Tämä asiakirja on ainoastaan dokumentoinnin apuväline eikä sillä ole oikeudellista vaikutusta. Unionin toimielimet eivät vastaa sen sisällöstä. Säädösten todistusvoimaiset versiot on johdanto-osineen julkaistu Euroopan unionin virallisessa lehdessä ja ne ovat saatavana EUR-Lexissä. Näihin virallisiin teksteihin pääsee suoraan tästä asiakirjasta siihen upotettujen linkkien kautta.

►**B**

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

(EUVL L 102, 13.4.2017, s. 1)

sellaisena kuin se on muutettuna seuraavilla:

		virallinen lehti		
		N:o	sivu	päivämäärä
►**M1**	Komission delegoitu asetus (EU) 2018/236, annettu 20 päivänä joulukuuta 2017	L 50	1	22.2.2018

▼B

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

1 artikla

Määritelmät

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

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

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

2) ’λ-muutoskertoimella (S_λ)’ lauseketta, joka kuvaa moottorin hallintajärjestelmältä vaadittavaa ilman ylimäärän λ muutoksen mukautuvuutta, jos moottorin polttoaineena käytetään koostumukseltaan puhtaasta metaanista eroavaa kaasua;

3) ’nestemäistä polttoainetta käyttävällä 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 jälkikäsittelyjärjestelmällä’ pakokaasujen jälkikäsittelylaitetta, joka on suunniteltu hiukkaspäästöjen vähentämiseen mekaanisen, aerodynaamisen tai diffuusioon tai inertiaan perustuvan erottelun avulla;

6) ’nopeudensäätimellä’ laitetta tai ohjausstrategiaa, joka automaattisesti säätää 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;

▼B

9) ’reagenssilla’ kaikkia kuluvia aineita, joita tarvitaan ja käytetään jälkikäsittelyjärjestelmän 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 hyväksyttyihin tieteellisiin ja teknisiin periaatteisiin ja saatavilla olevaan, käsiteltävään asiaan liittyvään informaatioon;

12) ’suurimmalla pyörimisnopeudella (n_{hi})’ suurinta moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottori tuottaa 70 prosenttia suurimmasta tehosta;

13) ’pienimmällä pyörimisnopeudella (n_{lo})’ pienintä moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottori tuottaa 50 prosenttia suurimmasta tehosta;

14) ’suurimmalla teholla (P_{max})’ valmistajan suunnittelemaa suurinta tehoa kilowatteina;

15) ’osavirtauslaimennusmenetelmällä’ pakokaasun analysointimenetelmää, jossa osa pakokaasun kokonaisvirtauksesta otetaan erilleen ja siihen sekoitetaan soveltuva määrä laimennusilmaa ennen sen johtamista hiukkasnäytesuodattimeen;

16) ’siirtymällä’ nolla- tai kalibrointisignaalin ja mittauslaitteen antaman vastaavan arvon välistä eroa välittömästi sen jälkeen, kun laitetta käytettiin päästötestissä;

17) ’kohdistamisella’ mittauslaitteen säätämistä niin, että se antaa asianmukaisen vasteen kalibrointistandardiin, 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 vertailusignaalien mukainen;

21) ’ominaispäästöllä’ massapäästöä, joka ilmaistaan yksiköllä g/kWh;

22) ’käyttäjän ohjaussyötteellä’ moottorin käyttäjän antamaa syötettä, jolla ohjataan moottorin tuotosta;

▼B

23) ’suurimman vääntömomentin pyörimisnopeudella’ valmistajan ilmoittamaa moottorin pyörimisnopeutta, jolla moottorista saadaan suurin vääntömomentti;

24) ’moottorin rajoitetulla nopeudella’ nopeudensäätimellä rajoitettua moottorin pyörimisnopeutta;

25) ’avoimilla kampikammiopäästöillä’ kaikkia moottorin kampikammiosta 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 nollakalibrointistandardilla, kuten puhdistetulla typellä tai puhdistetulla ilmalla;

30) ’vaihtuvanopeuksisella liikkuvien työkoneiden vakiotilaisella testisyklillä’, jäljempänä ’vaihtuvanopeuksinen NRSC-testisykli’, työkoneiden vakiotilaista testisykliä, joka ei ole vakionopeuksinen NRSC-testisykli;

31) ’vakionopeuksisella liikkuvien työkoneiden vakiotilaisella testisyklillä’, jäljempänä ’vakionopeuksinen NRSC-testisykli’ yhtä seuraavista asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV määritellyistä liikkuvien työkoneiden vakiotilaisista testisykleistä: D2, E2, G1, G2 tai G3;

32) ’päivityskirjauksella’ taajuutta, jolla analysaattori antaa uusia ajantasaisia arvoja;

33) ’kalibrointikaasulla’ 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, näytepussia tai muuta erissä tapahtuvassa näytteenotossa käytettävää säilytystarviketta;

36) ’täysvirtauslaimennusmenetelmällä’ menetelmää, jossa pakokaasuvirtaan sekoitetaan laimennusilmaa ennen kuin laimennetusta pakokaasuvirrasta erotetaan osa analysoitavaksi;

37) ’toleranssilla’ aluetta, jolle 95 prosenttia tietyn suureen kirjatuista arvoista sijoittuu; loput 5 prosenttia kirjatuista arvoista sijoittuvat toleranssialueen ulkopuolelle;

▼B

38) ’huoltotilalla’ kaksipolttoainemoottorin (dual-fuel) erityistä tilaa, joka aktivoituu korjausta varten tai sitä varten, että liikkuva työkone 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 hyväksytyn tyypin 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 tarkoitetut 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.

▼B

6 artikla

Liikkuvien työkoneiden vakiotilaiseen 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 kampikammiokaasujen päästöjen määrittämis- ja huomioimismenettelyjen ja 25 artiklan 3 kohdan e alakohdan ii alakohdassa tarkoitettujen pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmien 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 tarkoitetut 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 tarkoitetut 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.

▼B

11 artikla

Tietojen arviointi- ja laskentamenetelmät

Asetuksen (EU) 2016/1628 25 artiklan 3 kohdan c alakohdassa tarkoitetut 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 jälkikäsittelyjärjestelmää

Kun valmistaja toimittaa unionissa moottorin erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmää 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 tyyppihyväksyntien hyväksyminen

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

▼B

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 testisyklien ominaisuudet

Asetuksen (EU) 2016/1628 24 artiklassa tarkoitettujen vakio- ja muuttuvatilaisten testisyklien 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.

▼B

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 työkoneiden vakiotilaiseen 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 jälkikäsittelyjärjestelmää	
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 testisyklien ominaisuudet	

▼B

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 työkoneiden kaasuöljyä koskevaa Euroopan standardointikomitean CEN:n standardia tai jollei Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 98/70/EY ([1]) ole vahvistettu liikkuvien työkoneiden kaasuöljyn ominaisuuksia koskevaa taulukkoa, liitteessä IX tarkoitetun dieselpolttoaineen (liikkuvien työkoneiden kaasuöljyn) on edustettava kaupallisia liikkuvien työkoneiden 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 työkoneiden 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 moottoriperheessä 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 työkoneiden kaasuöljyn) tapauksessa sovelletaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviä 98/70/EY tai CEN-standardia EN 590:2013.

([1]) 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).

▼B

c) Dieselöljyn (liikkuvien työkoneiden 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 ([1]) vahvistetussa ilmoituslomakkeessa niiden markkinoilla saatavissa olevien polttoaineiden, polttoaineseosten tai polttoaine-emulsioiden eritelmät, joita moottoriperheessä voidaan käyttää.

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

c) Valmistajan on vastattava siitä, että käytössä olevien moottorien valvonnasta annetussa komission delegoidussa asetuksessa (EU) 2017/655 ([2]) 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 polttoaineen ja öljyn sekoitussuhdetta. Öljyn prosenttiosuus polttoaineen ja voiteluaineen seoksessa on kirjattava hallinnollisista vaatimuksista annetussa komission täytäntöönpanoasetuksessa (EU) 2017/656 vahvistettuun ilmoituslomakkeeseen.

1.3 Vain tiettyä polttoainetta (ED 95 tai E 85) käyttävää 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.

([1]) Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2017/656, annettu 19 päivänä oulukuuta 2016, liikkuviin työkoneisiin tarkoitettujen polttomoottoreiden päästörajoja ja tyyppihyväksyntää koskevien hallinnollisten vaatimusten vahvistamisesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 mukaisesti (katso tämän virallisen lehden sivu 364).

([2]) Komission delegoitu asetus (EU) 2017/655, annettu 19 päivänä joulukuuta 2016, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2016/1628 täydentämisestä liikkuviin työkoneisiin asennettujen käytössä olevien polttomoottoreiden kaasupäästöjen valvonnan osalta (katso tämän virallisen lehden sivu 334).

▼B

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-/biometaanikoostumuksia. Tällainen demonstrointi on tehtävä tämän 2 kohdan mukaisesti ja, kun kyseessä ovat kaksipolttoainemoottorit, myös liitteessä VIII olevassa 6.4 kohdassa vahvistettujen polttoaineen mukauttamismenettelyä 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 λ-muutoskertoimeltaan (S_λ). Maakaasujen, joiden λ-muutoskerroin on välillä 0,89–1,08 ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}08$), katsotaan kuuluvan H-ryhmään, kun taas maakaasujen, joiden λ-muutoskerroin on välillä 1,08–1,19 ($1{,}08 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$), katsotaan kuuluvan L-ryhmään. S_λ-arvojen vaihtelu on otettu huomioon vertailupolttoaineiden koostumuksessa.

Kantamoottorin on täytettävä tämän asetuksen liitteessä IX vahvistetut vaatimukset, jotka koskevat vertailupolttoaineita 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 päästötestiä varten esivakautus vastaavan testisyklin mukaisesti. Jos moottori testataan liikkuvien työkoneiden vakiotilaisilla testisykleillä (NRSC-sykleillä) eikä esivakautussykli riitä siihen, että moottorin polttoaineensyöttö pystyy mukautumaan, voidaan ennen moottorin esivakauttamista tehdä vaihtoehtoinen, valmistajan määrittämä totutusajo.

2.3.1.1.1. Valmistaja voi testata moottorin kolmannella polttoaineella (polttoaine 3), jos λ-muutoskerroin (S_λ) 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.

▼B

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 (säädön on tapahduttava automaattisesti). Polttoaineen vaihdon jälkeen voidaan tehdä yksi totutusajo. Totutusajossa on tehtävä seuraavaa päästötestiä 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 itsesäätyvästi 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 päästötestiä 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 λ-muutoskerroin (S_λ) 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

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

▼B

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 päästötestiä 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 päästötestiä 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 λ-muutoskerroin (S_λ) 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.

▼B

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-tyyppihyväksytty.

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 ruiskutussuuttimet.

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

▼B

2.5.1.1 Moottori on kalibroitava tietylle nesteytetyn maakaasun koostumukselle, jonka seurauksena λ-muutoskerroin eroaa enintään 3 prosenttia liitteessä IX täsmennetyn G_{20}-polttoaineen λ-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 λ-muutoskerroin eroaa enintään 3 prosenttia liitteessä IX täsmennetyn G_{20}-polttoaineen λ-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 tarkoitetut moottorit), tai sen polttoaineryhmän osalta (2.3 tai 2.4 kohdassa tarkoitetut 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 vaihtoehtoisen 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.

▼B

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: 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. 2.3.1 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_l = 0,89–1,19	2 (enintään 3)	$r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$ ja, jos testataan kolmannella polttoaineella $r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3(market fuel)}}$ 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_l = 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 kaasuilla				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_l = 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

▼B

	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. 2.4.2 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 käyttävä tila	Kaksipolttoainetila			
		Paineistettu maakaasu (CNG)	Nesteytetty maakaasu (LNG)	LNG_{20}	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)

▼B

Kaksipolttoainetyyppi	Nestemäistä polttoainetta käyttävä tila	Kaksipolttoainetila			
		Paineistettu maakaasu (CNG)	Nesteytetty maakaasu (LNG)	LNG_{20}	Nestekaasu (LPG)
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)

▼B

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 laatupolitiikkojen täytäntöönpanon ja laatutavoitteiden 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 jälkeenpäin 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 hyväksytyn 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 jäljempänä 4 kohdassa tarkoitettuja tuotteen vaatimustenmukaisuusjärjestelyjä hyväksyttävinä 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 hyväksyntäviranomainen 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 hyväksyntäviranomainen tai hyväksyntäviranomaisen tähän tarkoitukseen nimeämä elin voi tehdä alkuarvioinnin ja tuotteen vaatimustenmukaisuutta koskevien järjestelyjen tarkastuksen.

▼B

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 hyväksyntäviranomainen 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, jälkikäsittelyjärjestelmien 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-tyyppihyväksytty moottori on valmistettava hyväksytyn moottorityypin tai -perheen mukaiseksi, eli sen on täytettävä tämän liitteen, asetuksen (EU) 2016/1628 sekä edellä mainittujen delegoitujen ja täytäntöönpanoasetusten vaatimukset.

4.2 Ennen kuin hyväksyntäviranomainen 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 vaatimuksenmukaisuuden hyväksyttyyn 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.

▼B

4.3 EU-tyyppihyväksynnän haltijan on

4.3.1 varmistettava, että käytettävissä on menettelyt, joilla moottorien vaatimustenmukaisuutta hyväksyttyyn moottorityyppiin tai moottoriperheeseen nähden valvotaan tehokkaasti, ja että näitä menettelyjä sovelletaan

4.3.2 voitava käyttää kunkin hyväksytyn moottorityypin 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 hyväksyntäviranomaisten 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 hyväksyntäviranomainen voivat sopia komponenteille tai komponenttiasennelmille asianmukaisten kriteerien mukaisesti tehtävistä testeistä.

4.3.5 analysoitava kunkin testi- tai tarkastustyypin 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 hyväksyntäviranomainen ei pidä 4.3.6 kohdassa tarkoitettujen lisäauditointien tai -tarkastusten tuloksia tyydyttävinä, valmistajan on huolehdittava siitä, että tuotannon vaatimustenmukaisuus palautetaan mahdollisimman pian korjaavilla toimenpiteillä hyväksyntäviranomaista 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 pätevöity tai tunnustettu 3.3.3 kohdan vaatimusten mukaisesti) suorittamat valvontatoimet on hyväksyttävä 5.1.1 kohdan vaatimusten mukaisiksi alkuarviointia varten vahvistettujen menettelyjen osalta.

▼B

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 perustuvin 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 laboratoriossa 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 epätyydyttäviä 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 jälkikäsittelyjärjestelmää. 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.

▼B

6.2.3 Moottoreille on tehtävä päästötestaus 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 jälkikäsittelyjärjestelmällä, 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 päästökestojaksosta 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 hyväksyttyä tyyppiä, jos kaikkien epäpuhtauksien osalta voidaan tehdä hyväksyvä päätös, ja poikkeavan hyväksytystä tyypistä, 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 hyväksyvää päätöstä ja jos minkään päästön osalta ei voida tehdä hylkäävää 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 jälkikäsittelyjärjestelmä.

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.

