]

Pitoisuudet  $c_{\text{gas}}$ ,  $c_e$  ja  $c_d$  voivat olla eränäytteestä mitattuja arvoja (pussi; ei voida käyttää NO<sub>x</sub>:n eikä HC:n osalta) tai jatkuvasta mittauksesta integroimalla saatuja keskiarvoja. Myös  $m_{\text{ed},i}$  ilmoitetaan testisyklin ajalle integroituna keskiarvona.

Seuraavissa kohdissa esitetään miten tarvittavat arvot ( $c_e$ ,  $u_{\text{gas}}$  ja  $m_{\text{ed}}$ ) lasketaan.

## 2.2.2 Pitoisuuden kuiva-märkämuunnos

Kaikki 2.2.1 kohdassa tarkoitetut kuivana mitatut pitoisuudet on muunnettava märkäpitoisuuksiksi yhtälön (7-3) mukaisesti.

### 2.2.2.1 Laimennettu pakokaasu

Kaikki kuivana mitatut pitoisuudet muunnetaan märkäpitoisuuksiksi käyttäen toista seuraavista yhtälöistä [(7-25) tai (7-26)]:

$$k_{\text{w,e}} = \left[ \left( 1 - \frac{\alpha \cdot c_{\text{CO2w}}}{200} \right) - k_{\text{w2}} \right] \cdot 1,008 \quad (7-25)$$

tai

$$k_{\text{w,e}} = \left( \frac{(1 - k_{\text{w2}})}{1 + \frac{\alpha \cdot c_{\text{CO2d}}}{200}} \right) \cdot 1,008 \quad (7-26)$$

jossa:

$\alpha$  = polttoaineen molaarinen vety-hiilisuhde [-]

$c_{\text{CO2w}}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus-%]

$c_{\text{CO2d}}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (kuiva) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus-%]

Korjauskertoimessa  $k_{w2}$  otetaan huomioon sekä imu- että laimennusilmassa oleva vesimäärä, ja se lasketaan yhtälöstä (7-27):

$$k_{w2} = \frac{1,608 \cdot \left[ H_d \cdot \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \cdot \left( \frac{1}{D} \right) \right]}{1\,000 + \left\{ 1,608 \cdot \left[ H_d \left( 1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \cdot \left( \frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (7-27)$$

jossa:

$H_a$  = imuilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]

$H_d$  = laimennusilman kosteus [g H<sub>2</sub>O / kg kuivaa ilmaa]

$D$  = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

#### 2.2.2.2 Laimennuskerroin

Laimennuskerroin  $D$  [-] (jota tarvitaan taustakorjauksen ja arvon  $k_{w2}$  laskennassa) lasketaan yhtälöstä (7-28):

$$D = \frac{F_s}{c_{CO_2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \cdot 10^{-4}} \quad (7-28)$$

jossa:

$F_s$  = stoikiometrinen kerroin [-]

$c_{CO_2,e}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus- %]

$c_{HC,e}$  = HC-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm C1]

$c_{CO,e}$  = CO-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm]

Stoikiometrinen kerroin lasketaan yhtälöstä (7-29):

$$F_s = 100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{a}{2} + 3,76 \cdot \left( 1 + \frac{a}{4} \right)} \quad (7-29)$$

jossa:

$a$  = polttoaineen molaarinen vety-hiilisuhde [-]

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

$F_s$  (E10) = 13,3

$F_s$  (E85) = 11,5

Jos tehdään suora mittaus pakokaasuvirrasta, laimennuskerroin  $D$  [-] voidaan laskea yhtälöstä (7-30):

$$D = \frac{q_{VCVS}}{q_{Vev}} \quad (7-30)$$



jossa:

$q_{VCVS}$  = laimennetun pakokaasun tilavuusvirta [ $m^3/s$ ]

$q_{Vew}$  = raakapakokaasun tilavuusvirta [ $m^3/s$ ]

#### 2.2.2.3 Laimennusilma

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \cdot 1,008 \quad (7-31)$$

kun

$$k_{w3} = \frac{1,608 \cdot H_d}{1\,000 + 1,608 \cdot H_d} \quad (7-32)$$

jossa:

$H_d$  = laimennusilman kosteus [ $g\ H_2O / kg$  kuivaa ilmaa]

#### 2.2.2.4 Taustakorjatun pitoisuuden määrittäminen

Epäpuhtauksien nettopitoisuuksien määrittämiseksi mitatuista pitoisuuksista on vähennettävä kaasumaisten epäpuhtauksien keskimääräiset taustapitoisuudet. Taustapitoisuuksien keskimääräiset arvot voidaan määrittää näytepussimenetelmällä tai jatkuvalla mittauksella ja integroimalla. Käytetään yhtälöä (7-33):

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (7-33)$$

jossa:

$c_{gas}$  = kaasumaisen epäpuhtauden nettopitoisuus [ppm] tai [tilavuus- %]

$c_{gas,e}$  = päästön pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm] tai [tilavuus- %]

$c_d$  = päästön pitoisuus (märkä) laimennusilmassa, [ppm] tai [tilavuus- %]

$D$  = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

#### 2.2.3 Komponenttikohtainen kerroin u

Laimennetun kaasun komponenttikohtainen kerroin  $u_{gas}$  voidaan joko laskea yhtälöstä (7-34) tai ottaa taulukosta 7.2. Taulukossa 7.2 on oletuksena, että laimennetun pakokaasun tiheys on sama kuin ilman tiheys.

$$u = \frac{M_{gas}}{M_{d,w} \cdot 1\,000} = \frac{M_{gas}}{\left[ M_{da,w} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{r,w} \cdot \left(\frac{1}{D}\right) \right] \cdot 1\,000} \quad (7-34)$$

jossa:

$M_{gas}$  = kaasukomponentin moolimassa [ $g/mol$ ]

$M_{d,w}$  = laimennetun pakokaasun moolimassa [ $g/mol$ ]

$M_{da,w}$  = laimennusilman moolimassa [ $g/mol$ ]

$M_{r,w}$  = raakapakokaasun moolimassa [ $g/mol$ ]

$D$  = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

Taulukko 7.2

## Laimennetun pakokaasun u-arvot (lasketaan päästöpituisuuksille ilmoitettuna yksiköllä ppm)

Polttoaine	$\rho_e$	Kaasu					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
				$r_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]			
		2,053	1,250	( <sup>1</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
				$u_{\text{gas}}$ ( <sup>2</sup> )			
Diesel (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Tiettyihin puristusyttyysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maakaasu/biometaani ( <sup>3</sup> )	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ( <sup>4</sup> )	0,001551	0,001128	0,000565
Propani	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butaani	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
Nestekaasu ( <sup>5</sup> )	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559
Bensiini (E10)	1,2931	0,001587	0,000966	0,000499	0,001518	0,001104	0,000553
Etanoli (E85)	1,2797	0,001604	0,000977	0,000730	0,001534	0,001116	0,000559

(<sup>1</sup>) Polttoaineen mukaisesti

(<sup>2</sup>) Kun  $\lambda = 2$ , kuiva ilma, 273 K, 101,3 kPa

(<sup>3</sup>)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %

(<sup>4</sup>) NMHC:n perustana CH<sub>2,93</sub> (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH<sub>4</sub>:n  $u_{\text{gas}}$ -kerrointa)

(<sup>5</sup>)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %

## 2.2.4 Pakokaasun massavirran laskeminen

### 2.2.4.1 PDP-CVS-järjestelmä

Laimennetun pakokaasun massa  $m_{\text{ed}}$  [kg/testi] syklin aikana lasketaan yhtälöstä (7-35), jos laimennetun pakokaasun lämpötila pidetään lämmönvaihtimen avulla  $\pm 6$  K:n sisällä koko syklin ajan:

$$m_{\text{ed}} = 1,293 \cdot V_0 \cdot n_p \cdot \frac{P_p}{101,325} \cdot \frac{273,15}{T} \quad (7-35)$$

jossa:

$V_0$  = testiolosuhteissa yhden kierroksen aikana pumpatun kaasun tilavuus [m<sup>3</sup>/rev]

$n_p$  = pumpun kierrosten kokonaismäärä testin aikana [rev/testi]

$P_p$  = absoluuttinen paine pumpun sisääntulossa [kPa]

$\bar{T}$  = laimennetun pakokaasun keskimääräinen lämpötila pumpun sisääntulossa [K]

1,293 kg/m<sup>3</sup> = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

Jos käytetään järjestelmää, jossa on virtauksen kompensointi (ilman lämmönvaihdinta), laimennetun pakokaasun massa  $m_{ed,i}$  [kg] aikavälin aikana lasketaan yhtälöstä (7-36):

$$m_{ed,i} = 1,293 \cdot V_0 \cdot n_{p,i} \cdot \frac{p_p}{101,325} \cdot \frac{273,15}{T} \quad (7-36)$$

jossa:

$V_0$  = testiolosuhteissa yhden kierroksen aikana pumpatun kaasun tilavuus [m<sup>3</sup>/rev]

$p_p$  = absoluuttinen paine pumpun sisääntulossa [kPa]

$n_{p,i}$  = pumpun kierrosten kokonaismäärä aikavälin  $i$  aikana

$\bar{T}$  = laimennetun pakokaasun keskimääräinen lämpötila pumpun sisääntulossa [K]

1,293 kg/m<sup>3</sup> = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

#### 2.2.4.2 CFV-CVS-järjestelmä

Massavirta syklin aikana  $m_{ed}$  [g/testi] lasketaan yhtälöstä (7-37), jos laimennetun pakokaasun lämpötila pidetään lämmönvaihtimen avulla  $\pm 11$  K:n sisällä koko syklin ajan:

$$m_{ed} = \frac{1,293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7-37)$$

jossa:

$t$  = syklin kesto aika [s]

$K_V$  = kriittisen virtauksen venturin kalibroitikerroin normaaliolosuhteissa  $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

$p_p$  = absoluuttinen paine venturin sisääntulossa [kPa]

$T$  = absoluuttinen lämpötila venturin sisääntulossa [K]

1,293 kg/m<sup>3</sup> = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

Jos käytetään järjestelmää, jossa on virtauksen kompensointi (ilman lämmönvaihdinta), laimennetun pakokaasun massa aikavälin aikana  $m_{ed,i}$  [kg] lasketaan yhtälöstä (7-38):

$$m_{ed,i} = \frac{1,293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7-38)$$

jossa:

$\Delta t_i$  = testauksen aikaväli [s]

$K_V$  = kriittisen virtauksen venturin kalibroitikerroin normaaliolosuhteissa  $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

$p_p$  = absoluuttinen paine venturin sisääntulossa [kPa]

$T$  = absoluuttinen lämpötila venturin sisääntulossa [K]

1,293 kg/m<sup>3</sup> = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

## 2.2.4.3 SSV-CVS-järjestelmä

Laimennetun pakokaasun massa syklin aikana  $m_{ed}$  [kg/testi] lasketaan yhtälöstä (7-39), jos laimennetun pakokaasun lämpötila pidetään lämmönvaihtimen avulla  $\pm 11$  K:n sisällä koko syklin ajan:

$$m_{ed} = 1,293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t \quad (7-39)$$

jossa:

$1,293 \text{ kg/m}^3$  = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

$\Delta t$  = syklin kesto aika [s]

$q_{VSSV}$  = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

kun:

$$q_{VSSV} = \frac{A_0}{60} d_v^2 C_d P_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \cdot \left( \frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}} \right) \right]} \quad (7-40)$$

jossa:

$$A_0 = \text{kokoelma vakioita ja yksiköiden muunnoksia} = 0,0056940 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot \frac{\text{K}^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \cdot \frac{1}{\text{mm}^2} \right]$$

$d_v$  = SSV:n kurkun läpimitta [mm]

$C_d$  = SSV:n purkauskerroin [-]

$p_p$  = absoluuttinen paine venturin sisääntulossa [kPa]

$T_{in}$  = lämpötila venturin sisääntulossa [K]

$r_p$  = SSV:n kurkun ja sisääntulon absoluuttisen staattisen paineen suhde,  $\left( 1 - \frac{\Delta P}{P_a} \right)$  [-]

$r_D$  = SSV:n kurkun läpimitan suhde sisääntuloputken sisäläpimittaan  $\frac{d}{D}$  [-]

Jos käytetään järjestelmää, jossa on virtauksen kompensointi (ilman lämmönvaihdinta), laimennetun pakokaasun massa  $m_{ed,i}$  [kg] aikavälin aikana lasketaan yhtälöstä (7-41):

$$m_{ed,i} = 1,293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t_i \quad (7-41)$$

jossa:

$1,293 \text{ kg/m}^3$  = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

$\Delta t_i$  = aikaväli [s]

$q_{VSSV}$  = SSV:n tilavuusvirta [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

## 2.3 Hiukkaspäästön laskeminen

## 2.3.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC

Hiukkasmassa lasketaan sen jälkeen, kun hiukkasnäytteen massalle on tehty 8.1.12.2.5 kohdan mukainen nostekorjaus.

## 2.3.1.1 Osavirtauslaimennusjärjestelmä

## 2.3.1.1.1. Näytesuhteeseen perustuva laskelma

Syklin aikainen hiukkaspäästö  $m_{PM}$  [g] lasketaan yhtälöstä (7-42):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1\,000} \quad (7-42)$$

jossa:

$m_f$  = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]

$r_s$  = keskimääräinen näytesuhde testisyklin aikana [-]

kun:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (7-43)$$

jossa:

$m_{se}$  = raakapakokaasun näytemassa syklin aikana [kg]

$m_{ew}$  = raakapakokaasun kokonaismassa syklin aikana [kg]

$m_{sep}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]

$m_{sed}$  = laimennustunnelin läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]

Jos käytetään kokonaisnäytteenottojärjestelmää,  $m_{sep}$  ja  $m_{sed}$  ovat samat.

## 2.3.1.1.2. Laimennussuhteeseen perustuva laskenta

Syklin aikainen hiukkaspäästö  $m_{PM}$  [g] lasketaan yhtälöstä (7-44):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1\,000} \quad (7-44)$$

jossa:

$m_f$  = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]

$m_{sep}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]

$m_{edf}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massa syklin aikana [kg]

Ekvivalentti laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana  $m_{edf}$  [kg] määritetään yhtälöstä (7-45):

$$m_{edf} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^N q_{medf,i} \quad (7-45)$$

Kun:

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} - q_{mdw,i} \quad (7-46)$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \quad (7-47)$$

jossa:

- $q_{medf,i}$  = hetkellinen ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta [kg/s]  
 $q_{mew,i}$  = hetkellinen pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]  
 $r_{d,i}$  = hetkellinen laimennussuhde [-]  
 $q_{mdew,i}$  = hetkellinen laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]  
 $q_{mdw,i}$  = hetkellinen laimennusilman massavirta [kg/s]  
 $f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]  
 $N$  = mittausten lukumäärä [-]

### 2.3.1.2 Täysvirtauslaimennusjärjestelmä

Massapäästö lasketaan yhtälöstä (7-48):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7-48)$$

jossa:

- $m_f$  = on syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]  
 $m_{sep}$  = on hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]  
 $m_{ed}$  = on laimennetun pakokaasun massa syklin aikana [kg]

kun:

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (7-49)$$

jossa:

- $m_{set}$  = hiukkassuodattimien läpi johdetun kaksoislaimennetun pakokaasun massa [kg]  
 $m_{ssd}$  = toisiolaimennusilman massa [kg]

#### 2.3.1.2.1. Taustakorjaus

Hiukkasmassalle  $m_{PM,c}$  [g] voidaan tehdä taustakorjaus yhtälöllä (7-50):

$$m_{PM,c} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[ \frac{m_b}{m_{sd}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7-50)$$

jossa:

- $m_f$  = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]  
 $m_{sep}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]  
 $m_{sd}$  = taustahiukkasnäyteanturin ottaman laimennusilman massa [kg]  
 $m_b$  = laimennusilmasta kerättyjen taustahiukkasten massa [mg]  
 $m_{ed}$  = laimennetun pakokaasun massa syklin aikana [kg]  
 $D$  = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

## 2.3.2 Laskeminen erillisten moodien NRSC-testeissä

## 2.3.2.1 Laimennusjärjestelmä

Kaikkien laskelmien on perustuttava yksittäisten moodien  $i$  keskiarvoihin näytteenottoaikana.

a) Kun käytetään osavirtauslaimennusta, laimennetun pakokaasun ekvivalentti massavirta määritetään yhtälön (7-51) ja kuvassa 9.2 esitetyn virtausmittausjärjestelmän mukaisesti:

$$q_{medf} = q_{mew} \cdot r_d \quad (7-51)$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}} \quad (7-52)$$

jossa:

$q_{medf}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta [kg/s]

$q_{mew}$  = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$r_d$  = laimennussuhde [-]

$q_{mdew}$  = laimennetun pakokaasun massavirta (märkä), [kg/s]

$q_{mdw}$  = laimennusilman massavirta [kg/s]

b) Täysvirtauslaimennusjärjestelmässä arvoa  $q_{mdew}$  käytetään arvona  $q_{medf}$ .

## 2.3.2.2 Hiukkasmassavirran laskeminen

Syklin hiukkasmassavirta  $q_{mPM}$  [g/h] lasketaan yhtälöstä (7-53), (7-56), (7-57) tai (7-58):

a) Yhden suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7-53)$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^N q_{medfi} \cdot WF_i \quad (7-54)$$

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^N m_{sepi} \quad (7-55)$$

jossa:

$q_{mPM}$  = hiukkasmassavirta [g/h]

$m_f$  = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]

$\overline{q_{medf}}$  = keskimääräinen ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$q_{medfi}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) moodissa  $i$  [kg/s]

$WF_i$  = painotuserroin moodissa  $i$  [-]

$m_{sep}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa [kg]

$m_{sepi}$  = hiukkasnäytesuodattimen läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa  $i$  [kg]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

b) Monen suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPMi} = \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} \cdot q_{medfi} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7-56)$$

jossa:

$q_{mPMi}$  = hiukkasmassavirta moodissa  $i$  [g/h]

$m_{fi}$  = moodissa  $i$  kerätyn hiukkasnäytteen massa [mg]

$q_{medfi}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) moodissa  $i$  [kg/s]

$m_{sepi}$  = hiukkasnäytesuodattimen läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa  $i$  [kg]

Testisyklin hiukkasmassa määritetään laskemalla yhteen yksittäisten moodien  $i$  keskiarvot näytteenottoajalta.

Hiukkasmassavirralla  $q_{mPM}$  [g/h] tai  $q_{mPMi}$  [g/h] voidaan tehdä taustakorjaus seuraavasti:

c) Yhden suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[ \frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^N \left( 1 - \frac{1}{D_i} \right) \cdot WF_i \right] \right\} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7-57)$$

jossa:

$q_{mPM}$  = hiukkasmassavirta [g/h]

$m_f$  = kerätyn hiukkasnäytteen massa [mg]

$m_{sep}$  = hiukkasnäytesuodattimen läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa [kg]

$m_{f,d}$  = kerätyn laimennusilman hiukkasnäytteen massa [mg]

$m_d$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennusilmanäytteen massa [kg]

$D_i$  = laimennuskerroin moodissa  $i$  [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$\overline{q_{medf}}$  = keskimääräinen ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

d) Monen suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPMi} = \left\{ \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} - \left[ \frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot q_{medfi} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7-58)$$

jossa:

$q_{mPMi}$  = hiukkasmassavirta moodissa  $i$  [g/h]

$m_{fi}$  = moodissa  $i$  kerätyn hiukkasnäytteen massa [mg]

$m_{sepi}$  = hiukkasnäytesuodattimen läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa  $i$  [kg]

$m_{f,d}$  = kerätyn laimennusilman hiukkasnäytteen massa [mg]

$m_d$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennusilmanäytteen massa [kg]



$D$  = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

$q_{\text{medfi}}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) moodissa  $i$  [kg/s]

Jos mittauksia tehdään enemmän kuin yksi, arvo  $m_{f,d}/m_d$  korvataan arvolla  $\overline{m_{f,d}/m_d}$ .

## 2.4 Syklin työ ja ominaispäästöt

### 2.4.1 Kaasupäästöt

#### 2.4.1.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC

Tässä kohdassa viitataan raakapakokaasun osalta 2.1 kohtaan ja laimennetun pakokaasun osalta 2.2 kohtaan. Tulokset saatavat tehon  $P$  [kW] arvot integroidaan testiaikavälille. Kokonaistyö  $W_{\text{act}}$  [kWh] lasketaan yhtälöstä (7-59):

$$W_{\text{act}} = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^N (n_i \cdot T_i) \quad (7-59)$$

jossa:

$P_i$  = moottorin hetkellinen teho [kW]

$n_i$  = moottorin hetkellinen pyörimisnopeus [rpm]

$T_i$  = moottorin hetkellinen vääntömomentti [Nm]

$W_{\text{act}}$  = syklin kokonaistyö [kWh]

$f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

Jos liitteen VI lisäyksen 2 mukaisesti on asennettu apulaitteita, yhtälössä (7-59) ei tehdä mukautusta moottorin hetkellisen vääntömomentin arvoon. Tämän asetuksen liitteessä VI olevan 6.3.2 tai 6.3.3 kohdan mukaisesti, jos tarpeellisia apulaitteita, jotka olisi pitänyt asentaa testiä varten, ei ole asennettu, tai on asennettu apulaitteita, jotka olisi pitänyt poistaa, yhtälössä (7-59) käytettyä  $T_i$ :n arvoa mukautetaan yhtälöllä (7-60):

$$T_i = T_{i,\text{meas}} + T_{i,\text{AUX}} \quad (7-60)$$

jossa:

$T_{i,\text{meas}}$  = moottorin hetkellisen vääntömomentin mitattu arvo

$T_{i,\text{AUX}}$  = tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 7.7.2.3.2 kohdassa määritetty apulaitteiden käytön edellyttämä vastaava vääntömomentin arvo.

Ominaispäästöt  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] lasketaan seuraavasti testisyklin tyypin mukaan.

$$e_{\text{gas}} = \frac{m_{\text{gas}}}{W_{\text{act}}} \quad (7-61)$$

jossa:

$m_{\text{gas}}$  = päästön kokonaismassa [g/testi]

$W_{\text{act}}$  = syklin kokonaistyö [kWh]

Kun kyseessä on NRTC-testi, muiden kaasupäästöjen kuin CO<sub>2</sub>:n osalta lopullinen testitulos  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] on kylmäkäynnistysajan ja kuumakäynnistysajan painotettu keskiarvo yhtälöstä (7-62):

$$e_{\text{gas}} = \frac{(0,1 \cdot m_{\text{cold}}) + (0,9 \cdot m_{\text{hot}})}{(0,1 \cdot W_{\text{act,cold}}) + (0,9 \cdot W_{\text{act,hot}})} \quad (7-62)$$

jossa:

$m_{\text{cold}}$  on kaasupäästöjen massa kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act,cold}}$  on syklin kokonaistyö kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

$m_{\text{hot}}$  on kaasupäästöjen massa kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act,hot}}$  on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

Kun kyseessä on kuumakäynnistys-NRTC, lopullinen testitulos  $e_{\text{CO}_2}$  [g/kWh] lasketaan CO<sub>2</sub>:n osalta yhtälöstä (7-63):

$$e_{\text{CO}_2,\text{hot}} = \frac{m_{\text{CO}_2,\text{hot}}}{W_{\text{act,hot}}} \quad (7-63)$$

jossa:

$m_{\text{CO}_2,\text{hot}}$  on CO<sub>2</sub>-massapäästö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act,hot}}$  on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

#### 2.4.1.2 Erillisten moodien NRSC

Ominaispäästöt  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] lasketaan yhtälöstä (7-64):

$$e_{\text{gas}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (q_{\text{mgas},i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-64)$$

jossa:

$q_{\text{mgas},i}$  = moodin  $i$  keskimääräinen päästön massavirta [g/h]

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{\text{maxi}} + P_{\text{auxi}}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

#### 2.4.2 Hiukkaspäästöt

##### 2.4.2.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC

Hiukkasten ominaispäästöt lasketaan yhtälöstä (7-61), jossa arvot  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] ja  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] korvataan arvoilla  $e_{\text{PM}}$  [g/kWh] ja  $m_{\text{PM}}$  [g/testi]:

$$e_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{PM}}}{W_{\text{act}}} \quad (7-65)$$

jossa:

$m_{PM}$  = hiukkaspäästöjen kokonaismassa laskettuna 2.3.1.1 tai 2.3.1.2 kohdan mukaisesti [g/testi]

$W_{act}$  = syklin työ [kWh]

Muuttuvatilaisen yhdistelmäsyklin (eli kylmäkäynnistys-NRTC ja kuumakäynnistys-NRTC) päästöt lasketaan 2.4.1.1 kohdassa esitetyllä tavalla.

#### 2.4.2.2 Erillisten moodien NRSC

Hiukkasten ominaispäästöt  $e_{PM}$  [g/kWh] lasketaan yhtälöstä (7-66) tai (7-67):

a) Yhden suodattimen menetelmässä:

$$e_{PM} = \frac{q_{mPM}}{\sum_{i=1}^N (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-66)$$

jossa:

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$q_{mPM}$  = hiukkasmassavirta [g/h]

b) Monen suodattimen menetelmässä:

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^N (q_{mPMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^N (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-67)$$

jossa:

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$q_{mPMi}$  = hiukkasmassavirta moodissa  $i$  [g/h]

Yhden suodattimen menetelmässä kunkin moodin tehollinen painotuskerroin  $WF_{ei}$  lasketaan yhtälöstä (7-68):

$$WF_{ei} = \frac{m_{sepi} \cdot \overline{q_{medfi}}}{m_{sep} \cdot \overline{q_{medf}}} \quad (7-68)$$

jossa:

$m_{sepi}$  = hiukkanäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa  $i$  [kg]

$\overline{q_{medf}}$  = keskimääräinen ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta [kg/s]

$q_{medfi}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta moodissa  $i$  [kg/s]

$m_{sep}$  = hiukkanäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa [kg]

Tehollisten painotuskertoimien arvo saa poiketa enintään 0,005 (absoluuttinen arvo) liitteen XVII lisäyksessä 1 luetelluista painotuskertoimista.

#### 2.4.3 Jaksoittaisesti regeneroituvien päästöjenrajoitusjärjestelmien mukauttaminen

Kun kyseessä ovat jaksoittaisesti regeneroituvilla pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmillä (ks. liitteessä VI oleva 6.6.2 kohta) varustetut muut kuin luokan RLL moottorit, 2.4.1 ja 2.4.2 kohdan mukaisesti lasketut kaasu- ja hiukkaspäästöjen ominaispäästöt korjataan sovellettavalla kertovalla mukautustekijällä tai sovellettavalla summaavalla mukautustekijällä. Jos testin aikana ei tapahtunut jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää ylöspäin ( $k_{ru,m}$  tai  $k_{ru,a}$ ). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ( $k_{rd,m}$  tai  $k_{rd,a}$ ). Kun kyseessä on erillisten moodien NRSC, jossa kullekin moodille on määritetty mukautustekijät, niitä sovelletaan kuhunkin moodiin laskettaessa painotettua päästötulosta.

#### 2.4.4 Huononemiskertoimen mukauttaminen

Myös 2.4.1 ja 2.4.2 kohdan mukaisesti lasketut kaasu- ja hiukkaspäästöjen ominaispäästöt, tapauksen mukaan myös 2.4.3 kohdan mukainen jaksoittaisen regeneraation mukautustekijä, mukautetaan sovellettavalla kertovalla tai summaavalla huononemiskertoimella, joka on määritetty liitteen III vaatimusten mukaisesti.

#### 2.5 Laimennetun pakokaasuvirran kalibrointi (CVS) ja siihen liittyvät laskelmat

CVS-järjestelmä kalibroidaan käyttäen tarkkaa virtausmittaria ja kuristinlaitetta. Virtaus järjestelmän läpi mitataan eri rajoitusasetuksilla, ja järjestelmän säätöparametrit mitataan ja suhteutetaan virtaukseen.

Kalibroinnissa voidaan käyttää erityyppisiä virtausmittareita, esimerkiksi kalibroitua venturia, kalibroitua laminaarista virtausmittaria tai kalibroitua turbiinimittaria.

##### 2.5.1 Syrjäytyspumppu (PDP)

Kaikki pumppuun liittyvät parametrit mitataan yhtäaikaan niiden parametrien kanssa, jotka liittyvät pumpun kanssa sarjaan kytkettyyn kalibrointiventuriin. Laskettu virtaus ( $m^3/min$  pumpun sisääntulossa absoluuttisessa paineessa ja lämpötilassa) kuvataan verrattuna korrelaatiofunktioon, joka on pumpun parametrien tietyn yhdistelmän arvo. Tämän jälkeen määritetään 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.

Kaikkien kalibrointiventurin ja CVS-pumpun välisten liitosten ja putkistojen vuodot on pidettävä alle 0,3 prosentissa alhaisimmasta virtauspisteestä (suurin rajoitus ja alhaisin PDP-nopeuspiste).

Ilman virtaus ( $q_{VCVS}$ ) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 6 asetusta) lasketaan virtausmittarin tiedoista vakio-oloissa  $m^3/s$ -arvona käyttäen valmistajan ilmoittamaa menetelmää. Ilman virtaus muutetaan tämän jälkeen pumpun virtaukseksi ( $V_0$ ) kuutiometreinä pumpun kierrosta kohti ( $m^3/rev$ ) pumpun sisääntulon absoluuttisessa paineessa ja lämpötilassa käyttäen yhtälöä (7-69):

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273,15} \cdot \frac{101,325}{p_p} \quad (7-69)$$

jossa:

$q_{VCVS}$  = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [ $m^3/s$ ]

$T$  = lämpötila pumpun sisääntulossa [K]

$p_p$  = absoluuttinen paine pumpun sisääntulossa [kPa]

$n$  = pumpun kierrosnopeus [rev/s]

Jotta paineen vaihtelut pumpussa ja pumpun luisto voidaan ottaa huomioon, lasketaan pumpun nopeuden, pumpun sisään- ja ulostulon välisen paine-eron ja pumpun absoluuttisen ulostulopaineen välinen korrelaatiokerroin ( $X_0$ ) [s/rev] yhtälöstä (7-70):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7-70)$$

jossa:

$\Delta p_p$  = pumpun sisään- ja ulostulon välinen paine-ero [kPa]

$p_p$  = absoluuttinen paine pumpun ulostulossa [kPa]

$n$  = pumpun kierrosnopeus [rev/s]

Kalibrointia varten tehdään lineaarinen pienimmän neliösumman sovitus yhtälön (7-71) mukaisesti:

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7-71)$$

jossa leikkauspiste  $D_0$  [m<sup>3</sup>/rev] ja kaltevuus  $m$  [m<sup>3</sup>/s] kuvaavat regressiolinjaa.

Jos CVS-järjestelmä on moninopeuksinen, pumpun eri virtausalueille muodostettujen kalibrointikäyrien on oltava lähes samansuuntaisia ja leikkauspistearvojen ( $D_0$ ) on suurennuttava, kun pumpun virtausalue pienenee.

Yhtälön avulla lasketut arvot saavat poiketa mitatusta  $V_0$ -arvosta enintään ±0,5 prosenttia. Arvo  $m$  vaihtelee pumpunkohtaisesti. Hiukkasten vaikutus vähentää ajan myötä pumpun luistoa, mitä pienentyneet  $m$  arvot kuvastavat. Tämän vuoksi on suoritettava kalibrointi pumpun käynnistyksen yhteydessä ja suurempien huoltojen jälkeen ja jos koko järjestelmän tarkastaminen ilmaisee pumpun luiston muuttuneen.

### 2.5.2 Kriittisen virtauksen venturi (CFV)

CFV:n kalibrointi perustuu kriittisen virtauksen venturin virtausyhtälöön. Kaasun virtaus on venturin sisääntulon paineen ja lämpötilan funktio.

Kriittisen virtauksen alueen määrittämiseksi  $K_v$  on kuvattava venturin sisääntulopaineen funktiona. Kriittisellä (kuristetulla) virtauksella  $K_v$ :n arvo on verrattain vakio. Paineen alentuessa (alipaineen kasvaessa) venturin kuristus poistuu ja  $K_v$  pienenee, mikä ilmaisee, että CFV toimii sallitun alueen ulkopuolella.

Ilman virtaus ( $q_{VCVS}$ ) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 8 asetusta) lasketaan virtausmittarin tiedoista vakio-oloissa m<sup>3</sup>/s-arvona käyttäen valmistajan ilmoittamaa menetelmää. Kalibrointikerroin  $K_v$  [(√K · m<sup>4</sup> · s)/kg] lasketaan kunkin asetuksen kalibrointitiedoista yhtälöllä (7-72):

$$K_v = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \quad (7-72)$$

jossa:

$q_{VSSV}$  = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [m<sup>3</sup>/s]

$T$  = lämpötila venturin sisääntulossa [K]

$p_p$  = absoluuttinen paine venturin sisääntulossa [kPa]

Lasketaan keskimääräinen  $K_v$  ja standardipoikkeama. Standardipoikkeama saa olla enintään ±0,3 %  $K_v$ :n keskimääräisestä arvosta.

## 2.5.3 Aliääniventuri (SSV)

Aliääniventurin kalibrointi perustuu aliääniventurin virtausyhtälöön. Kaasun virtaus on sisääntulopaineen ja -lämpötilan ja aliääniventurin sisääntulon ja kurkun välisen paineenalennuksen funktio, kuten yhtälössä (7-40) esitetään.

Ilman virtaus ( $q_{VSSV}$ ) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 16 asetusta) lasketaan virtausmittarin tiedoista vakio-oloissa  $m^3/s$ -arvona käyttäen valmistajan ilmoittamaa menetelmää. Lasketaan purkauskerroin kunkin asetuksen kalibrointitiedoista yhtälöllä (7-73):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_v^2 p_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T_{in,V}} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \left( \frac{1}{1 - r_D^4} \right) \right]}} \quad (7-73)$$

jossa:

$$A_0 = \text{kokoelma vakioita ja yksiköiden muunnoksia} = 0,0056940 \left[ \frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2} \right]$$

$$q_{VSSV} = \text{ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [m}^3/\text{s]}$$

$$T_{in,V} = \text{lämpötila venturin sisääntulossa [K]}$$

$$d_v = \text{SSV:n kurkun läpimitta [mm]}$$

$$r_p = \text{SSV:n kurkun ja sisääntulon absoluuttisen staattisen paineen suhde} = 1 - \Delta p/p_p \text{ [-]}$$

$$r_D = \text{SSV:n kurkun läpimitan } d_v \text{ suhde syöttöputken sisäläpimittaan } D \text{ [-]}$$

Aliäänivirtauksen alueen määrittämiseksi  $C_d$  on kuvattava Reynoldsin luvun  $Re$  funktiona SSV:n kurkussa.  $Re$  SSV:n kurkussa lasketaan yhtälöstä (7-74):

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_v \cdot \mu} \quad (7-74)$$

kun

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (7-75)$$

jossa:

$$A_1 = \text{kokoelma vakioita ja yksiköiden muunnoksia} = 27,43831 \left[ \frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{min}{s} \cdot \frac{mm}{m} \right]$$

$$q_{VSSV} = \text{ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [m}^3/\text{s]}$$

$$d_v = \text{SSV:n kurkun läpimitta [mm]}$$

$$\mu = \text{kaasun absoluuttinen tai dynaaminen viskositeetti}$$

$$b = 1,458 \times 10^6 \text{ (empiirinen vakio) [kg/(m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}^{0,5})]$$

$$S = 110,4 \text{ (empiirinen vakio) [K]}$$

Koska  $q_{VSSV}$  on syöte  $Re$ -yhtälössä, laskelmat aloitetaan tekemällä alustava olettamus kalibrointiventurin arvoksi  $q_{VSSV}$  tai  $C_d$  ja toistamalla laskelma, kunnes  $q_{VSSV}$  konvergoi. Konvergointimenetelmän tarkkuuden on oltava vähintään 0,1 prosenttia.

Saatavalla kalibrointikäyrän sopivuusyhtälöllä laskettujen  $C_d$ -arvojen on oltava  $\pm 0,5$  prosentin sisällä mitatuista  $C_d$ -arvoista kussakin kalibrointipisteessä vähintään kuudessatoista pisteessä aliäänivirtauksen alueella.

## 2.6 Siirtymäkorjaus

### 2.6.1 Yleinen menettely

Tässä jaksossa kuvailtujen laskelmien avulla voidaan päätellä, mitätöikö kaasuanalysaattorin siirtymä testiaikavälin tulokset. Jos siirtymä ei mitätöi testiaikavälin tuloksia, testiaikavälin kaasuanalysaattorivasteet korjataan siirtymän osalta 2.6.2 kohdassa esitetyllä tavalla. Kaikissa myöhemmissä päästölaskelmissa on käytettävä siirtymäkorjattuja kaasuanalysaattorivasteita. Kaasuanalysaattorin siirtymän hyväksyttävä kynnysarvo testiaikavälin aikana määritetään liitteessä VI olevassa 8.2.2.2 kohdassa.

Yleisessä testimenettelyssä noudatetaan lisäyksen 1 vaatimuksia ja korvataan pitoisuudet  $x_i$  tai  $\bar{x}$  pitoisuuksilla  $c_i$  tai  $\bar{c}$ .

### 2.6.2 Laskentamenetelmä

Siirtymäkorjaus lasketaan yhtälöstä (7-76):

$$c_{\text{idriftcor}} = c_{\text{refzero}} + (c_{\text{refspan}} - c_{\text{refzero}}) \frac{2c_i - (c_{\text{prezero}} + c_{\text{postzero}})}{(c_{\text{prespan}} + c_{\text{postspan}}) - (c_{\text{prezero}} + c_{\text{postzero}})} \quad (7-76)$$

jossa:

$c_{\text{idriftcor}}$  = siirtymäkorjattu pitoisuus [ppm]

$c_{\text{refzero}}$  = nollakaasun vertailupitoisuus, joka on yleensä nolla, ellei sen tiedetä olevan jokin muu [ppm]

$c_{\text{refspan}}$  = vertailukaasun viitepitoisuus [ppm]

$c_{\text{prespan}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ppm]

$c_{\text{postspan}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [ppm]

$c_i$  tai  $\bar{c}$  = kirjattu pitoisuus eli mitattu testin aikana ennen siirtymäkorjausta [ppm]

$c_{\text{prezero}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ppm]

$c_{\text{postzero}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [ppm]

## 3. Mooliperustaiset päästölaskelmat

### 3.1 Alaindeksit

	Suure
abs	Absoluuttinen määrä
act	Todellinen määrä
air	Kuiva ilma
atmos	Ilmanpaineeseen liittyvä
bkgnd	Tausta
C	Hiili

	Suure
cal	Kalibrointimäärä
CFV	Kriittisen virtauksen venturi
cor	Korjattu määrä
dil	Laimennusilma
dexh	Laimennettu pakokaasu
dry	Kuiva määrä
exh	Raakapakokaasu
exp	Odotettu määrä
eq	Vastaava määrä
fuel	Polttoaine
	Hetkellinen mittaus (esim. 1 Hz)
i	Sarjan jäsen
idle	Tila joutokäynnillä
in	Sisäänmenevä määrä
init	Alkuperäinen määrä, yleensä ennen päästötestiä
max	Suurin arvo (huippuarvo)
meas	Mitattu määrä
min	Pienin arvo
mix	Ilman moolimassa
out	Ulostuleva määrä
part	Osittainen määrä
PDP	Syrjäytyspumppu
raw	Raakapakokaasu
ref	Viitemäärä
rev	Kierros
sat	Kyllästetty tila
slip	Syrjäytyspumpun luisto
smpl	Otanta



	Suure
span	Vertailumäärä
SSV	Aliääniventuri
std	Vakiomäärä
test	Testimäärä
total	Kokonaismäärä
uncor	Korjaamaton määrä
vac	Määrä alipaineessa
weight	Kalibrointipaino
wet	Märkä määrä
zero	Nollamäärä

### 3.2 Kemikaalitaseen symbolit

$x_{dil/exh}$  = laimennuskaasun tai ylimääräisen ilman määrä pakokaasun moolia kohti

$x_{H_2Oexh}$  = veden määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti

$x_{C_{comb}dry}$  = polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti

$x_{H_2Oexhdry}$  = veden määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun kuivaa moolia kohti

$x_{prod/intdry}$  = kuivien stoikiometristen tuotteiden määrä imuilman kuivaa moolia kohti

$x_{dil/exhdry}$  = laimennuskaasun ja/tai ylimääräisen ilman määrä kuivan pakokaasun moolia kohti

$x_{int/exhdry}$  = varsinaisten palamistuotteiden tuottamiseksi tarvittavan imuilman määrä kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti

$x_{raw/exhdry}$  = laimentamattoman pakokaasun määrä (ilman ylimääräistä ilmaa) kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti

$x_{O_2intdry}$  = imuilman  $O_2$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti

$x_{CO_2intdry}$  = imuilman  $CO_2$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti

$x_{H_2Ointdry}$  = imuilman  $H_2O$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti

$x_{CO_2int}$  = imuilman  $CO_2$ -määrä imuilman moolia kohti

$x_{CO_2int}$  = laimennuskaasun  $CO_2$ -määrä laimennuskaasun moolia kohti

$x_{CO_2dildry}$  = laimennuskaasun  $CO_2$ -määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti

$x_{H_2Odildry}$  = laimennuskaasun  $H_2O$ -määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti

$x_{H_2Odildry}$  = laimennuskaasun  $H_2O$ -määrä laimennuskaasun moolia kohti

$x_{[emission]meas}$  = mitatun päästön määrä näytteessä kyseisen kaasuanalysointikohdalla

$x_{[emission]dry}$  = päästön määrä kuivan näytteen kuivaa moolia kohti

$x_{H_2O[emission]meas}$  = veden määrä näytteessä päästön havainnointikohdassa

$x_{H_2Oint}$  = veden määrä imuilmassa imuilman kosteusmittauksen perusteella

## 3.3 Perusparametrit ja -suhteet

## 3.3.1 Kuiva ilma ja kemikaalijakauma

Tässä jaksossa käytetään seuraavia kuivan ilman koostumusarvoja

$$x_{\text{O}_2\text{airdry}} = 0,209445 \text{ mol/mol}$$

$$x_{\text{Arairdry}} = 0,00934 \text{ mol/mol}$$

$$x_{\text{N}_2\text{airdry}} = 0,78084 \text{ mol/mol}$$

$$x_{\text{CO}_2\text{airdry}} = 375 \text{ } \mu\text{mol/mol}$$

Tässä jaksossa käytetään seuraavia moolimassoja tai efektiivisiä moolimassoja:

$$M_{\text{air}} = 28,96559 \text{ g/mol (kuiva ilma)}$$

$$M_{\text{Ar}} = 39,948 \text{ g/mol (argon)}$$

$$M_{\text{C}} = 12,0107 \text{ g/mol (hiili)}$$

$$M_{\text{CO}} = 28,0101 \text{ g/mol (hiilimonoksidi)}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44,0095 \text{ g/mol (hiilidioksidi)}$$

$$M_{\text{H}} = 1,00794 \text{ g/mol (atominen vety)}$$

$$M_{\text{H}_2} = 2,01588 \text{ g/mol (molekulaarinen vety)}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18,01528 \text{ g/mol (vesi)}$$

$$M_{\text{He}} = 4,002602 \text{ g/mol (helium)}$$

$$M_{\text{N}} = 14,0067 \text{ g/mol (atominen typpi)}$$

$$M_{\text{N}_2} = 28,0134 \text{ g/mol (molekulaarinen typpi)}$$

$$M_{\text{NO}_x} = 46,0055 \text{ g/mol (typen oksidit (*))}$$

$$M_{\text{O}} = 15,9994 \text{ g/mol (atominen happi)}$$

$$M_{\text{O}_2} = 31,9988 \text{ g/mol (molekulaarinen happi)}$$

$$M_{\text{C}_3\text{H}_8} = 44,09562 \text{ g/mol (propaani)}$$

$$M_{\text{S}} = 32,065 \text{ g/mol (rikki)}$$

$$M_{\text{HC}} = 13,875389 \text{ g/mol (kokonaishiilivety (**))}$$

(\*\*) HC:n efektiivinen moolimassa määritetään käyttäen atomisen vedyn ja hiilen suhdetta (a) 1,85.

(\*) NO<sub>x</sub>:n efektiivinen moolimassa määritetään käyttäen NO<sub>2</sub>:n moolimassaa.

Tässä jaksossa käytetään ideaalikaasuille seuraavaa molaarista kaasuvakiota R:

$$R = 8,314472 \text{ J (mol} \cdot \text{K)}$$

Tässä jaksossa käytetään seuraavia laimennusilman ja laimennetun pakokaasun ominaislämpötilojen suhteita Y:

$$Y_{\text{air}} = 1,399 \text{ (imuilman tai laimennusilman ominaislämpötilojen suhde)}$$

$$Y_{\text{dil}} = 1,399 \text{ (laimennetun pakokaasun ominaislämpötilojen suhde)}$$

$$Y_{\text{exh}} = 1,385 \text{ (raakapakokaasun ominaislämpötilojen suhde)}$$

## 3.3.2 Märkä ilma

Tässä jaksossa kuvaillaan veden määrän määrittäminen ideaalikaasussa.

## 3.3.2.1 Veden höyrynpaine

Veden höyrynpaine,  $p_{\text{H}_2\text{O}}$  [kPa], tietyssä kyllästyslämpötilassa,  $T_{\text{sat}}$  [K], lasketaan yhtälöstä (7-77) tai (7-78):

- a) Kun kosteusmittaus on tehty ympäristön lämpötilassa 0–100 °C tai kun kosteusmittaus on tehty käyttäen alijäähtynyttä vettä ympäristön lämpötilassa – 50–0 °C:

$$\log_{10}(p_{\text{H}_2\text{O}}) = 10,79574 \cdot \left(1 - \frac{273,16}{T_{\text{sat}}}\right) - 5,02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{\text{sat}}}{273,16}\right) + 1,50475 \cdot 10^{-4} \cdot (1 - 10^{-8,2969 \cdot \left(\frac{T_{\text{sat}}}{273,16} - 1\right)}) + 0,42873 \cdot 10^{-3} \cdot (10^{4,76955 \cdot \left(1 - \frac{273,16}{T_{\text{sat}}}\right) - 1}) - 0,2138602 \quad (7-77)$$

jossa:

$p_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden höyrynpaine kyllästyslämpötilaolosuhteissa [kPa]

$T_{\text{sat}}$  = veden kyllästyslämpötila mittaolosuhteissa [K]

- b) Kun kosteusmittaus on tehty käyttäen jäätä ympäristön lämpötilassa – 100–0) °C:

$$\log_{10}(p_{\text{H}_2\text{O}}) = -9,096853 \cdot \left(\frac{273,16}{T_{\text{sat}}} - 1\right) - 3,566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273,16}{T_{\text{sat}}}\right) + 0,876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{\text{sat}}}{273,16}\right) - 0,2138602 \quad (7-78)$$

jossa:

$T_{\text{sat}}$  = veden kyllästyslämpötila mittaolosuhteissa [K]

## 3.3.2.2 Kastepiste:

Jos kosteus mitataan kastepisteenä, veden määrä ideaalikaasussa,  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  [mol/mol], saadaan yhtälöstä (7-79):

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{abs}}} \quad (7-79)$$

jossa:

$x_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden määrä ideaalikaasussa [mol/mol]

$p_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden höyrynpaine mitatussa kastepisteessä,  $T_{\text{sat}} = T_{\text{dew}}$  [kPa]

$p_{\text{abs}}$  = märkä staattinen absoluuttinen paine kastepisteen mittaupaikassa [kPa]

## 3.3.2.3 Suhteellinen kosteus

Jos kosteus mitataan suhteellisena kosteutena RH %, veden määrä ideaalikaasussa,  $x_{\text{H}_2\text{O}}$  [mol/mol], lasketaan yhtälöstä (7-80):

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\text{RH}\%}{100} \cdot \frac{\text{RH}\%}{100} \cdot \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}}{p_{\text{abs}}} \quad (7-80)$$

jossa:

RH % = suhteellinen kosteus [%]

$p_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden höyrynpaine 100 prosentin suhteellisessa kosteudessa suhteellisen kosteuden mittaupaikassa,  $T_{\text{sat}} = T_{\text{amb}}$  [kPa]

$p_{\text{abs}}$  = märkä staattinen absoluuttinen paine suhteellisen kosteuden mittaupaikassa [kPa]

## 3.3.2.4 Kastepisteen määrittäminen suhteellisesta kosteudesta ja kuivalämpötilasta

Jos kosteus mitataan suhteellisena kosteutena  $RH$  %, kastepiste  $T_{\text{dew}}$  määritetään  $RH$  %:sta ja kuivalämpötilasta yhtälöllä (7-81):

$$T_{\text{dew}} = \frac{2,0798233 \cdot 10^2 - 2,0156028 \cdot 10^1 \cdot \ln(p_{\text{H}_2\text{O}}) + 4,6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln(p_{\text{H}_2\text{O}})^2 - 9,2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln(p_{\text{H}_2\text{O}})^3}{1 - 1,3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln(p_{\text{H}_2\text{O}}) + 5,6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(p_{\text{H}_2\text{O}})^2 - 7,517286510 \cdot 10^{-5} \ln(p_{\text{H}_2\text{O}})^3} \quad (7-81)$$

jossa:

$p_{\text{H}_2\text{O}} = T_{\text{amb}}$  = veden höyrynpaine suhteutettuna suhteelliseen kosteuteen suhteellisen kosteuden mittausspaikassa,  $T_{\text{sat}}$

$T_{\text{dew}}$  = kastepiste määritettynä suhteellisen kosteuden ja kuivalämpötilan mittauksista

## 3.3.3 Polttoaineen ominaisuudet

Polttoaineen yleinen kemiallinen kaava on  $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta\text{S}_\gamma\text{N}_\delta$ , jossa  $\alpha$  on atomisen vedyn ja hiilen suhde (H/C),  $\beta$  on atomisen hapen ja hiilen suhde (O/C),  $\gamma$  on atomisen rikin ja hiilen suhde (S/C) ja  $\delta$  on atomisen typen ja hiilen suhde (N/C). Tämän kaavan perusteella voidaan laskea polttoaineen hiilen massaosuus  $w_c$ . Dieselpolttoaineen osalta voidaan käyttää yksinkertaista kaavaa  $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta$ . Polttoaineen koostumuksen oletusarvoina voidaan käyttää taulukon 7.3 arvoja.

Taulukko 7.3

**Oletusarvot vertailupolttoaineiden atomisen vedyn ja hiilen suhteelle  $\alpha$ , atomisen hapen ja hiilen suhteelle  $\beta$ , atomisen rikin ja hiilen suhteelle  $\gamma$ , atomisen typen ja hiilen suhteelle  $\delta$  ja polttoaineen hiilen massaosuudelle  $w_c$**

Polttoaine	Atomisen vedyn, hapen, rikin ja typen suhde hiileen $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta\text{S}_\gamma\text{N}_\delta$	Hiilen massaosuus, $w_c$ [g/g]
Diesel (liikkuvien työkonoiden kaasööljy)	$\text{CH}_{1,80}\text{O}_0\text{S}_0\text{N}_0$	0,869
Tiettyihin puristussytytysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	$\text{CH}_{2,92}\text{O}_{0,46}\text{S}_0\text{N}_0$	0,538
Bensiini (E10)	$\text{CH}_{1,92}\text{O}_{0,03}\text{S}_0\text{N}_0$	0,833
Bensiini (E0)	$\text{CH}_{1,85}\text{O}_0\text{S}_0\text{N}_0$	0,866
Etanoli (E85)	$\text{CH}_{2,73}\text{O}_{0,36}\text{S}_0\text{N}_0$	0,576
Nestekaasu	$\text{CH}_{2,64}\text{O}_0\text{S}_0\text{N}_0$	0,819
Maakaasu/biometaani	$\text{CH}_{3,78}\text{O}_{0,016}\text{S}_0\text{N}_0$	0,747

3.3.3.1 Hiilen massaosuuden  $w_c$  laskeminen

Vaihtoehtona taulukon 7.3 oletusarvoille tai kun käytettävän vertailupolttoaineen oletusarvoja ei anneta, hiilen massaosuus  $w_c$  voidaan laskea mitatuista polttoaineen ominaisuuksista yhtälöllä (7-82). Polttoaineelle määritetään arvot  $\alpha$  ja  $\beta$ , jotka lisätään yhtälöön kaikissa tapauksissa, mutta arvoiksi  $\gamma$  ja  $\delta$  voidaan haluttaessa asettaa nolla, jos niiden arvo on nolla taulukon 7.3 vastaavalla rivillä.

$$W_c = \frac{1 \cdot M_C}{M_C + \alpha \cdot M_H + \beta M_O + \gamma \cdot M_S + \delta M_N} \quad (7-82)$$

jossa:

$M_C$  = hiilen moolimassa

$\alpha$  = palavan polttoaineseoksen atomisen vedyn ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

$M_H$  = vedyn moolimassa

$\beta$  = palavan polttoaineseoksen hapen ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

$M_O$  = hapen moolimassa

$\gamma$  = palavan polttoaineseoksen rikin ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

$M_S$  = rikin moolimassa

$\delta$  = palavan polttoaineseoksen atomisen typen ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

$M_N$  = typen moolimassa

### 3.3.4 HC:n kokonaispitoisuuden (THC) alkukontaminaation korjaus

HC:n mittaamista varten lasketaan  $x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]}$  käyttämällä liitteessä VI olevan 7.3.1.2 kohdan mukaista alkuperäistä THC-alkukontaminaation arvoa  $x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{init}}}$  yhtälössä (7-83):

$$x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{cor}}} = x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{uncorr}}} - x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{init}}} \quad (7-83)$$

jossa:

$x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{cor}}}$  = kontaminaatiokorjattu THC-pitoisuus [mol/mol]

$x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{uncorr}}}$  = korjaamaton THC-pitoisuus [mol/mol]

$x_{\text{THC}[\text{THC-FID}]_{\text{init}}}$  = THC-kontaminaation alkupitoisuus [mol/mol]

### 3.3.5 Virtauspainotettu keskipitoisuus

Joissakin tämän jakson kohdissa voi tiettyjen säännösten sovellettavuuden määrittämiseksi olla tarpeen laskea virtauspainotettu keskipitoisuus. Virtauspainotettu keskiarvo on määrän keskiarvo sen jälkeen, kun se on painotettu vastaavan virtauksen suhteen. Esimerkiksi jos kaasun pitoisuutta mitataan jatkuvasti moottorin raakapakokaasusta, sen virtauspainotettu keskipitoisuus on kirjattujen pitoisuuksien ja niitä vastaavien pakokaasumoolivirtojen tulojen summa jaettuna kirjattujen virtausarvojen summalla. CVS-järjestelmästä saatava pussipitoisuus on sama kuin virtauspainotettu keskipitoisuus, sillä CVS-järjestelmä virtauspainottaa itse pussin pitoisuuden. Tietty päästön virtauspainotettu keskipitoisuus voi olla odotettavissa aiempien samanlaisilla moottoreilla tai laitteilla tehtyjen testien perusteella.

## 3.4 Polttoaineen, imuilman ja pakokaasun kemikaalitaset

### 3.4.1 Yleistä

Virtojen, virtojen sisältämän veden määrän ja virtojen aineosien märkäpitoisuuksien laskennassa voidaan käyttää polttoaineen, imuilman ja pakokaasun kemikaalitaseteita. Kun tiedetään yksi joko polttoaineen, imuilman tai pakokaasun virta, voidaan kemikaalitaseteiden avulla määrittää kaksi muuta. Toisin sanoen esimerkiksi raakapakokaasuvirta voidaan määrittää kemikaalitaseteiden ja joko imuilmavirran tai polttoainevirran perusteella.

## 3.4.2 Kemikaalitaseiden käyttöä edellyttävät menettelyt

Kemikaalitaseita tarvitaan määrittettäessä seuraavia:

- Veden määrä laimennetussa tai raakapakokaasussa,  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ , kun sitä vesimäärää, joka tarvitaan näytteenottojärjestelmän poistamaa vettä vastaavan korjauksen tekemiseksi, ei mitata.
- Laimennusilman virtauspainotettu keskiosuus laimennetussa pakokaasussa,  $x_{\text{dil/exh}}$ , kun laimennusilmavirtaa ei mitata taustapäästökorjauksen tekemistä varten. On huomattava, että jos kemikaalitaseita käytetään tähän tarkoitukseen, pakokaasua pidetään stoikiometrisenä, vaikka se ei sitä olisikaan.

## 3.4.3 Kemikaalitaseisiin liittyvä menettely

Kemikaalitaseisiin liittyvissä laskelmissa käytetään yhtälöjärjestelmää, joka edellyttää iterointia. Enintään kolmen seuraavan suureen alkuarvot arvataan: veden määrä mitattavassa virrassa,  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ , laimennusilman osuus laimennetussa pakokaasussa (tai ilman ylimäärä raakapakokaasussa),  $x_{\text{dil/exh}}$ , sekä tuotteiden määrä hiililuvun 1 perusteella kuivan mitatun virran kuivaa moolia kohti,  $x_{\text{Ccombdry}}$ . Kemikaalitaseissa voidaan käyttää palamisilman kosteuden ja laimennusilman kosteuden aikapainotettuja keskiarvoja sillä edellytyksellä, että palamisilman ja laimennusilman kosteus pysyy toleranssin  $\pm 0,0025$  mol/mol sisällä kunkin suureen testiaikavälin aikaisesta keskiarvosta. Kunkin päästöpitoisuuden,  $x$ , ja vesimäärän,  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ , osalta on määritettävä niiden täysin kuivat pitoisuudet,  $x_{\text{dry}}$  ja  $x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}$ . Lisäksi on käytettävä polttoaineen atomisen vedyn ja hiilen suhdetta, hapen ja hiilen suhdetta, ja hiilen massaosuutta,  $w_c$ . Testipolttoaineen osalta voidaan käyttää arvoja ja tai taulukosta 7.3 saatavia oletusarvoja.

Kemikaalitase täydennetään seuraavien vaiheiden mukaisesti:

- Mitatut pitoisuudet, kuten  $x_{\text{CO}_2\text{meas}}$ ,  $x_{\text{NOmeas}}$  ja  $x_{\text{H}_2\text{Oint}}$ , muunnetaan kuivapitoisuuksiksi jakamalla ne arvolla 1 miinus arvojen mittauksen aikana läsnä olleen veden määrä, esimerkiksi  $x_{\text{H}_2\text{OxCO}_2\text{meas}}$ ,  $x_{\text{H}_2\text{OxNOmeas}}$  ja  $x_{\text{H}_2\text{Oint}}$ . Jos veden määrä ”määrän” mittauksen aikana on sama kuin tuntematon veden määrä pakokaasuvirrassa,  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ , arvo on ratkaistava iteratiivisesti yhtälöjärjestelmässä. Jos mitataan vain  $\text{NO}_x$ :n kokonaisarvo eikä arvoja  $\text{NO}$  ja  $\text{NO}_2$  erikseen, on kemikaalitaseita varten hyvän teknisen käytännön mukaisesti arvioitava  $\text{NO}_x$ :n kokonaismäärän jakautuminen  $\text{NO}$ :n ja  $\text{NO}_2$ :n välillä.  $\text{NO}_x$ :n moolipitoisuuden,  $x_{\text{NOx}}$ , voidaan olettaa olevan 75 prosenttia  $\text{NO}$ :ta ja 25 prosenttia  $\text{NO}_2$ :ta.  $\text{NO}_2$ :ta sisältävien jälkikäsitteilyjärjestelmien osalta voidaan olettaa, että  $x_{\text{NOx}}$  on 25 prosenttia  $\text{NO}$ :ta ja 75 prosenttia  $\text{NO}_2$ :ta.  $\text{NO}_x$ -päästöjen massan laskennassa on käytettävä  $\text{NO}_2$ :n moolimassaa  $\text{NO}_x$ :n todellisenä kokonaismoolimassana riippumatta siitä, mikä on  $\text{NO}_2$ :n todellinen osuus  $\text{NO}_x$ :stä.
- Tämän kohdan d alakohdassa esitetyt yhtälöt (7-82)–(7-99) syötetään tietokoneohjelmaan, jolla voidaan iteratiivisesti ratkaista arvot  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ ,  $x_{\text{Ccombdry}}$  ja  $x_{\text{dil/exh}}$ . Suureiden  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$ ,  $x_{\text{Ccombdry}}$  ja  $x_{\text{dil/exh}}$  alkuarvot on arvattava hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Veden määrä alkuarvoksi suositellaan määrää, joka on noin kaksi kertaa imu- tai laimennusilman veden määrä. Suureen  $x_{\text{Ccombdry}}$  alkuarvoksi suositellaan mitattujen  $\text{CO}_2$ -,  $\text{CO}$ - ja  $\text{THC}$ -arvojen summaa. Suureen  $x_{\text{dil}}$  alkuarvoksi suositellaan arvoa 0,75:n ja 0,95:n väliltä, esimerkiksi arvoa 0,8. Arvoja iteroidaan yhtälöjärjestelmässä, kunnes kaikki viimeisimmät päivitetty arvaukset ovat  $\pm 1$  prosentin sisällä vastaavista viimeisimmistä lasketuista arvoista.
- Tämän kohdan d alakohdassa esitetyssä yhtälöjärjestelmässä käytetään seuraavia symboleja ja alaindeksejä;  $x$ :n yksikkönä on mol/mol.

Symboli	Kuvaus
$x_{\text{dil/exh}}$	Laimennuskaasun tai ylimääräisen ilman määrä pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$	$\text{H}_2\text{O}$ :n määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{Ccombdry}}$	Polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}$	Veden määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun kuivaa pakokaasun moolia kohti

Symboli	Kuvaus
$x_{\text{prod/intdry}}$	Kuivien stoikiometrinen tuotteiden määrä imuilman kuivaa moolia kohti
$x_{\text{dil/exhdry}}$	Laimennuskaasun ja/tai ylimääräisen ilman määrä kuivan pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{int/exhdry}}$	Varsinaisten palamistuotteiden tuottamiseksi tarvittavan imuilman määrä kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{raw/exhdry}}$	Laimentamattoman pakokaasun määrä (ilman ylimääräistä ilmaa) kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti
$x_{\text{O2intdry}}$	Imuilmassa $\text{O}_2$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti; oletuksena voidaan käyttää arvoa $x_{\text{O2intdry}} = 0,209445 \text{ mol/mol}$
$x_{\text{CO2intdry}}$	Imuilmassa $\text{CO}_2$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti; $x_{\text{CO2intdry}} = 375 \text{ } \mu\text{mol/mol}$ voidaan käyttää, mutta todellisen pitoisuuden mittaamista imuilmassa suositellaan
$x_{\text{H2Ointdry}}$	Imuilmassa $\text{H}_2\text{O}$ -määrä kuivan imuilman moolia kohti
$x_{\text{CO2int}}$	Imuilmassa $\text{CO}_2$ -määrä imuilman moolia kohti
$x_{\text{CO2dil}}$	Laimennuskaasun $\text{CO}_2$ -määrä laimennuskaasun moolia kohti
$x_{\text{CO2dildry}}$	Laimennuskaasun $\text{CO}_2$ -määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti; jos laimentimena käytetään ilmaa, oletusta $x_{\text{CO2dildry}} = 375 \text{ } \mu\text{mol/mol}$ voidaan käyttää, mutta todellisen pitoisuuden mittaamista imuilmassa suositellaan
$x_{\text{H2Odildry}}$	Laimennuskaasun $\text{H}_2\text{O}$ -määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti
$x_{\text{H2Odil}}$	Laimennuskaasun $\text{H}_2\text{O}$ -määrä laimennuskaasun moolia kohti
$x_{\text{[emission]meas}}$	Mitatun päästön määrä näytteessä kyseisen kaasuanalysaattorin kohdalla
$x_{\text{[emission]dry}}$	Päästön määrä kuivan näytteen kuivaa moolia kohti
$x_{\text{H2O[emission]meas}}$	Veden määrä näytteessä päästön havainnointikohdassa; nämä arvot on mitattava tai estimoitava 9.3.2.3.1 kohdan mukaisesti
$x_{\text{H2Oint}}$	Veden määrä imuilmassa imuilman kosteusmittauksen perusteella
$K_{\text{H2Ogas}}$	Vesi-kaasureaktion tasapainokerroin. 3,5 tai voidaan laskea oma arvo hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
$\alpha$	Palavan polttoaineseoksen atomisen vedyn ja hiilen suhde ( $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta$ ) painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan
$\beta$	Palavan polttoaineseoksen hapen ja hiilen suhde ( $\text{CH}_\alpha\text{O}_\beta$ ) painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

d) Arvot  $x_{\text{dil/exh}}$ ,  $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$  ja  $x_{\text{Ccombdry}}$  ratkaistaan iteratiivisesti seuraavien yhtälöiden avulla [(7-84)–(7-101)]:

$$x_{\text{dil/exh}} = 1 - \frac{x_{\text{raw/exhdry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}} \quad (7-84)$$

$$x_{\text{H}_2\text{Oexh}} = \frac{x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}} \quad (7-85)$$

$$x_{\text{Ccombdry}} = x_{\text{CO}_2\text{dry}} + x_{\text{COdry}} + x_{\text{THCdry}} - x_{\text{CO}_2\text{dil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} - x_{\text{CO}_2\text{int}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} \quad (7-86)$$

$$x_{\text{H}_2\text{dry}} = \frac{x_{\text{COdry}} \cdot (x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}} - x_{\text{H}_2\text{Odil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}})}{K_{\text{H}_2\text{Ogas}} \cdot (x_{\text{CO}_2\text{dry}} - x_{\text{CO}_2\text{dil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}})} \quad (7-87)$$

$$x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}} = \frac{\alpha}{2} (x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) + x_{\text{H}_2\text{Odil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} + x_{\text{H}_2\text{Oint}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{H}_2\text{dry}} \quad (7-88)$$

$$x_{\text{dil/exhdry}} = \frac{x_{\text{dil/exh}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{Oexh}}} \quad (7-89)$$

$$x_{\text{int/exhdry}} = \frac{1}{2 \cdot x_{\text{O}_2\text{int}}} \left[ \left( \frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma \right) (x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) - (x_{\text{COdry}} - x_{\text{NOdry}} - 2x_{\text{NO}_2\text{dry}} + x_{\text{H}_2\text{dry}}) \right] \quad (7-90)$$

$$x_{\text{raw/exhdry}} = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\alpha}{2} + \beta + \delta \right) (x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) + (2x_{\text{THCdry}} + x_{\text{COdry}} - x_{\text{NO}_2\text{dry}} + x_{\text{H}_2\text{dry}}) \right] + x_{\text{int/exhdry}} \quad (7-91)$$

$$x_{\text{O}_2\text{int}} = \frac{0,209820 - x_{\text{CO}_2\text{intdry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Ointdry}}} \quad (7-92)$$

$$x_{\text{CO}_2\text{int}} = \frac{x_{\text{CO}_2\text{intdry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Ointdry}}} \quad (7-93)$$

$$x_{\text{H}_2\text{Ointdry}} = \frac{x_{\text{H}_2\text{Oint}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{Oint}}} \quad (7-94)$$

$$x_{\text{CO}_2\text{dil}} = \frac{x_{\text{CO}_2\text{dildry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Odildry}}} \quad (7-95)$$

$$x_{\text{H}_2\text{Odildry}} = \frac{x_{\text{H}_2\text{Odil}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{Odil}}} \quad (7-96)$$

$$x_{\text{COdry}} = \frac{x_{\text{COmeas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{OCOmeas}}} \quad (7-97)$$

$$x_{\text{CO}_2\text{dry}} = \frac{x_{\text{CO}_2\text{meas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{OCO}_2\text{meas}}} \quad (7-98)$$

$$x_{\text{NOdry}} = \frac{x_{\text{NOmeas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{ONOmeas}}} \quad (7-99)$$

$$x_{\text{NO}_2\text{dry}} = \frac{x_{\text{NO}_2\text{meas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{ONO}_2\text{meas}}} \quad (7-100)$$

$$x_{\text{THCdry}} = \frac{x_{\text{THCmeas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{OTHCmeas}}} \quad (7-101)$$

Kemikaalitaselaskennan lopuksi lasketaan moolivirta 3.5.3 ja 3.6.3 kohdan mukaisesti.



3.4.4 NO<sub>x</sub>-arvon kosteuskorjaus

Kaikki NO<sub>x</sub>-pitoisuudet, myös laimennusilman taustapitoisuudet, on korjattava imuilman kosteuden osalta käyttäen yhtälöä (7-102) tai (7-103):

a) Puristusyttytysmoottorit:

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (9,953 \cdot x_{\text{H}_2\text{O}} + 0,832) \quad (7-102)$$

b) Kipinäsytytysmoottorit:

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (18,840 \cdot x_{\text{H}_2\text{O}} + 0,68094) \quad (7-103)$$

jossa:

$x_{\text{NOxuncor}}$  = pakokaasun korjaamaton NO<sub>x</sub>-moolipitoisuus [μmol/mol]

$x_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden määrä imuilmassa [mol/mol]

## 3.5 Kaasumaiset raakapäästöt

## 3.5.1 Kaasupäästöjen massa

Kaasumaisen päästön testikohtaisen kokonaismassan  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] laskemiseksi sen moolipitoisuus kerrotaan sen vastaavalla moolivirralla ja pakokaasun moolimassalla. Sen jälkeen suoritetaan integrointi testisyklille [yhtälö (7-104)]:

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot dt \quad (7-104)$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = geneerisen kaasupäästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$x_{\text{gas}}$  = geneerisen kaasun hetkellinen moolipitoisuus (märkä) [mol/mol]

$t$  = aika [s]

Koska yhtälö (7-104) on ratkaistava numeerisen integroinnin avulla, se muunnetaan yhtälöksi (7-105):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot dt \Rightarrow$$

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{n}_{\text{exhi}} \cdot x_{\text{gasi}} \quad (7-105)$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exhi}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$x_{\text{gasi}}$  = geneerisen kaasun hetkellinen moolipitoisuus (märkä) [mol/mol]

$f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

Yleistä yhtälöä voidaan mukauttaa sen mukaan, mitä mittausjärjestelmää käytetään, onko kyseessä erä- vai jatkuva näytteenotto ja otetaanko näytteet vaihtelevalla vai vakaalla virtauksella.

- a) Kun käytetään jatkuvaa näytteenottoa ja kyseessä on tavanomainen vaihteleva virtaus, kaasumaisen päästön massa  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] lasketaan yhtälöstä (7-106):

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{n}_{\text{exhi}} \cdot x_{\text{gasi}} \quad (7-106)$$

jossa:

- $M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]  
 $\dot{n}_{\text{exhi}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]  
 $x_{\text{gasi}}$  = kaasupäästön hetkellinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]  
 $f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]  
 $N$  = mittausten lukumäärä [-]

- b) Kun käytetään jatkuvaa näytteenottoa ja kyseessä on vakaan virtauksen erityistapaus, kaasumaisen päästön massa  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] lasketaan yhtälöstä (7-107):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \dot{n}_{\text{exh}} \cdot \bar{x}_{\text{gas}} \cdot \Delta t \quad (7-107)$$

jossa:

- $M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]  
 $\dot{n}_{\text{exh}}$  = pakokaasun moolivirta (märkä) [mol/s]  
 $\bar{x}_{\text{gas}}$  = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]  
 $\Delta t$  = testausaikavälin kesto

- c) Kun kyseessä on eränäytteenotto ja riippumatta siitä, onko virtaus vaihteleva vai vakaa, yhtälö (7-104) voidaan yksinkertaistaa yhtälöksi (7-108):

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \bar{x}_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{n}_{\text{exhi}} \quad (7-108)$$

jossa:

- $M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]  
 $\dot{n}_{\text{exhi}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]  
 $\bar{x}_{\text{gas}}$  = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]  
 $f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]  
 $N$  = mittausten lukumäärä [-]

### 3.5.2 Pitoisuuden kuiva-märkämuunnos

Tässä kohdassa käytettävät parametrit on saatu kohdan 3.4.3 mukaisten kemikaalilaselaskelmien tuloksista. Kaasun moolipitoisuuksien väliset suhteet mitatussa virrassa  $x_{\text{gasdry}}$  ja  $x_{\text{gas}}$  [mol/mol] ovat seuraavat ilmaistuna kuiva- ja märkäpitoisuutena yhtälöt (7-109) ja (7-110):

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (7-109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H}_2\text{Odry}}} \quad (7-110)$$

jossa:

$x_{\text{H}_2\text{O}}$  = veden mooliosuus mitatussa virrassa märkäpitoisuutena [mol/mol]

$x_{\text{H}_2\text{Odry}}$  = veden mooliosuus mitatussa virrassa kuivapitoisuutena [mol/mol]

Kaasumaisten päästöjen osalta geneeriselle pitoisuudelle  $x$  [mol/mol] on tehtävä poistettua vettä vastaava korjaus yhtälön (7-111) mukaisesti:

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[ \frac{(1 - x_{\text{H}_2\text{Oexh}})}{1 - x_{\text{H}_2\text{O[emission]meas}}} \right] \quad (7-111)$$

jossa:

$x_{\text{[emission]meas}}$  = päästön mooliosuus mitatussa virrassa mittausspaikassa [mol/mol]

$x_{\text{H}_2\text{O[emission]meas}}$  = veden määrä mitatussa virrassa pitoisuusmittauskohdassa [mol/mol]

$x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$  = veden määrä virtausmittarilla [mol/mol]

### 3.5.3 Pakokaasun moolivirta

Raakapakokaasujen virtaus voidaan mitata suoraan tai laskea 3.4.3 kohdan mukaisen kemikaalitaseen perusteella. Raakapakokaasun moolivirta lasketaan mitatusta imuilman moolivirrasta tai polttoaineen massavirrasta. Raakapakokaasun moolivirta voidaan laskea näytteenä otetuista päästöistä  $\dot{n}_{\text{exh}}$ , imuilman mitatun moolivirran  $\dot{n}_{\text{int}}$ , tai polttoaineen mitatun massavirran  $\dot{m}_{\text{fuel}}$ , ja 3.4.3 kohdassa esitettyä kemikaalitasetta käyttäen laskettujen arvojen perusteella. Raakapakokaasun moolivirta ratkaistaan 3.4.3 kohdassa tarkoitettua kemikaalitasetta varten samalla taajuudella kuin arvo  $\dot{n}_{\text{int}}$  tai  $\dot{m}_{\text{fuel}}$  päivitetään ja kirjataan.

a) Kampikammiovirtaus. Raakapakokaasuvirta voidaan laskea arvon  $\dot{n}_{\text{int}}$  tai  $\dot{m}_{\text{fuel}}$  perusteella vain jos vähintään yksi seuraavista pitää paikkansa kampikammio päästövirran suhteen:

- Testimoottorissa on vakiotyyppinen päästöjenrajoitusjärjestelmä, johon kuuluu suljettu kampikammio ja joka johtaa kampikammiovirran takaisin imuilmaan virtaussuunnassa imuilman virtausmittarin jälkeen.
- Päästötestauksen aikana avoimen kampikammion virta on johdettava pakokaasuun liitteessä VI olevan 6.10 kohdan mukaisesti.
- Avoimen kampikammion päästöt ja virta mitataan ja lisätään ominaispäästölaskelmiin.
- Päästötietojen tai teknisen analyysin perusteella voidaan osoittaa, että avoimen kampikammion päästövirran jättäminen ottamatta huomioon ei vaikuta haitallisesti sovellettavien standardien noudattamiseen.

b) Imuilmaan perustuva moolivirran laskenta

Pakokaasun moolivirta  $\dot{n}_{\text{exh}}$  [mol/s] lasketaan arvon  $\dot{n}_{\text{int}}$  perusteella yhtälöstä (7-112):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{n}_{\text{int}}}{1 + \frac{(x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{raw/exhdry}})}{(1 + x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}})}} \quad (7-112)$$

jossa:

$\dot{n}_{\text{exh}}$  = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan [mol/s]

$\dot{n}_{\text{ind}}$  = imuilman moolivirta, johon sisältyy imuilman kosteus [mol/s]

- $x_{\text{int/exhdry}}$  = varsinaisten palamistuotteiden tuottamiseksi tarvittavan imuilman määrä kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]
- $x_{\text{raw/exhdry}}$  = laimentamattoman pakokaasun määrä (ilman ylimääräistä ilmaa) kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]
- $x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}$  = veden määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

c) Polttoaineen massavirtaan perustuva moolivirran laskenta

Moolivirta  $\dot{n}_{\text{exh}}$  [mol/s] lasketaan arvon  $\dot{m}_{\text{fuel}}$  perusteella seuraavasti:

Laboratoriotestissä tätä laskelmaa voidaan käyttää ainoastaan erillisten moodien NRSC:ssä ja RMC:ssä [yhtälö (7-113)]:

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{m}_{\text{fuel}} \cdot (1 + x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}})}{M_{\text{C}} \cdot x_{\text{Ccombdry}}} \quad (7-113)$$

jossa:

- $\dot{n}_{\text{exh}}$  = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan
- $\dot{m}_{\text{fuel}}$  = polttoainevirta, johon sisältyy imuilman kosteus [g/s]
- $w_{\text{C}}$  = hiilen massaosuus kyseisessä polttoaineessa [g/g]
- $x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}$  = veden määrä mitatun virran kuivaa moolia kohti [mol/mol]
- $M_{\text{C}}$  = hiilen moolimassa 12,0107 g/mol
- $x_{\text{Ccombdry}}$  = polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

d) Imuilman mitattuun moolivirtaan, laimennetun pakokaasun moolivirtaan ja laimennoksen kemikaalitaseseen perustuva pakokaasun moolivirran laskenta

Pakokaasun moolivirta  $\dot{n}_{\text{exh}}$  [mol/s] voidaan laskea imuilman mitatun moolivirran  $\dot{n}_{\text{int}}$ , laimennetun pakokaasun mitatun moolivirran  $\dot{n}_{\text{dexh}}$ , ja 3.4.3 kohdassa esitettyä kemikaalitasetta käyttäen laskettujen arvojen perusteella. Kemikaalitaseseen on perustuttava laimennetun pakokaasun pitoisuuksille. Jatkuvan virran laskentaa varten määritetään 3.4.3 kohdassa tarkoitettu kemikaalitas samalla taajuudella kuin arvo  $\dot{n}_{\text{int}}$  ja  $\dot{n}_{\text{dexh}}$  päivitetään ja kirjataan. Tätä laskettua arvoa  $\dot{n}_{\text{dexh}}$  voidaan käyttää tarkistettaessa hiukkasten laimennussuhde, laskettaessa laimennusilman moolivirta taustakorjauksessa 3.6.1 kohdan mukaisesti sekä laskettaessa massapäästö 3.5.1 kohdan mukaisesti niiden kemikaalien osalta, jotka on mitattu raakapakokaasusta.