▼B

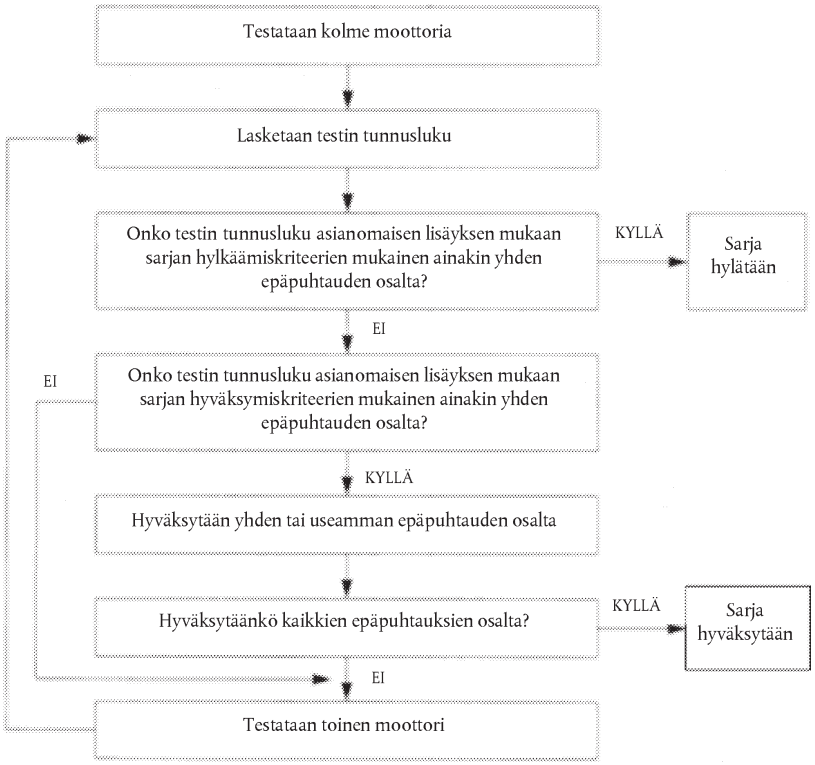
6.4 Kaikki nämä testit voidaan tehdä soveltuvilla, markkinoilla saatavissa olevilla polttoaineilla. Valmistajan pyynnöstä on kuitenkin käytettävä liitteessä IX kuvailtuja vertailupolttoaineita. Tällöin tehdään liitteen I lisäyksessä 1 kuvatut testi vähintään kahdella vertailupolttoaineella kullekin kaasumaista 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 tarkoitetulla 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



▼B

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

▼B

Testattujen moottoreiden kumulatiivinen määrä (otoksen koko)	Hyväksymiskynnys	Hylkäämiskynnys
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

▼B

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 käyttöiän kartuttamisjakson aikana.

1.2 ’Kriittisillä päästöihin vaikuttavilla komponenteilla’ tarkoitetaan pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmiä, elektronista moottorinohjausyksikköä 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-jälkikäsittelyjärjestelmäperheellä’ tarkoitetaan valmistajan tekemää moottoreiden ryhmittelyä, joka vastaa moottoriperheen määritelmää mutta jossa moottorit on jaoteltu edelleen moottoriperheiden muodostamaan perheeseen niissä käytettävän samanlaisen jälkikäsittelyjärjestelmän 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 ’Käyttöiänkartuttamisohjelmalla’ tarkoitetaan vanhennussykliä ja käyttöiänkartuttamisjaksoa, joita sovelletaan määritettäessä huononemiskertoimia moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperhettä varten.

2. **Yleistä**

2.1 Tässä liitteessä esitetään yksityiskohtaisesti menettelyt, joita käytetään valittaessa moottoreita testattavaksi käyttöiänkartuttamisohjelmassa 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 käyttöajankartuttamistesteissä tai päästötesteissä.

▼B

2.3 Tässä liitteessä kuvaillaan myös päästöihin liittyvät ja päästöihin liittymättömät huoltotoimet, joita olisi suoritettava tai joita voidaan suorittaa käyttöiänkartuttamisohjelman 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 jälkikäsittelyjärjestelmän tyypin mukaan. Jotta voitaisiin sijoittaa samaan moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheeseen moottorit, joissa on erilainen sylinterirakenne mutta joiden pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmät 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-jälkikäsittelyjärjestelmäperheeseen kuuluva moottori testattavaksi 3.2.2 kohdassa määritellyn käyttöiänkartuttamisohjelman mukaisesti ja ilmoitettava siitä hyväksyntäviranomaiselle ennen testauksen aloittamista.

3.1.4 Jos hyväksyntäviranomainen katsoo, että moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheen 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-jälkikäsittelyjärjestelmäperheeseen sovellettavat huononemiskertoimet on määritettävä niin, että valituille moottoreille suoritetaan käyttöiänkartuttamisohjelma, jonka aikana mitataan määräajoin kaasumaiset ja hiukkaspäästöt kussakin asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV määritellyssä moottoriluokkaan sovellettavassa testisyklissä. Suoritettaessa liikkuvien työkoneiden muuttuvatilaisia testisyklejä (NRTC) luokan NRE moottoreille käytetään ainoastaan kuumakäynnistys-NRTC-syklin tuloksia.

3.2.1.1 Valmistajan pyynnöstä hyväksyntäviranomainen 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 hyväksyntäviranomaista tyydyttävällä tavalla osoitettava, että käytetyt vaihtoehtoiset menettelyt ovat vähintään yhtä vaativia kuin 3.2.2–3.2.5 kohdassa esitetyt.

▼B

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 NTRC-testisykliä, tai moottoriluokasta tai -alaluokasta NRS, joihin sovelletaan suuria kipinäsytytysmoottoreita koskevia liikkuvien työkoneiden 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 työkoneiden muuttuvatilaista testisykliä, suoritetaan kussakin testipisteessä vain NRSC-sykli.

3.2.2.1.6 Eri moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheisiin 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 päästökestojaksosta.

▼B

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-tyyppihyväksyntähakemuksessa ja annettava tiedoksi hyväksyntäviranomaiselle ennen testien aloittamista.

3.2.2.2 Jos hyväksyntäviranomainen katsoo, että on tehtävä lisämittauksia valmistajan valitsemien 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-jälkikäsittelyjärjestelmäperheelle liikkuvan työkoneen tai moottorin käyttötuntimäärä, jonka jälkeen moottori-jälkikäsittelyjärjestelmän toiminta on vakautunut. Hyväksyntäviranomaisen pyynnöstä valmistajan on annettava saataville tiedot ja tulokset, joiden perusteella aika on määritetty. Vaihtoehtoisesti valmistaja voi valita, että moottori-jälkikäsittelyjärjestelmän 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 kaasu- ja hiukkaspäästöt mitataan käyttöiänkartuttamisohjelman kuluessa valmistajan määrittämissä ja tapauksen mukaan myös hyväksyntäviranomaisen 3.2.2.2 kohdan mukaisesti päättämissä 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 jälkikäsittelyjärjestelmän etupuolelta erillään pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmän 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.

▼B

Kun kyse on moottoriluokista tai -alaluokista, joiden osalta asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä IV ei vahvisteta sovellettavaa työkoneiden muuttuvatilaista 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 liikkuvalle työkoneelle voidaan tehdä muita kuin määräaikaisia huoltotoimenpiteitä, jos esimerkiksi valmistajan tavanomainen valvontajärjestelmä on havainnut ongelman, joka olisi ilmaissut liikkuvan työkoneen käyttäjälle vikaantumisen.

3.2.4 Raportointi

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

3.2.4.2 Valmistajan on pidettävä kirjaa kaikista päästötesteihin liittyvistä tiedoista ja moottorille käyttöiänkartuttamisohjelman aikana tehdyistä huoltotoimenpiteistä. Nämä tiedot on toimitettava hyväksyntäviranomaiselle yhdessä käyttöiänkartuttamisohjelmassa tehtyjen päästötestien 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 suoritetun testisyklin tulosten perusteella.

Valmistaja voi pyytää hyväksyntäviranomaiselta ennakkolupaa epälineaarisen regression tekemiseen.

3.2.5.2 Kunkin epäpuhtauden päästöarvot käyttöiänkartuttamisohjelman alussa ja testattavana olevan moottorin päästökestojakson 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.

▼B

Jos päästöarvoja käytetään saman moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheen moottoriperheille mutta erilaisille päästökestojaksoille, päästökestojakson päättymispisteen päästöarvot on laskettava uudelleen kullekin päästökestojaksolle ekstrapoloimalla tai interpoloimalla 3.2.5.1 kohdassa tarkoitetusta regressioyhtälöstä.

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

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

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

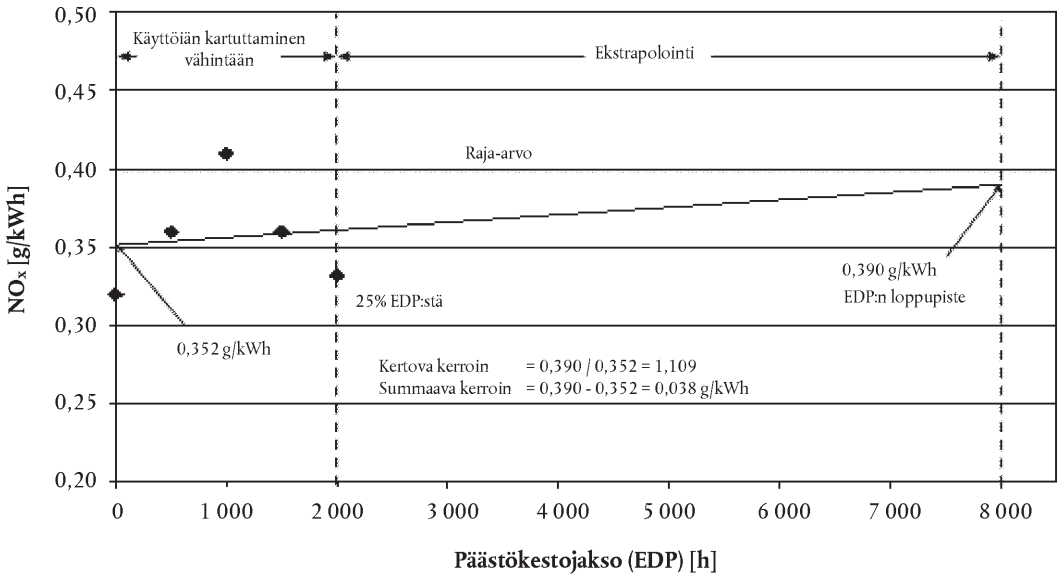
Sekä kertovien että summaavien huononemiskertoimien käyttö samassa epäpuhtauksien ryhmässä ei ole sallittua.

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 suoritetulle testisyklille laskettua huononemiskerrointa sovelletaan myös toiseen testisykliin.

Kuva 3.1

Esimerkki huononemiskertoimen (DF) määrittämisestä



▼B

3.2.6 Annetut huononemiskertoimet

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

Taulukko 3.1

Annetut huononemiskertoimet

Testisykli	CO	HC	NO_x	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 huononemiskerrointa 0,0 tai kertovaa huononemiskerrointa 1,0 sellaisen aiemman huononemiskerrointestauksen tulosten yhteydessä, jossa ei vahvistettu arvoa hiukkasmäärille, kunhan molemmat seuraavista ehdoista täyttyvät:

a) aiempi huononemiskerrointesti tehtiin käyttämällä sellaista moottoriteknologiaa, joka olisi voitu 3.1.2 kohdan mukaisesti sisällyttää samaan moottori-jälkikäsittelyjärjestelmä perheeseen kuin se moottoriperhe, johon huononemiskertoimia on tarkoitus soveltaa, ja

b) 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 (syklipainotettu ominaispäästöarvo hiukkaspäästölle ja kullekin kaasulle) on sovellettu huononemiskertoimia. Huononemiskertoimen (DF) tyypin mukaan sovelletaan seuraavia vaatimuksia:

a) kertova: (syklipainotettu ominaispäästöarvo) × DF ≤ päästöraja

b) summaava: (syklipainotettu ominaispäästöarvo) + DF ≤ päästöraja.

Syklipainotettuun ominaispäästöarvoon voi tarvittaessa sisältyä jaksoittaista regeneraatiota koskeva korjaus.

▼B

3.2.7.2 NO_x + HC -normiin liittyvän kertovan huononemiskertoimen määrittämiseksi HC:lle ja NO_x:lle on määritettävä erilliset huononemiskertoimet ja niitä on sovellettava erikseen huonontuneiden päästötasojen laskemiseen päästötestin tuloksesta, minkä jälkeen saadut huonontuneet NO_x- ja HC-arvot yhdistetään päästörajan noudattamisen tarkastamiseksi.

3.2.7.3 Valmistaja voi soveltaa moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheelle määritettyjä huononemiskertoimia moottoriin, joka ei kuulu samaan moottori-jälkikäsittelyjärjestelmäperheeseen. Tässä tapauksessa valmistajan on osoitettava hyväksyntäviranomaiselle, että moottori, jota varten jälkikäsittelyjärjestelmäperhe 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 päästökestojaksolle 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 testausselosteeseen.

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 jälkikäsittelyjärjestelmien etupuolelta samaan aikaan kuin EU-tyyppihyväksyntätesti tehdään. Sitä varten valmistaja voi muodostaa epäviralliset huononemiskertoimet erikseen moottorille ilman jälkikäsittelyjärjestelmää ja jälkikäsittelyjärjestelmälle 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 testausselosteeseen 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.

▼B

3.4.1.2 Kaikenlaiset säädöt, purkamiset, puhdistukset tai kriittisten päästöihin liittyvien komponenttien vaihtamiset, jotka tehdään päästökestojakson kuluessa määräajoin, jotta moottorin toimintateho ei alenisi, saa tehdä vain siinä laajuudessa kuin on teknisesti välttämätöntä päästöjenrajoitusjärjestelmän moitteettoman toiminnan kannalta. On vältettävä tilannetta, jossa käyttöiänkartutusohjelman aikana ja moottorin tietyn käyttöajan jälkeen olisi määräaikaistoimenpiteenä vaihdettava muita kuin rutiininomaisesti vaihdettavia kriittisiä päästöihin liittyviä komponentteja. Tässä yhteydessä pidetään rutiininomaisesti vaihdettavina osina osia, 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 määräaikaiset vaihdot:

— pakokaasunkierrätysjärjestelmän (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 jälkikäsittelyjärjestelmä (ja siihen liittyvät komponentit)

— typen oksidien jälkikäsittelyjärjestelmä (ja siihen liittyvät komponentit)

— pakokaasunkierrätysjärjestelmä ja kaikki siihen liittyvät ohjausventtiilit ja putket

— muut pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmät.

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 työkoneen loppukäyttäjälle.

3.4.2 Määräaikaishuollon muutokset

Valmistajan on pyydettävä hyväksyntäviranomaiselta lupa, jos se haluaa suorittaa uusia määräaikaisia huoltotoimia käyttöiän kartuttamisohjelman aikana ja suositella kyseisiä toimia liikkuvien työkoneiden tai

▼B

moottorien loppukäyttäjille. Pyyntöön on liitettävä uuden määräaikaisen 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, venttiilivälyksen, ruiskutuksen välyksen ja mahdollisen käyttöhihnan 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 käyttöikää on kartutettu vastaavalla tuntimäärällä.

4. **Moottoriluokat ja -alaluokat NRSh ja NRS lukuun ottamatta alaluokkia NRS-v-2b ja NRS-v-3**

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

4.2 Moottoriperheen katsotaan noudattavan moottorialaluokalle vahvistettuja raja-arvoja, kun kaikkien moottoriperhettä edustavien moottorien päästötestitulokset ovat 2 kohdassa määritetyllä huononemiskertoimella kerrottuina pienemmät tai yhtä suuret kuin kyseiselle moottorialaluokalle vahvistetut raja-arvot. Jos kuitenkin yhden tai useamman moottoriperhettä edustavan moottorin päästötestitulokset ovat 2 kohdassa määritetyllä huononemiskertoimella kerrottuina 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_x-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.

▼B

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 päästökestojakson 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 Päästökestojakson 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 päästökestojakson väliin lisää päästötestauspisteitä. Jos välitestejä tehdään, testauspisteet on sijoitettava tasaisin välein päästökestojaksolle (±2 tuntia) ja yhden testauspisteen on oltava täyden päästökestojakson (±2 tuntia) puolivälissä.

4.3.6 Kunkin HC+NO_x- ja CO-epäpuhtauden osalta on sovitettava suora viiva tietopisteisiin olettaen alkutestin tapahtuvan tunnin 0 kohdalla ja käyttäen pienimmän neliösumman menetelmää. Huononemiskerroin saadaan jakamalla kestojakson lopussa laskettu päästö tunnin 0 kohdalla lasketulla päästöllä.

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

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 jälkikäsittelyjärjestelmällä

— 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

▼B

— 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 venttiilitekniikka ja identtinen voitelujärjestelmä

— nelitahtimoottorit, joita ei ole varustettu katalysaattorilla, mutta joissa on sama venttiilitekniikka ja identtinen voitelujärjestelmä.

4.4 Päästökestojaksoluokat

4.4.1 Kun kyse on moottoriluokista, joille annetaan asetuksen (EU) 2016/1628 liitteen V taulukossa V-3 tai V-4 vaihtoehtoisia päästökestojaksojen arvoja, valmistajien on ilmoitettava kuhunkin moottoriperheeseen sovellettava päästökestojaksoluokka 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 päästökestojaksoluokan perustelemiseksi. Kyseiset tiedot on pyydettäessä toimitettava hyväksyntäviranomaiselle.

Taulukko 3.2

Päästökestojaksoluokat

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

4.4.2 Valmistajan on osoitettava hyväksyntäviranomaista tyydyttävällä tavalla, että ilmoitettu päästökestojaksoluokka vastaa tarkoitusta. Tietoihin, joilla valmistaja perustelee annetulle moottoriperheelle valitun päästökestojaksoluokan, 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 kestoa tunteina koskevat tekniset arviot.

▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmää 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.

▼B

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 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.

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:

a) polttoaineenruiskutuksen tai sytytyksen ajoitus (moottorin ajoitus)

b) pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR)

c) 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

▼B

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:

a) 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]

b) 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:

a) ajoneuvon sisäisten signaalien vaikutuksesta moottorin (mukaan lukien ilmankäsittelylaitteen suojaaminen) ja/tai liikkuvan työkoneen, johon moottori asennetaan, suojaamiseksi vaurioilta

b) 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.

▼B

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:

a) korkeus merenpinnasta enintään 500 metriä (tai vastaava ilmanpaine 95,5 kPa)

b) ympäristön lämpötila 275–303 K (2–30 °C)

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

2.4.2 Luokan RLL moottoreihin sovellettavat rajoittamisolosuhteet:

a) korkeus merenpinnasta enintään 1 000 metriä (tai vastaava ilmanpaine 90 kPa)

b) ympäristön lämpötila 275–303 K (2–30 °C)

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

2.4.3 Luokkien NRE, NRG ja RLR moottoreihin sovellettavat rajoittamisolosuhteet:

a) ilmanpaine vähintään 82,5 kPa

b) 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]

c) 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.

▼B

Ero on arvioitava hyvän teknisen käytännön mukaisesti käyttäen perustana mm. seuraavia teknisiä elementtejä (laskelmat, simulaatiot, koetulokset, data jne.):

a) tyypilliset liikkuvan työkoneen luokat, joihin kyseinen moottorityyppi tai -perhe asennetaan, ja

b) 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. Näytteenottopisteen 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

▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmällä 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.

▼B

Lisäys 1

Luokkien NRE ja NRG moottorien typen oksidien poistojärjestelmiin sovellettavat tekniset lisävaatimukset, mukaan luettuna kyseisten järjestelmien osoittamiseksi käytettävä menetelmä

1. **Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan lisävaatimukset, jotka liittyvät typen 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 jäätymissuojausta.

2. **Yleiset vaatimukset**

Moottori on varustettava typen oksidien poiston valvontajärjestelmällä (NCD), joka kykenee tunnistamaan typen oksidien poistojärjestelmän virhetoiminnat. 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 saavuttamiseksi on hyväksyttävää, että moottoreissa, joita on käytetty pitempään kuin asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä täsmennetty päästökestojakso, esiintyy jossain määrin typen oksidien poiston valvontajärjestelmän (NCD) suorituskyvyn ja herkkyyden heikentymistä siten, että tässä liitteessä täsmennetyt kynnysarvot 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 Typen 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).

▼B

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 jäätynyt).

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. Lämmittämättömän järjestelmän on oltava 2.3.3 kohdan vaatimusten mukainen.

2.3.1.1 Lämmittämättömän reagenssisäiliön ja annostusjärjestelmän käytöstä on ilmoitettava liikkuvan työkoneen loppukäyttäjälle tarkoitetuissa kirjallisissa ohjeissa.

2.3.2 Reagenssisäiliö ja annostusjärjestelmä

2.3.2.1 Jos reagenssi on jäätynyt, sen on oltava käytettävissä viimeistään 70 minuutin kuluttua siitä, kun moottori on käynnistetty ympäristön lämpötilassa 266 K (– 7 °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 °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 työkone tai moottori on käynnistettävä ja sitä on käytettävä ympäristön lämpötilassa, joka on enintään 266 K (– 7 °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 työkoneeseen 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 ≤ 266 K (– 7 °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 ≤ 266 K (– 7 °C) viimeistään 70 minuutin kuluttua moottorin käynnistämisestä.

▼B

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 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).

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 työkoneen 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.

▼B

2.4.6.1 NCD-moottoriperheen määritysparametrit

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 työkoneessa 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:

a) jäljellä oleva aika ennen käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen tai toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumista

b) käyttäjän toimenpiteitä vaativan ensimmäisen tai toisen vaiheen järjestelmän vaikutustaso, esimerkiksi vääntömomentin alenemisen taso

c) olosuhteet, joissa liikkuvan työkoneen toimintakyky voidaan palauttaa.

▼B

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-tyyppihyväksyntähakemusta 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:

5.1.1 kaksiportainen käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä, joka ensimmäisessä vaiheessa rajoittaa suorituskykyä ja toisessa vaiheessa estää liikkuvan työkoneen käytön

5.1.2 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.

5.2.1 Moottoriin voidaan asentaa mahdollisuus estää käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta tilapäisesti kansallisen tai alueellisen hallintoviranomaisen, pelastuspalveluiden tai asevoimien julistaman hätätilan aikana.

5.2.1.1 Jos moottoriin asennetaan mahdollisuus estää käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta tilapäisesti, on kaikkien seuraavien ehtojen toteuduttava:

a) Käyttäjä voi estää järjestelmän toiminnan enintään 120 tunnin ajaksi.

▼B

b) 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 moottorikohtaisella turvatoiminnolla.

e) Estotoiminnon 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

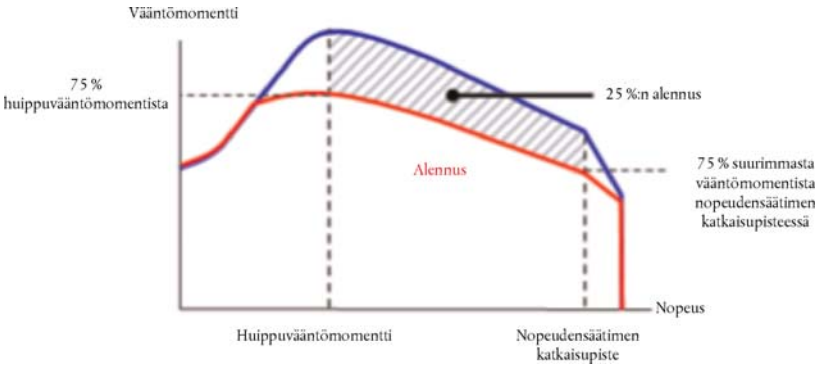
5.3.1 Ensimmäisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, kun jokin 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 tai 9.4.1 kohdassa täsmennetyistä edellytyksistä on täyttynyt.

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 pienennyttävä 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 vaativaan ensimmäisen vaiheen järjestelmään liittyvä vääntömomentin alennuskaavio



▼B

5.4 Käyttäjän toimenpiteitä vaativa toisen vaiheen järjestelmä

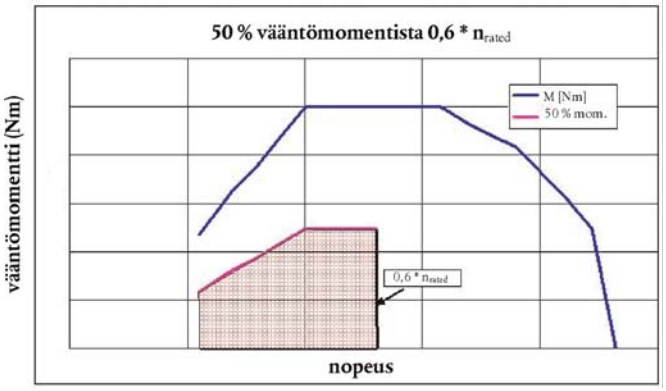
5.4.1 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, kun jokin 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 tai 9.4.2 kohdassa täsmennetyistä edellytyksistä on täyttynyt.

5.4.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on vähennettävä liikkuvan työkoneen 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 Turvallisuusnäkökohtien huomioon ottamiseksi ja itsekorjaavan diagnostiikan mahdollistamiseksi on käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän ohitustoiminnon, joka antaa käyttöön moottorin täyden tehon, käyttäminen sallittua sillä edellytyksellä, että se

a) on aktiivinen enintään 30 minuutin ajan ja

b) 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 deaktivointimenettelyjä koskevia lisätietoja annetaan 11 kohdassa.

5.8 Valmistajan on osana tämän asetuksen mukaista EU-tyyppihyväksyntähakemusta demonstroitava käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän toiminta 11 kohdan mukaisesti.

▼B

6. **Reagenssin saatavuus**

6.1 Reagenssimäärän ilmaisin

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 kuvaillun käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava, 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 näkyvissä), 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 tarkoitetun 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 aktivoiduttava, jos reagenssin määrä laskee alle 2,5 prosenttiin säiliön nimellisvetoisuudesta. Valmistajan niin halutessa prosenttiosuus voi olla suurempi.

▼B

6.3.2 Edellä 5.4 kohdassa kuvatun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, 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 moottorialaluokissa, 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 deaktivointikriteerejä 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 aktivoiduttava. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syyn 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 aktivoiduttava, jos reagenssin laatua ei korjata moottorin 10 käyttötunnin kuluessa sen jälkeen, kun 7.2 kohdassa tarkoitettu käyttäjän varoitusjärjestelmä on aktivoitunut.

▼B

7.3.2 Edellä 5.4 kohdassa tarkoitetun käyttäjän toimenpiteitä vaativan toisen vaiheen järjestelmän on aktivoiduttava, 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 aktivoiduttava, kun kyseessä on annostuksen keskeytys, joka asettaa annostuslaskurin 8.2.1 kohdan mukaisesti. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syyn ilmoittava 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 aktivoiduttava, 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 aktivoiduttava, 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:

▼B

a) pakokaasujen takaisinkierrätysjärjestelmän (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_x-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 deaktivointikriteerejä 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 deaktivointikriteerejä 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 ilmoittava viesti (esimerkiksi ”reagenssin annostusventtiili ei kytkettynä” tai ”kriittinen päästövika”).

▼B

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_x-anturia. Tässä tapauksessa sovelletaan seuraavaa:

a) NO_x-arvo ei saa ylittää pienempää seuraavista arvoista: sovellettava NO_x-raja-arvo kerrottuna 2,25:llä tai sovellettava NO_x-raja-arvo plus 1,5 g/kWh. Niissä moottorialaluokissa, 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.

b) Voidaan käyttää yhtä virhettä ”korkea NO_x – 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.

▼B

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.

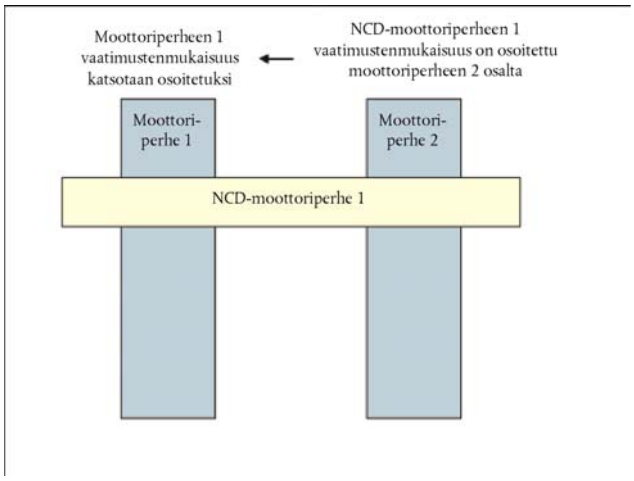
Taulukko 4.1

Demonstrointimenettelyn sisältö 10.3 ja 10.4 kohdan säännösten mukaisesti

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

Kuva 4.3

Aiemmin osoitettu NCD-moottoriperheen vaatimustenmukaisuus



▼B

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 tarkoitetusta 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 hyväksyntäviranomainen on sen hyväksynyt, NCD-testisyklien 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.

▼B

10.3.3.5.2 Varoitusjärjestelmän aktivoitumisen demonstrointi katsotaan hyväksyttävästi suoritetuksi, jos kunkin 10.3.2.1 kohdan mukaisesti suoritetun testin 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 vaihtoehtoista 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 suoritetun testin 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.

▼B

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

a) hyväksyntäviranomaisen on valittava reagenssin vähäisen määrän lisäksi yksi 7, 8 tai 9 kohdassa tarkoitetuista vioista, jota on aiemmin käytetty varoitusjärjestelmän demonstroinnissa

b) valmistaja voi hyväksyntäviranomaisen suostumuksella nopeuttaa testiä simuloimalla tietyn käyttötuntimäärän kertymisen

c) 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.

d) 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 tulos.

10.4.4.1 Näillä lisädemonstroinneilla on erityisesti osoitettava hyväksyntäviranomaiselle, että moottorinohjausyksikössä 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.

▼B

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 suoritetun demonstrointitestin lopussa valmistaja on osoittanut hyväksyntäviranomaiselle, että moottorinohjausyksikkö on aktivoinut vääntömomentin alennusmekanismin.

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 nimellisvetoisuudesta 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 suoritetun demonstrointitestin 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 työkoneella 5.4 ja 10.4.1.2 kohdan vaatimusten mukaisesti joko kiinnittämällä liikkuva työkone 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 nimellisvetoisuudesta 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.

▼B

11.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän aktivointi- ja deaktivointimekanismit

11.2.1 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava, kun aktivoitumisen perusteena olevaan typen 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
EGR-venttiilin toiminta estynyt	vahvistettu ja aktiivinen
Valvontajärjestelmän vika	vahvistettu ja aktiivinen
NO_x-kynnysarvo, tapauksen mukaan	vahvistettu ja aktiivinen

11.2.2 Käyttäjän varoitusjärjestelmän on deaktivoiduttava, kun valvontajärjestelmä päättelee, 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_x-valvontatietojen poistamista koskevat vaatimukset

11.2.2.1.1 NO_x-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_x-valvontatietojen poistaminen tai asetusarvon palauttaminen lukulaitteella

NO_x-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_x-valvontatiedot eivät saa pyyhkiytyä, jos liikkuvan työkoneen akku tai akut irrotetaan.