Pakokaasun moolivirta  $\dot{n}_{\text{exh}}$  [mol/s] voidaan laskea laimennetun pakokaasun ja imuilman moolivirrasta seuraavasti:

$$\dot{n}_{\text{exh}} = (x_{\text{raw/exhdry}} - x_{\text{int/exhdry}}) \cdot (1 - x_{\text{H}_2\text{Oexh}}) \cdot \dot{n}_{\text{dexh}} + \dot{n}_{\text{int}} \quad (7-114)$$

jossa:

- $\dot{n}_{\text{exh}}$  = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan [mol/s];
- $x_{\text{int/exhdry}}$  = varsinaisten palamistuotteiden tuottamiseksi tarvittavan imuilman määrä kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]
- $x_{\text{raw/exhdry}}$  = laimentamattoman pakokaasun määrä (ilman ylimääräistä ilmaa) kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]
- $x_{\text{H}_2\text{Oexh}}$  = veden määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

$\dot{n}_{\text{dexh}}$  = laimennetun pakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan [mol/s]

$\dot{n}_{\text{int}}$  = imuilman moolivirta, johon sisältyy imuilman kosteus [mol/s].

### 3.6 Laimennetut kaasupäästöt

#### 3.6.1 Massapäästön laskenta ja taustakorjaus

Kaasupäästöjen massa  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] lasketaan päästöjen moolivirtojen funktiona seuraavasti:

a) Jatkuva näytteenotto, vaihteleva virtaus, lasketaan yhtälöstä (7-106):

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{n}_{\text{exhi}} \cdot x_{\text{gasi}} \quad [\text{ks. yhtälö (7-106)}]$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exhi}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$x_{\text{gasi}}$  = geneerisen kaasun hetkellinen moolipitoisuus (märkä) [mol/mol]

$f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

Jatkuva näytteenotto, vakaa virtaus, lasketaan yhtälöstä (7-107):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \dot{n}_{\text{exh}} \cdot \bar{x}_{\text{gas}} \cdot \Delta t \quad [\text{ks. yhtälö (7-107)}]$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$  = pakokaasun moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{\text{gas}}$  = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]

$\Delta t$  = testausaikavälin kesto

b) Eränäytteenoton osalta käytetään yhtälöä (7-108) sekä vaihtelevalla että vakaalla virtauksella:

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \bar{x}_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{n}_{\text{exhi}} \quad [\text{ks. yhtälö (7-108)}]$$

jossa:

$M_{\text{gas}}$  = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exhi}}$  = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{\text{gas}}$  = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]

$f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

- c) Laimennetun pakokaasun osalta epäpuhtauksien massan lasketut arvot on korjattava vähentämällä niistä laimennusilmasta peräisin olevat taustapäästöt.
- Ensin määritetään laimennusilman moolivirta  $\dot{n}_{\text{airdil}}$  [mol/s] testiaikavälin ajalta. Se voi olla mitattu arvo tai arvo, joka on laskettu laimennetun pakokaasuvirran ja laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotetun keskiosuuden perusteella  $\bar{x}_{\text{dil/exh}}$ .
  - Laimennusilman kokonaismäärä  $n_{\text{airdil}}$  [mol] kerrotaan taustapitoisuuden keskiarvolla. Keskiarvo voi olla aikapainotettu tai virtauspainotettu (esim. suhteellisella näytteenotolla saatu tausta-arvo). Arvon  $n_{\text{airdil}}$  ja taustapitoisuuden keskiarvon tulo on taustapäästön kokonaisarvo.
  - Jos tulos on moolimäärä, se on muunnettava taustapäästön massaksi  $m_{\text{bkgnd}}$  [g] kertomalla se päästön moolimassalla  $M_{\text{gas}}$  [g/mol].
  - Taustapäästökorjaus tehdään vähentämällä taustamassan kokonaisarvo massan kokonaisarvosta.
  - Laimennusilman kokonaisvirta voidaan määrittää suoralla virtausmittauksella. Siinä tapauksessa taustapäästön kokonaismassa on laskettava käyttämällä laimennusilmavirran arvoa  $n_{\text{airdil}}$ . Taustamassa vähennetään kokonaismassasta. Tulosta käytetään ominaispäästölaskelmissa.
  - Laimennusilman kokonaismäärä voidaan määrittää laimennetun pakokaasun kokonaisvirran ja 3.4 kohdassa kuvaillun polttoaineen, imuilman ja pakokaasun kemikaalitaseen perusteella. Siinä tapauksessa taustapäästön kokonaismassa on laskettava käyttämällä laimennetun pakokaasun kokonaisvirran arvoa  $n_{\text{dexh}}$ . Saatu tulos kerrotaan sitten laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotetulla keskiosuudella.  $\bar{x}_{\text{dil/exh}}$  Näissä kahdessa tapauksessa v) ja vi) käytetään yhtälöitä (7-115) ja (7-116):

tai

$$m_{\text{bkgnd}} = M_{\text{gas}} \cdot x_{\text{gasdil}} \cdot n_{\text{airdil}} \text{ jossa} \quad (7-115)$$

$$m_{\text{bkgnd}} = M_{\text{gas}} \cdot \bar{x}_{\text{dil/exh}} \cdot \bar{x}_{\text{bkgnd}} \cdot n_{\text{dexh}}$$

$$m_{\text{gascor}} = m_{\text{gas}} - m_{\text{bkgnd}} \quad (7-116)$$

jossa:

$$m_{\text{gas}} = \text{kaasupäästön kokonaismassa [g]}$$

$$m_{\text{bkgnd}} = \text{kokonaistaustamassat [g]}$$

$$m_{\text{gascor}} = \text{taustapäästökorjattu kaasumassa [g]}$$

$$M_{\text{gas}} = \text{geneerisen kaasupäästön moolimassa [g/mol]}$$

$$x_{\text{gasdil}} = \text{kaasupäästön pitoisuus laimennusilmassa [mol/mol]}$$

$$n_{\text{airdil}} = \text{laimennusilman moolivirta [mol]}$$

$$\bar{x}_{\text{dil/exh}} = \text{laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotettu keskiosuus [mol/mol]}$$

$$\bar{x}_{\text{bkgnd}} = \text{taustan kaasuosuus [mol/mol]}$$

$$n_{\text{dexh}} = \text{laimennetun pakokaasun kokonaisvirta [mol]}$$

### 3.6.2 Pitoisuuden kuiva-märkämuunnos

Laimennettujen näytteiden kuiva-märkämuunnoksessa käytetään samoja suhteita kuin raakapakokaasujen vastaavassa muunnoksessa (3.5.2 kohta). Laimennusilmalle tehdään kosteusmittaus, jotta sen vesihöyryosuus  $x_{\text{H2O}dildry}$  [mol/mol] voidaan laskea yhtälöstä (7-96):

$$x_{\text{H2O}dildry} = \frac{x_{\text{H2O}dil}}{1 - x_{\text{H2O}dil}} \quad \text{[(ks. yhtälö (7-96))}]$$

jossa:

$x_{\text{H}_2\text{Odil}}$  = veden mooliosuus laimennusilmavirrassa [mol/mol]

### 3.6.3 Pakokaasun moolivirta

a) Laskenta kemikaalitaseen avulla

Moolivirta  $\dot{n}_{\text{exh}}$  [mol/s] voidaan laskea polttoaineen massavirran  $\dot{m}_{\text{fuel}}$  perusteella yhtälöstä (7-113):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{m}_{\text{fuel}} \cdot w_C \cdot (1 + x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}})}{M_C \cdot x_{\text{Ccombdry}}} \quad (\text{ks. yhtälö 7-113})$$

jossa:

$\dot{n}_{\text{exh}}$  = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan

$\dot{m}_{\text{fuel}}$  = polttoainevirta, johon sisältyy imuilman kosteus [g/s]

$w_C$  = hiilen massaosuus kyseisessä polttoaineessa [g/g]

$x_{\text{H}_2\text{Oexhdry}}$  = veden määrä mitatun virran kuivaa moolia kohti [mol/mol]

$M_C$  = hiilen moolimassa 12,0107 g/mol

$x_{\text{Ccombdry}}$  = polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

b) Mittaus

Pakokaasun moolivirta voidaan mitata seuraavilla kolmella menetelmällä:

i) PDP:n moolivirta. Moolivirta  $\dot{n}$  [mol/s] lasketaan yhtälöstä (7-117). Sen mukaan, millä nopeudella syrjäytyspumppu (PDP) toimii testiaikavälin aikana, käytetään vastaavaa kaltevuutta  $a_1$  ja leikkausta  $a_0$  [-], jotka on laskettu lisäyksessä 1 esitetyn kalibrointimenettelyn avulla.

$$\dot{n} = f_{n,\text{PDP}} \cdot \frac{p_{\text{in}} \cdot V_{\text{rev}}}{R \cdot T_{\text{in}}} \quad (7-117)$$

kun:

$$V_{\text{rev}} = \frac{a_1}{f_{n,\text{PDP}} \cdot \sqrt{\frac{p_{\text{out}} - p_{\text{in}}}{p_{\text{in}}} + a_0}} \quad (7-118)$$

jossa:

$a_1$  = kalibrointikerroin [m<sup>3</sup>/s]

$a_0$  = kalibrointikerroin [m<sup>3</sup>/rev]

$p_{\text{in}}, p_{\text{out}}$  = tulo-/lähtöpaine [Pa]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol·K)]

$T_{\text{in}}$  = tulolämpötila [K]

$V_{\text{rev}}$  = PDP:n pumppausmäärä [m<sup>3</sup>/rev]

$f_{n,\text{PDP}}$  = PDP:n kierrosnopeus [rev/s]

- ii) SSV:n moolivirta. Aliääniventurin (SSV) moolivirta päästötestin aikana,  $\dot{n}$  [mol/s], lasketaan yhtälöstä (7-119) lisäyksen 1 mukaisesti määritetyn arvojen  $C_d$  ja  $R_c^\#$  suhdetta kuvaavan yhtälön perusteella.

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7-119)$$

jossa:

$p_{in}$  = tulopaine [Pa]

$A_t$  = venturin kurkun poikkipinta-ala [m<sup>2</sup>]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol·K)]

$T_{in}$  = tulolämpötila [K]

$Z$  = puristuvuuskerroin

$M_{mix}$  = laimennetun pakokaasun moolimassa [kg/mol]

$C_d$  = SSV:n purkauskerroin [-]

$C_f$  = SSV:n virtauskerroin [-]

- iii) CFV:n moolivirta. Yhden venturin tai venturien yhdistelmän kautta kulkevan moolivirran laskennassa käytetään sen vastaavaa keskimääräistä  $C_d$ -arvoa ja muita vakioita, jotka on määritetty lisäyksen 1 mukaisesti. Päästötestin aikainen moolivirta  $\dot{n}$  [mol/s] lasketaan yhtälöstä (7-120):

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7-120)$$

jossa:

$p_{in}$  = tulopaine [Pa]

$A_t$  = venturin kurkun poikkipinta-ala [m<sup>2</sup>]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol·K)]

$T_{in}$  = tulolämpötila [K]

$Z$  = puristuvuuskerroin

$M_{mix}$  = laimennetun pakokaasun moolimassa [kg/mol]

$C_d$  = CFV:n purkauskerroin [-]

$C_f$  = CFV:n virtauskerroin [-]

### 3.7 Hiukkasten määrittäminen

#### 3.7.1 Näytteenotto

##### a) Näytteenotto vaihtelevasta virtauksesta

Kun käytetään eränäytteenottoa vaihtelevasta pakokaasuvirrasta, on otettava näyte, joka on suhteessa pakokaasun vaihtelevaan virtausmäärään. Virtausmäärä integroidaan testiaikavälille kokonaisvirran määrittämiseksi. Hiukkasten (PM) keskipitoisuus  $\overline{M}_{PM}$  (joka on jo muodossa massayksikköä näytemoolia kohti) kerrotaan kokonaisvirralla, jolloin saadaan hiukkasten kokonaismassa  $m_{PM}$  [g] yhtälöllä (7-121):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^N (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7-121)$$



jossa:

$\dot{n}_i$  = hetkellinen pakokaasun moolivirta [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$  = hiukkasten keskipitoisuus [g/mol]

$\Delta t_i$  = näytteenottoväli [s]

b) Näytteenotto vakaasta virtauksesta

Kun käytetään eränäytteenottoa vakaasta pakokaasuvirrasta, on määritettävä keskimääräinen moolivirta, josta näyte otetaan. Hiukkasten (PM) keskipitoisuus kerrotaan kokonaisvirralla, jotta saadaan hiukkasten kokonaismassa  $m_{PM}$  [g] yhtälöllä (7-122):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7-122)$$

jossa:

$\dot{n}$  = pakokaasun moolivirta [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$  = hiukkasten keskipitoisuus [g/mol]

$\Delta t$  = testausaikavälin kesto [s]

Kun näytteenotto tapahtuu vakaalla laimennussuhteella (DR),  $m_{PM}$  [g] lasketaan yhtälöstä (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7-123)$$

jossa:

$m_{PMdil}$  = hiukkasmassa laimennusilmassa [g]

DR = laimennussuhde [-], joka määritetään päästön massan  $m$  ja laimennetun pakokaasun massan välisenä suhteena  $m_{dil/exh}$  ( $DR = m/m_{dil/exh}$ ).

Laimennussuhde DR voidaan ilmaista arvon  $x_{dil/exh}$  funktiona [yhtälö (7-124)]:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7-124)$$

### 3.7.2 Taustakorjaus

Hiukkasmassan taustakorjauksessa käytetään samaa menettelyä kuin 3.6.1 kohdassa.  $\overline{M}_{PMbkgnd}$  Hiukkasten kokonaistaustamassa ( $m_{PMbkgnd}$  [g]) saadaan kertomalla arvo laimennusilman kokonaisvirtauksella. Hiukkasten taustakorjattu massa  $m_{PMcor}$  [g] saadaan vähentämällä kokonaistaustamassa kokonaismassasta [yhtälö (7-125)]:

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7-125)$$

jossa:

$m_{PMuncor}$  = korjaamaton hiukkasmassa [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$  = hiukkasten keskipitoisuus laimennusilmassa [g/mol]

$n_{airdil}$  = laimennusilman moolivirta [mol]

- 3.8 Syklin työ ja ominaispäästöt
- 3.8.1 Kaasupäästöt
- 3.8.1.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC

Tässä kohdassa viitataan raakapakokaasun osalta 3.5.1 kohtaan ja laimennetun pakokaasun osalta 3.6.1 kohtaan. Tulokseksi saatavat tehon  $P_i$  [kW] arvot integroidaan testiaikavälille. Kokonaistyö  $W_{act}$  [kWh] lasketaan yhtälöstä (7-126):

$$W_{act} = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^N (n_i \cdot T_i) \quad (7-126)$$

jossa:

- $P_i$  = moottorin hetkellinen teho [kW]
- $n_i$  = moottorin hetkellinen pyörimisnopeus [rpm]
- $T_i$  = moottorin hetkellinen vääntömomentti [Nm]
- $W_{act}$  = syklin kokonaistyö [kWh]
- $f$  = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]
- $N$  = mittausten lukumäärä [-]

Jos liitteen VI lisäyksen 2 mukaisesti on asennettu apulaitteita, yhtälössä (7-126) ei tehdä mukautusta moottorin hetkellisen vääntömomentin arvoon. Tämän asetuksen liitteessä VI olevan 6.3.2 tai 6.3.3 kohdan mukaisesti, jos tarpeellisia apulaitteita, jotka olisi pitänyt asentaa testiä varten, ei ole asennettu, tai on asennettu apulaitteita, jotka olisi pitänyt poistaa, yhtälössä (7-126) käytettyä  $T_i$ :n arvoa mukautetaan yhtälöllä (7-127):

$$T_i = T_{i,meas} + T_{i,AUX} \quad (7-127)$$

jossa:

- $T_{i,meas}$  = moottorin hetkellisen vääntömomentin mitattu arvo
- $T_{i,AUX}$  = tämän asetuksen liitteessä VI olevassa 7.7.2.3.2 kohdassa määritetty apulaitteiden käytön edellyttämä vastaava vääntömomentin arvo.

Ominaispäästöt  $e_{gas}$  [g/kWh] lasketaan seuraavasti testisyklin tyyppin mukaan:

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \quad (7-128)$$

jossa:

- $m_{gas}$  = päästön kokonaismassa [g/testi]
- $W_{act}$  = syklin työ [kWh]

Kun kyseessä on NRTC-testi, muiden kaasupäästöjen kuin CO<sub>2</sub>:n osalta lopullinen testituloks  $e_{gas}$  [g/kWh] on kylmäkäynnistysajon ja kuumakäynnistysajon painotettu keskiarvo, joka on laskettu yhtälöllä (7-129):

$$e_{gas} = \frac{(0,1 \cdot m_{cold}) + (0,9 \cdot m_{hot})}{(0,1 \cdot W_{actcold}) + (0,9 \cdot W_{acthot})} \quad (7-129)$$

jossa:

$m_{\text{cold}}$  on kaasupäästöjen massa kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act, cold}}$  on syklin kokonaistyö kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

$m_{\text{hot}}$  on kaasupäästöjen massa kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act, hot}}$  on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

Kun kyseessä on NRTC (kuumakäynnistys), lopullinen testituloksena  $e_{\text{CO}_2}$  [g/kWh] lasketaan  $\text{CO}_2$ :n osalta yhtälöstä (7-130):

$$e_{\text{CO}_2, \text{hot}} = \frac{m_{\text{CO}_2, \text{hot}}}{W_{\text{act, hot}}} \quad (7-130)$$

jossa:

$m_{\text{CO}_2, \text{hot}}$  on  $\text{CO}_2$ -massapäästö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act, hot}}$  on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

### 3.8.1.2 Erillisten moodien NRSC

Ominaispäästöt  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] lasketaan yhtälöstä (7-131):

$$e_{\text{gas}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (\dot{m}_{\text{gas}, i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-131)$$

jossa:

$\dot{m}_{\text{gas}, i}$  = moodin  $i$  keskimääräinen päästön massavirta [g/h]

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{\text{mi}} + P_{\text{auxi}}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

## 3.8.2 Hiukkaspäästöt

### 3.8.2.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC

Hiukkasten ominaispäästöt lasketaan muuntamalla yhtälö (7-128) yhtälöksi (7-132), jossa arvot  $e_{\text{gas}}$  [g/kWh] ja  $m_{\text{gas}}$  [g/testi] korvataan arvoilla  $e_{\text{PM}}$  [g/kWh] ja  $m_{\text{PM}}$  [g/testi]:

$$e_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{PM}}}{W_{\text{act}}} \quad (7-132)$$

jossa:

$m_{\text{PM}}$  = hiukkaspäästöjen kokonaismassa laskettuna 3.7.1 kohdan mukaisesti [g/testi]

$W_{\text{act}}$  = syklin työ [kWh]

Muuttuvatilaisen yhdistelmäsyklin (eli kylmäkäynnistys-NRTC ja kuumakäynnistys-NRTC) päästöt lasketaan 3.8.1.1 kohdassa esitetyllä tavalla.

## 3.8.2.2 Erillisten moodien NRSC

Hiukkasten ominaispäästö  $e_{PM}$  [g/kWh] lasketaan seuraavasti:

## 3.8.2.2.1. Yhden suodattimen menetelmässä yhtälöstä (7-133):

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^N (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-133)$$

jossa:

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{mi} + P_{auxi}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$\dot{m}_{PM}$  = hiukkasmassavirta [g/h]

## 3.8.2.2.2. Monen suodattimen menetelmässä yhtälöstä (7-134):

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^N (\dot{m}_{PMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^N (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-134)$$

jossa:

$P_i$  = moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{mi} + P_{auxi}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  = painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$\dot{m}_{PMi}$  = hiukkasmassavirta moodissa  $i$  [g/h]

Yhden suodattimen menetelmässä kunkin moodin tehollinen painotuskerroin  $WF_{effi}$  lasketaan yhtälöstä (7-135):

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpdexhi} \cdot \overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}}{m_{smpdex} \cdot \dot{m}_{eqdexweti}} \quad (7-135)$$

jossa:

$m_{smpdexhi}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa  $i$  [kg].

$m_{smpdex}$  = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa [kg]

$\dot{m}_{eqdexhweti}$  = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta moodissa  $i$  [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}$  = keskimääräinen ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta [kg/s]

Tehollisten painotuskertoimien arvo saa poiketa enintään 0,005 (absoluuttinen arvo) liitteen XVII lisäyksessä I luetelluista painotuskertoimista.

## 3.8.3 Jaksoittaisesti regeneroituvien päästöjenrajoitusjärjestelmien mukauttaminen

Kun kyseessä ovat jaksoittaisesti regeneroituvilla pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmillä (ks. liitteessä VI oleva 6.6.2 kohta) varustetut muut kuin luokan RLL moottorit, 3.8.1 ja 3.8.2 kohdan mukaisesti lasketut kaasu- ja hiukkaspäästöjen ominaispäästöt korjataan sovellettavalla kertovalla mukautustekijällä tai sovellettavalla summaavalla mukautustekijällä. Jos testin aikana ei tapahtunut jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää ylöspäin ( $k_{ru,m}$  tai  $k_{ru,a}$ ). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ( $k_{rd,m}$  tai  $k_{rd,a}$ ). Kun kyseessä on erillisten moodien NRSC, jossa kullekin moodille on määritetty mukautustekijät, niitä sovelletaan kuhunkin moodiin laskettaessa painotettua päästötulosta.

## 3.8.4 Huononemiskertoimen mukauttaminen

Myös 3.8.1 ja 3.8.2 kohdan mukaisesti lasketut kaasu- ja hiukkaspäästöjen ominaispäästöt, tapauksen mukaan myös 3.8.3 kohdan mukainen jaksoittaisen regeneraation mukautustekijä, mukautetaan sovellettavalla kertovalla tai summaavalla huononemiskertoimella, joka on määritetty liitteen III vaatimusten mukaisesti.

## 3.9 Laimennetun pakokaasuvirran kalibrointi (CVS) ja siihen liittyvät laskelmat

Tässä jaksossa kuvaillaan laskelmat erilaisten virtausmittareiden kalibrointia varten. 3.9.1 kohdassa kuvaillaan ensin se, miten vertailuvirtausmittareiden antamat tulokset muunnetaan käytettäväksi kalibrointiyhtälöissä, jotka ovat moolipohjaisia. Jäljempänä kuvaillaan tietyn tyyppisiä virtausmittareita koskevat kalibrointilaskelmat.

## 3.9.1 Vertailumittareita koskevat muunnokset

Tämän jakson kalibrointiyhtälöissä käytetään vertailumääränä moolivirtaa  $\dot{n}_{ref}$ . Jos käytössä oleva vertailumittari ilmoittaa virtauksen muuna suureena, kuten vakioilavuusvirtana  $\dot{V}_{stdref}$  todellisena tilavuusvirtana  $\dot{V}_{actref}$  tai massavirtana  $\dot{m}_{ref}$ , vertailumittarin tulos on muunnettava moolivirraksi yhtälöillä (7-136), (7-137) ja (7-138). Tällöin on otettava huomioon, että vaikka tilavuusvirran, massavirran, paineen, lämpötilan ja moolimassan arvot voivat vaihdella päästötestin aikana, ne olisi pyrittävä pitämään niin vakaina kuin käytännössä mahdollista kussakin yksittäisessä asetusasteessa virtausmittarin kalibroinnin aikana.

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7-136)$$

jossa:

$\dot{n}_{ref}$  = vertailumoolivirta [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$  = vertailutilavuusvirta korjattuna vakiopaineen ja vakiolämpötilan mukaan [m<sup>3</sup>/s]

$\dot{V}_{actref}$  = vertailutilavuusvirta todellisessa paineessa ja lämpötilassa [m<sup>3</sup>/s]

$\dot{m}_{ref}$  = vertailumassavirta [g/s]

$p_{std}$  = vakiopaine [Pa]

$p_{act}$  = todellinen kaasun paine [Pa]

$T_{std}$  = vakiolämpötila [K]

$T_{act}$  = todellinen kaasun lämpötila [K]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol · K)]

$M_{mix}$  = kaasun moolimassa [g/mol]

## 3.9.2 Syrjäytyspumpun (PDP) kalibrointilaskelmat

Kuristimen kunkin asennon osalta lasketaan jäljempänä esitettävät arvot liitteessä VI olevan 8.1.8.4 kohdan mukaisesti määritetyistä keskiarvoista seuraavasti:

a) PDP:n pumpatun kaasun tilavuus kierrosta kohti,  $V_{rev}$  ( $m^3/rev$ ):

$$V_{rev} = \frac{\bar{n}_{ref} \cdot R \cdot \bar{T}_{in}}{\bar{P}_{in} \cdot \bar{f}_{nPDP}} \quad (7-137)$$

jossa:

$\bar{n}_{ref}$  = vertailumoolivirran keskiarvo [mol/s]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol · K)]

$\bar{T}_{in}$  = tulolämpötilan keskiarvo [K]

$\bar{P}_{in}$  = tulopaineen keskiarvo [Pa]

$\bar{f}_{nPDP}$  = keskikierrosnopeus [rev/s]

b) PDP:n luiston korjauskerroin  $K_s$  [s/rev]:

$$K_s = \frac{1}{\bar{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\bar{P}_{out} - \bar{P}_{in}}{\bar{P}_{out}}}} \quad (7-138)$$

jossa:

$\bar{n}_{ref}$  = vertailumoolivirta [mol/s]

$\bar{T}_{in}$  = tulolämpötilan keskiarvo [K]

$\bar{P}_{in}$  = tulopaineen keskiarvo [Pa]

$\bar{P}_{out}$  = lähtöpaineen keskiarvo [Pa]

$\bar{f}_{nPDP}$  = PDP:n keskikierrosnopeus [rev/s]

$R$  = molaarinen kaasuvakio [J/(mol · K)]

c) Tehdään PDP:n kierrosta kohti pumpaaman kaasun tilavuuden  $V_{rev}$  ja PDP:n luiston korjauskertoimen  $K_s$  regressioanalyysi pienimmän neliösumman menetelmällä laskemalla kaltevuus  $a_1$  ja leikkauspiste  $a_0$  lisäyksen 4 mukaisesti.

d) Tämän kohdan a–c alakohdan mukainen menettely toistetaan kaikilla PDP:n käyttönopeuksilla.

e) Taulukossa 7.4 havainnollistetaan näitä laskelmia suureen  $\bar{f}_{nPDP}$  eri arvoilla.

Taulukko 7.4

**Esimerkki PDP:n kalibrointitiedoista**

$\bar{f}_{nPDP}$ [rev/min]	$\bar{f}_{nPDP}$ [rev/s]	$a_1$ [ $m^3/min$ ]	$a_1$ [ $m^3/s$ ]	$a_0$ [ $m^3/rev$ ]
755,0	12,58	50,43	0,8405	0,056
987,6	16,46	49,86	0,831	– 0,013

$\bar{f}_{nPDP}$ [rev/min]	$\bar{f}_{nPDP}$ [rev/s]	$a_1$ [m <sup>3</sup> /min]	$a_1$ [m <sup>3</sup> /s]	$a_0$ [m <sup>3</sup> /rev]
1 254,5	20,9	48,54	0,809	0,028
1 401,3	23,355	47,30	0,7883	- 0,061

- f) Virtausmäärä päästötestin aikana lasketaan 3.6.3 kohdan b alakohdan mukaisesti käyttämällä PDP:n kunkin käyttönopeuden osalta vastaavaa kaltevuuden  $a_1$  ja leikkauspisteen  $a_0$  arvoa.

### 3.9.3 Ventureihin liittyvät yhtälöt ja sallitut oletukset

Tässä jaksossa kuvaillaan ventureihin liittyvät yhtälöt ja sallitut oletukset, joita käytetään venturin kalibroinnissa ja virtauksen laskennassa venturia käyttäen. Koska aliiäniventuri (SSV) ja kriittisen virtauksen venturi (CFV) toimivat samalla tavalla, niitä koskevat yhtälöt ovat lähes samat lukuun ottamatta painesuhdetta  $r$  koskevaa yhtälöä ( $r_{SSV}/r_{CFV}$ ). Yhtälöissä on oletuksena yksiulotteinen, isentrooppinen, kitkaton ja puristuva ideaalikaasun virtaus. Muut mahdolliset oletukset täsmennetään 3.9.3 kohdan d alakohdassa. Jos mitatun virtauksen ideaalikaasuolettamusta ei sallita, yhtälöihin sisältyy todellisen kaasun käyttäytymistä vastaava ensimmäisen kertaluvun korjaus eli puristuvuuskerroin  $Z$ . Jos hyvän teknisen käytännön mukaisesti on tarpeen käyttää muuta kuin arvoa  $Z = 1$ , voidaan käyttää soveltuvaa tilayhtälöä  $Z$ :n arvojen määrittämiseksi mitattujen paineiden ja lämpötilojen funktiona tai määrittää erityiset kalibrointiyhtälöt hyvän teknisen käytännön mukaisesti. On huomattava, että virtauskerroimen  $C_f$  yhtälö perustuu ideaalikaasuolettamukseen ja että isentrooppinen eksponentti  $\gamma$  on sama kuin ominaislämpötilojen suhde  $c_p/c_v$ . Jos hyvän teknisen käytännön mukaisesti on tarpeen käyttää todellisen kaasun isentrooppista eksponenttia, voidaan käyttää soveltuvaa tilayhtälöä  $\gamma$ :n arvojen määrittämiseksi mitattujen paineiden ja lämpötilojen funktiona tai määrittää erityiset kalibrointiyhtälöt. Moolivirta  $\dot{n}$  [mol/s] lasketaan yhtälöstä (7-139):

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7-139)$$

jossa:

$C_d$  = purkauskerroin 3.9.3 kohdan a alakohdan mukaisesti [-]

$C_f$  = virtauskerroin 3.9.3 kohdan b alakohdan mukaisesti [-]

$A_t$  = venturin kurkun poikkipinta-ala [m<sup>2</sup>]

$p_{in}$  = venturin sisääntulon absoluuttinen staattinen paine [Pa]

$Z$  = puristuvuuskerroin [-]

$M_{mix}$  = kaasuseoksen moolimassa [kg/mol]

$R$  = molaarinen kaasuvakio

$T_{in}$  = venturin sisääntulon absoluuttinen lämpötila [K]

- a) Arvo  $C_d$  lasketaan yhtälöstä (7-140) käyttäen liitteessä VI olevan 8.1.8.4 kohdan mukaisesti kerättyjä tietoja:

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \quad (7-140)$$

jossa:

$\dot{n}_{ref}$  = vertailumoolivirta [mol/s]

Muut symbolit ovat samat kuin yhtälössä (7-139).

b) Arvo  $C_f$  määritetään jollakin seuraavista menetelmistä:

- i) Kun kyse on pelkästään CFV-virtausmittareista,  $C_{fCFV}$  johdetaan taulukosta 7.5 arvojen  $\beta$  (venturin kurkun ja sisääntulon läpimittojen suhde) ja  $\gamma$  (kaasuseoksen ominaislämpötilojen suhde) perusteella käyttäen lineaarista interpolointia väliarvojen saamiseksi.

Taulukko 7.5

**CFV-virtausmittareiden arvot  $C_{fCFV}$ ,  $\beta$  and  $\gamma$**

$\beta$	$C_{fCFV}$	
	$\gamma_{\text{exh}} = 1,385$	$\gamma_{\text{d exh}} = \gamma_{\text{air}} = 1,399$
0,000	0,6822	0,6846
0,400	0,6857	0,6881
0,500	0,6910	0,6934
0,550	0,6953	0,6977
0,600	0,7011	0,7036
0,625	0,7047	0,7072
0,650	0,7089	0,7114
0,675	0,7137	0,7163
0,700	0,7193	0,7219
0,720	0,7245	0,7271
0,740	0,7303	0,7329
0,760	0,7368	0,7395
0,770	0,7404	0,7431
0,780	0,7442	0,7470
0,790	0,7483	0,7511
0,800	0,7527	0,7555
0,810	0,7573	0,7602
0,820	0,7624	0,7652
0,830	0,7677	0,7707
0,840	0,7735	0,7765
0,850	0,7798	0,7828



ii) Arvo  $C_f$  voidaan laskea kaikille CFV- tai SSV-virtausmittareille yhtälöstä (7-141):

$$C_f = \left[ \frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7-141)$$

jossa:

$\gamma$  = isentrooppinen eksponentti [-]. Ideaalikaasun osalta tämä on kaasuseoksen ominaislämpötilojen suhde  $c_p/c_v$ .

$r$  = painesuhde määritettynä tämän kohdan c alakohdan 3 kohdan mukaisesti

$\beta$  = venturin kurkun ja sisääntulon läpimittojen suhde

c) Painesuhde  $r$  lasketaan seuraavasti:

i) Vain SSV-järjestelmien osalta  $r_{SSV}$  lasketaan yhtälöstä (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7-142)$$

jossa:

$\Delta p_{SSV}$  = staattinen paine-ero; venturin sisääntulo miinus venturin kurkku [Pa]

ii) Vain CFV-järjestelmien osalta  $r_{CFV}$  lasketaan iteratiivisesti yhtälöstä (7-143):

$$r_{CFV}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} + \left( \frac{\gamma-1}{2} \right) \cdot \beta^4 \cdot r_{CFV}^{\frac{2}{\gamma}} = \frac{\gamma+1}{2} \quad (7-143)$$

d) Käytettäviin yhtälöihin voidaan soveltaa jotakin seuraavista yksinkertaistavista oletuksista, tai testaukseen paremmin soveltuvia arvoja voidaan määrittää hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

i) Raakapakokaasun, laimennetun pakokaasun ja laimennusilman koko alueella tehtävien päästötestien osalta voidaan olettaa, että kaasuseos käyttäytyy ideaalikaasun tavoin:  $Z = 1$ ;

ii) Raakapakokaasun koko alueen osalta voidaan olettaa, että ominaislämpötilojen suhde on vakio:  $\gamma = 1,385$ ;

iii) Laimennetun pakokaasun ja ilman (esim. kalibrointi-ilman tai laimennusilman) koko alueen osalta voidaan olettaa, että ominaislämpötilojen suhde on vakio:  $\gamma = 1,399$ ;

iv) Laimennetun pakokaasun ja ilman koko alueen osalta seoksen moolimassaa  $M_{mix}$  [g/mol] voidaan pitää pelkästään 3.3.2 kohdan mukaisesti määritetyn laimennusilmassa tai kalibrointi-ilmassa olevan veden määrän  $x_{H_2O}$  funktiona, joka lasketaan yhtälöstä (7-144):

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H_2O}) + M_{H_2O} \cdot (x_{H_2O}) \quad (7-144)$$

jossa:

$$M_{air} = 28,96559 \text{ g/mol}$$

$$M_{H_2O} = 18,01528 \text{ g/mol}$$

$$x_{H_2O} = \text{veden määrä laimennus- tai kalibrointi-ilmassa [mol/mol]}$$

- v) Laimennetun pakokaasun ja ilman koko alueen osalta voidaan kaikkia kalibrointeja ja testauksia varten olettaa, että seoksen moolimassa  $M_{\text{mix}}$  on vakio, kunhan oletettu moolimassa eroaa enintään  $\pm 1$  prosenttia moolimassan estimoidusta vähimmäis- ja enimmäisarvosta kalibroinnin ja testauksen aikana. Tämä oletamus voidaan tehdä, jos kalibrointi- ja laimennusilmassa olevan veden määrän hallinta on riittävällä tasolla tai jos sekä kalibrointi- että laimennusilmasta poistetaan riittävästi vettä. Taulukossa 7.6 annetaan esimerkkejä sallituista laimennusilman ja kalibrointi-ilman kastepistealueista suhteessa toisiinsa.

Taulukko 7.6

**Esimerkkejä laimennusilman ja kalibrointi-ilman kastepisteistä, joiden kohdalla arvon  $M_{\text{mix}}$  voidaan olettaa olevan vakio**

Jos kalibrointi-ilman $T_{\text{dew}}$ (°C) on...	oletetaan, että $M_{\text{mix}}$ (g/mol) on seuraava vakioarvo	kun $T_{\text{dew}}$ (°C) on seuraavalla alueella päästötestien aikana <sup>(a)</sup>
kuiva	28,96559	kuiva–18
0	28,89263	kuiva–21
5	28,86148	kuiva–22
10	28,81911	kuiva–24
15	28,76224	kuiva–26
20	28,68685	– 8–28
25	28,58806	12–31
30	28,46005	23–34

<sup>(a)</sup> Alue, jota sovelletaan kaikkiin kalibrointeihin ja päästötesteihin ilmanpainealueella (80 000–103 325) kPa.

### 3.9.4 Älääniventurin (SSV) kalibrointi

- a) Mooliperustainen menettely. SSV-virtausmittarin kalibroimiseksi on suoritettava seuraavat vaiheet:

- i) Kullekin vertailumoolivirrälle lasketaan Reynoldsin luku  $Re^{\#}$  käyttäen venturin kurkun läpimittaa  $d_t$  [yhtälö (7-145)]. Koska arvon  $Re^{\#}$  laskemiseksi tarvitaan dynaamisen viskositeetin  $\mu$  arvo, voidaan käyttää erityistä viskositeettimallia arvon  $\mu$  määrittämiseksi kalibrointikaasulle (joka on yleensä ilma) hyvän teknisen käytännön mukaisesti [yhtälö (7-146)]. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Sutherlandin kolmen tekijän viskositeettimallia  $\mu$ :n likiarvon määrittämiseksi seuraavasti (ks. taulukko 7.7):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{\text{mix}} \cdot \dot{n}_{\text{ref}}}{\pi \cdot d_t \cdot \mu} \quad (7-145)$$

jossa:

$d_t$  = SSV:n kurkun läpimitta [m]

$M_{\text{mix}}$  = seoksen moolimassa [kg/mol]

$\dot{n}_{\text{ref}}$  = vertailumoolivirta [mol/s]

ja käyttää Sutherlandin kolmen tekijän viskositeettimallia seuraavasti:

$$\mu = \mu_0 \left( \frac{T_{in}}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left( \frac{T_0 + S}{T_{in} + S} \right) \quad (7-146)$$

jossa:

$\mu$  = kalibrintikaasun dynaaminen viskositeetti [kg/(m·s)]

$\mu_0$  = Sutherlandin vertailuviskositeetti [kg/(m·s)]

$S$  = Sutherlandin vakio [K]

$T_0$  = Sutherlandin vertailulämpötila [K]

$T_{in}$  = absoluuttinen lämpötila venturin sisääntulossa [K]

Taulukko 7.7

#### Sutherlandin kolmen tekijän viskositeettimallin parametrit

Kaasu <sup>(*)</sup>	$\mu_0$	$T_0$	$S$	Lämpötila-alue ± 2 prosentin virheellä	Paineraja
	kg/(m·s)	K	K	K	kPa
Ilma	$1,716 \times 10^{-5}$	273	111	170–1 900	≤ 1 800
CO <sub>2</sub>	$1,370 \times 10^{-5}$	273	222	190–1 700	≤ 3 600
H <sub>2</sub> O	$1,12 \times 10^{-5}$	350	1 064	360–1 500	≤ 10 000
O <sub>2</sub>	$1,919 \times 10^{-5}$	273	139	190–2 000	≤ 2 500
N <sub>2</sub>	$1,663 \times 10^{-5}$	273	107	100–1 500	≤ 1 600

(\*) Taulukossa annettuja parametreja voidaan käyttää vain annetuille puhtaille kaasuille. Kaasuseosten viskositeetin laskennassa käytettäviä parametreja ei saa yhdistellä.

- ii) Muodostetaan yhtälö suureille  $C_d$  ja  $Re^{\#}$  käyttäen arvopareja ( $Re^{\#}$ ,  $C_d$ ). Lasketaan arvo  $C_d$  yhtälöstä (7-140) käyttämällä yhtälöstä (7-141) saatua arvoa  $C_f$ . Voidaan myös käyttää mitä tahansa matemaattista esitystä, kuten polynomi- tai potenssisarjaa. Yhtälö (7-147) on esimerkki tavallisesta matemaattisesta esityksestä arvojen  $C_d$  ja  $Re^{\#}$  suhteen ilmaisemiseksi.

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7-147)$$

- iii) Suoritetaan pienimmän neliösumman regressioanalyysi parhaiten sopivien (best-fit) tekijöiden määrittämiseksi yhtälöä varten sekä yhtälön regressiotilastojen, estimaatin keskivirheen  $SEE$  ja determinaatitokertoimen  $r^2$  laskemiseksi lisäyksen 3 mukaisesti.
- iv) Jos yhtälö täyttää ehdon  $SEE < 0,5 \% n_{ref,max}$  ( $tair_{ref,max}$ ) ja  $r^2 \geq 0,995$ , yhtälöä voidaan käyttää arvon  $C_d$  määrittämiseksi päästötestejä varten 3.6.3 kohdan b alakohdassa kuvailulla tavalla.

- v) Jos arvoja  $SEE$  ja  $r^2$  koskevat kriteerit eivät täyty, kalibrointipisteitä voidaan hyvän teknisen käytännön mukaisesti poistaa, jotta regressiotilastoja koskevat vaatimukset täyttyvät. Vähintään seitsemää kalibrointipistettä on käytettävä, jotta kriteerit täyttyvät.
- vi) Jos pisteiden poistaminen ei poista vieraita arvoja, on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin. Esimerkiksi valitaan toinen matemaattinen esitys arvojen  $C_d$  ja  $Re^{\#}$  suhdetta kuvaavalle yhtälölle, tarkastetaan järjestelmä vuotojen varalta tai toistetaan kalibrointimenettely. Jos menettely toistetaan, mittauksissa on käytettävä tiukempia toleransseja ja virtausten vakautumiselle on varattava enemmän aikaa.
- vii) Kun yhtälö on saatu sellaiseksi, että se täyttää regressiokriteerit, sitä voidaan käyttää vain sellaisten virtojen määrittämiseen, jotka ovat niiden vertailuvirtojen suuruusalueella, joita on käytetty arvojen  $C_d$  ja  $Re^{\#}$  suhdetta kuvaavan yhtälön regressiokriteereiden täyttämiseksi.

### 3.9.5 Kriittisen virtauksen venturin (CFV) kalibrointi

a) Jotkin CFV-virtausmittarit koostuvat yhdestä, jotkin useasta venturista. Jälkimmäisessä tapauksessa eri virtausten mittaamiseen käytetään erilaisia venturiyhdistelmiä. Kun CFV-virtausmittari koostuu useasta venturista, voidaan joko kalibroida kukin venturi erikseen erillisen purkaukertoimen  $C_d$  määrittämiseksi kullekin venturille tai kalibroida kukin venturiyhdistelmä kokonaisuutena. Kun kalibroidaan ventureiden yhdistelmä, arvoksi  $A_t$  otetaan aktiivisten venturikurkkujen pinta-alojen summa ja arvoksi  $d_t$  aktiivisten venturikurkkujen läpimittojen neliöiden summan neliöjuuri. Venturikurkkujen ja sisääntulojen läpimittojen suhdetta käytetään aktiivisten venturikurkkujen läpimittojen summan neliöjuuren ( $d_t$ ) ja kaikkien ventureiden yhteisen sisääntulon läpimitan ( $D$ ) suhteena. Arvo  $C_d$  määritetään seuraavasti yhtä venturia tai yhtä ventureiden yhdistelmää varten:

- i) Kunkin kalibrointipisteen arvo  $C_d$  lasketaan kussakin asetusasteessa kerättyjen tietojen perusteella käyttäen yhtälöä (7-140).
- ii) Kaikkien arvojen  $C_d$  keskiarvo ja standardipoikkeama lasketaan yhtälöiden (7-155) ja (7-156) avulla.
- iii) Jos kaikkien arvojen  $C_d$  standardipoikkeama on pienempi tai yhtä suuri kuin 0,3 prosenttia  $C_d$ :n keskiarvosta, käytetään yhtälössä (7-120)  $C_d$ :n keskiarvoa ja CFV-arvoja käytetään vain pienimpään kalibroinnin aikana mitattuun arvoon  $r$  saakka.

$$r = 1 - (\Delta p/p_m) \quad (7-148)$$

- iv) Jos kaikkien arvojen  $C_d$  standardipoikkeama on suurempi kuin 0,3 prosenttia  $C_d$ :n keskiarvosta, jätetään ottamatta huomioon ne  $C_d$ :n arvot, jotka vastaavat kalibroinnin aikana mitatulla pienimmällä  $r$ :n arvolla kirjattua datapistettä.
- v) Jos jäljelle jäävien datapisteiden määrä on pienempi kuin seitsemän, on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin ja tarkistettava kalibrointitiedot tai toistettava kalibrointimenettely. Jos kalibrointimenettely toistetaan, on suositeltavaa, että järjestelmä tarkastetaan vuotojen varalta, mittauksissa käytetään tiukempia toleransseja ja virtojen vakautumiselle varataan enemmän aikaa.
- vi) Jos jäljelle jäävien  $C_d$ :n arvojen määrä on seitsemän tai suurempi, lasketaan niiden keskiarvo ja standardipoikkeama uudelleen.
- vii) Jos jäljelle jääneiden arvojen  $C_d$  standardipoikkeama on pienempi tai yhtä suuri kuin 0,3 prosenttia niiden keskiarvosta, käytetään yhtälössä (7-120) tätä  $C_d$ :n keskiarvoa ja CFV-arvoja käytetään vain alhaisimpaan jäljelle jääneisiin  $C_d$ :n arvoihin liittyvään arvoon  $r$  saakka.
- viii) Jos jäljelle jääneiden arvojen  $C_d$  standardipoikkeama on edelleen suurempi kuin 0,3 prosenttia jäljelle jääneiden arvojen  $C_d$  keskiarvosta, toistetaan tämän kohdan e alakohdan 4–8 alakohdassa kuvaillut vaiheet.

## Lisäys 1

## Siirtymäkorjaus

## 1. Soveltamisala ja suoritustiheys

Tässä lisäyksessä kuvailtujen laskelmien avulla voidaan päätellä, mitätöikö kaasuanalysaattorin siirtymä testiaikavälin tulokset. Jos siirtymä ei mitätöi testiaikavälin tuloksia, testiaikavälin kaasuanalysaattorivasteet korjataan siirtymän osalta tässä lisäyksessä esitetyllä tavalla. Kaikissa myöhemmissä päästölaskelmissa on käytettävä siirtymäkorjattuja kaasuanalysaattorivasteita. Kaasuanalysaattorin siirtymän hyväksyttävä kynnsarvo testiaikavälin aikana määritetään liitteessä VI olevassa 8.2.2.2 kohdassa.

## 2. Korjausperiaatteet

Tämän lisäyksen mukaisissa laskelmissa käytetään jonkin aikaa ennen ja jälkeen testiaikavälin määritettyä kaasuanalysaattorin vastetta nolla- ja vertailukaasupitoisuuksiin. Laskelmilla korjataan kaasuanalysaattorin vasteet, jotka kirjattiin testiaikavälin aikana. Korjaus perustuu analysaattorin nolla- ja vertailukaasuihin antamaan vasteeseen sekä nolla- ja vertailukaasujen pitoisuuksiin. Siirtymän validointi ja korjaus tehdään seuraavasti:

## 3. Siirtymän validointi

Kun kaikkiin kaasuanalysaattorin signaaleihin on sovellettu kaikkia muita korjauksia kuin siirtymäkorjausta, lasketaan ominaispäästöt 3.8 kohdan mukaisesti. Sen jälkeen kaikki kaasuanalysaattorin signaalit siirtymäkorjataan tämän lisäyksen mukaisesti. Ominaispäästöt lasketaan uudelleen käyttäen kaikkia siirtymäkorjattuja kaasuanalysaattorin signaaleja. Ominaispäästöt validoidaan ja ilmoitetaan ennen siirtymäkorjausta ja sen jälkeen liitteessä VI olevan 8.2.2.2 kohdan mukaisesti.

## 4. Siirtymäkorjaus

Kaikki kaasuanalysaattorin signaalit korjataan seuraavasti:

- Kukin kirjattu pitoisuus  $x_i$  korjataan jatkuvan näytteenoton tai eränäytteenoton osalta,  $\bar{x}$ .
- Siirtymäkorjaus lasketaan yhtälöstä (7-149):

$$x_{\text{idriftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7-149)$$

jossa:

- $x_{\text{idriftcor}}$  = siirtymäkorjattu pitoisuus [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{refzero}}$  = nollakaasun vertailupitoisuus, joka on yleensä nolla, ellei sen tiedetä olevan jokin muu [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{refspan}}$  = vertailukaasun vertailupitoisuus [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{prespan}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{postspan}}$  = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_i$  or  $\bar{x}$  = kirjattu pitoisuus, eli mitattu testin aikana ennen siirtymäkorjausta [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{prezero}}$  = kaasuanalysaattorin vaste nollakaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ $\mu\text{mol/mol}$ ]
- $x_{\text{postzero}}$  = kaasuanalysaattorin vaste nollakaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [ $\mu\text{mol/mol}$ ]

- Testiaikaväliä edeltävinä pitoisuuksina on käytettävä viimeisimpiä ennen testiaikaväliä määritettyjä pitoisuuksia. Joidenkin testiaikavälien osalta viimeisimmät testiaikaväliä edeltävät nolla- tai vertailuarvot voivat olla saatu ennen yhtä tai useampaa edeltävää testiaikaväliä.

- d) Testiaikavälin jälkeisinä pitoisuuksina on käytettävä viimeisimpiä testiaikavälin jälkeen määritettyjä pitoisuuksia. Joidenkin testiaikavälien osalta viimeisimmät testiaikavälin jälkeiset nolla- tai vertailuarvot voivat olla saatu yhden tai useamman myöhemmän testiaikavälin jälkeen.
- e) Jos analysaattorin vastetta vertailukaasupitoisuuteen,  $x_{\text{prespan}}$ , ei kirjata ennen testiaikaväliä, arvo  $x_{\text{prespan}}$  asetetaan samaksi kuin vertailukaasun vertailupitoisuus:  $x_{\text{prespan}} = x_{\text{refspan}}$ .
- f) Jos analysaattorin vastetta nollakaasupitoisuuteen,  $x_{\text{prezero}}$ , ei kirjata ennen testiaikaväliä, arvo  $x_{\text{prezero}}$  asetetaan samaksi kuin nollakaasun vertailupitoisuus:  $x_{\text{prezero}} = x_{\text{refzero}}$ .
- g) Nollakaasun vertailupitoisuus,  $x_{\text{refzero}}$ , on tavallisesti nolla:  $x_{\text{refzero}} = 0 \mu\text{mol/mol}$ . Joskus voi kuitenkin olla tiedossa, että pitoisuus  $x_{\text{refzero}}$  on muu kuin nolla. Esimerkiksi jos  $\text{CO}_2$ -analysaattori nollataan käyttäen ympäröivää ilmaa, voidaan käyttää ympäröivän ilman oletushiilidioksidipitoisuutta, joka on  $375 \mu\text{mol/mol}$ . Tässä tapauksessa  $x_{\text{refzero}} = 375 \mu\text{mol/mol}$ . Kun analysaattori nollataan käyttäen pitoisuutta  $x_{\text{refzero}}$ , joka on muu kuin nolla, analysaattori on säädettävä niin, että se antaa tulokseksi todellisen  $x_{\text{refzero}}$ -pitoisuuden. Esimerkiksi jos  $x_{\text{refzero}} = 375 \mu\text{mol/mol}$ , analysaattori on asetettava niin, että se antaa tulokseksi arvon  $375 \mu\text{mol/mol}$ , kun nollakaasu virtaa analysaattoriin.
-

## Lisäys 2

## Hiilivirran tarkastaminen

## 1. Johdanto

Vain hyvin pieni osa pakokaasun sisältämästä hiilestä on peräisin muualta kuin polttoaineesta, ja se on aivan pientä osaa lukuun ottamatta pakokaasussa hiilidioksidina. Tämä on perustana CO<sub>2</sub>-mittauksiin perustuvalla järjestelmän verifiointitarkastukselle. Kun kyseessä ovat kipinäsytytysmoottorit, joissa ei ole ylimääräilman λ ohjausta tai jotka toimivat alueen  $0,97 \leq \lambda \leq 1,03$  ulkopuolella, menettelyn on sisällettävä myös HC:n ja CO:n mittaaminen.

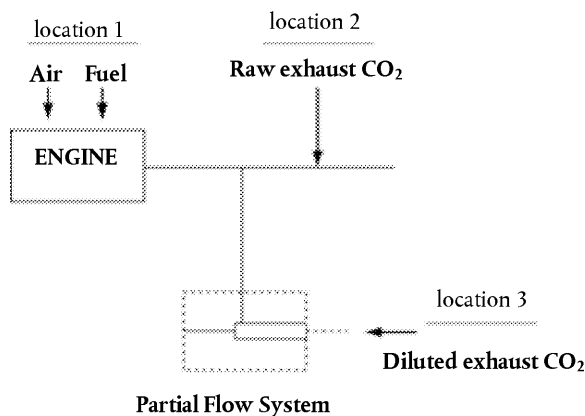
Hiilen virtaus pakokaasun mittausjärjestelmiin määräytyy polttoaineen virtauksen mukaan. Hiilen virtaus päästöjen ja hiukkasten mittausjärjestelmien näytteenottopisteissä on riippuvainen CO<sub>2</sub>-pitoisuuksista (tai CO<sub>2</sub>-, HC- ja CO-pitoisuuksista) ja kaasuvirtauksesta kyseisissä pisteissä.

Tässä mielessä moottorin tuottama hiilivirta tunnetaan, ja havainnoimalla samaa hiilivirtaa pakoputkessa ja osavirtausnäytteenottojärjestelmän ulostulossa voidaan varmentaa vuotoeheys ja virtausmittauksen tarkkuus. Tämän tarkastuksen etuna on se, että moottorin osat toimivat todellisissa moottorin testausolosuhteissa lämpötilan ja virtauksen osalta.

Kuvassa 7.1 esitetään näytteenottopisteet, joissa hiilivirrat on tarkastettava. Jäljempänä esitetään yhtälöt hiilivirran laskemiseksi kussakin näytteenottopisteessä.

Kuva 7.1

## Hiilivirran tarkastuksen mittauspisteet



## 2. Hiilivirta moottoriin (paikka 1)

Hiilimassavirta moottoriin  $q_{mCF}$  [kg/s] polttoaineella CH<sub>α</sub>O<sub>ε</sub> lasketaan yhtälöstä (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12,011}{12,011 + \alpha + 15,9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \quad (7-150)$$

jossa:

$$q_{mf} = \text{polttoaineen massavirta [kg/s]}$$

### 3. Hiilivirta raakapakokaasussa (paikka 2)

#### 3.1 CO<sub>2</sub>:n perusteella

Hiilimassavirta moottorin pakoputkessa  $q_{mCe}$  [kg/s] määritetään raakahiilidioksidipitoisuudesta ja pakokaasun massavirrasta yhtälöllä (7-151):

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12,011}{M_e} \quad (7-151)$$

jossa:

$c_{CO_2,r}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [%]

$c_{CO_2,a}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus ympäröivässä ilmassa (märkä) [%]

$q_{mew}$  = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$M_e$  = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO<sub>2</sub> mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

#### 3.2 CO<sub>2</sub>:n HC:n ja CO:n perusteella

Vaihtoehtona 3.1 kohdassa esitetylle pelkästään CO<sub>2</sub>:een perustuvalle laskelmalle voidaan hiilimassavirta moottorin pakoputkessa  $q_{mCe}$  [kg/s] määrittää raaka-ainasta CO<sub>2</sub>-, HC- ja CO-pitoisuudesta ja pakokaasun massavirrasta yhtälöllä (7-152):

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100} \right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12,011}{M_e} \quad (7-152)$$

jossa:

$c_{CO_2,r}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) raakapakokaasussa [%]

$c_{CO_2,a}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{THC(C1),r}$  = THC(C1)-pitoisuus raakapakokaasussa [%]

$c_{THC(C1),a}$  = THC(C1)-pitoisuus ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{CO,r}$  = CO-pitoisuus (märkä) raakapakokaasussa [%]

$c_{CO,a}$  = CO-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$q_{mew}$  = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$M_e$  = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO<sub>2</sub> tai CO mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.



#### 4. Hiilivirta laimennusjärjestelmässä (paikka 3)

##### 4.1 CO<sub>2</sub>:n perusteella

Osavirtauslaimennusjärjestelmässä on otettava huomioon myös jakosuhte. Hiilivirta vastaavanlaisessa laimennusjärjestelmässä  $q_{mCp}$  [kg/s] (kun vastaavanlaisella tarkoitetaan järjestelmää, joka vastaa täysvirtausjärjestelmää, jossa koko pakokaasuvirta laimennetaan) määritetään laimennetusta CO<sub>2</sub>-pitoisuudesta, pakokaasun massavirrasta ja näytevirrasta. Uusi yhtälö (7-153) on muutoin identtinen yhtälön (7-151) kanssa, mutta siihen on lisätty laimennuskerroin  $q_{mdew}/q_{mp}$ .

$$q_{mCp} = \left( \frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12,011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \quad (7-153)$$

jossa:

$c_{CO_2,d}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{CO_2,a}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$q_{mdew}$  = laimennettu näytevirta osavirtauslaimennusjärjestelmässä [kg/s]

$q_{mew}$  = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$q_{mp}$  = osavirtauslaimennusjärjestelmään tulevan pakokaasunäytteen virta [kg/s]

$M_e$  = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO<sub>2</sub> mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

##### 4.2 CO<sub>2</sub>:n HC:n ja CO:n perusteella

Osavirtauslaimennusjärjestelmässä on otettava huomioon myös jakosuhte. Vaihtoehtona 4.1 kohdassa esitetylle pelkästään CO<sub>2</sub>:een perustuvalla laskelmalla voidaan hiilivirta vastaavanlaisessa laimennusjärjestelmässä  $q_{mCp}$  [kg/s] (kun vastaavanlaisella tarkoitetaan järjestelmää, joka vastaa täysvirtausjärjestelmää, jossa koko pakokaasuvirta laimennetaan) määrittää laimennetusta CO<sub>2</sub>-, HC- ja CO-pitoisuudesta, pakokaasun massavirrasta ja näytevirrasta. Uusi yhtälö (7-154) on muutoin identtinen yhtälön (7-152) kanssa, mutta siihen on lisätty laimennuskerroin  $q_{mdew}/q_{mp}$ .

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100} \right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12,011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \quad (7-154)$$

jossa:

$c_{CO_2,d}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [%]

$c_{CO_2,a}$  = CO<sub>2</sub>-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{THC(C1),d}$  = THC(C1)-pitoisuus laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{THC(C1),a}$  = THC(C1)-pitoisuus ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{CO,d}$  = CO-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{CO,a}$  = CO-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

- $q_{mdew}$  = laimennettu näytevirta osavirtauslaimennusjärjestelmässä [kg/s]  
 $q_{mew}$  = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]  
 $q_{mp}$  = osavirtauslaimennusjärjestelmään tulevan pakokaasunäytteen virta [kg/s]  
 $M_e$  = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO<sub>2</sub> tai CO mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi tämän liitteen 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

#### 5. Pakokaasun moolimassan laskeminen

Pakokaasun moolimassa lasketaan yhtälöstä (7-13) (ks. tämän liitteen 2.1.5.2 kohta).

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää seuraavia pakokaasun moolimassoja:

$$M_e \text{ (diesel)} = 28,9 \text{ g/mol}$$

$$M_e \text{ (nestekaasu)} = 28,6 \text{ g/mol}$$

$$M_e \text{ (maakaasu/biometaani)} = 28,3 \text{ g/mol}$$

$$M_e \text{ (benssiini)} = 29,0 \text{ g/mol}$$

---

## Lisäys 3

## Tilastot

## 1. Aritmeettinen keskiarvo

Aritmeettinen keskiarvo  $\bar{y}$  lasketaan yhtälöstä (7-155):

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} \quad (7-155)$$

## 2. Standardipoikkeama

Harhattoman näytteen (eli  $N-1$ ) standardipoikkeama  $\sigma$  lasketaan yhtälöstä (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{(N-1)}} \quad (7-156)$$

## 3. Neliöllinen keskiarvo

Neliöllinen keskiarvo  $rms_y$  lasketaan yhtälöstä (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i^2} \quad (7-157)$$

## 4. t-testi

Seuraavia yhtälöitä ja taulukkoa 7.8 käyttäen on tarkastettava, läpäisevätkö tiedot t-testin:

- a) Kun kyseessä on riippumattomien otosten t-testi, t-tunnusluku ja sen vapausasteiden määrä  $\nu$  lasketaan yhtälöistä (7-158) ja (7-159):

$$t = \frac{|\bar{y}_{\text{ref}} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_{\text{ref}}^2}{N_{\text{ref}}} + \frac{\sigma_y^2}{N}}} \quad (7-158)$$

$$\nu = \frac{\left(\frac{\sigma_{\text{ref}}^2}{N_{\text{ref}}} + \frac{\sigma_y^2}{N}\right)^2}{\frac{(\sigma_{\text{ref}}^2/N_{\text{ref}})^2}{N_{\text{ref}} - 1} + \frac{(\sigma_y^2/N)^2}{N - 1}} \quad (7-159)$$

- b) Kun kyseessä on parittaisten otosten t-testi, t-tunnusluku ja sen vapausasteiden määrä  $\nu$  lasketaan yhtälöstä (7-160) ottaen huomioon, että arvot  $\epsilon_i$  ovat virheitä (esim. eroja) kunkin arvon  $y_{\text{ref},i}$  ja arvon  $y_i$  muodostaman parin välillä:

$$t = \frac{|\bar{\epsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\epsilon} \quad \nu = N - 1 \quad (7-160)$$

- c) Taulukon 7.8 avulla verrataan arvoa  $t$  arvoihin  $t_{\text{crit}}$ , jotka on esitetty taulukossa vapausasteiden määrän mukaisesti. Jos  $t$  on pienempi kuin  $t_{\text{crit}}$ ,  $t$  läpäisee  $t$ -testin.

Taulukko 7.8

**Kriittiset  $t$ -arvot ja vapausasteiden määrä**

$\nu$	Luotettavuus	
	90 prosenttia	95 prosenttia
1	6,314	12,706
2	2,920	4,303
3	2,353	3,182
4	2,132	2,776
5	2,015	2,571
6	1,943	2,447
7	1,895	2,365
8	1,860	2,306
9	1,833	2,262
10	1,812	2,228
11	1,796	2,201
12	1,782	2,179
13	1,771	2,160
14	1,761	2,145
15	1,753	2,131
16	1,746	2,120
18	1,734	2,101
20	1,725	2,086
22	1,717	2,074
24	1,711	2,064
26	1,706	2,056
28	1,701	2,048
30	1,697	2,042
35	1,690	2,030
40	1,684	2,021
50	1,676	2,009
70	1,667	1,994
100	1,660	1,984
1 000+	1,645	1,960

Arvot, joita ei ole esitetty taulukossa, määritetään lineaarisen interpoloinnin avulla.

## 5. F-testi

F-tunnusluku lasketaan yhtälöstä (7-161):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \quad (7-161)$$

- a) F-testissä, jonka luottamustaso on 90 prosenttia, verrataan taulukon 7.9 avulla arvoa  $F$  arvoihin  $F_{\text{crit}90}$ , jotka on taulukoitu arvojen  $(N-1)$  ja  $(N_{\text{ref}}-1)$  mukaisesti. Jos  $F$  on pienempi kuin  $F_{\text{crit}90}$ ,  $F$  läpäisee  $F$ -testin 90 prosentin luottamustasolla.
- b) F-testissä, jonka luottamustaso on 95 prosenttia, verrataan taulukon 7.10 avulla arvoa  $F$  arvoihin  $F_{\text{crit}95}$ , jotka on taulukoitu arvojen  $(N-1)$  ja  $(N_{\text{ref}}-1)$  mukaisesti. Jos  $F$  on pienempi kuin  $F_{\text{crit}95}$ ,  $F$  läpäisee  $F$ -testin 95 prosentin luottamustasolla.

## 6. Kaltevuus

Regressiolinjan kaltevuus  $a_{1y}$  lasketaan yhtälöstä (7-162):

$$a_{1y} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}) \cdot (y_{\text{ref}i} - \bar{y}_{\text{ref}})}{\sum_{i=1}^N (y_{\text{ref}i} - \bar{y}_{\text{ref}})^2} \quad (7-162)$$

## 7. Leikkauspiste

Regressiolinjan leikkauspiste  $a_{0y}$  lasketaan yhtälöstä (7-163):

$$a_{0y} = \bar{y} - (a_{1y} \cdot \bar{y}_{\text{ref}}) \quad (7-163)$$

## 8. Estimaatin keskivirhe

Estimaatin keskivirhe  $SEE$  lasketaan yhtälöstä (7-164):

$$SEE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{\text{ref}i})]^2}{N - 2}} \quad (7-164)$$

## 9. Determinaatiokerroin

Determinaatiokerroin  $r^2$  lasketaan yhtälöstä (7-165):

$$r_y^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N [y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{\text{ref}i})]^2}{\sum_{i=1}^N [y_i - \bar{y}]^2} \quad (7-165)$$

*Lisäys 4***VUODEN 1980 KANSAINVÄLINEN PAINOVOIMAN LASKENTAKAAVA**

Maan vetovoiman aiheuttama kiihtyvyys  $a_g$  vaihtelee sijaintipaikan mukaan, ja arvo  $a_g$  lasketaan kulloisenkin leveysasteen mukaan yhtälöstä (7-166):

$$a_g = 9,7803267715 [1 + 5,2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \vartheta + 2,32718 \times 10^{-5} \sin^4 \vartheta + 1,262 \times 10^{-7} \sin^6 \vartheta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \vartheta] \quad (7-166)$$

jossa:

$\vartheta$  = astetta pohjoista tai eteläistä leveyttä.

---

## Lisäys 5

**Hiukkasten lukumäärän laskeminen****1. Hiukkasten lukumäärän määrittäminen****1.1 Ajallinen yhdenmukaistaminen**

Osavirtauslaimennusjärjestelmän tapauksessa viipymisaika hiukkasnäytteenotto- ja hiukkasmittausjärjestelmässä otetaan huomioon sovittamalla hiukkasmääräsignaali ja testisykli sekä pakokaasun massavirta ajallisesti yhteen liitteessä VI olevassa 8.2.1.2 kohdassa määritellyn menetelmän mukaisesti. Hiukkasnäytteenotto- ja hiukkasmittausjärjestelmän muunnos aika määritetään tämän liitteen VI lisäyksessä 1 olevan 2.1.3.7 kohdan mukaisesti.

**1.2 Hiukkasmäärän määrittäminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC:ssä osavirtauslaimennusjärjestelmällä**

Kun hiukkasnäyte otetaan osavirtauslaimennusjärjestelmällä liitteessä VI olevassa 9.2.3 kohdassa vahvistettujen eritelmien mukaisesti, hiukkasmäärä testisyklin aikana lasketaan yhtälöstä (7-167):

$$N = \frac{m_{edf}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (7-167)$$

jossa:

$N$  on hiukkasmäärä testisyklin aikana [#testi],

$m_{edf}$  on ekvivalentti laimennetun pakokaasun massa syklin aikana, [kg/testi], yhtälöstä (7-45) (2.3.1.1.2 kohta),

$k$  on kalibrointikerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibrointikerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, edellä olevassa yhtälössä käytetään  $k$ :n arvona arvoa 1 (7-167),

$\bar{c}_s$  on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasia/kuutiosenttimetri,

$\bar{f}_r$  on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7-168)$$

jossa:

$c_{s,i}$  on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittausta laimennetun pakokaasun hiukkaspitoisuudesta koinsidenssikorjattuna ja korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$n$  on testin aikana tehtyjen hiukkaspitoisuusmittausten määrä.

**1.3 Hiukkasmäärän määrittäminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC:ssä täysvirtauslaimennusjärjestelmällä**

Kun hiukkasnäyte otetaan täysvirtauslaimennusjärjestelmällä liitteessä VI olevassa 9.2.2 kohdassa vahvistettujen eritelmien mukaisesti, hiukkasmäärä testisyklin aikana lasketaan yhtälöstä (7-169):

$$N = \frac{m_{edf}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6 \quad (7-169)$$

jossa:

$N$  on hiukkasmäärä testisyklin aikana [# / testi],

$m_{ed}$  on laimennetun pakokaasun kokonaisvirta syklin aikana, lasketaan jollakin liitteessä VII olevassa 2.2.4.1–2.2.4.3 kohdassa kuvatulla menetelmällä, kg / testi

$k$  on kalibroitinkerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibroitinkerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, yhtälössä (7-169) käytetään  $k$ :n arvona arvoa 1,

$\bar{c}_s$  on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen korjattu hiukkaspitoisuus korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasia / kuutiosenttimetri,

$\bar{f}_r$  on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7-170)$$

jossa:

$c_{s,i}$  on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittausta laimennetun pakokaasun hiukkaspitoisuudesta koinsidenssikorjattuna ja korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta / kuutiosenttimetri,

$n$  on testin aikana tehtyjen hiukkaspitoisuusmittausten määrä.

#### 1.4 Hiukkasmäärän määrittäminen erillisten moodien NRSC:ssä osavirtauslaimennusjärjestelmällä

Kun hiukkasnäyte otetaan osavirtauslaimennusjärjestelmällä liitteessä VI olevassa 9.2.3 kohdassa vahvistettujen eritelmien mukaisesti, hiukkaspäästöjen määrä kunkin yksittäisen erillisen moodin testin aikana lasketaan yhtälöstä (7-171) käyttäen moodin keskimääräisiä arvoja:

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1,293} \times k \times \bar{c}_s \times \bar{f}_r \times 10^6 \times 3\,600 \quad (7-171)$$

jossa:

$\dot{N}$  on hiukkaspäästöjen määrä yksittäisen erillisen moodin testin aikana, [# / h],

$q_{medf}$  on yhtälöstä (7-51) (2.3.2.1 kohta) määritetty ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) yksittäisen erillisen moodin testin aikana [kg / s],

$k$  on kalibroitinkerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibroitinkerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, yhtälössä (1-171) käytetään  $k$ :n arvona arvoa 1,

$\bar{c}_s$  on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus yksittäisen erillisen moodin testin aikana korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta / kuutiosenttimetri,

$\bar{f}_r$  on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.



kun:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7-172)$$

jossa:

$c_{s,i}$  on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittausta laimennetun pakokaasun hiukkaspitoisuudesta koinsidenssikorjattuna ja korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$n$  yksittäisen erillisen moodin testin näytteenottoaikana tehtyjen hiukkaspitoisuusmittausten määrä

## 1.5 Hiukkasmäärän määrittäminen erillisten moodien testisykleissä täysvirtauslaimennusjärjestelmällä

Kun hiukkasnäyte otetaan täysvirtauslaimennusjärjestelmällä liitteessä VI olevassa 9.2.2 kohdassa vahvistettujen eritelmien mukaisesti, hiukkaspäästöjen määrä kunkin yksittäisen erillisen moodin testin aikana lasketaan yhtälöstä (7-173) käyttäen moodin keskimääräisiä arvoja:

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1,293} \times k \times \bar{c}_s \times \bar{f}_r \times 10^6 \times 3\,600 \quad (7-173)$$

jossa:

$\dot{N}$  on hiukkaspäästöjen määrä yksittäisen erillisen moodin testin aikana, [# /h],

$q_{mdew}$  on laimennetun pakokaasun kokonaismassavirta (märkä) yksittäisen erillisen moodin testin aikana [kg/s],

$k$  on kalibrointikerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibrointikerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, yhtälössä (7-173) käytetään  $k$ :n arvona arvoa 1,

$\bar{c}_s$  on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus yksittäisen erillisen moodin testin aikana korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$\bar{f}_r$  on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7-174)$$

jossa:

$c_{s,i}$  on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittausta laimennetun pakokaasun hiukkaspitoisuudesta koinsidenssikorjattuna ja korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$n$  yksittäisen erillisen moodin testin näytteenottoaikana tehtyjen hiukkaspitoisuusmittausten määrä.

## 2. Testitulokset

### 2.1 Ominaispäästön laskeminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC:ssä

Kunkin sovellettavan yksittäisen RMC:n, kuumakäynnistys-NRTC:n ja kylmäkäynnistys-NRTC:n ominaispäästöt hiukkasmäärinä/kWh lasketaan yhtälöstä (7-175):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7-175)$$

jossa:

$N$  on hiukkasten lukumäärä sovellettavassa RMC:ssä, kuumakäynnistys NRTC:ssä tai kylmäkäynnistys-NRTC:ssä,

$W_{act}$  liitteessä VI olevan 7.8.3.4 kohdan mukainen syklin kokonaistyö [kWh].

Kun kyseessä on jaksoittaisella pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmän regeneroinnilla varustettu moottori (ks. liitteessä VI oleva 6.6.2 kohta), RMC:ssä ominaispäästöt korjataan sovellettavalla kertovalla mukautustekijällä tai sovellettavalla summaavalla mukautustekijällä. Jos testin aikana ei tapahtunut jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää ylöspäin ( $k_{ru,m}$  tai  $k_{ru,a}$ ). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ( $k_{rd,m}$  tai  $k_{rd,a}$ ).

Porrastetun moodin testisyklissä lopullinen tulos mukautetaan myös sovellettavalla kertovalla tai summaavalla huononemiskertoimella, joka on määritetty liitteen III vaatimusten mukaisesti.

### 2.1.1 Painotettu keskimääräinen NRTC-testitulos

NRTC-testin lopullinen testitulos on painotettu keskiarvo kylmäkäynnistysajosta ja kuumakäynnistysajosta (mahdollinen jaksoittainen regeneraatio mukaan luettuna), ja se lasketaan yhtälöstä (7-176) tai (7-177):

a) kertoimella tehtävän regeneraatioopeuttamisen tapauksessa tai kun kyse on moottoreista, joissa ei ole jaksoittaiseen regeneraatioon perustuvaa pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmää

$$e = k_r \left( \frac{(0,1 \times N_{cold}) + (0,9 \times N_{hot})}{(0,1 \times W_{act,cold}) + (0,9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7-176)$$

Lisättävällä tekijällä tehtävän regeneraatioopeutuksen tapauksessa

$$e = k_r + \left( \frac{(0,1 \times N_{cold}) + (0,9 \times N_{hot})}{(0,1 \times W_{act,cold}) + (0,9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7-177)$$

jossa:

$N_{cold}$  on hiukkasten kokonaismäärä NRTC:n kylmäkäynnistysajon aikana,

$N_{hot}$  on hiukkasten kokonaismäärä NRTC:n kuumakäynnistysajon aikana,

$W_{act,cold}$  on syklin kokonaistyö kylmäkäynnistys-NRTC:n aikana liitteessä VI olevan 7.8.3.4 kohdan mukaisesti [kWh],

$W_{act,hot}$  on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC:n aikana liitteessä VI olevan 7.8.3.4 kohdan mukaisesti [kWh],

$k_r$  regeneraatioopeutus liitteessä VI olevan 6.6.2 kohdan mukaisesti tai kun kyse on moottoreista, joissa ei ole jaksoittaiseen regeneraatioon perustuvaa pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmää;  $k_r = 1$

Jos testin aikana ei tapahtunut jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää ylöspäin ( $k_{ru,m}$  tai  $k_{ru,a}$ ). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ( $k_{rd,m}$  tai  $k_{rd,a}$ ).

Tulos, johon tapauksen mukaan sisältyy jaksoittaisen regeneraation mukautustekijä, mukautetaan myös sovellettavalla kertovalla tai summaavalla huononemiskertoimella, joka on määritetty liitteen III vaatimusten mukaisesti.

## 2.2 Ominaispäästön laskeminen erillisten moodien NRSC-testeissä

Ominaispäästöt  $e$  [# / kWh] lasketaan yhtälöstä (7-178):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7-178)$$

jossa:

$P_i$  on moottorin teho moodissa  $i$  [kW], kun  $P_i = P_{m,i} + P_{auxi}$  (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

$WF_i$  on painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

$N_i$  on moodin  $i$  keskimääräinen päästön hiukaspäästövirta (PN) [#h] yhtälöstä (7-171) tai (7-173) laimennusmenetelmän mukaisesti.

Kun kyseessä on jaksoittaisella pakokaasun jälkikäsitelyjärjestelmän regeneroinnilla varustettu moottori (ks. liitteessä VI oleva 6.6.2 kohta), ominaispäästöt korjataan sovellettavalla kertovalla mukautustekijällä tai sovellettavalla summaavalla mukautustekijällä. Jos testin aikana ei tapahtunut jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää ylöspäin ( $k_{ru,m}$  tai  $k_{ru,a}$ ). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ( $k_{rd,m}$  tai  $k_{rd,a}$ ). Jos kullekin moodille on määritetty mukautustekijät, niitä sovelletaan kuhunkin moodiin laskettaessa painotettua päästötulosta yhtälöllä (7-178).

Tulos, johon tapauksen mukaan sisältyy jaksoittaisen regeneraation mukautustekijä, mukautetaan myös sovellettavalla kertovalla tai summaavalla huononemiskertoimella, joka on määritetty liitteen III vaatimusten mukaisesti.

### 2.3 Lopullisten tulosten pyöristäminen

Lopulliset NRTC-testitulokset ja painotetut keskimääräiset NRTC-testitulokset pyöristetään yhdessä vaiheessa kolmen merkitsevän numeron tarkkuuteen ASTM E 29–06B:n mukaisesti. Välitulosten, joiden kautta saadaan lopullinen ominaispäästö, pyöristäminen on sallittua.

### 2.4 Taustahiukkasmäärän määrittäminen

2.4.1 Laimennustunnelin taustahiukkaspitoisuuden määrittämiseksi voidaan moottorin valmistajan pyynnöstä ottaa näyte kyseisistä pitoisuuksista ennen testiä tai sen jälkeen kohdasta, joka sijaitsee virtaussuunnassa hiukkas- ja hiilivetyosuodattimien alapuolella ennen hiukasmäärän mittausjärjestelmää.

2.4.2 Tunnelin taustahiukkaspitoisuuksia ei saa vähentää tyyppihyväksyntää varten, mutta niitä voidaan valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen ennakkohyväksynnän perusteella käyttää tuotannon vaatimustenmukaisuuden testaamiseen, jos voidaan osoittaa, että tunnelin taustapitoisuuden osuus on merkittävän suuruinen, jolloin se voidaan vähentää laimennetusta pakokaasusta mitatuista arvoista.

---

## Lisäys 6

## Ammoniakkipäästöjen laskeminen

## 1. Keskipitoisuuden laskeminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC:ssä

Pakokaasun keskimääräinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus testisyklin aikana  $c_{\text{NH}_3}$  [ppm] määritetään integroimalla hetkelliset arvot koko syklin ajalta. Sovelletaan yhtälöä (7-179):

$$c_{\text{NH}_3} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{NH}_3,i} \quad (7-180)$$

jossa:

$c_{\text{NH}_3,i}$  on pakokaasun hetkellinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus [ppm]

$n$  on mittausten lukumäärä

NRTC-testin osalta lopullinen testitulok lasketaan yhtälöstä (7-180):

$$c_{\text{NH}_3} = (0,1 \times c_{\text{NH}_3,\text{cold}}) + (0,9 \times c_{\text{NH}_3,\text{hot}}) \quad (7-181)$$

jossa:

$c_{\text{NH}_3,\text{cold}}$  on kylmäkäynnistys-NRTC:n keskimääräinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus [ppm]

$c_{\text{NH}_3,\text{hot}}$  on kuumakäynnistys-NRTC:n keskimääräinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus [ppm]

## 2. Keskipitoisuuden laskeminen erillisten moodien NRSC-testeissä

Pakokaasun keskimääräinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus testisyklin aikana  $c_{\text{NH}_3}$  [ppm] määritetään mittaamalla keskipitoisuus kussakin moodissa ja painottamalla tulos testisykliin sovellettavilla painotuskertoimilla. Sovelletaan yhtälöä (7-181):

$$c_{\text{NH}_3} = \sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} \bar{c}_{\text{NH}_3,i} \cdot WF_i \quad (7-181)$$

jossa:

$\bar{c}_{\text{NH}_3,i}$  on pakokaasun keskimääräinen  $\text{NH}_3$ -pitoisuus moodissa  $i$  [ppm]

$N_{\text{mode}}$  on moodien lukumäärä testisyklin aikana

$WF_i$  on painotuskerroin moodissa  $i$  [-]

## LIITE VIII

**Kaksipolttoainemoottoreihin sovellettavat suorituskykyvaatimukset ja testausmenettelyt****1. Soveltamisala**

Tätä liitettä sovelletaan kaksipolttoainemoottoreihin asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 18 kohdan määritelmän mukaisesti, kun ne toimivat samanaikaisesti nestemäisellä ja kaasumaisella polttoaineella (kaksipolttoainetila).