11.2.2.1.3 NO_x-valvontatietojen poistaminen saa olla mahdollista vain moottorin ollessa sammutettuna.

▼B

11.2.2.1.4 Kun NO_x-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 aktivoiduttava, kun varoitusjärjestelmä on aktiivisena ja aktivoitumisen perusteena olevaan typen oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaan (NCM) liittyvä laskuri on saavuttanut tämän lisäyksen taulukossa 4.4 määritellyn arvon.

11.3.2 Käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on deaktivoiduttava, kun järjestelmä ei enää havaitse aktivoinnin perusteena olevaa typen oksidien poistojärjestelmän virhetoimintaa (NCM) tai kun aktivoitumisen perusteena olleisiin vikoihin liittyvät tiedot, mukaan luettuna vikakoodit, on poistettu luku- tai huoltolaitteella.

11.3.3 Käyttäjän varoitusjärjestelmän ja käyttäjän toimenpiteitä vaativan järjestelmän on tapauksen mukaan aktivoiduttava tai deaktivoiduttava 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:

a) virheellinen reagenssin laatu

b) reagenssin annostuksen keskeytyminen

c) EGR-venttiilin toiminnan estyminen

d) 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 kannata merkittävä.

▼B

11.4.2 Laskurimekanismien periaate

11.4.2.1 Kunkin laskurin on toimittava seuraavasti:

11.4.2.1.1 Jos laskenta alkaa nollasta, 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:

a) Jos ilmenee yksi ainoa valvontatapahtuma ja jos laskurin aktivoinnutta 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.

b) 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
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_x-kynnysarvo, tapauksen mukaan	vahvistettu ja aktiivinen	≤ 10 tuntia	≤ 20 tuntia	≥ 90 % toisen vaiheen järjestelmän aktivoitumisen aiheuttavan laskurin arvosta

11.4.2.1.4 Jäädytetty 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

▼B

kuuluvaa vikaa ole havaittu, kun moottoria on käytetty 40 tunnin ajan sen jälkeen, kun laskuri viimeksi pysäytettiin (ks. kuva 4.4).

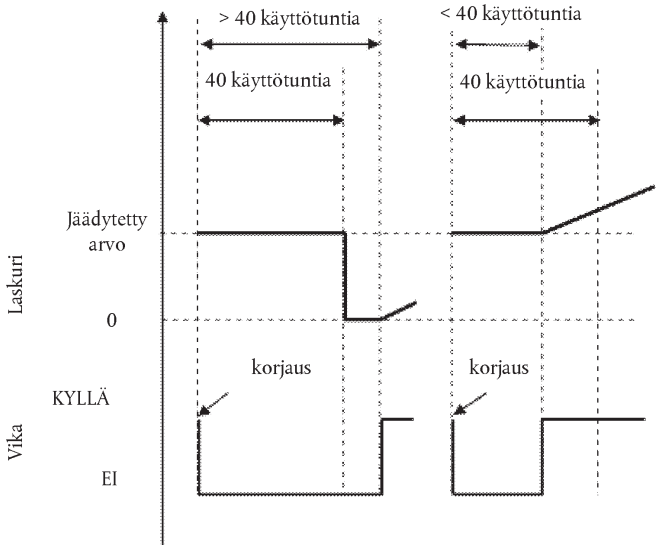
11.4.2.1.5 Laskurin on jatkettava laskemista kohdasta, jossa se pysäytettiin, jos kyseisen laskurin kannalta merkittävä vika havaitaan laskurin ollessa jäädytettynä (ks. kuva 4.4).

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 jäädytettynä



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

a) Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkoneen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.

▼B

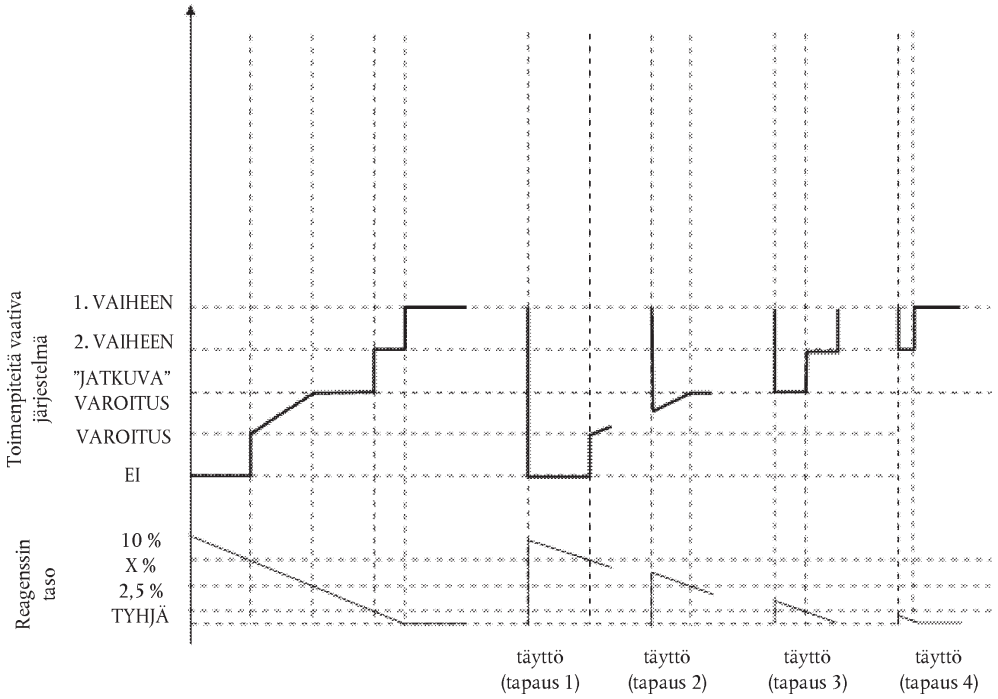
b) Lisäystilanne 1 (”riittävä” reagenssin lisäys): käyttäjä täyttää reagenssisäiliötä niin, että reagenssin määrä ylittää 10 prosentin kynnyksen. Varoitusjärjestelmä ja käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä deaktivoituvat.

c) Lisäystilanteet 2 ja 3 (”riittämätön” reagenssin lisäys): Varoitusjärjestelmä aktivoituu. Varoituksen taso on riippuvainen käytettävissä olevan reagenssin määrästä.

d) 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.

a) Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkoneen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.

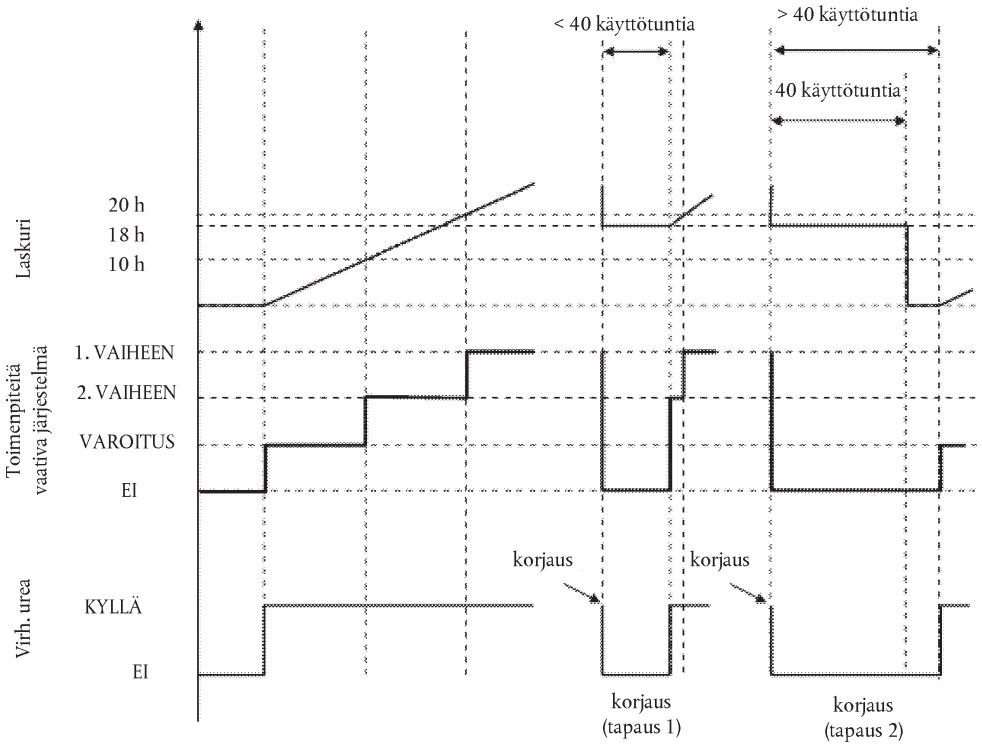
b) Korjaustilanne 1 (”riittämätön” tai ”vilpillinen” korjaustoimenpide): Liikkuvan työkoneen käytön eston jälkeen käyttäjä vaihtaa reagenssin asianmukaiseksi, mutta alkaa pian tämän jälkeen jälleen käyttää huonolaatuista reagenssia. Käyttäjän toimenpiteitä vaativa järjestelmä aktivoituu välittömästi uudelleen, ja liikkuvan työkoneen käyttö estyy, kun moottoria on käytetty kaksi tuntia.

▼B

c) Korjaustilanne 2 (”asianmukainen” korjaustoimenpide): Liikkuvan työkoneen 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.

a) Käyttötilanne 1: käyttäjä jatkaa liikkuvan työkoneen käyttöä varoituksesta huolimatta, kunnes koneen toiminta estyy.

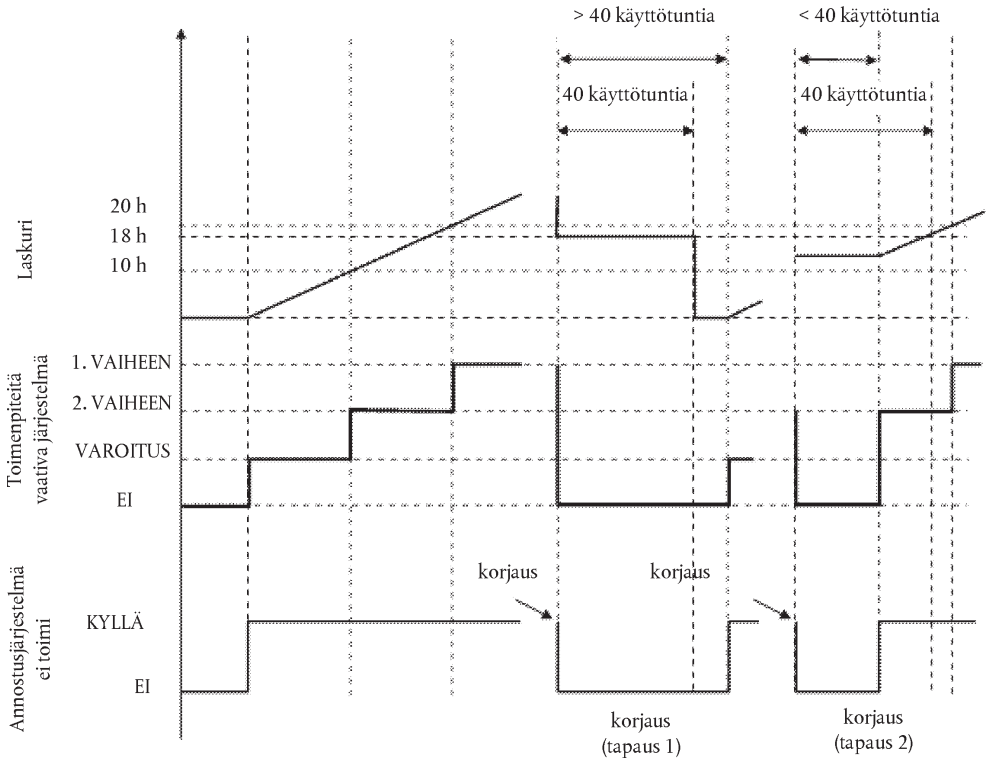
b) Korjaustilanne 1 (”asianmukainen” korjaustoimenpide): Liikkuvan työkoneen käytön eston jälkeen käyttäjä korjaa annostusjärjestelmän. Jonkin ajan kuluttua annostusjärjestelmä kuitenkin taas vikaantuu. Varoitukseen, käyttäjän toimenpiteisiin ja laskureihin liittyvät prosessit alkavat alusta.

c) 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.

▼B

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.

▼B

Lisäys 2

Luokkien IWP, IWA ja RLR moottorien typen 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 typen 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.

▼B

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 työkoneen 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 moottorinohjausyksikön 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

b) epäsuorat keinot, kuten NO_x-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.

▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmän virhetoiminnat. 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 päästökestojaksoa 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 liuoksena, 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 hyväksyttyyn 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 virhetoiminnat (PCM) tietokoneen muistiin tallennettujen valvontajärjestelmän vikakoodien avulla ja ilmoittamaan nämä tiedot pyynnöstä laitteen ulkopuolelle.

▼B

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 tarkoitetun varoitusjärjestelmän on aktivoiduttava.

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 jälkikäsittelyjärjestelmän poistaminen	Moottori käynnissä muulla kuin joutokäynnillä 60 minuuttia
Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen	Moottori käynnissä muulla kuin joutokäynnillä 240 minuuttia
PCD-järjestelmän kalibrointi	Moottori käynnissä 60 minuuttia

2.3.3 Vikakoodien poistamista koskevat vaatimukset

a) Hiukkaspäästöjen rajoittamisen valvontajärjestelmä ei saa itse poistaa vikakoodeja tietokoneen muistista, ennen kuin kyseiseen vikakoodiin liittyvä vika on korjattu.

b) 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.

c) 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.

▼B

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 määritysparametrit

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:

a) hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toimintaperiaate (esim. mekaaninen, aerodynaaminen, diffuusion tai inertiaan perustuva erottelu, jaksoittaisesti regeneroituva, jatkuvasti regeneroituva)

b) 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 Liikkuvassa 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.

▼B

Varoitusjärjestelmän on ilmoitettava, että vika on korjattava viipymättä. Jos varoitusjärjestelmässä on tekstinäyttö, siinä on esitettävä varoituksen syyn ilmoittava viesti (esimerkiksi ”anturi ei kytkettynä” tai ”kriittinen päästövika”).

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.