Tätä liitettä ei sovelleta moottorien testaukseen, kaksipolttoainemoottorit mukaan lukien, kun ne toimivat pelkästään nestemäisellä tai kaasumaisella polttoaineella (eli kun kaasunergiasuhde on arvoltaan joko 1 tai 0 polttoainetyypin mukaan). Siinä tapauksessa vaatimukset ovat samat kuin minkä tahansa yksipolttoainemoottorin osalta.

Sellaisten moottorien tyyppihyväksynnässä, jotka toimivat samanaikaisesti useamman kuin yhden nestemäisen polttoaineen ja yhden kaasumaisen polttoaineen yhdistelmällä tai yhden nestemäisen polttoaineen ja useamman kuin yhden kaasumaisen polttoaineen yhdistelmällä, on noudatettava uusia tekniikoita tai uusia ratkaisuja koskevaa menettelyä, josta säädetään asetuksen (EU) 2016/1628 33 artiklassa.

**2. Määritelmät ja lyhenteet**

Tässä liitteessä sovelletaan seuraavia määritelmiä:

- 2.1 'Kaasuenergiasuhteella' tai 'GER:llä' tarkoitetaan asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 20 kohdassa määriteltä, alempaan lämpöarvoon perustuvaa kaasuenergiasuhdetta;
- 2.2 'GER<sub>cycle</sub>:llä' tarkoitetaan keskimääräistä kaasuenergiasuhdetta, kun moottoria käytetään sovellettavalla moottorin testisyklillä;
- 2.3 'Tyypin 1A kaksipolttoainemoottorilla' tarkoitetaan joko
- moottorialaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ), joka ei joutokäynnillä käytä yksinomaan nestemäistä polttoainetta ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa; tai
  - muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRSC} \geq 0,9$ ), joka ei joutokäynnillä käytä yksinomaan nestemäistä polttoainetta ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa;
- 2.4 'Tyypin 1B kaksipolttoainemoottorilla' tarkoitetaan joko
- moottorialaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ), joka ei joutokäynnillä käytä yksinomaan nestemäistä polttoainetta kaksipolttoainetilassa ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila; tai
  - muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRSC} \geq 0,9$ ), joka ei joutokäynnillä käytä yksinomaan nestemäistä polttoainetta kaksipolttoainetilassa ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila;
- 2.5 'Tyypin 2A kaksipolttoainemoottorilla' tarkoitetaan joko
- moottorialaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 prosenttia ( $0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ ), ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa tai joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ), mutta joka käyttää joutokäynnillä yksinomaan nestemäistä polttoainetta ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa; tai
  - muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 prosenttia ( $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$ ), ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa tai joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRSC} \geq 0,9$ ), mutta joka käyttää joutokäynnillä yksinomaan nestemäistä polttoainetta ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa;

- 2.6 'Tyypin 2B kaksipolttoainemoottorilla' tarkoitetaan joko
- moottorialaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 prosenttia ( $0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ ), ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila tai joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ), ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila mutta joka voi käyttää joutokäynnillä yksinomaan nestemäistä polttoainetta kaksipolttoainetilassa; tai
  - muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 prosenttia ( $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$ ), ja jolla ei ole nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa tai joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 prosenttia ( $GER_{NRSC} \geq 0,9$ ), ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila mutta joka voi käyttää joutokäynnillä yksinomaan nestemäistä polttoainetta kaksipolttoainetilassa;
- 2.7 'Tyypin 3B kaksipolttoainemoottorilla' tarkoitetaan joko
- moottorialaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii kuumakäynnistys-NRTC-testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on enintään 10 prosenttia ( $GER_{NRTC, hot} \leq 0,1$ ) ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila; tai
  - muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan  $NRE\ 19 \leq kW \leq 560$  kuuluvaa kaksipolttoainemoottoria, joka toimii NRSC-syklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on enintään 10 prosenttia ( $GER_{NRSC} \leq 0,1$ ), ja jolla on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila.

### 3. Kaksipolttoainemoottoria koskevat hyväksynnän lisävaatimukset

#### 3.1 Moottorit, joissa on käyttäjän säädettävissä oleva GER-sykli

Tietyissä moottorityypissä  $GER_{cycle}$ -arvoa voidaan alentaa enimmäisarvosta käyttäjän säädettävissä olevalla säätimellä, jolloin  $GER_{cycle}$ -vähimmäisarvoa ei saa rajoittaa, vaan moottorin täytyy voida saavuttaa päästöjen raja-arvot millä tahansa valmistajan sallimalla  $GER_{cycle}$ -arvolla.

### 4. Yleiset vaatimukset

#### 4.1 Kaksipolttoainemoottorien toimintatilat

##### 4.1.1 Edellytykset kaksipolttoainemoottorin toiminnalle nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa

Kaksipolttoainemoottori voi toimia nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa vain, jos se on nestemäistä polttoainetta käyttävää tilaa varten saanut kaikkien tämän asetuksen vaatimusten mukaisen sertifiointin, joka koskee toimintaa yksinomaan tietyllä nestemäisellä polttoaineella.

Kun kaksipolttoainemoottori kehitetään jo sertifioidusta nestemäistä polttoainetta käyttävästä moottorista, edellytetään nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan uutta EU-tyyppihyväksyntätodistusta.

##### 4.1.2 Edellytykset, joilla kaksipolttoainemoottori voi joutokäynnillä käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta

###### 4.1.2.1 Tyypin 1A kaksipolttoainemoottorit eivät saa joutokäynnillä käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta, paitsi kun 4.1.3 kohdassa määritellyt moottorin lämmitystä ja käynnistystä koskevat edellytykset täyttyvät.

###### 4.1.2.2 Tyypin 1B kaksipolttoainemoottorit eivät saa joutokäynnillä käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta kaksipolttoainetilassa.

###### 4.1.2.3 Tyypin 2A, 2B ja 3B kaksipolttoainemoottorit voivat joutokäynnillä käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta.

##### 4.1.3 Edellytykset, joilla kaksipolttoainemoottori voi lämmitys- tai käynnistysvaiheessa käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta

###### 4.1.3.1 Tyypin 1B, 2B tai 3B kaksipolttoainemoottori voi lämmitys- tai käynnistysvaiheessa käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta. Siinä tapauksessa, että päästöjenrajoitusstrategia on kaksipolttoainetilassa lämmitys- tai käynnistysvaiheessa sama kuin vastaava päästöjenrajoitusstrategia nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa, moottori voi lämmitys- tai käynnistysvaiheessa toimia kaksipolttoainetilassa. Jos tämä edellytys ei täyty, ollessaan nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa moottori saa lämmitys- tai käynnistysvaiheessa käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta.

4.1.3.2 Tyypin 1A tai 2A kaksipolttoainemoottori voi lämmitys- tai käynnistysvaiheessa käyttää ainoastaan nestemäistä polttoainetta. Tässä tapauksessa kyseinen strategia on ilmoitettava päästöjenrajoituksen lisästrategiaksi (AECS) ja seuraavien lisävaatimusten on täyttyvä:

4.1.3.2.1 strategian on deaktivoitettava, kun jäähdytysaineen lämpötila on saavuttanut arvon 343 K (70 °C), tai 15 minuutin kuluttua strategian aktivoitumisesta, sen mukaan kumpi tapahtuu ensin; ja

4.1.3.2.2 huoltotilan on aktivoitettava, kun strategia on aktiivinen.

4.2 Huoltotila

4.2.1 Edellytykset kaksipolttoainemoottorin toiminnalle huoltotilassa

Kun moottori toimii huoltotilassa, sitä koskee käyttörajoitus ja se on tilapäisesti vapautettu tässä asetuksessa kuvattujen, pakokaasupäästöihin ja typen oksidien poistoon liittyvien vaatimusten noudattamisesta.

4.2.2 Käyttörajoitus huoltotilassa

4.2.2.1 Muita moottoriluokkia kuin IWP, IWA, RLL ja RLR koskeva vaatimus

Liikkuviin työkoneisiin, joihin on asennettu muuhun moottoriluokkaan kuin luokkaan IWP, IWA, RLL tai RLR kuuluva kaksipolttoainemoottori, joka toimii huoltotilassa, sovellettava käyttörajoitus on se, jonka liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5.4 kohdassa tarkoitettu käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä aktivoi.

Turvallisuuskäyttökohtien huomioon ottamiseksi ja itsekorjaavan diagnostiikan mahdollistamiseksi käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminnon, joka antaa käyttöön moottorin täyden tehon, käyttäminen on sallittua liitteen IV lisäyksessä 1 olevan 5.5 kohdan mukaisesti.

Liitteessä IV esitettyjen varoitusjärjestelmien ja kuljettajan toimenpiteitä vaativien järjestelmien aktivoituminen tai deaktivoituminen ei saa muutoin deaktivoida käyttörajoitusta.

Huoltotilan aktivointi ja deaktivointi eivät saa aktivoida tai deaktivoida liitteessä IV vahvistettuja varoitusjärjestelmiä ja kuljettajan toimenpiteitä vaativia järjestelmiä.

4.2.2.2 Moottoriluokkia IWP, IWA, RLL ja RLR koskeva vaatimus

Turvallisuuskäyttökohtien huomioon ottamiseksi moottoriluokkiin IWP, IWA, RLL ja RLR kuuluvien moottorien toiminta huoltotilassa sallitaan ilman moottorin vääntömomenttia tai pyörimisnopeutta koskevia rajoituksia. Tässä tapauksessa aina kun käyttörajoitus aktivoituu 4.2.2.3 kohdan mukaisesti, huoltotilan ollessa aktivoituna liikkuvan työkoneen tietokone tallentaa kaikki moottorin käyttöhäiriöt haihtumattomaan tietokonemuistiin siten, että tietoja ei voi tarkoituksellisesti poistaa.

Kansallisten tarkastusviranomaisten on voitava lukea kyseiset tiedot lukulaitteella.

4.2.2.3 Käyttörajoituksen aktivoituminen

Käyttörajoituksen on aktivoitettava automaattisesti, kun huoltotila aktivoituu.

Jos huoltotila aktivoituu 4.2.3 kohdan mukaisesti kaasunsyöttöjärjestelmän virhetoiminnan vuoksi, käyttörajoituksen on aktivoitettava 30 minuutin toiminta-ajan kuluttua huoltotilan aktivoitumisesta.

Jos huoltotila aktivoituu kaasumaisen polttoaineen tyhjän säiliön vuoksi, käyttörajoituksen on aktivoitettava heti, kun huoltotila aktivoituu.

4.2.2.4 Käyttörajoituksen deaktivoituminen

Käyttörajoitusjärjestelmän on deaktivoidettava, kun moottori ei enää toimi huoltotilassa.

#### 4.2.3 Kaasumaisen polttoaineen saatavuuden loppuminen kaksipolttoainetilassa

Jotta liikkuva työkone voi siirtyä turvalliseen paikkaan, kun havaitaan, että kaasumaisen polttoaineen säiliö on tyhjä tai että kaasunsyöttöjärjestelmässä on virhetoiminta,

- a) tyyppien 1A ja 2A kaksipolttoainemoottoreissa on aktivoitava huoltotila;
- b) tyyppien 1B, 2B ja 3B kaksipolttoainemoottoreiden on toimittava nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.

##### 4.2.3.1 Kaasumaista polttoainetta ei saatavilla – kaasumaisen polttoaineen säiliö tyhjä

Huoltotilan tai tapauksen mukaan 4.2.3 kohdan mukaisesti nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan on aktivoiduttava heti, kun moottorijärjestelmä on havainnut, että kaasumaisen polttoaineen säiliö on tyhjä.

Kun kaasun saatavuus säiliössä saavuttaa jälleen tason, joka aiheutti 4.3.2 kohdassa kuvatun tyhjää säiliötä koskevan varoitusjärjestelmän aktivoitumisen, huoltotila voidaan deaktivoida tai tarvittaessa kaksipolttoainetila voidaan aktivoida uudelleen.

##### 4.2.3.2 Kaasumaista polttoainetta ei saatavilla – kaasunsyötön virhetoiminta

Kun kaasunsyötön virhetoiminta aiheuttaa sen, että kaasumaista polttoainetta ei ole saatavilla, huoltotilan tai tapauksen mukaan 4.2.3 kohdan mukaisesti nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan on aktivoiduttava.

Heti kun kaasumaista polttoainetta on saatavilla, huoltotila voidaan deaktivoida tai tarvittaessa kaksipolttoainetila voidaan aktivoida uudelleen.

#### 4.3 Kaksipolttoaineilmaisimet

##### 4.3.1 Kaksipolttoainetilan ilmaisimien

Liikkuvien työkoneiden on annettava käyttäjälle visuaalinen osoitus moottorin toimintatilasta (kaksipolttoainetila, nestemäistä polttoainetta käyttävä tila tai huoltotila).

Tämän tietojen ilmaisimen ominaispiirteet ja sijainti ovat alkuperäisen laitevalmistajan päätettävissä, ja se voi olla osana muuta visuaalista ilmoitusjärjestelmää.

Ilmaisinta voidaan täydentää tekstinäytöllä. Tässä kohdassa tarkoitettujen ilmoitusten näyttämiseen käytettävä järjestelmä voi olla sama, jota käytetään tyypin oksidien poiston valvontajärjestelmässä tai muihin kunnossapitotarkoituksiin.

Kaksipolttoainetilan ilmaisimen visuaalinen elementti ei saa olla sama, jota käytetään tyypin oksidien poiston valvontajärjestelmässä tai muihin moottorin kunnossapitotarkoituksiin.

Turvallisuushälytykset ovat aina ensisijaisia toimintatilan ilmaisimeen nähden.

##### 4.3.1.1 Kaksipolttoainetilan ilmaisimien on asetettava huoltotilaan heti, kun huoltotila aktivoituu (eli ennen kuin se todellisuudessa tulee aktiiviseksi) ja ilmaisimen on oltava tässä tilassa niin kauan kuin huoltotila on aktiivinen.

##### 4.3.1.2 Kaksipolttoainetilan ilmaisimien on asetettava vähintään yhdeksi minuutiksi kaksipolttoainetilaan tai nestemäistä polttoainetta käyttävään tilaan heti, kun moottorin toimintatila on vaihtunut nestemäistä polttoainetta käyttävästä tilasta kaksipolttoainetilaan tai päinvastoin. Tämä ilmoitus vaaditaan vähintään yhden minuutin ajan, kun virta-avain on väliasennossa, tai valmistajan pyynnöstä moottoria käynnistettäessä. Ilmoitus on annettava myös käyttäjän pyynnöstä.

##### 4.3.2 Tyhjää kaasumaisen polttoaineen säiliötä koskeva varoitusjärjestelmä (kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmä)

Kaksipolttoainemoottorilla varustetuissa liikkuvissa työkoneissa on oltava kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmä, joka varoittaa käyttäjää, kun kaasumaisen polttoaineen säiliö on pian tyhjenemässä.

Kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmän on pysyttävä aktiivisena, kunnes säiliö täytetään tasolle, joka ylittää tason, jolla varoitusjärjestelmä aktivoituu.



Muut tärkeitä turvallisuuteen liittyviä viestejä sisältävät signaalit voivat tilapäisesti keskeyttää kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmän toiminnan.

Kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmää ei saa olla mahdollista kytkeä pois toiminnasta lukulaitteen avulla, jos varoituksen aktivoitumisen syytä ei ole poistettu.

#### 4.3.2.1 Kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmän ominaispiirteet

Kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmä koostuu visuaalisesta hälytysjärjestelmästä (ikoni, piktogrammi jne.), joka on valmistajan valittavissa.

Siihen voi valmistajan valinnan mukaisesti sisältyä äänimerkki. Tässä tapauksessa käyttäjälle voidaan antaa mahdollisuus kytkeä äänimerkki pois päältä.

Kaksipolttoainetilän ilmaisimen visuaalinen elementti ei saa olla sama, jota käytetään typen oksidien poiston valvontajärjestelmässä tai muihin moottorin kunnossapitotarkoituksiin.

Kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmässä voidaan lisäksi esittää lyhyitä viestejä, kuten viestejä, joissa selkeästi ilmaistaan jäljellä oleva matka tai aika ennen käyttörajoituksen aktivoitua.

Tässä kohdassa tarkoitettujen varoitusten tai ilmoitusten näyttämiseen käytettävä järjestelmä voi olla sama, jota käytetään typen oksidien poiston valvontajärjestelmään liittyvien varoitusten tai viestien tai muihin kunnossapitotarkoituksiin liittyvien varoitusten tai viestien näyttämiseen.

Pelastustoimissa tai puolustusvoimien, väestönsuojeluviranomaisten, palolaitosten ja yleisen järjestyksen ylläpitämisestä vastuussa olevien viranomaisten käyttöön tarkoitetut liikkuvat työkoneet voidaan varustaa järjestelmällä, jonka avulla käyttäjä voi himmentää varoitusjärjestelmän tuottamat visuaaliset varoitukset.

#### 4.4 Ilmoitettu vääntömomentti

##### 4.4.1 Ilmoitettu vääntömomentti kun kaksipolttoainemoottori toimii kaksipolttoainetilassa

Kun kaksipolttoainemoottori toimii kaksipolttoainetilassa,

- vääntömomentin vertailukäyrä on se, joka saadaan, kun moottoria testataan moottoritestipenkissä kaksipolttoainetilassa;
- todelliset kirjatut vääntömomentit (osoitettu vääntömomentti ja kitkamomentti) ovat kaksipolttoaineisen palamisen tulosta eivätkä ainoastaan nestemäisen polttoaineen käytöllä saatuja.

##### 4.4.2 Ilmoitettu vääntömomentti kun kaksipolttoainemoottori toimii nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa

Kun kaksipolttoainemoottori toimii nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa, vääntömomentin viitekäyrä on se, joka saadaan, kun moottoria testataan moottoritestipenkissä nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.

#### 4.5 Lisävaatimukset

##### 4.5.1 Kaksikäyttömoottoreissa käytettävien sopeutuvien strategioiden on täytettävä liitteen IV vaatimusten lisäksi myös seuraavat vaatimukset:

- moottori on edelleen samaa kaksipolttoainemoottorin tyyppiä (eli tyyppi 1A, 2B jne.), joka on ilmoitettu EU-tyyppihyväksyttäväksi; ja
- kun kyseessä on tyyppi 2 moottori, saatava ero perheen suurimman ja pienimmän  $GER_{cycle}$ -arvon välillä ei koskaan ole suurempi kuin 3.1.1 kohdassa vahvistettu prosenttiosuus, 3.2.1 kohdassa sallittua poikkeusta lukuun ottamatta.

#### 4.6 Tyyppihyväksyntä edellyttää, että alkuperäiselle laitevalmistajalle ja loppukäyttäjille toimitetaan liitteiden XIV ja XV vaatimusten mukaiset ohjeet, jotka koskevat kaksipolttoainemoottorin asentamista ja käyttöä, mukaan luettuna 4.2 kohdassa tarkoitettu huoltotila ja 4.3 kohdassa tarkoitettu kaksipolttoainetilän ilmaisijärjestelmä.

## 5. Suorituskykyä koskevat vaatimukset

- 5.1 Suorituskykyä koskevat vaatimukset, päästöjen raja-arvot mukaan luettuina, ja kaksipolttainemoottoreiden tyyppihyväksyntään sovellettavat vaatimukset ovat samat kuin mihin tahansa vastaavaan moottoriluokkaan kuuluvaan moottoriin sovellettavat vaatimukset, siten kuin säädetään tässä asetuksessa ja asetuksessa (EU) 2016/1628, ellei tässä liitteessä muuta säädetä.
- 5.2 Hiilivetyypäästöraja moottorin toimiessa kaksipolttainetilassa määritetään tietyn testisyklin ajalta käyttäen keskimääräistä kaasunergiasuhdetta (GER) asetuksen (EU) 2016/1628 liitteen II mukaisesti.
- 5.3 Päästöjenrajoitusstrategioita koskevat tekniset vaatimukset, mukaan lukien kyseisten strategioiden osoittamiseksi edellytettävät asiakirjat, luvattoman muuttamisen vaikeuttamista koskevat tekniset vaatimukset sekä estolaitteita koskeva kielto ovat samat kuin ne, joita sovelletaan mihin tahansa vastaavaan moottoriluokkaan kuuluvaan moottoriin liitteen IV mukaisesti.
- 5.4 Yksityiskohtaiset tekniset vaatimukset, jotka koskevat asianomaiseen NRSC-sykliin liittyvää aluetta, jonka puitteissa valvotaan määrää, jolla päästöjen sallitaan ylittävän asetuksessa (EU) 2016/1628 liitteessä II vahvistetut raja-arvot, ovat samat kuin mihin tahansa vastaavaan moottoriluokkaan kuuluvaan moottoriin sovellettavat vaatimukset liitteen IV mukaisesti.

## 6. Demonstrointivaatimukset

- 6.1 Kaksipolttainemoottoreihin sovellettavat demonstrointivaatimukset ovat samat kuin ne, joita sovelletaan mihin tahansa vastaavaan moottoriluokkaan kuuluvaan moottoriin, siten kuin säädetään tässä asetuksessa ja asetuksessa (EU) 2016/1628, lukuun ottamatta 6 jakson säännöksiä.
- 6.2 Sovellettavien raja-arvojen noudattaminen on demonstroitava kaksipolttainetilassa.
- 6.3 Lisäksi niiden kaksipolttainemoottorien osalta, joissa on nestemäistä polttoainetta käyttävä tila (eli tyypit 1B, 2B, 3B), sovellettavien raja-arvojen noudattaminen on demonstroitava myös nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.
- 6.4 Demonstroinnin lisävaatimukset, kun kyseessä on tyyppin 2 moottori
- 6.4.1 Valmistajan on esitettävä hyväksyntäviranomaiselle näyttöä (kuten algoritmeja, toiminta-analyyskejä, laskelmia, simulaatiota tai aiempien testien tuloksia) osoittaakseen, että kaksipolttainemoottoriperheen kaikkien jäsenten  $GER_{cycle}$ -alue pysyy 3.1.1 kohdassa vahvistetun prosenttiosuuden sisällä tai, kun kyse on moottoreista, joissa on käyttäjän säädettävissä oleva  $GER_{cycle}$ , 6.5 kohdan vaatimukset täyttyvät.
- 6.5 Demonstroinnin lisävaatimukset, kun kyseessä on moottori, jossa on käyttäjän säädettävissä oleva  $GER_{cycle}$
- 6.5.1 Sovellettavien raja-arvojen noudattaminen on demonstroitava valmistajan sallimalla pienimmällä ja suurimmalla  $GER_{cycle}$ -arvolla.
- 6.6 Kaksipolttainemoottorin kestävyuden osoittamista koskevat vaatimukset
- 6.6.1 Sovelletaan liitteen III määräyksiä.
- 6.7 Kaksipolttainemoottorin, varoitusten ja käytönrajoitusten demonstrointi
- 6.7.1 Valmistajan on osana tämän asetuksen mukaista EU-tyyppihyväksyntähakemusta demonstroitava kaksipolttainemoottorin, varoitusten ja käytönrajoituksen toiminta lisäyksen 1 säännösten mukaisesti.

## 7. Typen oksidien poistojärjestelmien oikean toiminnan varmistamista koskevat vaatimukset

- 7.1 Liitettä IV (typen oksidien poistojärjestelmiin liittyvät tekniset vaatimukset) sovelletaan kaksipolttainemoottoreihin riippumatta siitä, toimivatko ne kaksipolttainetilassa vai nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.
- 7.2 Typen oksidien poistoa koskevat lisävaatimukset, kun kyseessä on tyyppin 1B, 2B tai 3B kaksipolttainemoottori
- 7.2.1 Liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5.4 kohdassa määritettyyn käyttäjän toimenpiteitä vaativaan toisen vaiheen järjestelmään sovellettava vääntömomentti on pienin niistä vääntömomenteista, jotka on saatu nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa ja kaksipolttainetilassa.
- 7.2.2 Toimintatilan mahdollista vaikutusta vian havaitsemiseen ei saa käyttää sen ajan pidentämiseen, jonka jälkeen käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä muuttuu aktiiviseksi.

- 7.2.3 Kun kyseessä on vika, jonka havaitseminen ei riipu moottorin toimintatilasta, liitteen IV lisäyksessä 1 tarkoitettut mekanismit, jotka eivät liity vikakooditilaan, eivät saa olla riippuvaisia moottorin toimintatilasta (esim. jos vikakoodi on saavuttanut tilan "mahdollinen" kaksipolttoainetilassa, se muuttuu tilaan "vahvistettu" ja "aktiivinen" seuraavaan kerran kun vika havaitaan, vaikka tämä tapahtuisi nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa).
- 7.2.4 Kun kyseessä on vika, jonka havaitseminen riippuu moottorin toimintatilasta, vikakoodit eivät saa saada aiemmin aktiivista tilaa toisessa toimintatilassa kuin siinä, jossa ne saavuttivat tilan "vahvistettu" ja "aktiivinen".
- 7.2.5 Toimintatilan muutos (kaksipolttoainetilasta nestemäistä polttoainetta käytävään tilaan tai päinvastoin) ei saa pysäyttää tai nollata mekanismeja (esim. laskureita), jotka on toteutettu liitteessä IV säädettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Jos kuitenkin jokin näistä mekanismeista (esim. valvontajärjestelmä) riippuu todellisesta toimintatilasta, näihin mekanismeihin liittyvä laskuri voi valmistajan pyynnöstä ja hyväksyntäviranomaisen suostumuksella
- a) pysähtyä ja, tapauksen mukaan, säilyttää arvon, joka sillä on, kun toimintatila vaihtuu;
  - b) käynnistyä uudelleen ja, tapauksen mukaan, jatkaa laskemista kohdasta, jossa se on pidetty, kun toimintatila vaihtuu jälleen toiseksi.
-

*Lisäys 1***Kaksipolttoainemoottorin kaksipolttoainetilan ilmainen, varoitusjärjestelmä, käyttörajoitus –  
demonstrointivaatimukset****1. Kaksipolttoaineilmaisimet****1.1 Kaksipolttoainetilan ilmainen**

EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata kaksipolttoainetilan ilmaisimen aktivoitumista moottorin toimiessa kaksipolttoainetilassa.

**1.2 Nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan ilmainen**

Tyyppin 1B, 2B tai 3B kaksipolttoainemoottorin tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan ilmaisimen aktivoitumista moottorin toimiessa nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.

**1.3 Huoltotilan ilmainen**

EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata huoltotilan ilmaisimen aktivoitumista moottorin toimiessa huoltotilassa.

**1.3.1 Näin varustettuna riittää, että huoltotilan ilmaisimeen liittyvä demonstrointi tehdään aktivoimalla huoltotilan aktivoitukytkin ja esittämällä hyväksyntäviranomaiselle näyttöä siitä, että aktivointi tapahtuu, kun moottorijärjestelmä ohjaa järjestelmän huoltotilaan (esim. algoritmien, simulaatioiden, yrityksen sisäisten testien avulla).****2. Varoitusjärjestelmä**

EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata varoitusjärjestelmän aktivoitumista, jos kaasumaisen polttoaineen määrä kaasumaisen polttoaineen säiliössä on varoitustason alapuolella. Tätä tarkoitusta varten kaasumaisen polttoaineen todellinen määrä voidaan simuloida.

**3. Käyttörajoitus**

Tyyppin 1A tai 2A kaksipolttoainemoottorin EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata käyttörajoituksen aktivoitumista kun havaitaan, että kaasumaisen polttoaineen säiliö on tyhjä, tai havaitaan virhetoiminta kaasunsyöttöjärjestelmässä. Tätä tarkoitusta varten tyhjä kaasumaisen polttoaineen säiliö ja kaasunsyöttöjärjestelmän virhetoiminta voidaan simuloida.

**3.1 Riittää, että demonstrointi tehdään tyyppillisessä käyttötilanteessa, joka on valittu hyväksyntäviranomaisen suostumuksella, ja että hyväksyntäviranomaiselle esitetään näyttöä siitä, että käyttörajoitus tapahtuu muissa mahdollisissa käyttötilanteissa (esim. algoritmien, simulaatioiden, yrityksen sisäisten testien avulla).**

---

## Lisäys 2

**Päästötestauksen menettelyvaatimukset kaksipolttoainemoottoreille****1. Yleistä**

Tässä kohdassa määritellään lisävaatimukset ja poikkeukset tähän liitteeseen nähden, jotta kaksipolttoainemoottoreiden päästöt voidaan testata riippumatta siitä, ovatko tällaiset päästöt ainoastaan pakokaasupäästöjä vai myös liitteessä VI olevan 6.10 kohdan mukaisesti pakokaasupäästöihin lisättyjä kampikammiopäästöjä. Jos lisävaatimuksia tai poikkeuksia ei mainita, tämän asetuksen vaatimuksia sovelletaan kaksipolttoainemoottoreihin samalla tavalla kuin mihin tahansa asetuksen (EU) 2016/1628 nojalla hyväksytyihin moottorityyppeihin tai moottoriperheisiin.

Kaksipolttoainemoottoreiden päästöttestausta monimutkaistaa se, että moottorin käyttämä polttoaine voi vaihdella puhtaan nestemäisen polttoaineen ja sellaisen yhdistelmän välillä, joka koostuu lähinnä kaasumaisesta polttoaineesta ja pienestä määrästä sytytykseen käytettävää nestemäistä polttoainetta. Kaksipolttoainemoottorin käyttämien polttoaineiden suhde voi myös muuttua dynaamisesti moottorin käyttöolosuhteiden myötä. Tämän vuoksi tarvitaan erityisiä varotoimia ja rajoituksia tällaisten moottoreiden päästötestauksen mahdollistamiseksi.

**2. Testiolosuhteet**

Sovelletaan liitteessä VI olevaa 6 jaksoa.

**3. Testimenettelyt**

Sovelletaan liitteessä VI olevaa 7 jaksoa.

**4. Mittausmenettelyt**

Sovelletaan liitteessä VI olevaa 8 jaksoa, ellei tässä lisäyksessä muuta säädetä.

Kaksipolttoainemoottorien täysvirtauslaimennusmittauksessa käytettävä menettely esitetään liitteessä VI olevassa kuvassa 6.6 (CVS-järjestelmä).

Tällä mittausmenettelyllä varmistetaan, että polttoaineen koostumuksen vaihtelu testin aikana vaikuttaa pääasiassa hiilivetyjen mittaustuloksiin. Tätä on kompensoitava jollakin 5.1 kohdassa kuvatuista menetelmistä.

Liitteessä VI olevassa kuvassa 6.7 esitettyä raakakaasu-/osavirtausmittausta voidaan käyttää tietyin varotoimin, jotka koskevat pakokaasun massavirran määrittämistä ja laskentamenetelmiä.

**5. Mittauslaitteisto**

Sovelletaan liitteessä VI olevaa 9 jaksoa.

**6. Hiukkasmääräpäästöjen mittaaminen**

Sovelletaan liitteen VI lisäystä 1.

**7. Päästöjen laskeminen**

Päästöt on laskettava liitteen VII mukaisesti, ellei tässä jaksossa muuta säädetä. Jäljempänä 7.1 kohdassa esitettyjä lisävaatimuksia sovelletaan massapohjaisiin laskelmiin ja 7.2 kohdan lisävaatimuksia sovelletaan moolipohjaisiin laskelmiin.

Päästöjen laskeminen edellyttää tietoja käytettävien polttoaineiden koostumuksesta. Jos kaasumaisesta polttoaineesta on sen ominaisuudet vahvistava todistus (esim. pullotettu kaasu), on hyväksyttyä käyttää polttoaineen toimittajan esittämää koostumusta. Jos koostumustietoja ei ole saatavissa (esim. putkikaasu), polttoaineen koostumus on analysoitava ainakin ennen moottoripäästötestin suorittamista ja sen jälkeen. Analyysin voi suorittaa myös tiheämmin ja käyttää tuloksia laskennassa.

Jos käytetään kaasuenergiasuhdetta (GER), sen osalta on noudatettava asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 2 kohdan määritelmää ja mainitun asetuksen liitteessä II säädettyjä hiilivetyypäästörajoja koskevia erityissäännöksiä täysin ja osin kaasumaisilla polttoaineilla toimiville moottoreille. Kaasuenergiasuhteen keskiarvo syklin aikana lasketaan jollain seuraavista menetelmistä:

- a) Kuumakäynnistys-NRTC-testi ja RMC NRSC -testi: jaetaan kussakin mittauspisteessä mitattujen kaasuenergiasuhteiden summa mittauspisteiden määrällä;
- b) Erillisten moodien NRSC-testi: kerrotaan kunkin testimoodin keskimääräinen kaasuenergiasuhde kyseistä moodia vastaavalla painotuskertoimella ja lasketaan kaikkien moodien summa. Sovelletavan syklin painotuskertoimet otetaan liitteen XVII lisäyksestä 1.

## 7.1 Massapohjainen päästöjen laskeminen

Sovelletaan liitteessä VII olevaa 2 jaksoa, ellei tässä jaksossa muuta säädetä.

### 7.1.1 Kuiva-märkäkorjaus

#### 7.1.1.1 Raakapakokaasu

Kuiva-märkäkorjaus lasketaan liitteessä VII olevista yhtälöistä (7-3) ja (7-4).

Polttoainekohtaiset parametrit on määritettävä 7.1.5 kohdan mukaisesti.

#### 7.1.1.2 Laimennettu pakokaasu

Kuiva-märkäkorjaus lasketaan liitteessä VII olevasta yhtälöstä (7-3) yhdessä joko yhtälön (7-25) tai yhtälön (7-26) kanssa.

Kuiva-märkäkorjaukseen on käytettävä kahden polttoaineen yhdistelmän vedyn moolisuuhdetta  $\alpha$ . Tämä vedyn moolisuuhde lasketaan kummankin polttoaineen kulutusmittauksista 7.1.5 kohdan mukaisesti.

#### 7.1.2 NO<sub>x</sub>-kosteuskorjaus

Käytetään liitteessä VII olevassa yhtälössä (7-9) esitettyä puristussytytysmoottoreiden NO<sub>x</sub> kosteuskorjausta.

### 7.1.3 Osavirtauslaimennus ja raakakaasumittaus

#### 7.1.3.1 Pakokaasun massavirran määrittäminen

Pakokaasun massavirta määritetään käyttämällä liitteessä VI olevassa 9.4.5.3 kohdassa kuvattua raakapakokaasun virtausmittaria.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ilmanvirran ja ilman ja polttoaineen suhteen mittausmenetelmää liitteessä VII esitettyjen yhtälöiden (7-17)–(7-19) mukaisesti ainoastaan, jos arvot  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ja  $\varepsilon$  on määritetty 7.1.5.3 kohdan mukaisesti. Sirkoniumoksidityyppisen anturin käyttäminen ilman ja polttoaineen suhteen mittaamiseen ei ole sallittua.

Jos moottoreita testataan vakiotilaisilla testisykleillä, vain pakokaasun massavirta voidaan määrittää ilman ja polttoaineen mittausmenetelmällä liitteessä VII olevan yhtälön (7-15) mukaisesti.

#### 7.1.3.2 Kaasumaisten komponenttien määrittäminen

Sovelletaan liitteessä VII olevaa 2.1 jaksoa, ellei tässä jaksossa muuta säädetä.

Mahdollinen polttoaineen koostumuksen vaihtelu vaikuttaa kaikkiin päästölaskelmissa käytettyihin  $u_{\text{gas}}$ -kertoimiin ja moolisuhteisiin.  $u_{\text{gas}}$ -kertoimien ja moolisuhteiden määrittämisessä käytetään yhtä seuraavaista menetelmistä valmistajan valinnan mukaisesti.

- a)  $u_{\text{gas}}$ -kertoimien hetkellisten arvojen laskennassa sovelletaan liitteessä VII olevassa 2.1.5.2 tai 2.2.3 kohdassa esitettyjä tarkkoja yhtälöitä käyttäen nestemäisen ja kaasumaisen polttoaineen hetkellisiä osuuksia (jotka määritetään hetkellisen polttoaineenkulutuksen mittauksista tai laskelmista) ja hetkellisiä mooliosuuksia, jotka määritetään 7.1.5 kohdan mukaisesti; tai

- b) Kun liitteessä VII olevassa 2 jaksossa esitettyä massapohjaista laskelmaa käytetään kaasulla ja dieselpolttoaineella toimivan kaksipolttoainemoottorin ollessa kyseessä,  $u_{\text{gas}}$ -arvojen ja mooliosuuksien osalta voidaan käyttää taulukkoarvoja. Kyseisiä taulukkoarvoja sovelletaan seuraavasti:
- Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 % ( $\text{GER} \geq 0,9$ ), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan liitteessä VII olevissa taulukoissa 7.1 ja 7.2 kaasumaiselle polttoaineelle.
  - Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 % ( $0,1 < \text{GER} < 0,9$ ), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan taulukoissa 8.1 ja 8.2 polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta.
  - Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on enintään 10 % ( $\text{GER} \leq 0,1$ ), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan liitteessä VII olevissa taulukoissa 7.1 ja 7.2 dieselpolttoaineelle.
  - Hiilivety päästöjen laskennassa käytetään kaasumaisen polttoaineen  $u_{\text{gas}}$ -arvoa kaikissa tapauksissa keskimääräisestä kaasuenergiasuhteesta riippumatta.

Taulukko 8.1.

**Moolisuhteet polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta (massa-%)**

Kaasumainen polttoaine	$\alpha$	$\gamma$	$\delta$	$\varepsilon$
CH <sub>4</sub>	2,8681	0	0	0,0040
G <sub>R</sub>	2,7676	0	0	0,0040
G <sub>23</sub>	2,7986	0	0,0703	0,0043
G <sub>25</sub>	2,7377	0	0,1319	0,0045
Propani	2,2633	0	0	0,0039
Butaani	2,1837	0	0	0,0038
Nestekaasu	2,1957	0	0	0,0038
Nestekaasupolttoaine A	2,1740	0	0	0,0038
Nestekaasupolttoaine B	2,2402	0	0	0,0039

7.1.3.2.1 Kaasupäästöjen massa testiä kohti

Jos  $u_{\text{gas}}$ :n hetkellisten arvojen laskennassa käytetään 7.1.3.2.1 kohdan a alakohdan mukaisia tarkkoja yhtälöitä, laskettaessa kaasupäästöjen massaa testiä kohti muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC-sykleissä  $u_{\text{gas}}$ -arvo sisällytetään liitteessä VII olevassa 2.1.2 kohdassa esitetyn yhtälön (7-2) yhteenlaskuun yhtälön (8-1) avulla:

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot \sum_{i=1}^N (u_{\text{gas},i} \cdot q_{\text{mew},i} \cdot c_{\text{gas},i}) \quad (8-1)$$

jossa:

$u_{\text{gas},i}$   $u_{\text{gas}}$ :n hetkellinen arvo

Yhtälön muut tekijät esitetään liitteessä VII olevassa 2.1.2 kohdassa.

Taulukko 8.2.

**Raakapakokaasun  $u_{\text{gas}}$ -arvot ja komponenttien tiheydet polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta (massa-%)**

Kaasumainen polttoaine	Kaasu							
	$r_e$	NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	
					$r_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]			
		2,053	1,250	(a)	1,9636	1,4277	0,716	
			$u_{\text{gas}}$ (b)					
Paineistettu/nesteytetty maakaasu (c)	1,2786	0,001606	0,000978	0,000528 (d)	0,001536	0,001117	0,000560	
Propaani	1,2869	0,001596	0,000972	0,000510	0,001527	0,001110	0,000556	
Butaani	1,2883	0,001594	0,000971	0,000503	0,001525	0,001109	0,000556	
Nestekaasu (e)	1,2881	0,001594	0,000971	0,000506	0,001525	0,001109	0,000556	

(a) polttoaineen mukaisesti

(b) kun  $l = 2$ , kuiva ilma, 273 K, 101,3 kPa(c)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C = 58 – 76 %; H = 19 – 25 %; N = 0 – 14 % (CH<sub>4</sub>, G<sub>20</sub>, G<sub>23</sub> ja G<sub>25</sub>)(d) NMHC:n perustana CH<sub>2,93</sub> (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH<sub>4</sub>:n  $u_{\text{gas}}$ -kerrointa)(e)  $u$ -arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C3 = 27 – 90 %; C4 = 10 – 73 % (nestekaasupolttoaineet A ja B)

## 7.1.3.3 Hiukkasten määrittäminen

Hiukkaspäästöjen määrittämiseksi osalaimennusmittausmenetelmällä on tehtävä liitteessä VII olevassa 2.3 kohdassa esitettyjen yhtälöiden mukainen laskelma.

Laimennussuhteen valvomiseen sovelletaan liitteessä VI olevan 8.2.1.2 kohdan vaatimuksia. Etenkin jos pakokaasuvirtauksen mittauksen ja osavirtausjärjestelmän yhdistetty muunnos aika on yli 0 sekuntia, on käytettävä aiemmin tallennettuun testausjaksoon perustuvaa ennakoivaa ohjausta. Tässä tapauksessa yhdistelmän nousuajan on oltava  $\leq 1$  sekuntia ja yhdistelmän viipeen  $\leq 10$  sekuntia. Lukuun ottamatta tapauksia, jossa pakokaasun massavirta mitataan suoraan, pakokaasun massavirran määrittämisessä käytetään 7.1.5.3 kohdan mukaisesti määritettyjä arvoja  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ja  $\epsilon$ .

Jokaiselle mittaukselle on tehtävä liitteessä VI olevan 8.2.1.2 kohdan mukainen laaduntarkistus.

## 7.1.3.4 Pakokaasun massavirtamittaria koskevat lisävaatimukset

Liitteessä VI olevassa 9.4.1.6.3 ja 9.4.1.6.3.3 kohdassa tarkoitettu virtausmittari ei saa olla herkkä pakokaasun koostumuksen ja tiheyden muutoksille. Pienet virheet esimerkiksi Pitot-putkessa tai aukkotyyppisessä mittauksessa (vastaa pakokaasun tiheyden neliöjuurta) voidaan jättää huomiotta.

## 7.1.4 Täysvirtauslaimennusmittaus (CVS)

Sovelletaan liitteessä VII olevaa 2.2 kohtaa, ellei tässä jaksossa muuta säädetä.

Mahdollinen polttoaineen koostumuksen vaihtelu vaikuttaa pääasiassa hiilivedyn  $u_{\text{gas}}$ -taulukkoarvoon. Hiilivety-päästöjen laskemiseen sovelletaan tarkkoja yhtälöitä käyttäen moolisuhteita, jotka on määritetty kummankin polttoaineen kulutusmittauksista 7.1.5 kohdan mukaisesti.

## 7.1.4.1 Taustakorjattujen pitoisuuksien määrittäminen (5.2.5 kohta)

Stoikiometrisen kertoimen määrittämiseksi lasketaan vedyn moolisuhte  $\alpha$  polttoaineessa polttoainesekoituksen keskimääräisenä vedyn moolisuhteena testin aikana 7.1.5.3 kohdan mukaisesti.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kaasumaisen polttoaineen arvoa  $F_s$  liitteen VII yhtälössä (7-28).



## 7.1.5 Moolisuhteiden määrittäminen

## 7.1.5.1 Yleistä

Tässä jaksossa esitetään moolisuhteiden määrittäminen, kun polttoaineseos on tunnettu (tarkka menetelmä).

## 7.1.5.2 Polttoaineseokituksen komponenttien laskeminen

Polttoaineseokituksen alkuainekoostumuksen laskennassa käytetään yhtälöitä (8-2)–(8-7):

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8-2)$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-3)$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-4)$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-5)$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-6)$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-7)$$

jossa:

$q_{mf1}$  polttoaineen 1 massavirta, kg/s

$q_{mf2}$  polttoaineen 2 massavirta, kg/s

$w_H$  polttoaineen vetyttöisyys, prosenttia massasta

$w_C$  polttoaineen hiilipitoisuus, prosenttia massasta

$w_S$  polttoaineen rikkipitoisuus, prosenttia massasta

$w_N$  polttoaineen typpipitoisuus, prosenttia massasta

$w_O$  polttoaineen happipitoisuus, prosenttia massasta

Moolisuhteen laskeminen vedylle, hiilelle, rikille, typelle ja hapelle (H, C, S, N, O) hiileen nähden polttoaineseoksen osalta

Atomisuhteiden laskeminen (erityisesti H/C-suhde  $\alpha$ ) esitetään liitteen VII yhtälöissä (8-8)–(8-11):

$$\alpha = 11,9164 \cdot \frac{w_H}{w_C} \quad (8-8)$$

$$\gamma = 0,37464 \cdot \frac{w_S}{w_C} \quad (8-9)$$

$$\delta = 0,85752 \cdot \frac{w_N}{w_C} \quad (8-10)$$

$$\varepsilon = 0,75072 \cdot \frac{w_O}{w_C} \quad (8-11)$$

jossa:

$w_H$  polttoaineen vetyttöisyys, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]

$w_C$  polttoaineen hiilipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]

- $w_s$  polttoaineen rikkipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]  
 $w_N$  polttoaineen typpipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]  
 $w_O$  polttoaineen happipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]  
 $\alpha$  on vedyn moolisuhde (H/C)  
 $\gamma$  on rikin moolisuhde (S/C)  
 $\delta$  on typen moolisuhde (N/C)  
 $\epsilon$  on hapen moolisuhde (O/C)  
 viitattaessa polttoaineeseen  $CH_aO_\epsilon N_\delta S_\gamma$

## 7.2 Moolipohjainen päästöjen laskeminen

Sovelletaan liitteessä VII olevaa 3 jaksoa, ellei tässä jaksossa muuta säädetä.

### 7.2.1 $NO_x$ -arvon kosteuskorjaus

Käytetään liitteessä VII olevaa yhtälöä (7-102) (puristussytytysmoottoreiden  $NO_x$ -arvon kosteuskorjaus).

### 7.2.2 Pakokaasun massavirran määrittäminen, kun raakapakokaasun virtausmittaria ei käytetä

Käytetään liitteessä VII olevaa yhtälöä (7-112) (imuilmaan perustuva moolivirran laskenta). Liitteessä VII olevaa yhtälöä (7-113) (polttoaineen massavirtaan perustuva moolivirran laskenta) voidaan käyttää vaihtoehtoisesti ainoastaan NRSC-testin yhteydessä.

### 7.2.3 Kaasumaisten komponenttien määrittämisessä käytettävät moolisuhteet

Moolisuhteiden määrittämisessä on käytettävä tarkkaa lähestymistapaa, jossa käytetään hetkellisen polttoaineenkulutuksen mittauksista tai laskelmista määritettyjä nestemäisen ja kaasumaisen polttoaineen hetkellisiä osuuksia. Hetkellisiä moolisuhteita käytetään syöteinä liitteessä VII olevissa yhtälöissä (7-91), (7-89) ja (7-94) jatkuvan kemikaalitaseen osalta.

Moolisuhteet määritetään joko 7.2.3.1 tai 7.1.5.3 kohdan mukaisesti.

Sekoitetut tai kaasuputkella johdetut kaasumaiset polttoaineet voivat sisältää huomattavia määriä inerttejä ainesosia, kuten  $CO_2$ :ta ja  $N_2$ :ta. Valmistajan on joko sisällytettävä nämä ainesosat tapauksen mukaan 7.2.3.1 tai 7.1.5.3 kohdassa kuvattuihin atomisuhteiden laskelmiin, tai vaihtoehtoisesti valmistajan on jätettävä inertit ainesosat pois atomisuhteista ja jaettava ne asianmukaisesti liitteessä VII olevassa 3.4.3 kohdassa esitettyihin kemikaalitaseen imuilman parametreihin  $x_{O_{2int}}$ ,  $x_{CO_{2int}}$  ja  $x_{H_2O_{int}}$ .

#### 7.2.3.1 Moolisuhteiden määrittäminen

Kaksipolttoainemoottoreissa käytettävän sekapolttoaineen sisältämien vety-, happi-, rikki- ja typpiatomien lukumäärän hetkelliset moolisuhteet hiiliatomeihin voidaan laskea yhtälöistä (8-12)–(8-15).

$$\alpha(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_H \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{m_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{m_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_O \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{S,\text{liquid}}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{S,\text{gas}}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{C,\text{liquid}}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{C,\text{gas}}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{S,\text{liquid}}) + (\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{S,\text{gas}})]}{M_S \times [(\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{C,\text{liquid}}) + (\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{C,\text{gas}})]} \quad (8-14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{N,\text{liquid}}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{N,\text{gas}}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{C,\text{liquid}}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{C,\text{gas}}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{N,\text{liquid}}) + (\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{N,\text{gas}})]}{M_N \times [(\dot{m}_{\text{liquid}}(t) \times w_{C,\text{liquid}}) + (\dot{m}_{\text{gas}}(t) \times w_{C,\text{gas}})]} \quad (8-15)$$

jossa:

$w_{i,\text{fuel}}$  = tarkasteltavan alkuaineen C, H, O, S tai N massaosuus nestemäisessä tai kaasumaisessa polttoaineessa;

$\dot{m}_{\text{liquid}}(t)$  = nestemäisen polttoaineen hetkellinen massavirta ajankohtana t [kg/h];

$\dot{m}_{\text{gas}}(t)$  = kaasumaisen polttoaineen hetkellinen massavirta ajankohtana t [kg/h].

Tapauksissa, joissa pakokaasun massavirta lasketaan sekapolttoaineen perusteella, liitteen VII yhtälössä (7-11) oleva lasketaan yhtälöstä (8-16):

$$w_C = \frac{\dot{m}_{\text{liquid}} \times w_{C,\text{liquid}} + \dot{m}_{\text{gas}} \times w_{C,\text{gas}}}{\dot{m}_{\text{liquid}} + \dot{m}_{\text{gas}}} \quad (8-16)$$

jossa:

$w_C$  = dieselpolttoaineen tai kaasumaisen polttoaineen sisältämän hiilen massaosuus;

$\dot{m}_{\text{liquid}}$  = nestemäisen polttoaineen massavirta [kg/h];

$\dot{m}_{\text{gas}}$  = kaasumaisen polttoaineen massavirta [kg/h].

### 7.3 CO<sub>2</sub>:n määrittäminen

Sovelletaan liitettä VII, paitsi testattaessa moottoria muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä tai RMC-sykleissä, joissa käytetään raakapakokaasun näytteenottojärjestelmää.

#### 7.3.1 CO<sub>2</sub>:n määrittäminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä tai RMC-sykleissä, joissa käytetään raakapakokaasun näytteenottojärjestelmää

Liitteen VII mukaista CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaa pakokaasun CO<sub>2</sub> -mittauksesta ei sovelleta. Sen sijaan sovelletaan seuraavia säännöksiä:

Testin keskimääräinen polttoaineenkulutus määritetään koko syklin hetkellisten arvojen summasta, ja sitä käytetään perustana testin keskimääräisten CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennalle.

Kunkin kulutetun polttoaineen massan avulla määritetään 7.1.5 kohdan mukaisesti polttoaineseoksen vedyn moolisuhte ja massaosuudet testissä.

Kummankin polttoaineen korjattu kokonaispolttoainemassa  $m_{\text{fuel,corr}}$  [g/testi] ja polttoaineesta tulevan hiilidioksidipäästön massa  $m_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$  [g/testi] määritetään yhtälöistä (8-17) ja (8-18).

$$m_{\text{fuel,corr}} = m_{\text{fuel}} - \left( m_{\text{THC}} + \frac{A_C + a \cdot A_H}{M_{\text{CO}}} x m_{\text{CO}} + \frac{W_{\text{GAM}} + W_{\text{DEL}} + W_{\text{EPS}}}{100} \cdot m_{\text{fuel}} \right) \quad (8-17)$$

$$m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{A_C + a + A_H} \cdot m_{\text{fuel,corr}} \quad (8-18)$$

jossa:

$m_{\text{fuel}}$  = kummankin polttoaineen kokonaispolttoainemassa [g/testi]

$m_{\text{THC}}$  = pakokaasun kokonaishiilivetyypäästöjen massa [g/testi]

$m_{\text{CO}}$  = pakokaasun hiilimonoksidipäästöjen massa [g/testi]

$w_{\text{GAM}}$  = polttoaineiden rikkipitoisuus [prosenttia massasta]

$w_{\text{DEL}}$  = polttoaineiden typpipitoisuus [prosenttia massasta]

$w_{\text{EPS}}$  = polttoaineiden happipitoisuus [prosenttia massasta]

$\alpha$  = vedyn moolisuhde polttoaineissa (H/C) [-]

$A_{\text{C}}$  = hiilen atomimassa: 12,011 [g/mol]

$A_{\text{H}}$  = vedyn atomimassa: 1,0079 [g/mol]

$M_{\text{CO}}$  = hiilimonoksidin molekyyli massa: 28,011 [g/mol]

$M_{\text{CO}_2}$  = hiilidioksidin molekyyli massa: 44,01 [g/mol]

Ureasta johtuva hiilidioksidipäästö  $m_{\text{CO}_2, \text{urea}}$  [g/testi] lasketaan yhtälöstä (8-19).

$$m_{\text{CO}_2, \text{urea}} = \frac{c_{\text{urea}}}{100} \times \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO(NH}_2)_2}} \times m_{\text{urea}} \quad (8-19)$$

jossa:

$c_{\text{urea}}$  = ureapitoisuus [prosenttia]

$m_{\text{urea}}$  = ureakulutuksen kokonaismassa [g/testi]

$M_{\text{CO(NH}_2)_2}$  = urean molekyyli massa: 60,056 [g/mol]

Tämän jälkeen lasketaan hiilidioksidin kokonaispäästö  $m_{\text{CO}_2}$  [g/testi] yhtälöstä (8-20):

$$m_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} + m_{\text{CO}_2, \text{urea}} \quad (8-20)$$

Yhtälöstä (8-20) laskettua hiilidioksidin kokonaispäästöä käytetään ominaishiilidioksidipäästöjen  $e_{\text{CO}_2}$  [g/kWh] laskennassa liitteessä VII olevassa 2.4.1.1 tai 3.8.1.1 kohdassa. Kaasumaisessa polttoaineessa olevasta hiilidioksidista johtuva hiilidioksidiarvon korjaus tehdään tapauksen mukaan liitteen IX lisäyksen 3 mukaisesti.

## Lisäys 3

**Maakaasulla/biometaanilla tai nestekaasulla ja nestemäisellä polttoaineella toimivien  
kaksipolttoainemoottorien tyypit – määritelmien ja keskeisten vaatimusten kuvaus**

Kaksipolttoaintyyppi	$GER_{cycle}$	Joutokäynti nestemäisellä polttoaineella	Lämmitys nestemäisellä polttoaineella	Toiminta pelkästään nestemäisellä polttoaineella	Toiminta kaasun puuttuessa	Huomautuksia
1A	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC} \geq 0,9$	Ei sallittu	Sallittu ainoastaan huoltotilassa	Sallittu ainoastaan huoltotilassa	Huoltotila	
1B	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC} \geq 0,9$	Sallittu ainoastaan nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa	Sallittu ainoastaan nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa	Sallittu ainoastaan nestemäistä polttoainetta käyttävässä ja huoltotilassa	Nestemäistä polttoainetta käyttävä tila	
2A	$0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ tai $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Sallittu	Sallittu ainoastaan huoltotilassa	Sallittu ainoastaan huoltotilassa	Huoltotila	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC} \geq 0,9$ Sallittu
2B	$0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ tai $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Sallittu	Sallittu	Sallittu	Nestemäistä polttoainetta käyttävä tila	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC} \geq 0,9$ Sallittu
3A	Ei määritelty eikä sallittu					
3B	$GER_{NRTC, hot} \leq 0,1$ tai $GER_{NRSC} \leq 0,1$	Sallittu	Sallittu	Sallittu	Nestemäistä polttoainetta käyttävä tila	

## LIITE IX

## Vertailupolttoaineet

## 1. Puristusytetysmoottoreiden testaamisessa käytettävien polttoaineiden tekniset tiedot

## 1.1 Tyyppi: Dieselöljy (liikkuvien työkonien kaasuöljy)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(1)</sup>		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Setaaniluku <sup>(2)</sup>		45	56,0	EN-ISO 5165
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m <sup>3</sup>	833	865	EN-ISO 3675
Tislaus:				
50 %:n piste	°C	245	—	EN-ISO 3405
95 %:n piste	°C	345	350	EN-ISO 3405
— loppukiehumispiste	°C	—	370	EN-ISO 3405
Leimahduspiste	°C	55	—	EN 22719
Suodatettavuuden rajalämpötila (CFPP)	°C	—	- 5	EN 116
Viskositeetti 40 °C:ssa	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	massa-%	2,0	6,0	IP 391
Rikkipitoisuus <sup>(3)</sup>	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Kuparikorroosio		—	luokka 1	EN-ISO 2160
Conradson-hiiltojäännös (10 % pohjasta)	massa-%	—	0,2	EN-ISO 10370
Tuhkapitoisuus	massa-%	—	0,01	EN-ISO 6245
Kokonaiskontaminaatio	mg/kg	—	24	EN 12662
Vesipitoisuus	massa-%	—	0,02	EN-ISO 12937
Neutralointiluku (vahva happo)	mg KOH/g	—	0,10	ASTM D 974
Hapettumisvakaus <sup>(3)</sup>	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Voitelevuus (kulumisjäljen halkaisija 60 °C:ssa suoritetun HFRR-testin jälkeen)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Hapettumisvakaus 110 °C:ssa <sup>(3)</sup>	H	20,0	—	EN 15751
Rasvahappojen metyyliesterit (FAME)	til.-%	—	7,0	EN 14078

<sup>(1)</sup> Laatuvaatimuksissa ilmoitetut arvot ovat "todellisia arvoja". Raja-arvojen määrittämisessä on käytetty standardia ISO 4259 "Petroleum products – Determination and application of precision data in relation to methods of test" ja vähimmäisarvon määrittämisessä 2R:n vähimmäispoikkeamaa nollasta ylöspäin. Suurimman ja pienimmän arvon määrittämisessä pienin poikkeama on 4R (R = toistettavuus).

Huolimatta tästä toimenpiteestä, joka on tarpeen teknisistä syistä, polttoaineen valmistajan on kuitenkin pyrittävä nolla-arvoon, jos määrätty suurin arvo on 2R, ja keskiarvoon, jos on annettu pienin ja suurin raja-arvo. Jos on tarpeen selvittää, täyttääkö polttoaine edellä tarkoitettuja vaatimuksia, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.

<sup>(2)</sup> Setaanin vaihteluväli ei ole 4R:n vähimmäisvaihteluväliä koskevan vaatimuksen mukainen. Jos kuitenkin polttoaineen toimittajan ja käyttäjän välillä on erimielisyyksiä, voidaan niiden ratkaisemiseksi käyttää standardin ISO 4259 vaatimuksia, jos tehdään yksittäisten määritysten sijasta riittävä määrä toistomittauksia tarpeellisen tarkkuuden saavuttamiseksi.

<sup>(3)</sup> Vaikka hapettumisvakautta säädellään, säilytysaika on todennäköisesti rajallinen. Varastointiolosuhteista ja -ajasta on tarvittaessa pyydettävä neuvoa tuotteen toimittajalta.

## 1.2 Tyyppi: Tiettyihin puristusyttyysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95) (1)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot (2)		Testimenetelmä (3)
		Pienin	Suurin	
Alkoholin kokonaismäärä (etanoli ja korkeammat tyydyttyneet alkoholit)	massa-%	92,4		EN 15721
Muut korkeammat tyydyttyneet monoalkoholit (C <sub>3</sub> -C <sub>5</sub> )	massa-%		2,0	EN 15721
Metanoli	massa-%		0,3	EN 15721
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m <sup>3</sup>	793,0	815,0	EN ISO 12185
Happamuus, etikkahappona laskettuna	massa-%		0,0025	EN 15491
Ulkonäkö		Puhdas ja kirkas		
Leimahduspiste	°C	10		EN 3679
Kuiva jäännös	mg/kg		15	EN 15691
Vesipitoisuus	massa-%		6,5	EN 15489 (4) EN-ISO 12937 EN15692
Aldehydit asetaldehydinä laskettuna	massa-%		0,0050	ISO 1388-4
Esterit etyyliasetaattina laskettuna	massa-%		0,1	ASTM D1617
Rikkipitoisuus	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Sulfaatit	mg/kg		4,0	EN 15492
Hiukkaskontaminaatio	mg/kg		24	EN 12662
Fosfori	mg/l		0,20	EN 15487
Epäorgaaninen kloridi	mg/kg		1,0	EN 15484 tai EN 15492
Kupari	mg/kg		0,100	EN 15488
Sähkönjohtavuus	μS/cm		2,50	DIN 51627-4 tai prEN 15938

**Huomautukset:**

- (1) Laatuvaatimuksissa ilmoitetut arvot ovat "todellisia arvoja". Raja-arvojen määrittämisessä on käytetty standardia ISO 4259 "Petroleum products – Determination and application of precision data in relation to methods of test" ja vähimmäisarvon määrittämisessä 2R:n vähimmäispoikkeamaa nollasta ylöspäin. Suurimman ja pienimmän arvon määrittämisessä pienin poikkeama on 4R (R = toistettavuus).
- (2) Huolimatta tästä toimenpiteestä, joka on tarpeen teknisistä syistä, polttoaineen valmistajan on kuitenkin pyrittävä nolla-arvoon, jos määrätty suurin arvo on 2R, ja keskiarvoon, jos on annettu pienin ja suurin raja-arvo. Jos on tarpeen selvittää, täyttääkö polttoaine edellä tarkoitettuja vaatimuksia, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.
- (3) Kaikkien edellä lueteltujen ominaisuuksien osalta on käytettävä vastaavia EN/ISO-menetelmiä, kun ne on vahvistettu.
- (4) Jos on tarpeen selvittää, täyttääkö polttoaine edellä tarkoitettuja vaatimuksia, sovelletaan standardin EN 15489 vaatimuksia.

## 2. Kipinäsytytysmoottoreiden testaamisessa käytettävien polttoaineiden tekniset tiedot

## 2.1 Tyypit: Bensiini (E10)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(1)</sup>		Testimenetelmä <sup>(2)</sup>
		Pienin	Suurin	
Tutkimusoktaaniluku, RON		91,0	98,0	EN ISO 5164:2005 <sup>(3)</sup>
Moottorioktaaniluku, MON		83,0	89,0	EN ISO 5163:2005 <sup>(3)</sup>
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m <sup>3</sup>	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Höyrynpaine	kPa	45,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Vesipitoisuus			enintään 0,05 til.-% Ulkonäkö lämpötilassa – 7 °C: puhdas ja kirkas	EN 12937
Tislaus:				
— – haihtunut 70 °C:ssa	til.-%	18,0	46,0	EN-ISO 3405
— – haihtunut 100 °C:ssa	til.-%	46,0	62,0	EN-ISO 3405
— – haihtunut 150 °C:ssa	til.-%	75,0	94,0	EN-ISO 3405
— – loppukiehumispiste	°C	170	210	EN-ISO 3405
Hiiltojäännös	til.-%	—	2,0	EN-ISO 3405
Hiilivetyanalyysi:				
— - olefiinejä	til.-%	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
— – aromaattisia aineita	til.-%	19,5	35,0	EN 14517 EN 15553
— – bentseeniä	til.-%	—	1,0	EN 12177 EN 238, EN 14517
— – tyydyttyneitä hiilivetyjä	til.-%	ilmoitetaan		EN 14517 EN 15553
Hiili-vetyosuus		ilmoitetaan		
Hiili-happi-osaosuus		ilmoitetaan		
Induktioaika <sup>(4)</sup>	minuuttia	480		EN-ISO 7536
Happipitoisuus <sup>(5)</sup>	massa-%	3,3 <sup>(8)</sup>	3,7	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Hartsipitoisuus	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246
Rikkipitoisuus <sup>(6)</sup>	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Kuparikorroosio (3 h 50 °C:ssa)	luokitus	—	luokka 1	EN-ISO 2160



Parametri	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(1)</sup>		Testimenetelmä <sup>(2)</sup>
		Pienin	Suurin	
Lyijypitoisuus	mg/l	—	5	EN 237
Fosforipitoisuus <sup>(7)</sup>	mg/l	—	1,3	ASTM D 3231
Etanoli <sup>(4)</sup>	til.-%	9,0 <sup>(8)</sup>	10,2 <sup>(8)</sup>	EN 22854

**Huomautukset:**

- <sup>(1)</sup> Laatuvaatimuksissa ilmoitetut arvot ovat "todellisia arvoja". Raja-arvojen määrittämisessä on käytetty standardia ISO 4259 "Petroleum products – Determination and application of precision data in relation to methods of test" ja vähimmäisarvon määrittämisessä 2R:n vähimmäispoikkeamaa nolasta ylöspäin. Suurimman ja pienimmän arvon määrittämisessä pienin poikkeama on 4R (R = toistettavuus). Huolimatta tästä toimenpiteestä, joka on tarpeen teknisistä syistä, polttoaineen valmistajan on kuitenkin pyrittävä nolaa-arvoon, jos määrätty suurin arvo on 2R, ja keskiarvoon, jos on annettu pienin ja suurin raja-arvo. Jos on tarpeen selvittää, täyttääkö polttoaine edellä tarkoitetut vaatimukset, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.
- <sup>(2)</sup> Kaikkien edellä lueteltujen ominaisuuksien osalta on käytettävä vastaavia EN/ISO-menetelmiä, kun ne on vahvistettu.
- <sup>(3)</sup> Standardin EN 228:2008 mukaisessa lopullisen tuloksen laskennassa on vähennettävä MON- ja RON-arvojen korjauskerroin 0,2.
- <sup>(4)</sup> Polttoaineessa voi olla hapetuksenestoaineita ja metallinsitoja, joita tavallisesti käytetään stabiloimaan jalostamon polttoainevirtoja, mutta peseviä/hajottavia lisäaineita tai liuotinöljyjä ei saa lisätä.
- <sup>(5)</sup> Standardin EN 15376 mukainen etanoli on ainoa hapetettu johdannainen, jota saa tarkoituksella lisätä vertailupolttoaineeseen.
- <sup>(6)</sup> Tyyppi 1 -testissä käytettävän polttoaineen todellinen rikkipitoisuus ilmoitetaan.
- <sup>(7)</sup> Vertailupolttoaineeseen ei saa tarkoituksella lisätä yhdisteitä, jotka sisältävät fosforia, rautaa, mangaania tai lyijyä.
- <sup>(8)</sup> Etanolipitoisuus ja vastaava happipitoisuus voivat olla nolaa luokan SMB moottoreiden osalta valmistajan valinnan mukaan. Tässä tapauksessa kaikki moottoriperheen – tai moottorityypin, jos moottoriperhettä ei ole – testit on tehtävä käyttäen bensiiniä, jonka etanolipitoisuus on nolaa.

## 2.2 Tyyppi: Etanoli (E85)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(1)</sup>		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Tutkimusoktaaniluku, RON		95,0	—	EN ISO 5164
Moottorioktaaniluku, MON		85,0	—	EN ISO 5163
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m <sup>3</sup>	ilmoitetaan		ISO 3675
Höyrynpaine	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Rikkipitoisuus <sup>(2)</sup>	mg/kg	—	10	EN 15485 tai EN 15486
Hapettumisvakaus	minuuttia	360		EN ISO 7536
Hartsipitoisuus (ilman liuotteita)	mg/100 ml	—	5	EN-ISO 6246
Ulkonäkö Määritellään ympäristön lämpötilassa tai 15 °C:ssa, sen mukaan kumpi on korkeampi.		puhdas ja kirkas, ilman näkyviä kiinteitä tai jähmeitä epäpuhtauksia		silmämääräinen tarkastus

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot <sup>(1)</sup>		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Etanoli ja korkeammat alkoholit <sup>(3)</sup>	til.-%	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Korkeammat alkoholit (C <sub>3</sub> -C <sub>8</sub> )	til.-%	—	2,0	E DIN 51627-3
Metanoli	til.-%		1,00	E DIN 51627-3
Bensiini <sup>(4)</sup>	til.-%	tasapainosuhte		EN 228
Fosfori	mg/l	0,20 <sup>(5)</sup>		EN 15487
Vesipitoisuus	til.-%		0,300	EN 15489 tai EN 15692
Epäorgaanisten kloridien pitoisuus	mg/l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Kuparinauhakorrosio (3h 50 °C:ssa)	luokitus	luokka 1		EN ISO 2160
Happamuus (etikkahappona CH <sub>3</sub> COOH)	massa-% (mg/l)	—	0,0050 (40)	EN 15491
Sähkönjohtavuus	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 tai prEN 15938
Hiili-vetysuhde		ilmoitetaan		
Hiili-happisuhde		ilmoitetaan		

**Huomautukset:**

- (1) Laatuvaatimuksissa ilmoitetut arvot ovat "todellisia arvoja". Raja-arvojen määrittämisessä on käytetty standardia ISO 4259 "Petroleum products – Determination and application of precision data in relation to methods of test" ja vähimmäisarvon määrittämisessä 2R:n vähimmäispoikkeamaa nolasta ylöspäin. Suurimman ja pienimmän arvon määrittämisessä pienin poikkeama on 4R (R = toistettavuus). Huolimatta tästä toimenpiteestä, joka on tarpeen teknisistä syistä, polttoaineen valmistajan on kuitenkin pyrittävä nolaa-arvoon, jos määrätty suurin arvo on 2R, ja keskiarvoon, jos on annettu pienin ja suurin raja-arvo. Jos on tarpeen selvittää, täyttääkö polttoaine edellä tarkoitetut vaatimukset, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.
- (2) Päästötesteissä käytettävän polttoaineen todellinen rikkipitoisuus on ilmoitettava.
- (3) Standardin EN 15376 mukainen etanoli on ainoa hapetettu johdannainen, jota saa tarkoituksella lisätä vertailupolttoaineeseen.
- (4) Lyijyttömän bensiinin osalta pitoisuus voidaan määrittellä siten, että se on 100 vähennettynä veden, alkoholien, MTBE:n ja ETBE:n prosentteina ilmoitettujen pitoisuuksien summalla.
- (5) Vertailupolttoaineeseen ei saa tarkoituksella lisätä yhdisteitä, jotka sisältävät fosforia, rautaa, mangaania tai lyijyä.

### 3. Yksi- ja kaksipolttoainemoottoreissa käytettävien kaasumaisten polttoaineiden tekniset tiedot

#### 3.1 Tyyppi: Nestekaasu

Parametri	Yksikkö	Polttoaine A	Polttoaine B	Testimenetelmä
Koostumus:				EN 27941
C <sub>3</sub> -pitoisuus	til.-%	30 ± 2	85 ± 2	

Parametri	Yksikkö	Polttoaine A	Polttoaine B	Testimenetelmä
C <sub>4</sub> -pitoisuus	til.-%	tasapainosuhte ( <sup>1</sup> )	tasapainosuhte ( <sup>1</sup> )	
< C <sub>3</sub> , > C <sub>4</sub>	til.-%	enintään 2	enintään 2	
Olefinit	til.-%	enintään 12	enintään 15	
Haihdutusjäämä	mg/kg	enintään 50	enintään 50	EN 15470
Vesi 0 °C:ssa		vapaa	vapaa	EN 15469
Kokonaisrikkipitoisuus, ml. hajuste	mg/kg	enintään 10	enintään 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Rikkivety		ei ole	ei ole	EN ISO 8819
Kuparinauhakorrosio (1 h 40 °C:ssa)	luokitus	luokka 1	luokka 1	ISO 6251 ( <sup>2</sup> )
Haju		luonteenomai- nen	luonteenomai- nen	
Moottorin oktaaniluku ( <sup>3</sup> )		vähintään 89,0	vähintään 89,0	EN 589, liite B

**Huomautukset:**

(<sup>1</sup>) Tasapainosuhte tarkoittaa seuraavaa: tasapainosuhte = 100 - C<sub>3</sub> - <C<sub>3</sub> - >C<sub>4</sub>.

(<sup>2</sup>) Tällä menetelmällä ei välttämättä voida täsmällisesti määritellä, onko näytteessä syövyttäviä aineita, jos näyte sisältää korroosionestoaineita tai muita kemikaaleja, jotka vähentävät näytteen kuparinauhakorrosiota. Tämän vuoksi kyseisten aineiden lisääminen ainoastaan testimenetelmän antamaan tulokseen vaikuttamiseksi on kielletty.

(<sup>3</sup>) Moottorin valmistajan pyynnöstä tyyppihyväksyntätestauksessa voidaan käyttää suurempaa MON-arvoa.

### 3.2 Tyypit: Maakaasu/biometaani

#### 3.2.1 Niitä vertailupolttoaineita koskevat vaatimukset, joilla on vakaat ominaisuudet (esim. suljetuissa säiliöissä toimitettavat polttoaineet)

Tässä kohdassa esitettävien vertailupolttoaineiden vaihtoehtona voidaan käyttää vastaavia 3.2.2 kohdassa esitettyjä polttoaineita.

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Pienin	Suurin	

#### Vertailupolttoaine G<sub>R</sub>

Koostumus:					
Metaani		87	84	89	
Etaani		13	11	15	
Tasapainosuhte ( <sup>1</sup> )	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> ( <sup>2</sup> )	—		10	ISO 6326-5

**Huomautukset:**

(<sup>1</sup>) Inertit + C<sub>2+</sub>.

(<sup>2</sup>) Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa (293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa).

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Pienin	Suurin	

**Vertailupolttoaine G<sub>23</sub>**

Koostumus:					
Metaani		92,5	91,5	93,5	
Tasapainosuhte (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	mooli-%	7,5	6,5	8,5	
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> (2)	—	—	10	ISO 6326-5

*Huomautukset:*(1) Inertit (muut kuin N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>.

(2) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

**Vertailupolttoaine G<sub>25</sub>**

Koostumus:					
Metaani	mooli-%	86	84	88	
Tasapainosuhte (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	mooli-%	14	12	16	
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> (2)	—	—	10	ISO 6326-5

*Huomautukset:*(1) Inertit (muut kuin N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>.

(2) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

**Vertailupolttoaine G<sub>20</sub>**

Koostumus:					
Metaani	mooli-%	100	99	100	ISO 6974
Tasapainosuhte (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	mooli-%				ISO 6974
Rikkipitoisuus	mg/m <sup>3</sup> (2)	—	—	10	ISO 6326-5
Wobben indeksi (netto)	MJ/m <sup>3</sup> (3)	48,2	47,2	49,2	

(1) Inertit (muut kuin N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2+</sub>.

(2) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

(3) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 273,2 K (0 °C) ja 101,3 kPa.

3.2.2 Sellaista kaasuputkesta toimitettavaa vertailupolttoainetta koskevat vaatimukset, johon on sekoitettu muiden kaasujen seos ja jonka ominaisuudet määritetään paikalla tehtävällä mittauksella

Tässä kohdassa esitettävien vertailupolttoaineiden vaihtoehtona voidaan käyttää vastaavia 3.2.1 kohdassa esitettyjä vertailupolttoaineita.

3.2.2.1 Kunkin kaasuputkesta toimitettavan vertailupolttoaineen (esim.  $G_R$ ,  $G_{20}$ ) perustana on julkisesta kaasunjakeluverkosta saatava kaasu, johon on taulukossa 9.1 annettujen  $\lambda$ -muutoskerrointa ( $S_\lambda$ ) koskevien vaatimusten täyttymiseksi tarvittaessa lisätty sekoituskaasuna yhtä tai useaa seuraavista kaupallisesti <sup>(1)</sup> saatavilla olevista kaasuista:

- a) hiilidioksidi
- b) etaani
- c) metaani
- d) typpi
- e) propaani.

<sup>(1)</sup> Tässä yhteydessä ei edellytetä kalibrointikaasun käyttöä.

3.2.2.2 Tuloksena saatavan putkikaasun ja sekoituskaasun yhdistelmän  $S_\lambda$ -arvon on oltava taulukossa 9.1 kyseiselle vertailupolttoaineelle annetulla alueella.

Taulukko 9.1

**Vaadittu  $S_\lambda$ -arvon vaihtelualue kullekin vertailupolttoaineelle**

Vertailupolttoaine	Pienin $S_\lambda$ -arvo	Suurin $S_\lambda$ -arvo
$G_R$ <sup>(1)</sup>	0,87	0,95
$G_{20}$	0,97	1,03
$G_{23}$	1,05	1,10
$G_{25}$	1,12	1,20

<sup>(1)</sup> Moottoria ei tarvitse testata kaasusekoituksella, jonka metaaniluku (MN) on alle 70. Jos  $G_R$ -polttoaineelle vaadittu  $S_\lambda$ -arvon vaihtelualue aiheuttaa sen, että metaaniluku on alle 70,  $S_\lambda$ -arvoa voidaan  $G_R$ -n osalta mukauttaa, kunnes saavutetaan metaaniluku, joka ei ole alle 70.

3.2.2.3 Moottorin testausselosteen kultakin testausjaksolta on sisällettävä seuraavat tiedot:

- a) 3.2.2.1 kohdassa esitetystä luettelosta valitut sekoituskaasut;
- b) saadun polttoainesekoituksen  $S_\lambda$ -arvo;
- c) saadun polttoainesekoituksen metaaniluku (MN).

3.2.2.4 Lisäysten 1 ja 2 vaatimusten on täyttyvä putkikaasun ja sekoituskaasujen ominaisuuksien määrittämisen ja saadun kaasusekoituksen  $S_\lambda$ -arvon ja metaaniluvun määrittämisen osalta sekä sen tarkistamisen osalta, että sekoitus säilyy tasaisena koko testin ajan.

3.2.2.5 Jos yksi tai useampi kaasuvirta (putkikaasu tai sekoituskaasut) sisältää enemmän kuin erittäin vähäisen määrän hiilidioksidia, liitteen VII mukaiset ominaishiilidioksidipäästöjen laskelmat on mukautettava lisäyksen 3 mukaisesti.

*Lisäys 1***Lisävaatimukset, jotka koskevat päästötestien tekemistä käyttäen putkikaasusta ja muiden kaasujen sekoituksesta koostuvia kaasumaisia vertailupolttoaineita****1. Kaasuanalyysin ja kaasuvirtauksen mittaamisen menetelmät**

- 1.1 Tämän lisäyksen soveltamiseksi kaasun koostumus määritetään vaadittaessa analysoimalla kaasu kaasukromatografilla standardin EN ISO 6974 mukaisesti tai vaihtoehtoisella menetelmällä, jolla saavutetaan vähintään vastaavanlainen tarkkuuden ja toistettavuuden taso.
- 1.2 Tämän lisäyksen soveltamiseksi kaasuvirtaus mitataan vaadittaessa käyttäen massapohjaista virtausmittaria.