▼B

8. **Asetusten luvattomasta muuttamisesta mahdollisesti johtuvien vikojen valvonta**

8.1 Hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän poistamisen valvonnan lisäksi on valvottava seuraavia vikoja, jotka voivat johtua asetusten luvattomasta 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-tyyppihyväksynnän 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)	— 2 aktivointitestiä (mukaan luettuna hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmän toiminnan lakkaaminen) — Lisädemonstroinnit tarvittaessa

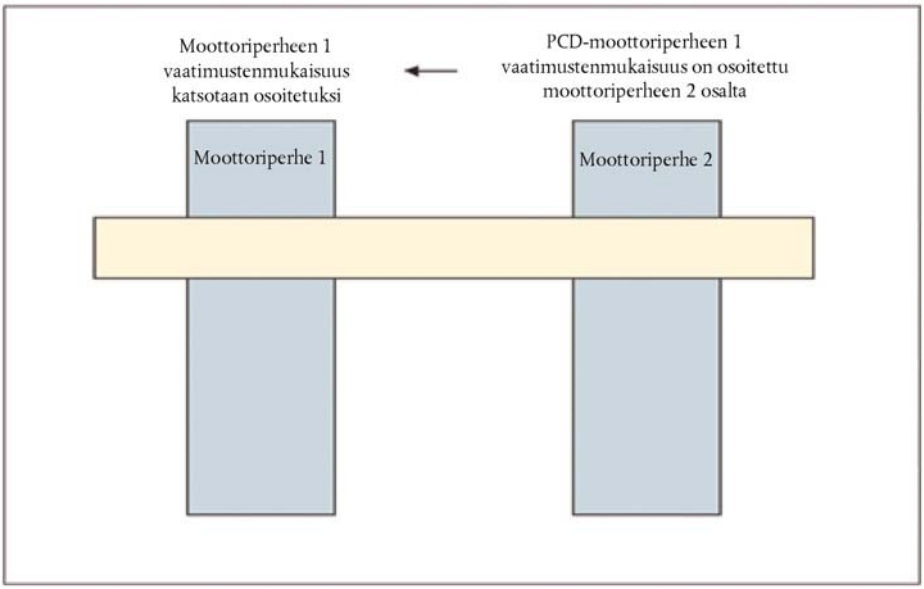
▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmän 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 tarkasteltava vika 9.3.2.1 kohdassa tarkoitetusta luettelosta.

9.3.3 Demonstrointi

9.3.3.1 Tässä demonstroinnissa on tehtävä erilliset testit 8.2 kohdassa tarkoitetulle 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.

▼B

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 esitetyssä määrässä peräkkäisiä PCD-testisyklejä.

Jos valvonnan kuvauksessa on todettu, että tietty valvontalaite tarvitsee valvonnan loppuun saattamiseksi useampia PCD-testisyklejä kuin taulukossa 4.7 esitetään, ja hyväksyntäviranomainen on sen hyväksynyt, PCD-testisyklien 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-testisyklien määrä, jonka kuluessa ”vahvistettu ja aktiivinen” vikakoodi on tallennettava

Valvontatyyppi	PCD-testisyklien 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 vaihtoehtoista PCD-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 ajo-olosuhteissa, ja

▼B

b) se että 9.3.3.6.1 kohdassa määrätty sovellettava PCD-testisykli osoitetaan kyseiseen valvontaan huonommin soveltuvaksi.

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 suoritetun testin lopussa varoitusjärjestelmä on aktivoitunut asianmukaisesti ja valitun vian vikakoodi on tilassa ”vahvistettu ja aktiivinen”.

9.3.5 Jos reagenssia käyttävälle hiukkasten jälkikäsittelyjärjestelmälle tehdään demonstrointitesti, joka koskee järjestelmän toiminnan lakkaamista tai poistamista, on lisäksi varmistettava, että reagenssin annostelu on keskeytynyt.

▼B

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 puitteissa säädellään sitä päästömäärää, 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 toimittamissaan 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 hyväksyttyä 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.

▼B

2.1.1 Luokan NRE vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho ≥ 19 kW, luokan IWA vaihtuvanopeuksiset moottorit, joiden suurin nettoteho ≥ 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:

nopeus A = n_{lo} + 0,15 × (n_{hi} – n_{lo})

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

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

Seuraavat moottorin toimintatilat on suljettava testauksen ulkopuolelle:

a) pisteet, jotka ovat alle 30 % suurimmasta vääntömomentista

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

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

Valvonta-alueella sijaitsevat välitestipisteet määritetään seuraavasti:

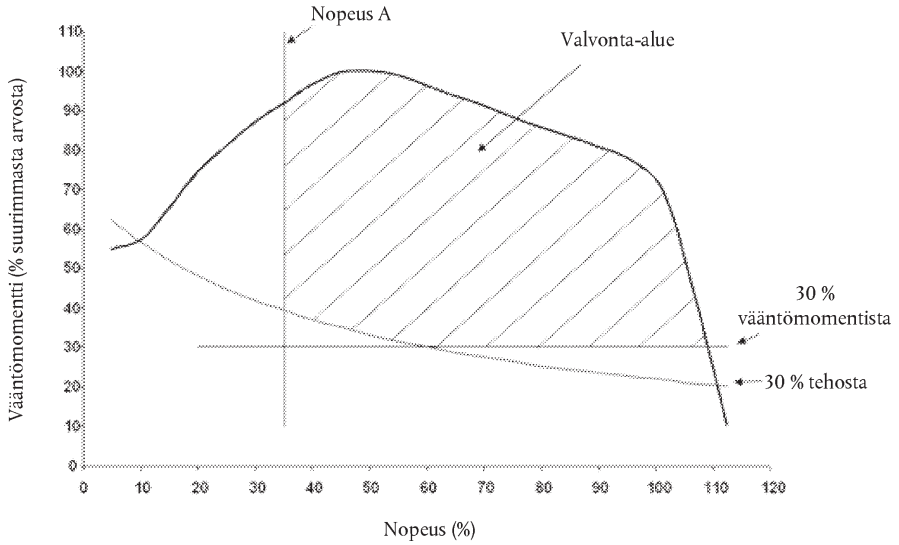
%torque = % suurimmasta vääntömomentista

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

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

Kuva 5.1

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



▼B

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 vääntömomentista 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:

nopeus B = n_{lo} + 0,5 × (n_{hi} – n_{lo})

nopeus C = n_{lo} + 0,75 × (n_{hi} – n_{lo}).

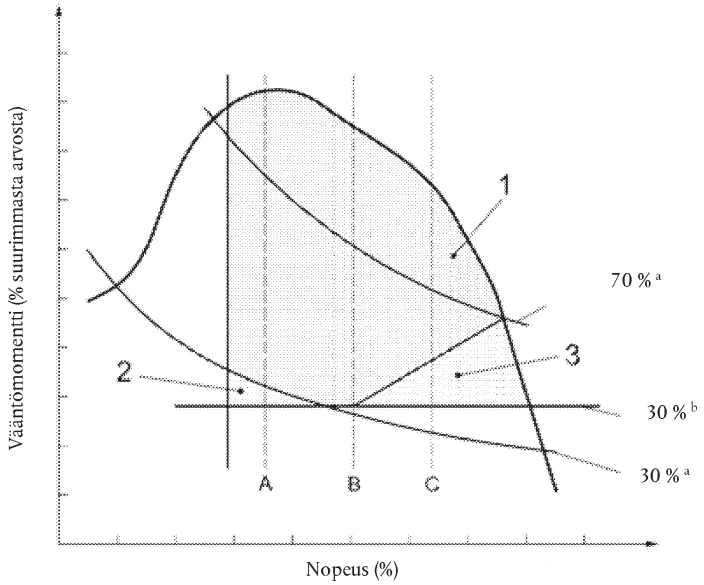
n_{hi} = suurin pyörimisnopeus [ks. 1 artiklan 12 kohta]

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

Jos mitatut moottorin pyörimisnopeudet A, B ja C poikkeavat enintään ±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



▼B

Selitykset:

1 Moottorin valvonta-alue

2 Kaikkien päästöjen osalta pois jätettävä osa

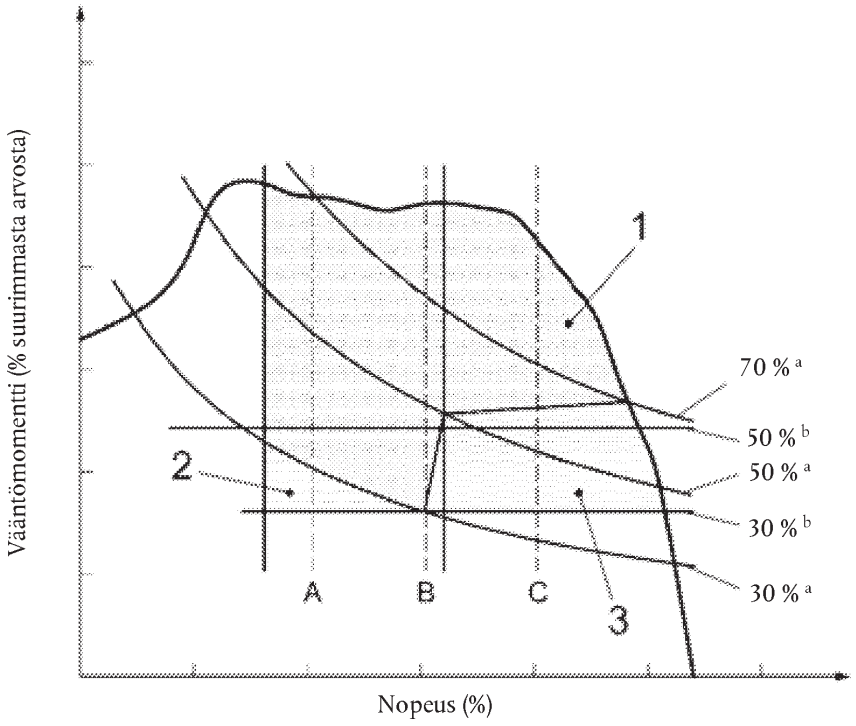
3 Hiukkasmassan osalta pois jätettävä osa

[a] % suurimmasta nettotehosta

[b] % 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 ≥ 2 400 r/min



Selitykset:

1 Moottorin valvonta-alue

2 Kaikkien päästöjen osalta pois jätettävä osa

3 Hiukkasmassan osalta pois jätettävä osa

[a] % suurimmasta nettotehosta

[b] % 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

▼B

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

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

Ylempi tehoraja: Täyden kuormituksen tehokäyrä

Ylempi nopeusraja: suurin nopeudensäätimen sallima nopeus

jossa:

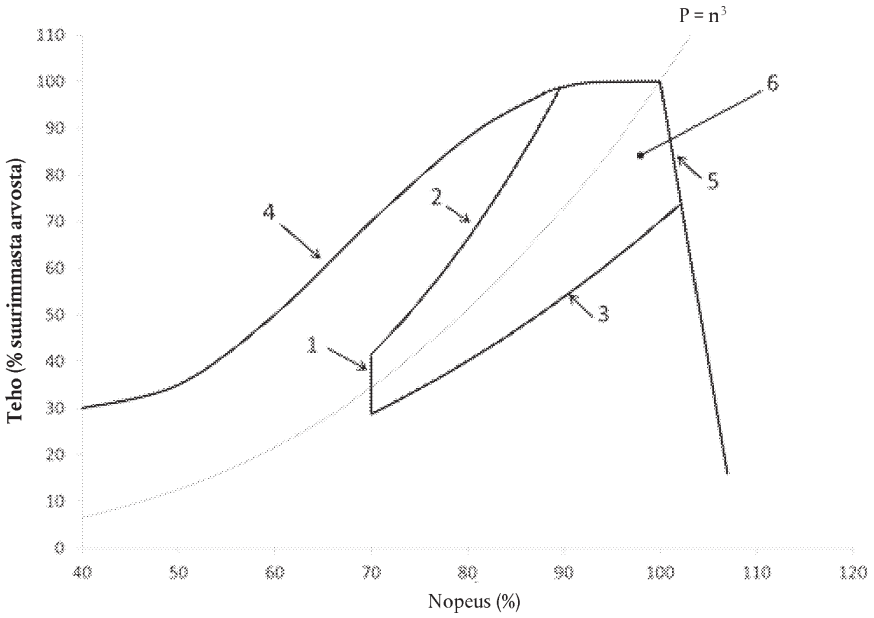
%power on prosenttiosuus suurimmasta nettotehosta

%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

▼B

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-syklien jälkeen seuraavasti:

a) Testi tehdään välittömästi liitteessä VI olevan 7.8.1.2 kohdan a–e alakohdassa kuvailtujen erillisten moodien NRSC-syklien jälkeen mutta ennen f alakohdassa esitettyjä testin jälkeisiä toimenpiteitä tai vaihtoehtoisesti liitteessä VI olevan 7.8.2.3 kohdan a–d alakohdassa kuvaillun liikkuvien työkoneiden 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 painotuskerrointa 1.

f) Hiukkaslaskelmissa käytetään monen suodattimen menetelmää, ja summalaskelmissa asetetaan yhtälössä (7-64) N_{mode} arvoon 1 ja käytetään painotuskerrointa 1.

▼B

LIITE VI

Päästötestien suorittaminen ja mittauslaitteistoa koskevat vaatimukset

1. **Johdanto**

Tässä liitteessä kuvataan testattavasta moottorista tulevien kaasu- ja hiukkaspäästöjen määritysmenetelmä ja mittauslaitteistoon liittyvät eritelmät. 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 kampikammiokaasujen päästöjen kirjaamismenettely, pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmien jatkuvan tai jaksoittaisen regeneroinnin määrittely- ja kirjaamismenettely

— 7 jakso: Testimenettelyt, mukaan luettuina moottorin kartoitus, testisyklin muodostaminen ja testisyklien 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.

▼B

5. **Suorituskykyvaatimukset**

5.1 Kaasun ja hiukkasten sekä CO_2:n ja NH_3:n päästöt

Epäpuhtauksia ovat seuraavat:

a) Typen oksidit, NO_x;

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 moottorialaluokkaan asetuksen (EU) 2016/1628 liitteessä II säädetyn mukaisesti. Tulokset, myös liitteen III mukaisesti määritetty huononemiskerroin, eivät saa ylittää sovellettavia raja-arvoja.

CO_2 on mitattava ja ilmoitettava kaikista moottorialaluokista asetuksen (EU) 2016/1628 41 artiklan 4 kohdan vaatimusten mukaisesti.

Lisäksi on mitattava keskimääräiset ammoniakkipäästöt (NH_3), kuten liitteessä IV olevassa 3 jaksossa edellytetään, kun moottorin päästöjenrajoitusjärjestelmään kuuluvissa typen oksidien (NO_x) poistojärjestelmissä käytetään reagenssia, eivätkä ne saa ylittää tuossa jaksossa vahvistettuja määriä.

Päästöt määritetään käyttösyklien (vakiotilaisten ja/tai muuttuvien olosuhteiden testisyklit) 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 analysaattoreita, 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.

▼B

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 esitettynä 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 testisyklit on suunniteltu suurimman vääntömomentin tai tehon sekä testinopeuksien sellaisten suurimpien prosenttiosuuksien mukaisiksi, joiden määrittämistä testisyklien asianmukainen toteuttaminen edellyttää:

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

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

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

kun:

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

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

$MTS = n_i$ (6-3)

▼B

kun:

n_i on nopeus, jolla suurin arvo ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) 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_{lo} = on 2 artiklan 13 kohdassa määritelty pienin pyörimisnopeus

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

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

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

Kartoitettujen 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($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) on 98 % suurimmasta arvosta ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$).

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 ±3 % tarkkuudella valmistajan ilmoittama suurin testinopeus, ilmoitettua suurinta testinopeutta voidaan käyttää päästötestiin. Jos toleranssi ylittyy, päästötestissä 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

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

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

jossa:

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

n_{idle} = on joutokäyntinopeus

5.2.5.2 Nimellisnopeus

Nimellisnopeus määritellään asetuksen (EU) 2016/1628 3 artiklan 29 kohdassa. Vaihtuvanopeuksisten moottoreiden, joille tehdään päästötesti, nimellisnopeus on määritettävä 7.6 kohdassa esitetyillä soveltuvilla kartoitusmenettelyillä. Valmistajan on ilmoitettava vakionopeusmoottoreiden nimellisnopeus 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 nimellisnopeus vastaa ± 150 rpm:n tarkkuudella valmistajan säätimellä varustetuille NRS-luokan moottoreille taikka ± 350 rpm:n tai ± 4 prosentin tarkkuudella säätimettömille moottoreille ilmoittamaa arvoa sen mukaan, kumpi arvo on pienempi, tai ± 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 ± 350 rpm:n tarkkuudella nimellisnopeutta.