**2. Kaasunjakeluverkosta saatavan kaasun analysointi ja virtausnopeus**

- 2.1 Kaasunjakeluverkosta saatavan kaasun koostumus on analysoitava ennen sen syöttämistä kaasunsekoitusjärjestelmään.
- 2.2 Kaasunsekoitusjärjestelmään tulevan kaasunjakeluverkosta saatavan kaasun virtausnopeus on mitattava.

**3. Sekoituskaasun analysointi ja virtausnopeus**

- 3.1 Jos sekoituskaasusta on saatavilla (esimerkiksi kaasuntoimittajan antama) soveltuva analyysitodistus, sillä voidaan osoittaa kyseisen sekoituskaasun koostumus. Tässä tapauksessa sekoituskaasun koostumus voidaan määrittää paikalla tehtävällä analyysillä, mutta sitä vaadita.
- 3.2 Jos sekoituskaasusta ei ole saatavilla soveltuvaa analyysitodistusta, sekoituskaasun koostumus on analysoitava.
- 3.3 Kunkin kaasunsekoitusjärjestelmään tulevan sekoituskaasun virtausnopeus on mitattava.

**4. Sekoitettun kaasun analysointi**

- 4.1 Kaasunsekoitusjärjestelmästä moottoriin syötettävän kaasun koostumuksen analysointi sallitaan 2.1 ja 3.1 kohdassa edellytetyn analyysin lisäksi tai sijasta, mutta sitä ei vaadita.

**5. Sekoitettun kaasun  $S_{\lambda}$ -arvon ja metaaniluvun (MN) laskenta**

- 5.1 Metaaniluku (MN) lasketaan standardin EN 16726:2015 mukaisesti ja laskennassa käytetään 2.1, 3.1 tai 3.2 kohdan ja tapauksen mukaan 4.1 kohdan mukaisen kaasuanalyysin tuloksia sekä 2.2 ja 3.3 kohdan mukaisesti mitattua kaasun massavirtaa. Samaa tietosarjaa käytetään laskettaessa  $S_{\lambda}$ -arvo lisäyksessä 2 esitetyn menettelyn mukaisesti.

**6. Kaasusekoituksen valvonta ja varmennus testin aikana**

- 6.1 Kaasusekoituksen valvonta ja varmistaminen testin aikana tehdään käyttäen joko avointa (open loop) tai suljettua (closed loop) säätöjärjestelmää.
- 6.2 Sekoituksen avoin säätöjärjestelmä
  - 6.2.1 Tässä tapauksessa 1, 2, 3 ja 4 kohdassa esitetyt kaasuanalyysi, virtausmittaukset ja laskelmat on tehtävä ennen päästötestiä.
  - 6.2.2 Kaasunjakeluverkosta saatavan kaasun ja sekoituskaasujen osuudet on määritettävä sen varmistamiseksi, että  $S_{\lambda}$ -arvo on kyseiselle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 esitetyllä sallitulla vaihteluvälillä.

- 6.2.3 Kun suhteelliset osuudet on määritetty, niiden on pysyttävä samoina koko päästötestin ajan. Yksittäisten virtausmäärien mukauttaminen on sallittu suhteellisten osuuksien pitämiseksi samoina.
- 6.2.4 Kun päästötesti on suoritettu loppuun, 2, 3, 4 ja 5 kohdassa esitetyt kaasun koostumuksen analysointi, virtausmittaukset ja laskelmat tehdään uudelleen. Jotta testi olisi luotettava,  $S_{\lambda}$ -arvon on pysyttävä vastaavalle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 annetulla vaihteluvälillä.
- 6.3 Sekoituksen suljettu säätöjärjestelmä
- 6.3.1 Tässä tapauksessa 2, 3, 4 ja 5 kohdassa esitetyt kaasun koostumuksen analysointi, virtausmittaukset ja laskelmat on tehtävä säännöllisin väliajoin päästötestin aikana. Suoritusstiheys valitaan ottaen huomioon kaasukromatografian taajuusvalmius ja vastaavat laskentajärjestelmät.
- 6.3.2 Säännöllisin väliajoin tehtävien mittausten ja laskelmien tuloksia käytetään mukautettaessa kaasunjakeluverkosta saatavan kaasun ja sekoituskaasun suhteellisia osuuksia, jotta  $S_{\lambda}$ -arvo pysyisi vastaavalle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 annetulla vaihteluvälillä. Mukautuksia ei saa tehdä useammin kuin mittauksia.
- 6.3.3 Jotta testi olisi luotettava,  $S_{\lambda}$ -arvon on pysyttävä vastaavalle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 annetulla vaihteluvälillä vähintään 90 prosentissa mittauspisteistä.
-

## Lisäys 2

 **$\lambda$ -muutoskerroimen ( $S_\lambda$ ) laskeminen****1. Laskelma**

$\lambda$ -muutoskerroin ( $S_\lambda$ ) <sup>(1)</sup> lasketaan yhtälöstä (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \quad (9-1)$$

jossa:

$S_\lambda$  =  $\lambda$ -muutoskerroin

inert % = inerttien kaasujen (eli N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

O<sub>2</sub><sup>\*</sup> = alkuperäisen hapen määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

n ja m = viittaavat polttoaineen hiilivetyjä edustavaan keskimääräiseen C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-arvoon eli:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{\text{C}_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{\text{C}_5\%}{100} + \dots\right]}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} \quad (9-2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} + \dots\right] + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100} + \dots\right]}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} \quad (9-3)$$

jossa:

CH<sub>4</sub> = metaanin määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C<sub>2</sub> = kaikkien C<sub>2</sub>-hiilivetyjen (eli C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C<sub>3</sub> = kaikkien C<sub>3</sub>-hiilivetyjen (eli C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C<sub>4</sub> = kaikkien C<sub>4</sub>-hiilivetyjen (eli C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C<sub>5</sub> = kaikkien C<sub>5</sub>-hiilivetyjen (eli C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

diluent = laimennuskaasujen (eli O<sub>2</sub><sup>\*</sup>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina.

**2. Esimerkkejä  $\lambda$ -muutoskerroimen  $S_\lambda$  laskemisesta:**

Esimerkki 1: G<sub>25</sub>: CH<sub>4</sub> = 86 %, N<sub>2</sub> = 14 % (tilavuudesta)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

(1) 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).



$$S_{\lambda} = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1,16$$

Esimerkki 2:  $G_R$ :  $CH_4 = 87\%$ ,  $C_2H_6 = 13\%$  (tilavuudesta)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_{\lambda} = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Esimerkki 3: USA:  $CH_4 = 89\%$ ,  $C_2H_6 = 4,5\%$ ,  $C_3H_8 = 2,3\%$ ,  $C_6H_{14} = 0,2\%$ ,  $O_2 = 0,6\%$ ,  $N_2 = 4\%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{0,6+4}{100}} = 1,11$$

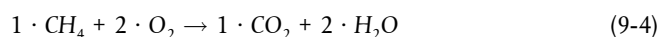
$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{1 - \frac{\text{diluent}\%}{100}} = \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6+4}{100}} = 4,24$$

$$S_{\lambda} = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4}\right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

Edellä esitetyn yhtälön vaihtoehtona  $S_{\lambda}$  voidaan laskea puhtaan metaanin stoikiometrisen ilmantarpeen suhteesta moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometriseen ilmantarpeeseen, kuten jäljempänä esitetään.

$\lambda$ -muutoskerroin ( $S_{\lambda}$ ) ilmaisee minkä tahansa polttoainesekoituksen hapentarpeen suhteessa puhtaan metaanin hapentarpeeseen. Hapentarve tarkoittaa hapen määrää, jolla metaani hapettuu reagoivien aineiden stoikiometrisessä koostumuksessa täydellisen palamisen tuotteiksi (esim. hiilidioksidiksi ja vedeksi).

Puhtaan metaanin palamisreaktio esitetään yhtälössä (9-4).



Tässä tapauksessa molekyylien suhde reagoivien aineiden stoikiometrisessä koostumuksessa on täsmälleen 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

jossa:

$n_{O_2}$  = happimolekyylien määrä

$n_{CH_4}$  = metaanimolekyylien määrä

Näin ollen puhtaan metaanin hapentarve on

$$n_{O_2} = 2 \cdot n_{CH_4} \text{ kun } [n_{CH_4}] = 1 \text{ kmol}$$

$S_\lambda$ -arvo voidaan määrittää hapen ja metaanin stoikiometrisen koostumuksen suhteesta hapen ja moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometrisen koostumuksen suhteeseen yhtälön (9-5) mukaisesti:

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}}\right)}{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O_2})_{blend}} \quad (9-5)$$

jossa:

$n_{blend}$  = polttoainesekoituksen molekyylien määrä

$(n_{O_2})_{blend}$  = molekyylien suhde hapen ja moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometrisessä koostumuksessa

Koska ilma sisältää 21 prosenttia happea, minkä tahansa polttoaineen stoikiometrinen ilmantarve  $L_{st}$  lasketaan yhtälöstä (9-6):

$$L_{st, fuel} = \frac{n_{O_2, fuel}}{0,21} \quad (9-6)$$

jossa:

$L_{st, fuel}$  = polttoaineen stoikiometrinen ilmantarve

$n_{O_2, fuel}$  = polttoaineen stoikiometrinen hapentarve

Tämän vuoksi  $S_\lambda$ -arvo voidaan määrittää myös ilman ja metaanin stoikiometrisen koostumuksen suhteesta ilman ja moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometrisen koostumuksen suhteeseen, toisin sanoen metaanin stoikiometrisen ilmantarpeen suhteesta moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometriseen ilmantarpeeseen. Tämä esitetään yhtälössä (9-7):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}}\right)/0,21}{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{blend}}\right)/0,21} = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{0,21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O_2}}{0,21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st, CH_4}}{L_{st, blend}} \quad (9-7)$$

Näin ollen laskelmaa, jolla määritetään stoikiometrinen ilmantarve, voidaan käyttää ilmaisemaan  $\lambda$ -muutoskerroin.

## Lisäys 3

**Kaasumaisessa polttoaineessa olevasta hiilidioksidista johtuva hiilidioksidiarvon korjaus****1. Hiilidioksidin hetkellinen massavirta kaasumaisen polttoaineen virrassa**

1.1 Kaasun koostumus ja kaasuvirta määritetään lisäyksessä 1 olevan 1–4 kohdan vaatimusten mukaisesti.

1.2 Hiilidioksidin hetkellinen massavirta moottoriin syötettävässä kaasuvirrassa lasketaan yhtälöstä (9-8).

$$\dot{m}_{\text{CO}_2\text{i}} = (M_{\text{CO}_2}/M_{\text{stream}}) \cdot x_{\text{CO}_2\text{i}} \cdot \dot{m}_{\text{streami}} \quad (9-8)$$

jossa:

$\dot{m}_{\text{CO}_2\text{i}}$  = kaasuvirran sisältämästä hiilidioksidista aiheutuva hiilidioksidin hetkellinen massavirta [g/s]

$\dot{m}_{\text{streami}}$  = kaasuvirran hetkellinen massavirta [g/s]

$x_{\text{CO}_2\text{i}}$  = hiilidioksidin mooliosuus kaasuvirrassa [-]

$M_{\text{CO}_2}$  = hiilidioksidin moolimassa [g/mol]

$M_{\text{stream}}$  = kaasuvirran moolimassa [g/mol]

$M_{\text{stream}}$  lasketaan kaikista mitatuista ainesosista (1, 2, ..., n) yhtälöllä (9-9).

$$M_{\text{stream}} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \dots + x_n \cdot M_n \quad (9-9)$$

jossa:

$X_{1, 2, \dots, n}$  = kunkin mitatun ainesosan mooliosuus kaasuvirrassa (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, ...) [-]

$M_{1, 2, \dots, n}$  = kunkin mitatun ainesosan moolimassa kaasuvirrassa [g/mol]

1.3 Jotta hiilidioksidin kokonaismassavirta moottoriin syötettävässä kaasumaisessa polttoaineessa voidaan määrittää, yhtälössä (9-8) esittävä laskelma suoritetaan kunkin sellaisen hiilidioksidia sisältävän kaasun osalta, jota syötetään kaasunsekoitusjärjestelmään, ja kaikkien yhteenlaskettujen kaasuvirtojen osalta, tai laskelma suoritetaan sekoitusjärjestelmästä tulevasta ja moottoriin syötettävästä sekoitetusta kaasusta yhtälöllä (9-10).

$$\dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, fuel}} = \dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, a}} + \dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, b}} + \dots + \dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, n}} \quad (9-10)$$

jossa:

$\dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, fuel}}$  = moottoriin syötettävän kaasumaisen polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuva hiilidioksidin yhdistetty hetkellinen massavirta [g/s]

$\dot{m}_{\text{CO}_2\text{i, a, b, \dots, n}}$  = kunkin yksittäisen kaasuvirran a, b, ..., n sisältämästä hiilidioksidista johtuva hiilidioksidin hetkellinen massavirta [g/s]

## 2. Ominaishiilidioksidipäästöjen laskeminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC-sykleissä

2.1 Polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen kokonaismassa testiä kohti  $m_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$  [g/testi] määritetään yhtälöstä (9-11) laskemalla yhteen moottoriin syötettävän kaasumaisen polttoaineen sisältämän hiilidioksidin hetkelliset massavirrat  $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$  [g/s] koko testin ajalta.

$$m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-11)$$

jossa:

$f$  = tietojen näytteenottoaajuus [Hz]

$N$  = mittausten lukumäärä [-]

2.2 Hiilidioksidipäästön kokonaismassa  $m_{\text{CO}_2}$  [g/testi], jota käytetään liitteen VII yhtälöissä (7-61), (7-63), (7-128) ja (7-130) ominaispäästötuloksen  $e_{\text{CO}_2}$  [g/kWh] laskentaan, korvataan kyseisissä yhtälöissä korjatulla arvolla  $m_{\text{CO}_2, \text{corr}}$  [g/testi], joka lasketaan yhtälöstä (9-12).

$$m_{\text{CO}_2, \text{corr}} = m_{\text{CO}_2} - m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-12)$$

## 3. Ominaishiilidioksidipäästön laskeminen erillisten moodien NRSC-testissä

3.1 Polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuvan hiilidioksidipäästön keskimääräinen massavirta tuntia kohti  $q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}}$  tai  $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$  [g/h] lasketaan kunkin yksittäisen testimoodin osalta hiilidioksidin hetkellisen massavirran  $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$  [g/s] mittauksista, jotka esitetään yhtälössä (9-10) ja mitataan kunkin testimoodin näytteenottoaikana. Tämä määritetään yhtälöstä (9-13).

$$q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}} = \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} = \frac{1}{3\,600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-13)$$

jossa:

$N$  = testimoodin aikana tehtyjen mittausten lukumäärä [-]

3.2 Kunkin yksittäisen testimoodin hiilidioksidipäästön keskimääräinen massavirta  $q_{m\text{CO}_2}$  tai  $\dot{m}_{\text{CO}_2}$  [g/h], jota käytetään liitteen VII yhtälöissä (7-64) ja (7-131) ominaispäästötuloksen  $e_{\text{CO}_2}$  [g/kWh] laskentaan, korvataan kunkin yksittäisen testimoodin osalta kyseisissä yhtälöissä korjatulla arvolla  $q_{m\text{CO}_2, \text{corr}}$  tai  $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{corr}}$  [g/h], jotka lasketaan yhtälöstä (9-14) tai (9-15).

$$q_{m\text{CO}_2, \text{corr}} = q_{m\text{CO}_2} - q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-14)$$

$$\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{corr}} = \dot{m}_{\text{CO}_2} - \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-15)$$

## LIITE X

**Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorin toimittamista erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää**

1. Kyseessä on asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 3 kohdassa tarkoitettu erillinen toimitus, kun valmistaja ja moottorin asentava alkuperäinen laitevalmistaja ovat erillisiä oikeushenkilöitä ja valmistaja toimittaa moottorin yhdestä paikasta erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää ja pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä toimitetaan eri paikasta ja/tai eri aikaan.
2. **Tässä tapauksessa valmistajan**
  - 2.1 katsotaan vastaavan moottorin saattamisesta markkinoille ja moottorin saattamisesta hyväksytyyn moottorityypin mukaiseksi;
  - 2.2 on tilattava kaikki erikseen toimitettavat osat, ennen kuin moottori toimitetaan alkuperäiselle laitevalmistajalle erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää;
  - 2.3 on annettava alkuperäisen laitevalmistajan käyttöön moottorin ja pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmän asennusohjeet sekä erillisinä toimitettujen osien tunnistemerkinnät ja tiedot, joita tarvitaan sen tarkistamiseksi, että asennettu moottori toimii moitteettomasti hyväksytyyn moottorityypin tai moottoriperheen mukaisesti;
  - 2.4 on säilytettävä tiedot seuraavista:
    - 1) alkuperäisen laitevalmistajan saataville annetut ohjeet;
    - 2) luettelo kaikista erillisinä toimitettavista osista;
    - 3) alkuperäisen laitevalmistajan palauttamattomat asiakirjat, joissa vahvistetaan 3 kohdan mukaisesti, että toimitetut moottorit on saatettu vaatimusten mukaisiksi;
  - 2.4.1 on säilytettävä mainitut tiedot vähintään 10 vuoden ajan;
  - 2.4.2 on pyynnöstä saatettava mainitut tiedot hyväksyntäviranomaisen, Euroopan komission tai markkinavalvontaviranomaisen saataville.
- 2.5 on varmistettava, että asetuksen (EU) 2016/1628 32 artiklassa edellytetyn lakisäätömerkinnän lisäksi ilman pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmää olevaan moottoriin kiinnitetään tilapäinen merkintä mainitun asetuksen 33 artiklan 1 kohdan vaatimuksen ja hallinnollisia vaatimuksia koskevan komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen III säännösten mukaisesti.
- 2.6 on varmistettava, että moottoreista erillisinä toimitetuissa osissa on tunnistemerkintä (esimerkiksi osanumero).
- 2.7 on varmistettava, että siirtymäajan moottorin ollessa kyseessä sillä (pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä mukaan lukien) on moottorin valmistuspäivä, joka on aiempi kuin asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä III vahvistettu moottoreiden markkinoillesaattamispäivä siten kuin kyseisen asetuksen 3 artiklan 7 kohdassa, 3 artiklan 30 kohdassa ja 3 artiklan 32 kohdassa edellytetään.
  - 2.7.1 Edellä 2.4 kohdassa tarkoitettujen tietojen on sisällettävä näyttö siitä, että siirtymäajan moottoriin kuuluva pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmä on valmistettu ennen mainittua päivämäärää, jos valmistuspäivä ei käy selvästi ilmi pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmän merkinnästä.
3. **Alkuperäisen laitevalmistajan on**
  - 3.1 vahvistettava valmistajalle, että moottori on saatettu moottorityyppiä tai moottoriperhettä koskevien vaatimusten mukaiseksi saatuja ohjeita noudattaen ja että on suoritettu kaikki tarpeelliset tarkastukset sen varmistamiseksi, että koottu moottori toimii hyväksytyyn moottorityypin mukaisesti moitteettomalla tavalla.
  - 3.2 Kun alkuperäinen laitevalmistaja saa valmistajalta säännöllisen moottorilähetyksen, 3.1 kohdassa tarkoitettu vahvistus voidaan toimittaa osapuolten sopimin säännöllisin väliajoin, kuitenkin viimeistään vuoden kuluessa.

## LIITE XI

**Yksityiskohtaiset tekniset eritelvät ja ehdot, jotka koskevat moottorien saattamista tilapäisesti markkinoille kenttätestausta varten**

Seuraavia ehtoja sovelletaan asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 4 kohdan mukaisesti moottorien saattamiseen tilapäisesti markkinoille kenttätestausta varten:

1. Moottorin omistajuus säilyy valmistajalla, kunnes 5 kohdassa tarkoitettu menettely on saatettu päätökseen. Tämä ei sulje pois rahoitusjärjestelyä testimenettelyyn osallistuvien alkuperäisen laitevalmistajan tai loppukäyttäjien kanssa.
2. Valmistajan on ennen moottorin saattamista markkinoille ilmoitettava kyseisen jäsenvaltion toimivaltaiselle viranomaiselle valmistajan nimen tai tavaramerkin lisäksi moottorin tunnistenumero, moottorin valmistuspäivä, merkitykselliset tiedot moottorin päästöominaisuuksista sekä alkuperäiset loppukäyttäjät tai laitevalmistaja, jotka osallistuvat testimenettelyyn.
3. Moottorin mukana on oltava hallinnollisia vaatimuksia koskevan komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen II säännösten mukainen valmistajan vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa on ilmaistava erityisesti, että kyseessä on asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 4 kohdan mukaisesti tilapäisesti markkinoille saatettu kenttätestimoottori.
4. Moottorissa on oltava lakisääteinen merkintä, josta säädetään hallinnollisia vaatimuksia koskevan komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä III.
5. Testien suorittamisen jälkeen ja joka tapauksessa 24 kuukauden kuluessa moottorin saattamisesta markkinoille valmistajan on varmistettava, että moottori joko poistetaan markkinoilta tai saatetaan asetuksen (EU) 2016/1628 vaatimusten mukaiseksi. Valmistajan on ilmoitettava luvan myöntävälle hyväksyntäviranomaiselle, kumpi vaihtoehto on valittu.
6. Sen estämättä, mitä 5 kohdassa säädetään, valmistaja voi hakea samalta hyväksyntäviranomaiselta testauksen keston jatkamista enintään 24 lisäkuukauden ajaksi esittäen asianmukaiset perustelut keston jatkamiselle.
  - 6.1 Hyväksyntäviranomaisen voi hyväksyä keston jatkamisen, jos se katsotaan perustelluksi. Tässä tapauksessa
    - 1) valmistajan on annettava lisäaikaa koskeva uusi vaatimustenmukaisuusilmoitus; ja
    - 2) edellä olevan 5 kohdan säännöksiä sovelletaan lisäajan loppuun asti tai joka tapauksessa 48 kuukauden kuluttua moottorin saattamisesta markkinoille.

## LIITE XII

**Erityiskäyttöön tarkoitettuja moottoreita koskevat yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot**

Seuraavia ehtoja sovelletaan niiden moottoreiden markkinoille saattamiseen, jotka täyttävät asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä VI erityiskäyttöön tarkoitetuille moottoreille asetetut kaasu- ja hiukkaspäästöjen raja-arvot.

1. Ennen moottorin saattamista markkinoille valmistajan on toteutettava kohtuulliset toimenpiteet sen varmistamiseksi, että kyseessä olevat moottorit asennetaan mahdollisesti räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviin liikkuviin työkoneisiin mainitun asetuksen 34 artiklan 5 kohdan mukaisesti taikka kansallisen pelastustoimen käytössä olevien pelastusveneiden vesillelaskussa ja nostossa käytettäviin liikkuviin työkoneisiin kyseisen asetuksen 34 artiklan 6 kohdan mukaisesti.
2. Edellä olevan 1 kohdan soveltamiseksi kohtuulliseksi toimenpiteeksi katsotaan alkuperäisen laitevalmistajan tai moottorin vastaanottaneen talouden toimijan kirjallinen vahvistus siitä, että moottori asennetaan liikkuvaan työkoneeseen, jota käytetään yksinomaan kyseisiin erityiskäyttöihin.
3. Valmistajan on
  - 1) säilytettävä 2 kohdassa tarkoitettu kirjallinen vakuutus vähintään 10 vuoden ajan; ja
  - 2) pyynnöstä saatettava se hyväksyntäviranomaisen, Euroopan komission tai markkinavalvontaviranomaisen saataville.
4. Moottorin mukana on oltava hallinnollisia vaatimuksia koskevan komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteen II säännösten mukainen valmistajan vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa on ilmaistava erityisesti, että kyseessä on erityiskäyttöön tarkoitettu moottori, joka on saatettu markkinoille asetuksen (EU) 2016/1628 34 artiklan 5 kohdassa tai 34 artiklan 6 kohdassa säädettyjen ehtojen mukaisesti.
5. Moottorissa on oltava lakisääteinen merkintä, josta säädetään hallinnollisia vaatimuksia koskevan komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä III.

---

## LIITE XIII

**Vastaavien moottoreiden tyyppihyväksyntien hyväksyminen**

1. Luokkaan NRE kuuluvien moottoriperheiden tai moottorityyppien osalta on seuraavat tyyppihyväksynät ja tapauksen mukaan vastaava lakisääteinen merkintä tunnustettava samanarvoisiksi asetuksen (EU) 2016/1628 mukaisesti myönnettävien EU-tyyppihyväksyntien ja saman asetuksen mukaisesti vaadittavan lakisääteisen merkinnän kanssa:
  - 1) Asetuksen (EY) N:o 595/2009 ja sen täytäntöönpanosäädösten nojalla myönnettyt EU-tyyppihyväksynät, jos tutkimuslaitos vahvistaa, että moottorityyppi täyttää seuraavat vaatimukset:
    - a) liitteen IV lisäyksessä 2 vahvistetut vaatimukset, kun moottori on tarkoitettu käytettäväksi yksinomaan luokkaan IWP tai IWA kuuluvien vaiheen V moottorien sijasta asetuksen (EU) 2016/1628 4 artiklan 1 kohdan 1 alakohdan b alakohdan mukaisesti, tai
    - b) liitteen IV lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, kun moottori ei kuulu a alakohdan soveltamisalaan;
  - 2) E-säännön nro 49, muutossarja 06, mukaiset tyyppihyväksynät, jos tekninen tutkimuslaitos vahvistaa, että moottori täyttää seuraavat vaatimukset:
    - a) liitteen IV lisäyksessä 2 vahvistetut vaatimukset, kun moottori on tarkoitettu käytettäväksi yksinomaan luokkaan IWP tai IWA kuuluvien vaiheen V moottorien sijasta asetuksen (EU) 2016/1628 4 artiklan 1 kohdan 1 alakohdan b alakohdan mukaisesti, tai
    - b) liitteen IV lisäyksessä 1 vahvistetut vaatimukset, kun moottori ei kuulu a alakohdan soveltamisalaan;

---



## LIITE XIV

**Alkuperäisille laitevalmistajille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat**

1. Kuten asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklassa edellytetään, valmistajien on saatettava alkuperäisten laitevalmistajien saataville kaikki olennaiset tiedot ja ohjeet, jotka ovat edellytyksenä moottorin asianmukaiselle asentamiselle liikkuvaan työkoneeseen. Nämä ohjeet on varustettava alkuperäiselle laitevalmistajalle osoitetulla selvällä merkinnällä.
2. Ohjeet voidaan antaa paperilla tai yleisesti käytetyssä sähköisessä muodossa.
3. Jos samalle alkuperäiselle laitevalmistajalle toimitetaan useita moottoreita, joihin sovelletaan samoja ohjeita, ohjeita voidaan toimittaa vain yksi kappale.
4. Alkuperäiselle laitevalmistajalle tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden on sisällettävä vähintään seuraavat:
  - 1) asennusvaatimukset, joiden avulla saavutetaan moottorityypin päästötehokkuus päästöjenrajoitusjärjestelmä mukaan luettuna ja jotka on otettava huomioon päästöjenrajoitusjärjestelmän asianmukaisen toiminnan varmistamiseksi;
  - 2) kuvaus moottorin asennukseen tai käyttöön liittyvistä mahdollisista erityisistä edellytyksistä tai rajoituksista, sellaisina kuin ne on mainittu hallinnollisista vaatimuksista annetun komission täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IV vahvistetussa EU-tyyppihyväksyntätodistuksessa;
  - 3) ilmoitus siitä, että moottorin asennustapa ei saa pysyvästi estää moottoria toimimasta yksinomaan sellaista (ala)luokkaa vastaavalla tehoalueella, johon sovelletaan tiukempia kaasua- ja hiukkaspäästörajoja kuin siihen (ala) luokkaan, johon moottori kuuluu;
  - 4) kun kyse on moottoriperheistä, joihin sovelletaan liitettä V, sovellettavan valvonta-alueen ylä- ja alarajat ja ilmoitus siitä, että moottorin asennustapa ei saa estää moottoria toimimasta yksinomaan sellaisilla nopeuksilla ja sellaisissa kuormituspisteissä, jotka sijaitsevat moottorin vääntömomenttikäyrän valvonta-alueen ulkopuolella;
  - 5) tapauksen mukaan suunnitteluvaatimukset, jotka koskevat komponentteja, jotka alkuperäinen laitevalmistaja toimittaa ja jotka eivät ole moottorin osia ja joilla varmistetaan, että kun ne on asennettu, moottori vastaa hyväksyttyä moottorityyppiä;
  - 6) tapauksen mukaan suunnitteluvaatimukset, jotka koskevat reagenssisäiliötä, mukaan luettuina jäätymissuojaus, reagenssin määrän seuranta ja keinot näytteiden ottamiseksi reagenssista;
  - 7) tapauksen mukaan tiedot lämmittämättömän reagenssijärjestelmän mahdollisesta asentamisesta;
  - 8) tapauksen mukaan maininta siitä, että moottori on tarkoitettu asennettavaksi yksinomaan lumilinkoihin;
  - 9) tapauksen mukaan maininta siitä, että alkuperäisen laitevalmistajan on toimitettava liitteen IV lisäysten 1–4 mukainen varoitusjärjestelmä;
  - 10) tapauksen mukaan tiedot 9 alakohdassa tarkoitetun käyttäjän varoitusjärjestelmän käyttämästä moottorin ja liikkuvan työkoneen rajapinnasta;
  - 11) tapauksen mukaan tiedot liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5 jaksossa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän käyttämästä moottorin ja liikkuvan työkoneen rajapinnasta;
  - 12) tapauksen mukaan tiedot keinosta, jolla käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä voidaan kytkeä tilapäisesti pois toiminnasta liitteen IV lisäyksessä 1 olevan 5.2.1 kohdan mukaisesti;
  - 13) tapauksen mukaan tiedot liitteen IV lisäyksessä 1 olevan 5.5 kohdan mukaisesta käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminnosta;
  - 14) kaksipolttoainemoottorien tapauksessa:
    - a) ilmoitus siitä, että alkuperäisen laitevalmistajan on toimitettava liitteessä VIII olevassa 4.3.1 kohdassa kuvatun mukainen kaksipolttoainetilan ilmaisinjärjestelmä,

- b) ilmoitus siitä, että alkuperäisen laitevalmistajan on toimitettava liitteessä VIII olevassa 4.3.2 kohdassa kuvatus mukainen kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmä,
- c) tiedot 14 alakohdan a ja b alakohdassa tarkoitettujen ilmoitus- ja varoitusjärjestelmien käyttämästä moottorin ja liikkuvan työkoneneen rajapinnasta;
- 15) kun kyse on vaihtuvanopeuksisesta luokan IWP moottorista, joka on tyyppihyväksytty käytettäväksi yhdessä tai useammassa sisävesisovelluksessa hallinnollisista vaatimuksista annetun täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX olevassa 1.1.1.2 kohdan mukaisesti, tiedot kustakin (ala)luokasta ja toimintatilasta (nopeus), joiden osalta moottori on tyyppihyväksytty ja johon moottori voidaan asennettuna säätää;
- 16) kun kyse on vakionopeuksisesta moottorista, joka on varustettu vaihtoehtoisilla nopeuksilla hallinnollisista vaatimuksista annetun täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX olevan 1.1.1.3 kohdan mukaisesti,
- a) ilmoitus siitä, että moottorin asennustavalla on varmistettava seuraavat:
- i) moottori pysäytetään ennen vakionopeussäätimen säätämistä vaihtoehtoiselle nopeudelle; ja
- ii) vakionopeussäädin voidaan säätää vain moottorin valmistajan sallimille vaihtoehtoisille nopeuksille;
- b) tiedot kustakin (ala)luokasta ja toimintatilasta (nopeus), joiden osalta moottori on tyyppihyväksytty ja johon moottori voidaan asennettuna säätää;
- 17) kun moottori on varustettu joutokäyntinopeudella, jota voidaan käyttää käynnistyksessä tai sammutuksessa asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 18 kohdassa sallitulla tavalla, ilmoitus siitä, että moottorin asennustavalla on varmistettava, että vakionopeussäädin kytkeytyy toimintaan ennen kuin moottorin kuormitusta lisätään kuormittamattomasta tilasta.
5. Kuten asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklan 3 kohdassa edellytetään, valmistajien on saatettava alkuperäisten laitevalmistajien saataville kaikki olennaiset tiedot ja ohjeet, jotka alkuperäisten laitevalmistajien on saatettava loppukäyttäjien saataville liitteen XV mukaisesti.
6. Kuten asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklan 4 kohdassa edellytetään, valmistajien on saatettava alkuperäisten laitevalmistajien saataville tiedot EU-tyyppihyväksyntämenettelyn aikana mitatuista ja EU-tyyppihyväksyntätodistukseen kirjatusta hiilidioksidipäästöistä (CO<sub>2</sub>, yksikkönä g/kWh). Alkuperäisen laitevalmistajan on ilmoitettava tämä päästöarvo loppukäyttäjille ja liitettävä ohkeen seuraava lausunto: *"Tämä CO<sub>2</sub>-mittaustulos on saatu moottorityyppiä (moottoriperhettä) edustavalle (kanta)moottorille laboratorio-olosuhteissa tehdyssä kiinteässä testisyklissä, eikä se ole tae yksittäisen moottorin suorituskyvystä"*.
-

## LIITE XV

**Loppukäyttäjille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden yksityiskohdat**

1. Alkuperäisen laitevalmistajan on toimitettava loppukäyttäjille kaikki tiedot ja ohjeet, jotka ovat edellytyksenä moottorin asianmukaiselle asentamiselle liikkuvaan työkoneeseen siten, että moottorin kaasu- ja hiukkaspäästöt pysyvät hyväksytyyn moottorityyppiin tai moottoriperheeseen sovellettavissa rajoissa. Nämä ohjeet on varustettava loppukäyttäjille osoitetulla selvällä merkinnällä.
2. Loppukäyttäjille tarkoitettujen ohjeiden on
  - 2.1 kirjoitettava selvästi ja yleistajuisesti käyttäen samaa kieltä kuin liikkuvaan työkoneeseen tai moottoriin liittyvässä käyttäjän käsikirjassa;
  - 2.2 annettava paperilla tai yleisesti käytetyssä sähköisessä muodossa;
  - 2.3 sisällytettävä liikkuvan työkoneen loppukäyttäjille tarkoitettuihin ohjeisiin tai annettava erillisenä asiakirjana;
  - 2.3.1 on siinä tapauksessa, että ne toimitetaan erillisenä loppukäyttäjille tarkoitetuista ohjeista, toimitettava samassa muodossa.
3. Loppukäyttäjille tarkoitettujen tietojen ja ohjeiden on sisällettävä vähintään seuraavat:
  - 1) kuvaus moottorin käyttöön liittyvistä mahdollisista erityisistä edellytyksistä tai rajoituksista, sellaisina kuin ne on mainittu hallinnollisista vaatimuksista annetun täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IV vahvistetussa EU-tyyppihyväksyntätodistuksessa;
  - 2) ilmoitus siitä, että moottoria, päästöjenrajoitusjärjestelmä mukaan luettuna, on käytettävä ja huollettava loppukäyttäjille tarkoitettujen ohjeiden mukaisesti, jotta moottorin päästötehokkuus pysyy kyseiseen moottoriluokkaan sovellettavien vaatimusten mukaisena;
  - 3) ilmoitus siitä, että moottorin päästöjenrajoitusjärjestelmää ei saa tietoisesti muuttaa luvattomasti eikä käyttää väärin; tämä koskee erityisesti pakokaasujen takaisinkierätysohjelmien tai reagenssin annostelujärjestelmien deaktivoinnista tai jättämisestä huoltamatta;
  - 4) ilmoitus siitä, että on ryhdyttävä pikaisiin toimiin päästöjenrajoitusjärjestelmän virheellisen toiminnan, käytön tai huollon korjaamiseksi 5 ja 6 alakohdassa tarkoitetuissa varoituksissa esitettyjen korjaustoimien mukaisesti;
  - 5) yksityiskohtaiset selitykset asennetun moottorin mahdollisista virheellisen toiminnan, käytön tai huollon aiheuttamista päästöjenrajoitusjärjestelmän toimintahäiriöistä, sekä asiaan liittyvät varoitukset ja vastaavat korjaustoimet;
  - 6) yksityiskohtaiset varoitukset, joissa selitetään liikkuvan työkoneen mahdollisen virheellisen käytön aiheuttamat moottorin päästöjenrajoitusjärjestelmän toimintahäiriöt, sekä asiaan liittyvät varoitukset ja vastaavat korjaustoimet;
  - 7) tapauksen mukaan tiedot lämmittämättömän reagenssijärjestelmän ja annostelujärjestelmän mahdollisesta käytöstä;
  - 8) tapauksen mukaan maininta siitä, että moottori on tarkoitettu käytettäväksi yksinomaan lumilingoissa;
  - 9) kun kyse on liikkuvasta työkoneesta, joka on varustettu liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 4 kohdassa (luokka NRE, NRG, IWP, IWA tai RLR) ja/tai liitteen IV lisäyksessä 4 olevassa 4 kohdassa (luokka NRE, NRG, IWP, IWA tai RLR) tai liitteen IV lisäyksessä 3 olevassa 3 kohdassa (luokka RLL) määritellyllä kuljettajan toimenpiteitä vaativalla järjestelmällä, ilmoitus siitä, että käyttäjän varoitusjärjestelmä ilmoittaa käyttäjälle, jos päästöjenrajoitusjärjestelmä ei toimi asianmukaisesti;
  - 10) kun kyse on liikkuvasta työkoneesta, joka on varustettu liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5 kohdassa määritellyllä käyttäjän toimenpiteitä vaativalla järjestelmällä (luokat NRE ja NRG), ilmoitus siitä, että käyttäjälle annettavien varoitusten huomiotta jättäminen aktivoi käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän, jolloin liikkuvan työkoneen käyttö käytännössä estyy;

- 11) kun kyse on liikkuvasta työkoneesta, joka on varustettu liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5.5 kohdassa määritellyllä käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminnolla, joka antaa käyttöön moottorin täyden tehon, tiedot tämän toiminnon käyttämisestä;
- 12) tapauksen mukaan selitykset siitä, miten 9, 10 ja 11 kohdassa tarkoitettujen kuljettajan varoitusjärjestelmä ja kuljettajan toimintaa vaativa järjestelmä toimivat, sekä vaikutukset, joita varoitusjärjestelmän antamien varoitusten huomiotta jättämisellä ja reagenssin lisäämättä jättämisellä on suorituskykyyn ja vikatietojen keruuseen;
- 13) ilmoitus siitä, että mikäli työkoneen sisäinen tietokone tallentaa tietoja riittämättömästi reagenssin ruiskutuksesta tai reagenssin laadusta liitteen IV lisäyksessä 2 olevan 4.1 kohdan mukaisesti (luokat IWP, IWA ja RLR), kansalliset tarkastusviranomaiset voivat lukea kyseiset tiedot lukulaitteella;
- 14) kun kyse on liikkuvasta työkoneesta, joka on varustettu liitteen IV lisäyksessä 1 olevassa 5.2.1 kohdassa määritellyllä keinolla, jolla käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä voidaan kytkeä tilapäisesti pois toiminnasta, ilmoitus siitä, että toimintoa saa käyttää vain hätätapauksessa, että sen aktivoiminen tallennetaan työkoneen sisäisen tietokoneen lokitiedostoon ja että kansalliset tarkastusviranomaiset voivat lukea kyseiset tiedot lukulaitteella;
- 15) tiedot polttoaineiden eritelmistä, joita on noudatettava, jotta päästöjenrajoitusjärjestelmän teho pysyy liitteen I ja moottorin EU-tyyppihyväksynnässä asetettujen vaatimusten mukaisena, mukaan luettuna viittaus asianomaiseen EU-standardiin tai kansainväliseen standardiin, jos käytettävissä; tietoihin on sisällyttävä erityisesti seuraavat:
  - a) kun moottoria on tarkoitus käyttää unionissa dieselpolttoaineella tai liikkuvien työkoneiden kaasujäykkä, ilmoitus siitä, että käyttää saa vain sellaista polttoainetta, jonka rikki- ja hiilipitoisuus on enintään 10 mg/kg (20 mg/kg loppujakelupisteessä), setaaniluku vähintään 45 ja FAME-pitoisuus enintään 7,0 tilavuusprosenttia;
  - b) jos moottori soveltuu muiden polttoaineiden, polttoaineseosten tai polttoaine-emulsioiden käyttöön siten kuin valmistaja on ilmoittanut ja EU-tyyppihyväksyntätodistukseen on kirjattu, ilmoitus näistä polttoaineista, polttoaineseoksista tai polttoaine-emulsiosta;
- 16) tiedot voiteluöljyn eritelmistä, joita on noudatettava, jotta päästöjenrajoitusjärjestelmän teho säilyy;
- 17) jos päästöjenrajoitusjärjestelmässä tarvitaan reagenssia, kyseisen reagenssin ominaisuudet, mukaan luettuna reagenssin tyyppi, tiedot pitoisuudesta reagenssin ollessa liuoksena, käyttölämpötilaa koskevat ehdot ja viittaukset kansainvälisiin standardeihin koostumuksen ja laadun osalta moottorin EU-tyyppihyväksynnässä asetettujen vaatimusten mukaisesti;
- 18) tapauksen mukaan ohjeet siitä, onko käyttäjän lisättävä kuluva reagenssia tavanomaisten huoltojen välillä; ohjeissa on ilmoitettava, kuinka käyttäjän olisi täytettävä reagenssisäiliö, ja odotettavissa oleva täyttötiheys, joka riippuu liikkuvan työkoneen käytöstä;
- 19) ilmoitus siitä, että moottorin päästöhokkuuden säilyttämiseksi on käytettävä 17 alakohdan vaatimusten mukaista reagenssia ja täytettävä sitä 18 alakohdan vaatimusten mukaisesti;
- 20) vaaditut päästöihin liittyvät määräaikaishuoltotoimenpiteet mukaan luettuna kriittisten päästöihin liittyvien komponenttien määräaikainen vaihtaminen;
- 21) kaksipolttoainemoottorien tapauksessa:
  - a) tapauksen mukaan tiedot liitteessä VIII olevassa 4.3 kohdassa tarkoitetuista kaksipolttoainetilanteista;
  - b) jos kaksipolttoainemoottorin toimintaa rajoitetaan liitteessä VIII olevassa 4.2.2.1 kohdassa määritellyssä huoltotilassa (lukuun ottamatta luokkia IWP, IWA, RLL ja RLR), ilmoitus siitä, että huoltotilan käyttöönotto käytännössä estää liikkuvan työkoneen käytön;

- c) kun käytettävissä on käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminto, joka antaa käyttöön moottorin täyden tehon, tiedot tämän toiminnon käyttämisestä;
- d) jos kaksipolttainemoottoria voidaan käyttää liitteessä VIII olevan 4.2.2.2 kohdan mukaisesti huoltotilassa (luokat IWP, IWA, RLL ja RLR), ilmoitus siitä, että huoltotilan aktivoiminen tallennetaan työkoneen sisäisen tietokoneen lokitiedostoon ja että kansalliset tarkastusviranomaiset voivat lukea kyseiset tiedot lukulaitteella.
4. Kuten asetuksen (EU) 2016/1628 43 artiklan 4 kohdassa edellytetään, alkuperäisten laitevalmistajien on saatettava loppukäyttäjien saataville tiedot EU-tyyppihyväksyntämenettelyn aikana mitatuista ja EU-tyyppihyväksyntätodistukseen kirjatusta hiilidioksidipäästöistä (CO<sub>2</sub>, yksikkönä g/kWh) ja liitettävä oheen seuraava lausunto: *"Tämä CO<sub>2</sub>-mittaus tulos on saatu moottorityyppiä (moottoriperhettä) edustavalle (kanta)moottorille laboratorio-olosuhteissa tehdyssä kiinteässä testisyklissä, eikä se ole tae yksittäisen moottorin suorituskyvystä"*.
-

## LIITE XVI

**Tutkimuslaitosten toimintavaatimukset ja arviointi****1. Yleiset vaatimukset**

Tutkimuslaitosten on osoitettava, että niillä on asianmukainen osaaminen ja erityiset tekniset tiedot sekä toteen näytetty kokemus asetuksen (EU) 2016/1628 ja kyseisen asetuksen nojalla annettujen delegoitujen ja täytäntöönpanosäädösten soveltamisalaan kuuluvilla erityisaloilla.