Vaihtoehtoisesti kaikissa vakiotilaisissa testisykleissä voidaan nimellisnopeuden 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:

a) nopeus, jolla suurin vääntömomentti kirjattiin; tai

b) 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.

▼B

Jos suurimman vääntömomentin käyrästä määritetty pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla vastaa ± 4 %:n tarkkuudella valmistajan luokan NRS tai NRSh moottoreille ilmoittamaa pyörimisnopeutta suurimmalla vääntömomentilla tai ± 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:

a) moottoreilla, jotka on suunniteltu toimimaan tietyllä pyörimisnopeusalueella täyskuormituksen vääntömomenttikäyrällä, välinopeus on sama kuin suurinta vääntömomenttia vastaava pyörimisnopeus, jos se on välillä 60 % ja 75 % nimellisnopeudesta;

b) jos pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla on pienempi kuin 60 % nimellisnopeudesta, välinopeus on 60 % nimellisnopeudesta;

c) jos pyörimisnopeus suurimmalla vääntömomentilla on suurempi kuin 75 % nimellisnopeudesta, välinopeus on 75 % nimellisnopeudesta. Jos moottori voi toimia ainoastaan nopeuksilla, jotka ovat suurempia kuin 75 % nimellisnopeudesta, 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.

▼B

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 nopeudenvalintaa, 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 valintasignaalilla, 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 nimellisnettotehoa (syklit D2 ja E2);

5.2.6.2 Teho

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

a) Testisyklissä 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.

▼B

6. **Testausolosuhteet**

6.1 Laboratoriotestien olosuhteet

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

Vapaasti hengittävät ja mekaanisesti ahdetut moottorit:

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

Turboahdetut moottorit, joko imuilman jäähdytyksellä tai ilman sitä:

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

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

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 ± 5 K (25 ± 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, imuilman lämpötilan suurin arvo voi olla suurempi kuin 303 K (30 °C) 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).

▼B

6.1.6 Luokan SMB moottoreiden osalta imuilman lämpötila on pidettävä 263 ± 5 K:ssä (– 10 ± 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 ± 5 K:ssä (25 ± 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, ± 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, ± 0,5 K:n rajoissa yhteisestä kosteusarvosta.

6.2 Ahtoilman jäähdytyksellä varustetut moottorit

a) Testauksessa on käytettävä ahtoilman jäähdytysjärjestelmää, jonka imuilman kokonaiskapasiteetti vastaa käytössä olevan tuotantomoottorin kapasiteettia. Laboratoriossa käytettävän ahtoilman jäähdytysjärjestelmän on oltava sellainen, että lauhteen kertyminen on mahdollisimman vähäistä. Kaikki kertynyt lauhde on johdettava pois ja kaikki poistoputket on täysin suljettava ennen päästötestausta. Poistoputkien on oltava suljettuina päästötestauksen ajan. Jäähdytysaineen on täytettävä seuraavat vaatimukset:

a) Jäähdytysaineen lämpötilan ahtoilman jäähdyttimen sisääntulossa on oltava vähintään 20 °C koko testauksen ajan.

b) Nimellisnopeudella ja täydellä kuormalla jäähdytysaineen virtaus on asetettava sellaiseksi, että lämpötila ahtoilman jäähdyttimen ulostulon jälkeen on ± 5 °C:n rajoissa valmistajan suunnitteluarvosta. Ulostulolämpötila mitataan valmistajan täsmentämästä kohdasta. Tätä jäähdytysaineen virtausnopeuden asetuspistettä on käytettävä koko testauksen ajan.

c) Jos moottorin valmistaja ilmoittaa raja-arvot paineenalennukselle ahtoilman jäähdytysjärjestelmässä, on varmistettava että paineenalennus ahtoilman jäähdytysjärjestelmässä on valmistajan täsmentämissä rajoissa, kun moottori on valmistajan täsmentämässä tilassa. Paineenalennus on mitattava valmistajan täsmentämistä paikoista.

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

▼B

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 jäähdytyksen vuoksi), voidaan käyttää kehittyneempiä ahtoilman paineenalennuksen, jäähdytysaineen 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 testiä 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 työkoneen 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 määritykseen käytettävä mittaus- tai laskentamenetelmä soveltuvien testisyklien koko toiminta-alueelta, ja hyväksyntäviranomaisen on hyväksyttävä ne.

6.3.5 Moottorin syklityö

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.

▼B

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):

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

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

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 ahtoilman jäähdytys sekä pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR).

6.4.2 Imuilman paineen rajoitus

Moottorissa on käytettävä ilman imujärjestelmää tai testilaboratoriojärjestelmää, joka rajoittaa ilman imun ± 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 täsmentämästä paikasta ja valmistajan täsmentämillä nopeus- ja vääntömomenttiasetuksilla. Jos valmistaja ei täsmennä mittauspaikkaa, paine on mitattava virtaussuunnassa ennen mahdollisen turboahtimen tai pakokaasujen takaisinkierrätyksen (EGR) ja imuilmajärjestelmän liitoskohtaa.

Kun 5.2.5.1 kohdassa määriteltyä suurinta testinopeutta (MTS) käytettään nimellisnopeuden sijaan testisyklin toteuttamiseksi, tätä nopeutta voidaan käyttää nimellisnopeuden 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 nimellisnopeudella ja täydellä kuormalla. Pakokaasun paineenrajoitus voidaan

▼B

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) käytettään nimellisnopeuden sijaan testisyklin toteuttamiseksi, tätä nopeutta voidaan käyttää nimellisnopeuden sijaan pakokaasun paineenrajoituksen määrittämiseen.

6.6 Pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmällä varustettu moottori

Jos moottorissa on pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmä, jota ei ole asennettu suoraan moottoriin, pakoputken halkaisijan on oltava sama kuin käytössä olevissa laitteissa vähintään neljä kertaa pakoputken läpimitan pituiselta osuudelta virtaussuuntaa vastaan jälkikäsittelylaitteen sisältävästä paisuntakammiosta lähtien. Etäisyyden pakosarjan laipasta tai turboahtimen poistoaukolta jälkikäsittelyjärjestelmään on oltava sama kuin liikkuvan työkoneen kokoonpanossa tai valmistajan antamien etäisyyttä koskevien tietojen mukainen. Jos valmistaja on näin täsmentänyt pakoputki on eristettävä, jotta jälkikäsittelyjärjestelmän sisäänottoaukon lämpötila on valmistajan määritysten mukainen. Jos valmistajan on vahvistanut muita asennusta koskevia vaatimuksia, myös niitä on noudatettava testikokoonpanossa. Pakokaasun vastapaine tai paineenrajoitus säädetään 6.5 kohdan mukaisesti. Pakokaasun jälkikäsittelylaitteiden osalta, joihin kuuluu säädettävä pakokaasun paineenrajoitus, 6.5 kohdassa käytetyn pakojärjestelmän enimmäisrajoituksen määrittää jälkikäsittelyedellytys (degreening/vanhentaminen ja regenerointi/kuormitustaso), jonka valmistaja on ilmoittanut. Jälkikäsittelysäiliö 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 jälkikäsittelyjärjestelmä, 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 jälkikäsittelyjärjestelmä, 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. Jälkikäsittelyjärjestelmät, 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 jälkikäsittelyjärjestelmä perustuu jatkuvaan regenerointiprosessiin, päästöt mitataan sellaiselta jälkikäsittelyjärjestelmältä, 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

▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmää ja sen jälkeen, pakokaasun vastapaine jne.). Pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmän katsotaan olevan hyväksyttävä, jos valmistajan ilmoittamat olosuhteet esiintyvät testin aikana riittävän ajan kuluessa ja päästötulosten hajonta on enintään ± 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 jälkikäsittelyjärjestelmällä, 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 muuttuvatilaista (NRTC tai LSI-NRTC) testisykliä tai RMC:tä käyttävästä testauksesta, mukautustekijät on määritettävä käyttämällä soveltuvaa 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. Jälkikäsittelyjärjestelmän 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

▼B

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 jälkikäsittelyjärjestelmän on oltava vakautettu, ja päästöt on mitattava vähintään sovellettavan erillisten moodien NRSC-syklin kunkin testimoodin kolme testillä, joissa regeneraation edellytykset voivat täyttyä 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, näytteenottoaikaa 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. Tyyppihyväksyntäviranomainen hyväksyy regenerointitiheyden tarkan määritystavan hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

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

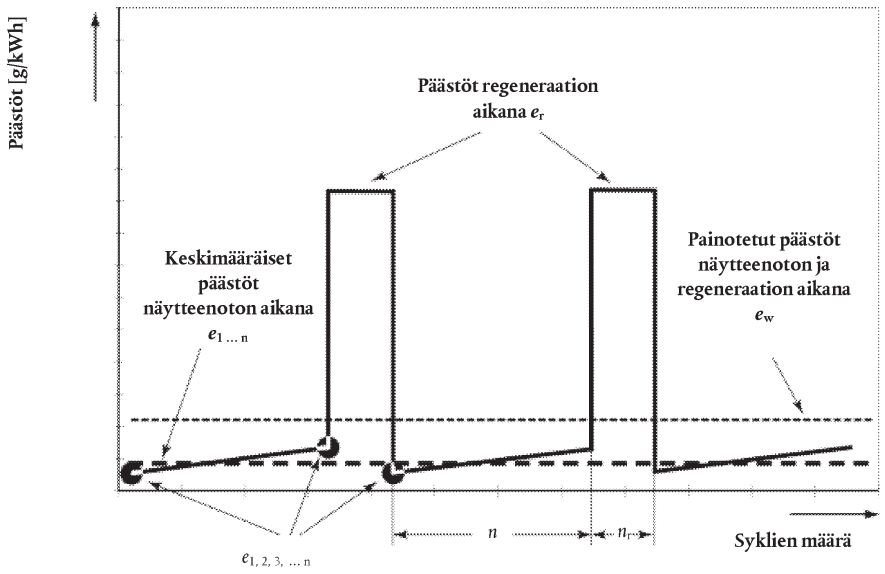
Regeneraatiovaiheiden väliset keskipäästöt määritetään useiden suunnilleen tasavälein suoritettujen soveltuvan syklin testien aritmeettisen keskiarvon mukaan. Vähintään yksi soveltuva sykli on tehtävä mahdollisimman vähän ennen regeneraatiotestiä ja yksi heti regeneraatiotestin jälkeen.

Regeneraatiotestin aikana kirjataan kaikki tiedot, joita tarvitaan regeneraation havaitsemiseksi (CO- tai NO_x -päästöt, lämpötila ennen jälkikäsittelyjärjestelmää ja sen jälkeen, pakokaasun vastapaine jne.). Sovellettavat päästörajat voidaan regenerointiprosessin aikana ylittää. Testausmenettely esitetään kaaviona kuvassa 6.1.

▼B

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):

$$\overline{e}_{\,w} = \frac{n \cdot \overline{e} + n_{\,r} \cdot \overline{e}_r}{n + n_{\,r}} \qquad (6\text{-}9)$$

jossa:

n on niiden testien lukumäärä, joiden aikana ei tapahdu regeneraatiota

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

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

$\overline{e}_r$ 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

$$k_{\,ru,m} = \frac{e_{\,w}}{e} \quad \text{(mukautustekijä ylöspäin)} \qquad (6\text{-}10)$$

$$k_{\,rd,m} = \frac{e_{\,w}}{e_{\,r}} \quad \text{(mukautustekijä alaspäin)} \qquad (6\text{-}11)$$

▼B

Summaava

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

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

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:

a) kun se määritetty koko painotetulle syklille, sitä on sovellettava sovellettavan painotetun NRTC:n, LSI-NRTC:n ja NRSC:n tuloksiin;

b) 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 hiukkasmassanmittaukseen on käytettävä monen suodattimen menetelmää;

c) sen käyttö voidaan laajentaa muihin saman moottoriperheen jäseniin;

d) sitä voidaan käyttää muissa moottoriperheissä saman moottori–jälkikäsittelyjärjestelmäperheen, sellaisena kuin se on määritelty hallinnollisia vaatimuksia koskevan täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX, sisällä, jos tyyppihyväksyntäviranomainen on antanut siihen etukäteen luvan valmistajan toimittamien, päästöjen samankaltaisuuden vahvistavien teknisten asiakirjojen perusteella.

Sovelletaan seuraavia vaihtoehtoja:

a) Valmistaja voi halutessaan olla käyttämättä mukautustekijöitä yhden tai useamman moottoriperheensä (tai konfiguraationsa) yhteydessä siksi, että regeneraation vaikutus on pieni tai että regeneraatiotapahtuman 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.

b) 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.

▼B

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 käyntilämpötilassa. Laboratoriossa voidaan käyttää lisäjäähdyttimiä 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 ruiskutuspumpun 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.

Kampikammiopäästöt, jotka vapautuvat suoraan ympäristöön, on lisättävä pakokaasupäästöihin (joko fyysisesti tai matemaattisesti) koko päästötestauksen 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 jälkikäsittelyjärjestelmää, 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 jälkikäsittelyjärjestelmän jälkeen ja mahdollisen pakokaasun päästörajoituksen jälkeen sekä riittävän kauas näytteenottimien etupuolelle, jotta varmistetaan täydellinen sekoittuminen moottorin pakokaasujärjestelmään ennen näytteenottoa. Kampiakselin

▼B

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 määritysmenetelmä. Testattava moottori on moottoriperheen kantamoottori, sellaisena kuin se on täsmennetty hallinnollisia vaatimuksia koskevan täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/656 liitteessä IX.

Laboratoriossa tehtävä päästötestaus muodostuu päästöjen ja muiden parametrien mittaamisesta liitteessä XVII täsmennettyjen testisyklien 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) Testisyklien 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_x ja hiukkaset) massan, pakokaasupäästöjen hiukkasten määrän (PN), pakokaasupäästöjen CO_2:n massan ja sitä vastaavan moottorin työn määrittämistä.

7.2.1 Aineosan massa

Kunkin aineosan massa määritetään soveltuvan testisyklin ajalta seuraavassa kuvailluin 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. Saatu summa on kyseisen aineosan kokonaismassa päästössä.

▼B

7.2.1.2 Eränäytteenotto

Erinä tehtävässä näytteenotossa otetaan jatkuva näyte raa'asta tai laimennetusta pakokaasusta ja näyte varastoidaan myöhempää mittausta varten. Saatu 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.