**2. Standardit, joita tutkimuslaitosten on noudatettava**

- 2.1. Asetuksen (EU) 2016/1628 45 artiklassa vahvistettujen eri toimintaluokkien toimia suorittavien tutkimuslaitosten on noudatettava Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2007/46/EY<sup>(1)</sup> liitteen V lisäyksessä 1 lueteltuja standardeja, jotka liittyvät niiden suorittamiin toimiin.
- 2.2. Kyseisessä lisäyksessä olevaa viittausta direktiivin 2007/46/EY 41 artiklaan on pidettävä viittauksena asetuksen (EU) 2016/1628 45 artiklaan.
- 2.3. Kyseisessä lisäyksessä olevaa viittausta direktiivin 2007/46/EY liitteeseen IV on pidettävä viittauksena asetukseen (EU) 2016/1628 ja kyseisen asetuksen nojalla annettuihin delegoituihin ja täytäntöönpanosäädöksiin.

**3. Tutkimuslaitosten arviointimenettely**

- 3.1. Arvioitaessa sitä, täyttävätkö tutkimuslaitokset asetuksen (EU) 2016/1628 ja kyseisen asetuksen nojalla annettujen delegoitujen ja täytäntöönpanosäädösten vaatimukset, on noudatettava direktiivin 2007/46/EY liitteen V lisäyksessä 2 vahvistettua menettelyä.
- 3.2. Direktiivin 2007/46/EY liitteessä V olevan lisäyksen 2 viittauksia direktiivin 2007/46/EY 42 artiklaan on pidettävä viittauksina asetuksen (EU) 2016/1628 48 artiklaan.

---

<sup>(1)</sup> Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2007/46/EY, annettu 5 päivänä syyskuuta 2007, puitteiden luomisesta moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä tällaisiin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, osien ja erillisten teknisten yksiköiden hyväksymiselle (EUVL L 263, 9.10.2007, s. 1).

## LIITE XVII

**Vakio- ja muuttuvatilaisen testisykliä ominaisuudet**

1. Testimoodit ja painotuskertoimet erillisten moodien NRSC-testejä varten esitetään lisäyksessä 1 olevassa taulukossa.
  2. Testimoodit ja painotuskertoimet RMC-testejä varten esitetään lisäyksessä 2 olevassa taulukossa.
  3. Moottorin dynamometriaajat muuttuvatilaisia (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklejä varten esitetään lisäyksessä 3 olevassa taulukossa.
-

## Lisäys 1

## Vakiotilainen erillisten moodien NRSC-testi

## Tyypin C testisyklit

Taulukko: syklin C1 testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero	1	2	3	4	5	6	7	8
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %				Välinopeus			Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100	75	50	10	100	75	50	0
Painotuskerroin	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

Taulukko: syklin C2 testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero	1	2	3	4	5	6	7
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %	Välinopeus					Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	25	100	75	50	25	10	0
Painotuskerroin	0,06	0,02	0,05	0,32	0,30	0,10	0,15

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

## Tyypin D testisyklit

Taulukko: syklin D2 testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero (sykli D2)	1	2	3	4	5
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %				
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100	75	50	25	10
Painotustekijä	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan vääntömomenttiin.



**Tyypin E testisyklit****Taulukko: tyypin E syklien testimoodit ja painotuskertoimet**

Moodin numero (sykli E2)	1	2	3	4						
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %				Välinopeus					
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100	75	50	25						
Painotuskerroin	0,2	0,5	0,15	0,15						
Moodin numero (sykli E3)	1				2	3			4	
Nopeus <sup>(a)</sup> (%)	100				91	80			63	
Teho <sup>(c)</sup> (%)	100				75	50			25	
Painotuskerroin	0,2				0,5	0,15			0,15	

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellissetotehoa vastaavaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Tehon prosenttiarvo viittaa suurimpaan nimellistehoon 100 prosentin nopeudella.

**Tyypin F testisyklit****Taulukko: tyypin F syklin testimoodit ja painotuskertoimet**

Moodin numero	1	2 <sup>(d)</sup>	3
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %	Välinopeus	Joutokäynti
Teho (%)	100 <sup>(c)</sup>	50 <sup>(c)</sup>	5 <sup>(b)</sup>
Painotuskerroin	0,15	0,25	0,6

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa tehoon moodissa 1.

<sup>(c)</sup> Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa suurimpaan nettotehoon säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(d)</sup> Erillisten käyttötilojen valintaan perustuvilla ohjausjärjestelmillä varustettujen moottorien tapauksessa moodi 2 tarkoittaa käyttöä lähinnä moodia 2 olevassa tai 35 prosenttia nimellistehosta antavassa käyttötilassa.

**Tyypin G testisyklit****Taulukko: tyypin G syklien testimoodit ja painotuskertoimet**

Moodin numero (sykli G1)						1	2	3	4	5	6
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %					Välinopeus					Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)						100	75	50	25	10	0
Painotuskerroin						0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05

Moodin numero (sykli G2)	1	2	3	4	5						6
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %					Välinopeus					Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100	75	50	25	10						0
Painotuskerroin	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07						0,05
Moodin numero (sykli G3)	1										2
Nopeus <sup>(a)</sup>	100 %					Välinopeus					Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100										0
Painotuskerroin	0,85										0,15

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

### Tyypin H testisyklit

**Taulukko: tyypin H syklin testimoodit ja painotuskertoimet**

Moodin numero	1	2	3	4	5
Nopeus <sup>(a)</sup> (%)	100	85	75	65	Joutokäynti
Vääntömomentti <sup>(b)</sup> (%)	100	51	33	19	0
Painotuskerroin	0,12	0,27	0,25	0,31	0,05

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

## Lisäys 2

## Vakiotilaiset porrastetut syklit (RMC)

## Tyypin C testisyklit

Taulukko: RMC-C1-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> <sub>(c)</sub>	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sub>(c)</sub>
1a vakiotila	126	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	159	välinopeus	100
2b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	160	välinopeus	50
3b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
4a vakiotila	162	välinopeus	75
4b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
5a vakiotila	246	100 %	100
5b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
6a vakiotila	164	100 %	10
6b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
7a vakiotila	248	100 %	75
7b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
8a vakiotila	247	100 %	50
8b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
9 vakiotila	128	joutokäynti	0

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjakson aikana. Siirtymäjakson aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.

Taulukko: RMC-C2-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> <sub>(c)</sub>	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sub>(c)</sub>
1a vakiotila	119	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> (%)	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>
2a vakiotila	29	välinopeus	100
2b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	150	välinopeus	10
3b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
4a vakiotila	80	välinopeus	75
4b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
5a vakiotila	513	välinopeus	25
5b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
6a vakiotila	549	välinopeus	50
6b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
7a vakiotila	96	100 %	25
7b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
8 vakiotila	124	joutokäynti	0

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.

## Tyypin D testisyklit

**Taulukko: RMC-D2-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) <sup>(a)</sup>	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>
1a vakiotila	53	100	100
1b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	101	100	10
2b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	277	100	75
3b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
4a vakiotila	339	100	25

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) ( <sup>e</sup> )	Vääntömomentti (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
4b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
5 vakiotila	350	100	50

(<sup>e</sup>) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

(<sup>b</sup>) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan vääntömomenttiin.

(<sup>c</sup>) Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen.

## Tyypin E testisyklit

**Taulukko: RMC-E2-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) ( <sup>e</sup> )	Vääntömomentti (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
1a vakiotila	229	100	100
1b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	166	100	25
2b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	570	100	75
3b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
4 vakiotila	175	100	50

(<sup>e</sup>) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

(<sup>b</sup>) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan suurimpaan vääntömomenttiin sääde-tyllä moottorin pyörimisnopeudella.

(<sup>c</sup>) Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen.

**Taulukko: RMC-E3-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) ( <sup>e</sup> ) ( <sup>c</sup> )	Teho (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
1a vakiotila	229	100	100
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	166	63	25
2b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	570	91	75

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) ( <sup>a</sup> ) ( <sup>c</sup> )	Teho (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
3b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
4 vakiotila	175	80	50

(<sup>a</sup>) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

(<sup>b</sup>) Tehon prosenttiarvo viittaa suurimpaan nimellisnettotehoon 100 prosentin nopeudella.

(<sup>c</sup>) Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä.

## Tyypin F testisyklit

**Taulukko: RMC-F-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus ( <sup>a</sup> ) ( <sup>c</sup> )	Teho (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
1a vakiotila	350	joutokäynti	5 ( <sup>b</sup> )
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila ( <sup>d</sup> )	280	välinopeus	50 ( <sup>c</sup> )
2b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	160	100 %	100 ( <sup>c</sup> )
3b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
4 vakiotila	350	joutokäynti	5 ( <sup>c</sup> )

(<sup>a</sup>) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

(<sup>b</sup>) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa nettotehoon moodissa 3a.

(<sup>c</sup>) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa suurimpaan nettotehoon säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

(<sup>d</sup>) Erillisten käyttötilojen valintaan perustuvilla ohjausjärjestelmillä varustettujen moottorien tapauksessa moodi 2a tarkoittaa käyttöä lähinnä moodia 2a olevassa tai 35 prosenttia nimellistehosta antavassa käyttötilassa.

(<sup>e</sup>) Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.

## Tyypin G testisyklit

**Taulukko: RMC-G1-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus ( <sup>a</sup> ) ( <sup>c</sup> )	Vääntömomentti (%) ( <sup>b</sup> ) ( <sup>c</sup> )
1a vakiotila	41	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	135	välinopeus	100
2b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	112	välinopeus	10
3b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> ( $\epsilon$ )	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>
4a vakiotila	337	välinopeus	75
4b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
5a vakiotila	518	välinopeus	25
5b siirtymä	20	välinopeus	lineaarinen siirtymä
6a vakiotila	494	välinopeus	50
6b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
7 vakiotila	43	joutokäynti	0

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosentiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjakson aikana. Siirtymäjakson aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.

#### Taulukko: RMC-G2-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> ( $\epsilon$ )	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>
1a vakiotila	41	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	135	100 %	100
2b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	112	100 %	10
3b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
4a vakiotila	337	100 %	75
4b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
5a vakiotila	518	100 %	25
5b siirtymä	20	100 %	lineaarinen siirtymä
6a vakiotila	494	100 %	50
6b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
7 vakiotila	43	joutokäynti	0

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosentiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjakson aikana. Siirtymäjakson aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.

**Tyypin H testisyklit****Taulukko: RMC-H-testimoodit**

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus <sup>(a)</sup> ( <sup>c</sup> )	Vääntömomentti (%) <sup>(b)</sup> ( <sup>c</sup> )
1a vakiotila	27	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	121	100 %	100
2b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	347	65 %	19
3b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
4a vakiotila	305	85 %	51
4b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
5a vakiotila	272	75 %	33
5b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
6 vakiotila	28	joutokäynti	0

<sup>(a)</sup> Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.

<sup>(b)</sup> Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

<sup>(c)</sup> Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjaksos aikana. Siirtymäjaksos aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavaan moodin vääntömomenttiasetukseen sekä samanaikaisesti vastaava moottorin pyörimisnopeuden lineaarinen siirtymä, jos nopeusasetus muuttuu.



## Lisäys 3

## 2.4.2.1 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

## Moottorin dynamometriaajo NRTC-testissä

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0
24	1	3
25	1	3
26	1	3
27	1	3
28	1	3
29	1	3
30	1	6
31	1	6
32	2	1
33	4	13
34	7	18
35	9	21
36	17	20
37	33	42

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
38	57	46
39	44	33
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
44	105	47
45	98	70
46	104	36
47	104	65
48	96	71
49	101	62
50	102	51
51	102	50
52	102	46
53	102	41
54	102	31
55	89	2
56	82	0
57	47	1
58	23	1
59	1	3
60	1	8
61	1	3
62	1	5
63	1	6
64	1	4
65	1	4
66	0	6
67	1	4
68	9	21
69	25	56
70	64	26
71	60	31
72	63	20
73	62	24
74	64	8

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
75	58	44
76	65	10
77	65	12
78	68	23
79	69	30
80	71	30
81	74	15
82	71	23
83	73	20
84	73	21
85	73	19
86	70	33
87	70	34
88	65	47
89	66	47
90	64	53
91	65	45
92	66	38
93	67	49
94	69	39
95	69	39
96	66	42
97	71	29
98	75	29
99	72	23
100	74	22
101	75	24
102	73	30
103	74	24
104	77	6
105	76	12
106	74	39
107	72	30
108	75	22
109	78	64
110	102	34
111	103	28

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43
122	103	34
123	102	41
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
276	80	97
277	92	96
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60
356	72	49
357	56	27

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69
709	100	68
710	102	71
711	101	64
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5
796	48	6
797	48	4
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41



Aika (s)	Normali- soitu pyöri- misnopeus (%)	Normali- soitu vään- tömomentti (%)
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1000	81	50
1001	81	41
1002	81	35
1003	81	37
1004	81	29
1005	81	28
1006	81	24
1007	81	19
1008	81	16
1009	80	16
1010	83	23
1011	83	17
1012	83	13
1013	83	27

Aika (s)	Normali- soitu pyöri- misnopeus (%)	Normali- soitu vään- tömomentti (%)
1014	81	58
1015	81	60
1016	81	46
1017	80	41
1018	80	36
1019	81	26
1020	86	18
1021	82	35
1022	79	53
1023	82	30
1024	83	29
1025	83	32
1026	83	28
1027	76	60
1028	79	51
1029	86	26
1030	82	34
1031	84	25
1032	86	23
1033	85	22
1034	83	26
1035	83	25
1036	83	37
1037	84	14
1038	83	39
1039	76	70
1040	78	81
1041	75	71
1042	86	47
1043	83	35
1044	81	43
1045	81	41
1046	79	46
1047	80	44
1048	84	20
1049	79	31
1050	87	29
1051	82	49
1052	84	21
1053	82	56
1054	81	30

Aika (s)	Normali- soitu pyöri- misnopeus (%)	Normali- soitu vään- tömomentti (%)
1055	85	21
1056	86	16
1057	79	52
1058	78	60
1059	74	55
1060	78	84
1061	80	54
1062	80	35
1063	82	24
1064	83	43
1065	79	49
1066	83	50
1067	86	12
1068	64	14
1069	24	14
1070	49	21
1071	77	48
1072	103	11
1073	98	48
1074	101	34
1075	99	39
1076	103	11
1077	103	19
1078	103	7
1079	103	13
1080	103	10
1081	102	13
1082	101	29
1083	102	25
1084	102	20
1085	96	60
1086	99	38
1087	102	24
1088	100	31
1089	100	28
1090	98	3
1091	102	26
1092	95	64
1093	102	23
1094	102	25
1095	98	42

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1096	93	68
1097	101	25
1098	95	64
1099	101	35
1100	94	59
1101	97	37
1102	97	60
1103	93	98
1104	98	53
1105	103	13
1106	103	11
1107	103	11
1108	103	13
1109	103	10
1110	103	10
1111	103	11
1112	103	10
1113	103	10
1114	102	18
1115	102	31
1116	101	24
1117	102	19
1118	103	10
1119	102	12
1120	99	56
1121	96	59
1122	74	28
1123	66	62
1124	74	29
1125	64	74
1126	69	40
1127	76	2
1128	72	29
1129	66	65
1130	54	69
1131	69	56
1132	69	40
1133	73	54
1134	63	92
1135	61	67
1136	72	42

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1137	78	2
1138	76	34
1139	67	80
1140	70	67
1141	53	70
1142	72	65
1143	60	57
1144	74	29
1145	69	31
1146	76	1
1147	74	22
1148	72	52
1149	62	96
1150	54	72
1151	72	28
1152	72	35
1153	64	68
1154	74	27
1155	76	14
1156	69	38
1157	66	59
1158	64	99
1159	51	86
1160	70	53
1161	72	36
1162	71	47
1163	70	42
1164	67	34
1165	74	2
1166	75	21
1167	74	15
1168	75	13
1169	76	10
1170	75	13
1171	75	10
1172	75	7
1173	75	13
1174	76	8
1175	76	7
1176	67	45
1177	75	13

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1178	75	12
1179	73	21
1180	68	46
1181	74	8
1182	76	11
1183	76	14
1184	74	11
1185	74	18
1186	73	22
1187	74	20
1188	74	19
1189	70	22
1190	71	23
1191	73	19
1192	73	19
1193	72	20
1194	64	60
1195	70	39
1196	66	56
1197	68	64
1198	30	68
1199	70	38
1200	66	47
1201	76	14
1202	74	18
1203	69	46
1204	68	62
1205	68	62
1206	68	62
1207	68	62
1208	68	62
1209	68	62
1210	54	50
1211	41	37
1212	27	25
1213	14	12
1214	0	0
1215	0	0
1216	0	0
1217	0	0
1218	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1219	0	0
1220	0	0
1221	0	0
1222	0	0
1223	0	0
1224	0	0
1225	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1226	0	0
1227	0	0
1228	0	0
1229	0	0
1230	0	0
1231	0	0
1232	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1233	0	0
1234	0	0
1235	0	0
1236	0	0
1237	0	0
1238	0	0

### Moottorin dynamometriaajo LSI-NRTC-testissä

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	1	8
10	6	54
11	8	61
12	34	59
13	22	46
14	5	51
15	18	51
16	31	50
17	30	56
18	31	49
19	25	66
20	58	55
21	43	31
22	16	45
23	24	38
24	24	27
25	30	33
26	45	65
27	50	49
28	23	42
29	13	42
30	9	45

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
31	23	30
32	37	45
33	44	50
34	49	52
35	55	49
36	61	46
37	66	38
38	42	33
39	17	41
40	17	37
41	7	50
42	20	32
43	5	55
44	30	42
45	44	53
46	45	56
47	41	52
48	24	41
49	15	40
50	11	44
51	32	31
52	38	54
53	38	47
54	9	55
55	10	50
56	33	55
57	48	56
58	49	47
59	33	44
60	52	43
61	55	43

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
62	59	38
63	44	28
64	24	37
65	12	44
66	9	47
67	12	52
68	34	21
69	29	44
70	44	54
71	54	62
72	62	57
73	72	56
74	88	71
75	100	69
76	100	34
77	100	42
78	100	54
79	100	58
80	100	38
81	83	17
82	61	15
83	43	22
84	24	35
85	16	39
86	15	45
87	32	34
88	14	42
89	8	48
90	5	51
91	10	41
92	12	37

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
93	4	47
94	3	49
95	3	50
96	4	49
97	4	48
98	8	43
99	2	51
100	5	46
101	8	41
102	4	47
103	3	49
104	6	45
105	3	48
106	10	42
107	18	27
108	3	50
109	11	41
110	34	29
111	51	57
112	67	63
113	61	32
114	44	31
115	48	54
116	69	65
117	85	65
118	81	29
119	74	21
120	62	23
121	76	58
122	96	75
123	100	77
124	100	27
125	100	79
126	100	79
127	100	81
128	100	57
129	99	52
130	81	35
131	69	29
132	47	22
133	34	28

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
134	27	37
135	83	60
136	100	74
137	100	7
138	100	2
139	70	18
140	23	39
141	5	54
142	11	40
143	11	34
144	11	41
145	19	25
146	16	32
147	20	31
148	21	38
149	21	42
150	9	51
151	4	49
152	2	51
153	1	58
154	21	57
155	29	47
156	33	45
157	16	49
158	38	45
159	37	43
160	35	42
161	39	43
162	51	49
163	59	55
164	65	54
165	76	62
166	84	59
167	83	29
168	67	35
169	84	54
170	90	58
171	93	43
172	90	29
173	66	19
174	52	16

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
175	49	17
176	56	38
177	73	71
178	86	80
179	96	75
180	89	27
181	66	17
182	50	18
183	36	25
184	36	24
185	38	40
186	40	50
187	27	48
188	19	48
189	23	50
190	19	45
191	6	51
192	24	48
193	49	67
194	47	49
195	22	44
196	25	40
197	38	54
198	43	55
199	40	52
200	14	49
201	11	45
202	7	48
203	26	41
204	41	59
205	53	60
206	44	54
207	22	40
208	24	41
209	32	53
210	44	74
211	57	25
212	22	49
213	29	45
214	19	37
215	14	43

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
216	36	40
217	43	63
218	42	49
219	15	50
220	19	44
221	47	59
222	67	80
223	76	74
224	87	66
225	98	61
226	100	38
227	97	27
228	100	53
229	100	72
230	100	49
231	100	4
232	100	13
233	87	15
234	53	26
235	33	27
236	39	19
237	51	33
238	67	54
239	83	60
240	95	52
241	100	50
242	100	36
243	100	25
244	85	16
245	62	16
246	40	26
247	56	39
248	81	75
249	98	86
250	100	76
251	100	51
252	100	78
253	100	83
254	100	100
255	100	66
256	100	85

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
257	100	72
258	100	45
259	98	58
260	60	30
261	43	32
262	71	36
263	44	32
264	24	38
265	42	17
266	22	51
267	13	53
268	23	45
269	29	50
270	28	42
271	21	55
272	34	57
273	44	47
274	19	46
275	13	44
276	25	36
277	43	51
278	55	73
279	68	72
280	76	63
281	80	45
282	83	40
283	78	26
284	60	20
285	47	19
286	52	25
287	36	30
288	40	26
289	45	34
290	47	35
291	42	28
292	46	38
293	48	44
294	68	61
295	70	47
296	48	28
297	42	22

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
298	31	29
299	22	35
300	28	28
301	46	46
302	62	69
303	76	81
304	88	85
305	98	81
306	100	74
307	100	13
308	100	11
309	100	17
310	99	3
311	80	7
312	62	11
313	63	11
314	64	16
315	69	43
316	81	67
317	93	74
318	100	72
319	94	27
320	73	15
321	40	33
322	40	52
323	50	50
324	11	53
325	12	45
326	5	50
327	1	55
328	7	55
329	62	60
330	80	28
331	23	37
332	39	58
333	47	24
334	59	51
335	58	68
336	36	52
337	18	42
338	36	52

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
339	59	73
340	72	85
341	85	92
342	99	90
343	100	72
344	100	18
345	100	76
346	100	64
347	100	87
348	100	97
349	100	84
350	100	100
351	100	91
352	100	83
353	100	93
354	100	100
355	94	43
356	72	10
357	77	3
358	48	2
359	29	5
360	59	19
361	63	5
362	35	2
363	24	3
364	28	2
365	36	16
366	54	23
367	60	10
368	33	1
369	23	0
370	16	0
371	11	0
372	20	0
373	25	2
374	40	3
375	33	4
376	34	5
377	46	7
378	57	10
379	66	11

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
380	75	14
381	79	11
382	80	16
383	92	21
384	99	16
385	83	2
386	71	2
387	69	4
388	67	4
389	74	16
390	86	25
391	97	28
392	100	15
393	83	2
394	62	4
395	40	6
396	49	10
397	36	5
398	27	4
399	29	3
400	22	2
401	13	3
402	37	36
403	90	26
404	41	2
405	25	2
406	29	2
407	38	7
408	50	13
409	55	10
410	29	3
411	24	7
412	51	16
413	62	15
414	72	35
415	91	74
416	100	73
417	100	8
418	98	11
419	100	59
420	100	98

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
421	100	99
422	100	75
423	100	95
424	100	100
425	100	97
426	100	90
427	100	86
428	100	82
429	97	43
430	70	16
431	50	20
432	42	33
433	89	64
434	89	77
435	99	95
436	100	41
437	77	12
438	29	37
439	16	41
440	16	38
441	15	36
442	18	44
443	4	55
444	24	26
445	26	35
446	15	45
447	21	39
448	29	52
449	26	46
450	27	50
451	13	43
452	25	36
453	37	57
454	29	46
455	17	39
456	13	41
457	19	38
458	28	35
459	8	51
460	14	36
461	17	47

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
462	34	39
463	34	57
464	11	70
465	13	51
466	13	68
467	38	44
468	53	67
469	29	69
470	19	65
471	52	45
472	61	79
473	29	70
474	15	53
475	15	60
476	52	40
477	50	61
478	13	74
479	46	51
480	60	73
481	33	84
482	31	63
483	41	42
484	26	69
485	23	65
486	48	49
487	28	57
488	16	67
489	39	48
490	47	73
491	35	87
492	26	73
493	30	61
494	34	49
495	35	66
496	56	47
497	49	64
498	59	64
499	42	69
500	6	77
501	5	59
502	17	59

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
503	45	53
504	21	62
505	31	60
506	53	68
507	48	79
508	45	61
509	51	47
510	41	48
511	26	58
512	21	62
513	50	52
514	39	65
515	23	65
516	42	62
517	57	80
518	66	81
519	64	62
520	45	42
521	33	42
522	27	57
523	31	59
524	41	53
525	45	72
526	48	73
527	46	90
528	56	76
529	64	76
530	69	64
531	72	59
532	73	58
533	71	56
534	66	48
535	61	50
536	55	56
537	52	52
538	54	49
539	61	50
540	64	54
541	67	54
542	68	52
543	60	53

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
544	52	50
545	45	49
546	38	45
547	32	45
548	26	53
549	23	56
550	30	49
551	33	55
552	35	59
553	33	65
554	30	67
555	28	59
556	25	58
557	23	56
558	22	57
559	19	63
560	14	63
561	31	61
562	35	62
563	21	80
564	28	65
565	7	74
566	23	54
567	38	54
568	14	78
569	38	58
570	52	75
571	59	81
572	66	69
573	54	44
574	48	34
575	44	33
576	40	40
577	28	58
578	27	63
579	35	45
580	20	66
581	15	60
582	10	52
583	22	56
584	30	62

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
585	21	67
586	29	53
587	41	56
588	15	67
589	24	56
590	42	69
591	39	83
592	40	73
593	35	67
594	32	61
595	30	65
596	30	72
597	48	51
598	66	58
599	62	71
600	36	63
601	17	59
602	16	50
603	16	62
604	34	48
605	51	66
606	35	74
607	15	56
608	19	54
609	43	65
610	52	80
611	52	83
612	49	57
613	48	46
614	37	36
615	25	44
616	14	53
617	13	64
618	23	56
619	21	63
620	18	67
621	20	54
622	16	67
623	26	56
624	41	65
625	28	62

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
626	19	60
627	33	56
628	37	70
629	24	79
630	28	57
631	40	57
632	40	58
633	28	44
634	25	41
635	29	53
636	31	55
637	26	64
638	20	50
639	16	53
640	11	54
641	13	53
642	23	50
643	32	59
644	36	63
645	33	59
646	24	52
647	20	52
648	22	55
649	30	53
650	37	59
651	41	58
652	36	54
653	29	49
654	24	53
655	14	57
656	10	54
657	9	55
658	10	57
659	13	55
660	15	64
661	31	57
662	19	69
663	14	59
664	33	57
665	41	65
666	39	64

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
667	39	59
668	39	51
669	28	41
670	19	49
671	27	54
672	37	63
673	32	74
674	16	70
675	12	67
676	13	60
677	17	56
678	15	62
679	25	47
680	27	64
681	14	71
682	5	65
683	6	57
684	6	57
685	15	52
686	22	61
687	14	77
688	12	67
689	12	62
690	14	59
691	15	58
692	18	55
693	22	53
694	19	69
695	14	67
696	9	63
697	8	56
698	17	49
699	25	55
700	14	70
701	12	60
702	22	57
703	27	67
704	29	68
705	34	62
706	35	61
707	28	78



Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
708	11	71
709	4	58
710	5	58
711	10	56
712	20	63
713	13	76
714	11	65
715	9	60
716	7	55
717	8	53
718	10	60
719	28	53
720	12	73
721	4	64
722	4	61
723	4	61
724	10	56
725	8	61
726	20	56
727	32	62
728	33	66
729	34	73
730	31	61
731	33	55
732	33	60
733	31	59
734	29	58
735	31	53
736	33	51
737	33	48
738	27	44
739	21	52
740	13	57
741	12	56
742	10	64
743	22	47
744	15	74
745	8	66
746	34	47
747	18	71
748	9	57

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
749	11	55
750	12	57
751	10	61
752	16	53
753	12	75
754	6	70
755	12	55
756	24	50
757	28	60
758	28	64
759	23	60
760	20	56
761	26	50
762	28	55
763	18	56
764	15	52
765	11	59
766	16	59
767	34	54
768	16	82
769	15	64
770	36	53
771	45	64
772	41	59
773	34	50
774	27	45
775	22	52
776	18	55
777	26	54
778	39	62
779	37	71
780	32	58
781	24	48
782	14	59
783	7	59
784	7	55
785	18	49
786	40	62
787	44	73
788	41	68
789	35	48

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
790	29	54
791	22	69
792	46	53
793	59	71
794	69	68
795	75	47
796	62	32
797	48	35
798	27	59
799	13	58
800	14	54
801	21	53
802	23	56
803	23	57
804	23	65
805	13	65
806	9	64
807	27	56
808	26	78
809	40	61
810	35	76
811	28	66
812	23	57
813	16	50
814	11	53
815	9	57
816	9	62
817	27	57
818	42	69
819	47	75
820	53	67
821	61	62
822	63	53
823	60	54
824	56	44
825	49	39
826	39	35
827	30	34
828	33	46
829	44	56
830	50	56

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
831	44	52
832	38	46
833	33	44
834	29	45
835	24	46
836	18	52
837	9	55
838	10	54
839	20	53
840	27	58
841	29	59
842	30	62
843	30	65
844	27	66
845	32	58
846	40	56
847	41	57
848	18	73
849	15	55
850	18	50
851	17	52
852	20	49
853	16	62
854	4	67
855	2	64
856	7	54
857	10	50
858	9	57
859	5	62
860	12	51
861	14	65
862	9	64
863	31	50
864	30	78
865	21	65
866	14	51
867	10	55
868	6	59
869	7	59
870	19	54
871	23	61

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
872	24	62
873	34	61
874	51	67
875	60	66
876	58	55
877	60	52
878	64	55
879	68	51
880	63	54
881	64	50
882	68	58
883	73	47
884	63	40
885	50	38
886	29	61
887	14	61
888	14	53
889	42	6
890	58	6
891	58	6
892	77	39
893	93	56
894	93	44
895	93	37
896	93	31
897	93	25
898	93	26
899	93	27
900	93	25
901	93	21
902	93	22
903	93	24
904	93	23
905	93	27
906	93	34
907	93	32
908	93	26
909	93	31
910	93	34
911	93	31
912	93	33

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
913	93	36
914	93	37
915	93	34
916	93	30
917	93	32
918	93	35
919	93	35
920	93	32
921	93	28
922	93	23
923	94	18
924	95	18
925	96	17
926	95	13
927	96	10
928	95	9
929	95	7
930	95	7
931	96	7
932	96	6
933	96	6
934	95	6
935	90	6
936	69	43
937	76	62
938	93	47
939	93	39
940	93	35
941	93	34
942	93	36
943	93	39
944	93	34
945	93	26
946	93	23
947	93	24
948	93	24
949	93	22
950	93	19
951	93	17
952	93	19
953	93	22

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
954	93	24
955	93	23
956	93	20
957	93	20
958	94	19
959	95	19
960	95	17
961	96	13
962	95	10
963	96	9
964	95	7
965	95	7
966	95	7
967	95	6
968	96	6
969	96	6
970	89	6
971	68	6
972	57	6
973	66	32
974	84	52
975	93	46
976	93	42
977	93	36
978	93	28
979	93	23
980	93	19
981	93	16
982	93	15
983	93	16
984	93	15
985	93	14
986	93	15
987	93	16
988	94	15
989	93	32
990	93	45
991	93	43
992	93	37
993	93	29
994	93	23

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
995	93	20
996	93	18
997	93	16
998	93	17
999	93	16
1000	93	15
1001	93	15
1002	93	15
1003	93	14
1004	93	15
1005	93	15
1006	93	14
1007	93	13
1008	93	14
1009	93	14
1010	93	15
1011	93	16
1012	93	17
1013	93	20
1014	93	22
1015	93	20
1016	93	19
1017	93	20
1018	93	19
1019	93	19
1020	93	20
1021	93	32
1022	93	37
1023	93	28
1024	93	26
1025	93	24
1026	93	22
1027	93	22
1028	93	21
1029	93	20
1030	93	20
1031	93	20
1032	93	20
1033	93	19
1034	93	18
1035	93	20

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1036	93	20
1037	93	20
1038	93	20
1039	93	19
1040	93	18
1041	93	18
1042	93	17
1043	93	16
1044	93	16
1045	93	15
1046	93	16
1047	93	18
1048	93	37
1049	93	48
1050	93	38
1051	93	31
1052	93	26
1053	93	21
1054	93	18
1055	93	16
1056	93	17
1057	93	18
1058	93	19
1059	93	21
1060	93	20
1061	93	18
1062	93	17
1063	93	17
1064	93	18
1065	93	18
1066	93	18
1067	93	19
1068	93	18
1069	93	18
1070	93	20
1071	93	23
1072	93	25
1073	93	25
1074	93	24
1075	93	24
1076	93	22

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1077	93	22
1078	93	22
1079	93	19
1080	93	16
1081	95	17
1082	95	37
1083	93	43
1084	93	32
1085	93	27
1086	93	26
1087	93	24
1088	93	22
1089	93	22
1090	93	22
1091	93	23
1092	93	22
1093	93	22
1094	93	23
1095	93	23
1096	93	23
1097	93	22
1098	93	23
1099	93	23
1100	93	23
1101	93	25
1102	93	27
1103	93	26
1104	93	25
1105	93	27
1106	93	27
1107	93	27
1108	93	24
1109	93	20
1110	93	18
1111	93	17
1112	93	17
1113	93	18
1114	93	18
1115	93	18
1116	93	19
1117	93	22

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1118	93	22
1119	93	19
1120	93	17
1121	93	17
1122	93	18
1123	93	18
1124	93	19
1125	93	19
1126	93	20
1127	93	19
1128	93	20
1129	93	25
1130	93	30
1131	93	31
1132	93	26
1133	93	21
1134	93	18
1135	93	20
1136	93	25
1137	93	24
1138	93	21
1139	93	21
1140	93	22
1141	93	22
1142	93	28
1143	93	29
1144	93	23
1145	93	21
1146	93	18
1147	93	16
1148	93	16
1149	93	16
1150	93	17
1151	93	17
1152	93	17
1153	93	17
1154	93	23
1155	93	26
1156	93	22
1157	93	18
1158	93	16

Aika (s)	Normali-soitu pyörimisnopeus (%)	Normali-soitu vääntömomentti (%)
1159	93	16
1160	93	17
1161	93	19
1162	93	18
1163	93	16
1164	93	19
1165	93	22
1166	93	25
1167	93	29
1168	93	27
1169	93	22
1170	93	18
1171	93	16
1172	93	19
1173	93	19
1174	93	17
1175	93	17
1176	93	17
1177	93	16
1178	93	16
1179	93	15
1180	93	16
1181	93	15
1182	93	17
1183	93	21
1184	93	30
1185	93	53
1186	93	54
1187	93	38
1188	93	30
1189	93	24
1190	93	20
1191	95	20
1192	96	18
1193	96	15
1194	96	11
1195	95	9
1196	95	8
1197	96	7
1198	94	33
1199	93	46

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1200	93	37
1201	16	8
1202	0	0
1203	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1204	0	0
1205	0	0
1206	0	0
1207	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1208	0	0
1209	0	0