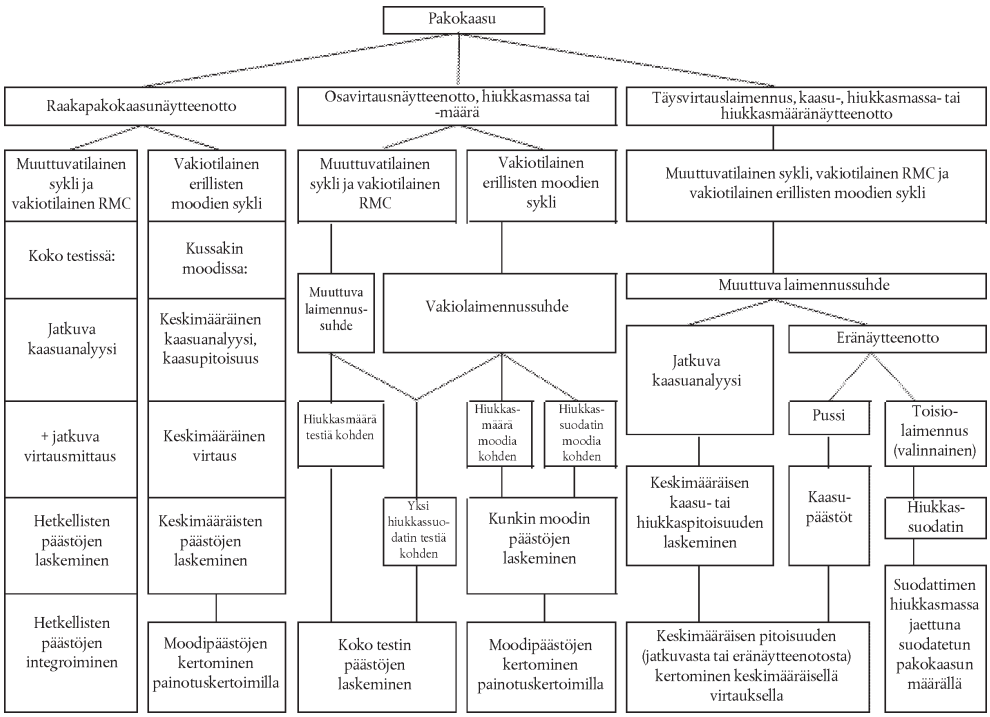
7.2.1.3 Yhdistetty näytteenotto

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.

▼B

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 Verifiointi 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 päästötestiä varten.

Päästöjä voidaan mitata esivakiointisyklien 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 syklit ovat samat, joita sovelletaan päästötestaukseen.

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 päästötestiä varten. Jos lämmintä seisontajaksoa tai jäähdytysjaksoa ei käytetä, suositellaan, että päästötesti aloitetaan 60 sekunnin kuluessa viimeisen esivakiointisykliin päätökseen saannista.

▼B

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. Päästötesti 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. Päästötesti 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 jälkikäsittelyjärjestelmästä. Jos käytetään pakotettua jälkikäsittelyjärjestelmän jäähdytystä, jäähdytysilmaa ei saa syöttää ennen kuin pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmä on jäähtynyt katalyyttista aktivoitumislämpötilaansa viileämmäksi. Jäähdytysmenetelmää, jonka seurauksena päästöt eivät ole edustavia, ei saa käyttää.

▼B

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 taarapunnitut 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 kuvaillun menettelyn 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.

▼B

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_1) 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 suojattuina 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:

a) 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.

b) Kaikki tavanomaiset eränäytteenoton kaasunäytteet on analysoitava viimeistään 30 minuuttia kuumakäynnistys-NRTC:n loppuun suorittamisen jälkeen tai seisontajakson aikana.

c) 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:

a) 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.

▼B

b) 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.

c) 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 eritelmät ja ominaispiirteet on vahvistettu liitteessä XVII ja näiden testisyklien 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 vääntömomenttimoodeista, jotka kattavat kyseisen moottoriluokan tyypillisen 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 kaasu- 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 ± 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.

▼B

7.4.2 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

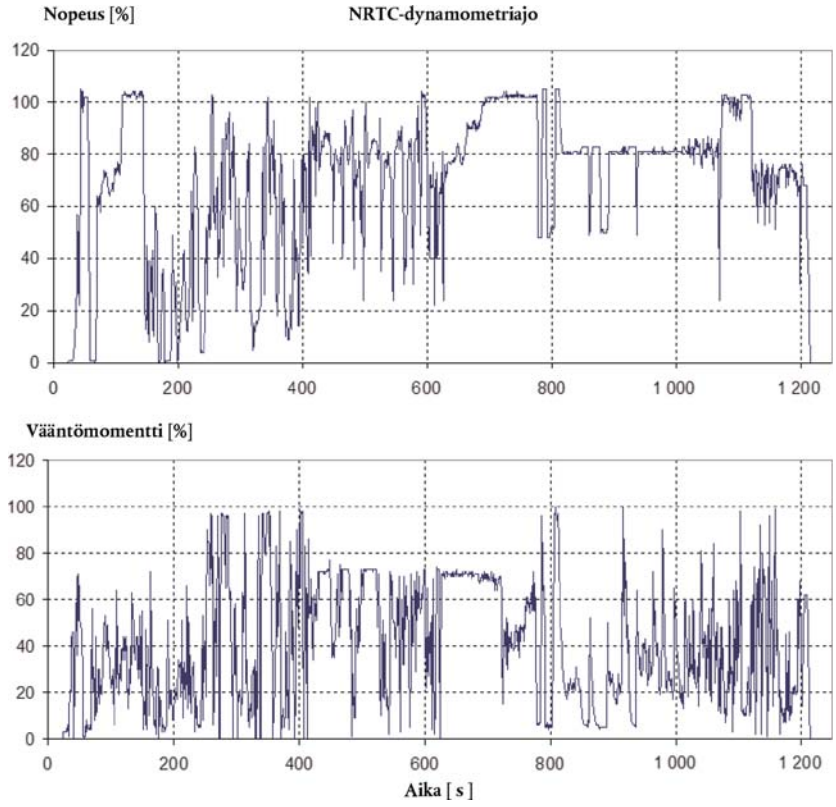
Luokan NRE moottoreille tarkoitettu liikkuvien työkoneiden muuttuvatilainen testisykli (NRTC) ja luokan NRS suurien kipinäsytytysmoottoreiden sykli (LSI-NRTC) määritellään liitteen XVII lisäyksessä 3 sekunti sekunnilta etenevänä sarjana, jossa pyörimisnopeuden ja vääntömomentin arvot on normalisoitu. 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:

a) Kylmäkäynnistys sen jälkeen, kun moottori ja jälkikäsittelyjärjestelmät ovat jäähtyneet huoneenlämpöön luontaisesti, taikka kylmäkäynnistys pakotetun jäähdytyksen jälkeen, kun moottori,

▼B

jäähdytys- ja voiteluaineet, jälkikäsittelyjärjestelmät ja kaikki moottorin ohjauslaitteet ovat vakautuneet lämpötilaan 293 K – 303 K (20 °C – 30 °C). Kylmäkäynnistyksen päästöjen mittaus aloitetaan, kun kylmä moottori käynnistetään.

b) Lämmin seisontajakso alkaa välittömästi kylmäkäynnistysvaiheen päättymisen jälkeen. Moottori pysäytetään ja vakioidaan kuumakäynnistystestiä varten 20 ± 1 minuutin seisontajaksolla.

c) Kuumakäynnistystesti alkaa heti seisontajakson päätyttyä moottorin käynnistyspyörityksellä. Kaasuanalysaattorit kytketään 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.

▼B

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.

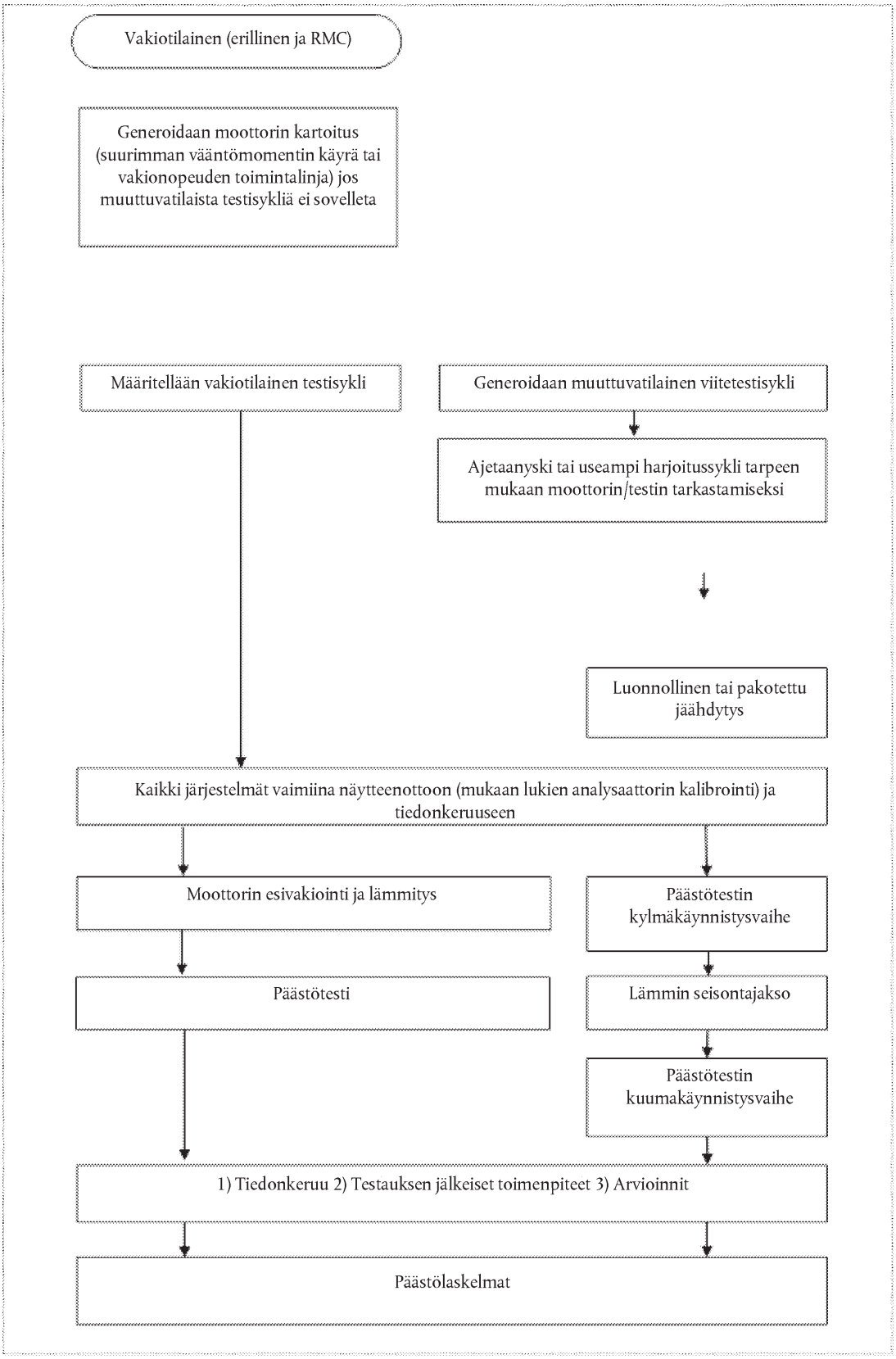
i) Päästötestien tulokset arvioidaan.

Kaaviossa 6.4 esitetään yhteenveto liikkuvien työkoneiden moottoreiden päästöjen mittaamisessa käytettävien testisyklien suorittamisesta.

▼B

Kaavio 6.4

Testin kulku



▼B

7.5.1 Moottorin käynnistäminen ja uudelleenkäynnistäminen

7.5.1.1 Moottorin käynnistäminen

Moottori voidaan käynnistää

a) käyttöohjeissa suositellulla tavalla käyttäen vakiokäynnistysmoottoria tai ilmakäynnistysjärjestelmää ja joko riittävästi varattua akkua tai sopivaa virta- tai paineilmalähdettä tai

b) käyttämällä dynamometriä moottorin pyörittämiseen, kunnes se käynnistyy. Tavallisesti moottoria käytetään pyörimisnopeudella, joka on ± 25 prosenttia sen tyypillisestä käytönaikaisesta käynnistysnopeudesta, tai moottori käynnistetään lisäämällä dynamometrin nopeutta lineaarisesti nollasta arvoon, joka on 100 min^{-1} alhasista joutokäyntinopeutta pienempi, mutta vain siihen saakka, kun moottori käynnistyy.

Käynnistyspyöritys lopetetaan 1 sekunnin kuluessa moottorin käynnistymisestä. Jos moottori ei käynnisty 15 sekuntia kestäneen käynnistyspyörityksen jälkeen, pyöritys lopetetaan ja määritetään moottorin käynnistymättä jäämisen syy, ellei käyttöohjeissa tai huoltokäsikirjassa mainita tavanomaista pidempää käynnistyspyöritystä.

7.5.1.2 Moottorin sammuminen

a) Jos moottori sammuu jossain vaiheessa kylmäkäynnistys-NRTC:n aikana, testi mitätöidään.

b) 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.

c) Jos moottori sammuu jossain vaiheessa LSI-NRTC-syklin suorituksen aikana, testi mitätöidään.

d) 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 näytteenottosuodatin 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.

▼B

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 vääntömomenttisignaalia 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 avoinna käyttäen erisuuruisia nopeuksia nousevassa järjestyksessä. Suurin ja pienin kartoitusnopeus määritetään seuraavasti:

Pienin kartoitusnopeus = lämmin joutokäyntinopeus

Suurin kartoitusnopeus = n_{hi} × 1,02 tai pyörimisnopeus, jossa suurin vääntömomentti putoaa nollaan, 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 vakiotilaisen testin testinopeuksien ja vääntömomenttien määrittämiseen NRTC-testin moottorin kartoituskäyrää.

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

▼B

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 vertailukäyttösyklien alin pyörimisnopeus on suurempi kuin joutokäyntinopeus lämpimänä, kartoitus voidaan aloittaa nopeudella, joka on vähintään 95 prosenttia alimmasta vertailunopeudesta.

c) Moottorin pyörimisnopeutta lisätään keskimäärin 8 ± 1 min^{-1}/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 testisyklien aikana saavutettavilla pyörimisnopeuksilla. Hyväksyntäviranomaisen on

▼B

hyväksyttävä sekä poikkeaminen tässä kohdassa ilmoitetuista kartoitusmenetelmistä turvallisuus- tai sopimattomuussyistä että vaihtoehtoisen menettelyn perustelut. Vääntömomenttikäyrää ei kuitenkaan saa milloinkaan suorittaa rajoitettujen tai turboahdettujen 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 ± 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 kuormaan 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.

▼B

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 säädetystä 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 soveltuvalla vakionopeudella.

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 käyttävä 5.2.5.1 kohdassa vahvistettua suurinta testinopeutta 100 prosentin nopeutena sekä vakio- että muuttuvatilaisissa testeissä.

Suurinta testinopeutta on käytettävä nimellisnopeuden 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.

▼B

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

Joutokäyntinopeus määritetään 5.2.5.5 kohdan mukaisesti.

Suurinta testinopeutta voidaan teknisen tutkimuslaitoksen ennalta antamalla suostumuksella käyttää nimellisnopeuden 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):

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

jossa:

S on dynamometrin asetus (kW)

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

P_{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-syklit, valmistajan on ilmoitettava nimellisteho ja niitä on käytettävä 100:n prosentin tehona testisykliä muodostettaessa.

▼B

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 testisyklit normalisoidussa muodossa. Normalisoitu testisykli koostuu sarjasta nopeuden ja vääntömomentin prosenttiarvopareja.

Nopeuden ja vääntömomentin normalisoidut arvot muunnetaan seuraavasti:

a) Normalisoitu nopeus muunnetaan sarjaksi vertailunopeuksia, n_{ref}, 7.7.2.2 kohdan mukaisesti.

b) Normalisoitu vääntömomentti ilmoitetaan prosenttiosuutena 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.

c) 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:

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

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 dynamometriajon vääntömomenttiarvot normalisoidaan suurimpaan vääntömomenttiin kullakin pyörimisnopeudella. Vertailusyklin vääntömomenttiarvot on denormalisoitava 7.6.2 kohdan mukaisesti määritetyn kartoituskäyrän avulla käyttämällä yhtälöä (6-16):

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

7.7.2.2 kohdassa määritetyn vastaavan vertailunopeuden osalta.

Tällöin:

T_{ref} on vertailunopeuden vastaava vertailuvääntömomentti

▼B

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).

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

kun:

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

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 min^{-1}

▼B

n_{idle} = 600 min^{-1}

tulokseksi saadaan

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

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

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

7.8 Eri testisyklien suorittaminen

7.8.1 Päästötesti erillisten moodien NRSC-syklillä

7.8.1.1 Moottorin lämmitys vakiotilaisessa 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 vakioitumispisteestä.

7.8.1.2 Erillisten moodien NRSC-syklin 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 rajaarvo 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 näytteenottoaikaa 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 testisyklimenettelyssä määritellyt painotuskertoimet ja todellinen pakokaasuvirta on otettava huomioon näytteenoton aikana säätämällä vastaavasti näytteen virtausta ja/tai näytteenottoaikaa. Hiukkasnäytteenoton tehollisen painotuskertoimen on oltava sama kuin kyseisen moodin painotuskerroin tarkkuudella ± 0,005.

Näyte on otettava kussakin moodissa mahdollisimman myöhään. Yhden suodattimen menetelmässä hiukkasnäytteenoton on päätyttävä ± 5 sekunnin tarkkuudella samanaikaisesti kaasupäästöjen näytteenoton päättymisen kanssa. Näytteidenottoajan testimoodia kohti täytyy olla ainakin 20 s yhden suodattimen menetelmässä ja

▼B

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 ± 1 prosenttia tai ± 3 min^{-1} nimellispyörimisnopeudesta riippuen siitä, kumpi on suurempi, paitsi joutokäynnissä, jonka on oltava valmistajan ilmoittamien toleranssien rajoissa. Mitattu vääntömomentti saa poiketa vertailuvääntömomentista enintään ± 2 prosenttia enimmäisvääntömomentista testinopeudella.

7.8.2 Päästötesti 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 ± 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.

▼B

Moottoria käytetään määrätty aika kussakin moodissa. Siirtymän moodista toiseen on tapahduttava lineaarisesti 20 ± 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 Päästötestin kulku

a) RMC:n suoritus, pakokaasun näytteenotto, tietojen kirjaaminen ja mitattujen arvojen integrointi aloitetaan samanaikaisesti.

b) Nopeus ja vääntömomentti säädetään testisyklin ensimmäisen moodin mukaisiksi.

c) 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 päättyminen 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.

▼B

Taulukko 6.1

RMC-regressiolinjan toleranssit

	Pyörimisnopeus	Vääntömomentti	Teho
Arvon y arvolle x asetettu estimaatin keskivirhe (SEE)	enintään 1 % nimellisnopeudesta	enintään 2 % moottorin enimmäisvääntömomentista	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	± 1 % nimellisnopeudesta	± 20 Nm tai 2 % enimmäisvääntömomentista sen mukaan, kumpi on suurempi	± 4 kW tai 2 % enimmäistehosta 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:

a) nopeuden on oltava lineaarinen ja ± 2 prosentin sisällä nimellisnopeudesta,

b) vääntömomentin on oltava lineaarinen ja ± 5 prosentin sisällä suurimmasta vääntömomentista nimellisnopeudella.

7.8.3 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit

NRTC ja LSI-NRTC suoritetaan toteuttamalla järjestyksessä vertailunopeuksien ja vertailuvääntömomenttien ohjauskomennot. 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 vertailuvääntömomentin, 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 jälkikäsittelyjärjestelmän 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.

▼B

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 päättyminen 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.

▼B

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 päättyminen merkitään kirjattuihin tietoihin.

7.3.2 kohdan mukaiset testauksen jälkeiset toimenpiteet on suoritettava.

7.8.3.3 Muuttuvatilaisten testisyklien (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 jätättää 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:

$$y = a_1 x + a_0 \qquad (6\text{-}19)$$

jossa:

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

a_1 on regressiolinjan kulmakerroin

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

a_0 on regressiolinjan y-leikkaus.

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

▼B

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

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
Determinaatiokerroin, r^2	vähint. 0,970	vähint. 0,850	vähint. 0,910
Regressiolinjan y-leikkaus, a_0	enintään 10 % joutokäynnistä	± 20 Nm tai ± 2 % enimmäisvääntömomentista sen mukaan, kumpi on suurempi	± 4 kW tai ± 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)	$n_{ref} = n_{idle}$ ja $T_{ref} = 0$ % ja $T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ ja $T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	nopeus ja teho
Käyttäjän ohjaussyötteen vähimmäisarvo	$n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ and $T_{act} > T_{ref}$ tai $n_{act} > n_{ref}$ ja $T_{act} \leq T_{ref}$ tai $n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ ja $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	teho ja joko vääntömomentti tai nopeus
Käyttäjän ohjaussyötteen enimmäisarvo	$n_{act} < n_{ref}$ ja $T_{act} \geq T_{ref}$ tai $n_{act} \geq 0{,}98\ n_{ref}$ ja $T_{act} < T_{ref}$ tai $n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ ja $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$	teho ja joko vääntömomentti tai nopeus

▼B

8. Mittausmenettelyt

8.1 Kalibrointi ja suorituskykytarkastukset

8.1.1 Johdanto

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

Kalibroinnit ja verifioinnit on yleensä tehtävä kokonaiselle mittausketjulle.

Jos mittausjärjestelmän jonkin osan kalibroinnista tai verifioinnista 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 verifioinneille asetettuja toleransseja on noudatettava kansainvälisesti tunnustettujen standardien mukaisesti.

8.1.2 Yhteenveto kalibroinneista ja verifioinneista

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

Taulukko 6.4

Yhteenveto kalibroinneista ja verifioinneista

Kalibroinnin tai verifioinnin tyyppi	Vähimmäistiheys [a]
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.

▼B

Kalibroinnin tai verifioinnin tyyppi	Vähimmäistiheys ([a])
	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 järjestelmävasteen ja päivitys- ja kirjaustoimintojen verifiointi – analysaattorit, joissa ei ole muiden kaasulajien jatkuvaa kompensointia	Alkuasennuksen yhteydessä ja vasteeseen vaikuttavien järjestelmään tehtyjen muutosten jälkeen.
8.1.6: Jatkuvatoimisten kaasuanalysaattoreiden järjestelmävasteen ja päivitys- ja kirjaustoimintojen verifiointi – analysaattorit, 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 ([b])	Alkuasennuksen yhteydessä, 35 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen. (Propaanitarkastus)
8.1.8.8: tyhjövuoto	Näytteenottojärjestelmän asennuksen yhteydessä Ennen kutakin laboratoriotestausta 7.1 kohdan mukaisesti. viimeistään kahdeksan tuntia ennen ensimmäisen kunkin käyttösyklijakson ensimmäisen testiaikavälin alkua ja kunnossapidon, kuten esisuodattimen vaihtojen, jälkeen
8.1.9.1: CO_2-NDIR:n H_2O-interferenssi	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.9.2: CO-NDIR:n CO_2 ja H_2O-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_4-vasteen määritys: Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen. CH_4-vasteen verifiointi: Alkuasennuksen yhteydessä, 185 päivän sisällä ennen testausta ja merkittävien kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen.

▼B

Kalibroinnin tai verifioinnin tyyppi	Vähimmäistiheys ([a])
8.1.10.2: raakapakokaasun FID:n O_2-interferenssi	Kaikki FID-analysaattorit: Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen. THC-mittauksen FID-analysaattorit: Alkuasennuksen yhteydessä, merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen ja 8.1.10.1 kohdan mukaisen FID:n optimoinnin jälkeen.
8.1.11.1: CLD:n CO_2 ja H_2O-vaimennus	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.11.3: NDUV:n HC ja H_2O-interferenssi	Alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.
8.1.11.4: jäähdytyskylvyn (jäähdyttimen) NO_2-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	Jäähdyttimet: 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 verifioinnit: 12 tunnin sisällä ennen punnitusta ja merkittävien kunnossapitotoimien jälkeen.

([a]) Kalibrointeja ja verifiointeja suoritetaan useammin mittausjärjestelmän valmistajan ohjeiden ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
([b]) CVS-verifiointia ei tarvitse tehdä järjestelmille, joiden vastaavuus on ±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 määrityksen perustana ovat taulukossa 6.8 esitetyt yksittäisten mittauslaitteiden suoritusarvot.

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

8.1.4 Lineaarisuuden verifiointi

8.1.4.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Lineaarisuuden verifiointi tehdään kullekin taulukossa 6.5 mainitulle mittausjärjestelmälle vähintään taulukossa annetulla tiheydellä mittausjärjestelmän valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Lineaarisuuden verifioinnin tarkoituksena on todentaa, että mittausjärjestelmän vaste on oikeassa suhteessa koko tarkasteltavalla mittausalueella. Lineaarisuuden verifioinnissa 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.

▼B

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 päästötestiä syöttämällä siihen nollasignaalia. Kaasuanalysaattoreiden osalta käytetään nollakaasua, joka täyttää 9.5.1 kohdan vaatimukset ja joka johdetaan suoraan analysaattorin tuloaukolle.

c) Mittauslaite kohdistetaan samaan tapaan kuin ennen päästötestiä syöttämällä siihen kohdistussignaalia. Kaasuanalysaattoreiden osalta käytetään vertailukaasua, joka täyttää 9.5.1 kohdan vaatimukset ja joka johdetaan suoraan analysaattorin tuloaukolle.

d) Kun mittauslaite on kohdistettu, tarkastetaan nollakohta samalla signaalilla, jota käytettiin tämän kohdan b alakohdassa kuvaillussa 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_{refi}, jotka kattavat koko sen arvoalueen, joka on odotettavissa päästötestauksen aikana, jotta ei tarvitse suorittaa ekstrapolointia kyseisten arvojen ulkopuolelle. Yhdeksi lineaarisuuden verifioinnin 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 tuloaukolle.

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 $\overline{y}_i$ kirjataan.

j) g–i alakohdan vaiheet toistetaan kunnes kaikki vertailumäärät on mitattu.

▼B

k) Aritmeettisten keskiarvojen $\bar{y}_i$ja vertailuarvojen y_{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_{max}. Jos käytetään tätä vaihtoehtoa, on käytettävä antureita, joiden tarkkuuden laitetoimittaja ilmoittaa olevan parempi kuin 0,5 prosenttia arvosta T_{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 lineaarisuusverifioinnissa 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 $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$.

▼B

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

f) Näiden suureiden a_1-kriteerin tarvitsee täyttyä 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 verifioinnissa, lämpötilat, joita käytetään testausjärjestelmän kriittisten olosuhteiden asettamisessa tai verifioinnissa sekä lämpötilat, joita käytetään päästölaskelmissa.

i) Seuraavien lämpötilojen lineaarisuus on tarkastettava: imuilma; jälkikäsittelylaitteistot (niiden moottoreiden osalta, jotka testataan jälkikäsittelylaitteiden kanssa kylmäkäynnistyskriteereiden mukaisilla sykleillä; laimennusilma hiukkasnäytteenoton osalta (CVS, kaksoislaimennus ja osavirtauslaimennusjärjestelmät); hiukkasnäyte; jäähdytinnäyte (kun kyseessä on kaasunäytteenottojärjestelmä, jossa käytetään jäähdyttimiä näytteiden kuivaamiseksi).

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

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

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

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

▼B

Taulukko 6.5

Lineaarisuuden verifiointia edellyttävät mittausjärjestelmät

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

([1]) Moolivirtaa voidaan käyttää tavanomaisen tilavuusvirran sijaan ’määrää’ edustavana suureena. Tässä tapauksessa suurinta moolivirtaa voidaan käyttää suurimman tavanomaisen tilavuusvirran sijaan vastaavissa lineaarisuuskriteereissä.

▼B

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. Kompensaatiotyyppisten 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 eränäytteenoton 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 muuttujat). 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 ≤ 10 sekuntia ja nousuajan ≤ 5 sekuntia kaikkien mitattavien komponenttien (CO, NO_x, $_2$ ja HC) ja vaihtelualueiden osalta.

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

b) Jotta voidaan osoittaa päivityksen ja kirjauksen hyväksyttävyys 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.

▼B

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 verifioimiseksi 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 päästötestauksessa. 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 päästötestauksen aikana käytetään analogisia tai reaaliaikaisia digitaalisia suodattimia, niitä on käytettävä samalla tavalla verifioinnin aikana.

b) On suositeltavaa, että laitteistossa, jota käytetään järjestelmän vasteajan validoinnissa, käytetään mahdollisimman lyhyitä kaasunsiirtolinjoja kaikkien liitäntöjen välillä. Nopeatoimisen 3-tieventtiilin (kaksi sisääntuloa ja yksi ulostulo) yhteen sisääntuloon kiinnitetään nollailmalähde nollakaasun ja sekoitettujen vertailukaasujen ohjaamiseksi järjestelmän näytteenottimen sisääntuloon tai näytteenottimen ulostulon lähellä olevaan t-kappaleeseen. Tavallisesti kaasuvirtaus on suurempi kuin näytteenottimen näytevirtaus, ja liika kaasu vuotaa yli näytteenottimen sisääntulosta. Jos kaasuvirtaus on pienempi kuin näytteenottimen virtaus, kaasujen pitoisuudet on korjattava näytteenottimeen 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 sisääntuloon. 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.

▼B

c) Tiedot on kerättävä seuraavasti:

i) Kytketään 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) Kytketään venttiili sekoitettujen vertailukaasujen johtamiseksi analysaattoreihin. Kirjataan aika arvona t_0.

v) Otetaan huomioon siirtoviipeet ja hitaimman analysaattorin täyden vasteen saavuttaminen.

vi) Kytketään 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 suoritustiheys

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 eränäytteenoton kaasuanalysaattoreille eikä jatkuvatoimisille analysaattoreille, joita

▼B

käytetään vain erillisten moodien NRSC:ssä. Verifiointi ei kata näytteestä jälkikäsittelyssä 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 verifioimiseksi 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 verifioinnissa 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 vesihöyryn vaste- ja nousuaika, jos käytetään mitattuun vesihöyryyn perustuvaa kompensaatioalgoritmia. Tässä tapauksessa ainakin yksi käytetyistä kalibrointikaasuista (mutta ei NO_2) on kostutettava seuraavasti:

Jos järjestelmässä ei käytetä näytteenkuivainta veden poistamiseksi näytekaasusta, vertailukaasu on kostutettava johtamalla kaasuseos läpi suljetun astian, jossa kaasu kostutetaan korkeimpaan arvioituun päästönäytteenoton aikaiseen näytteen kastepisteeseen kuplittamalla se tislatun veden lävitse. Jos järjestelmässä käytetään testauksen aikana näytteenkuivainta, joka on läpäissyt näytteenkuivaimen verifiointitarkastuksen, kostutettu kaasuseos voidaan johtaa virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle kuplittamalla se tislatun veden lävitse suljetussa astiassa lämpötilassa 298 ± 10 K (25 ± 10 °C) tai lämpötilassa, joka on suurempi kuin kastepiste. Kaikissa tapauksissa virtaussuunnassa 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 verifioinnissa. Jos jokin kaasun aineosista ei sovellu vesikompensointiin, näiden analysaattoreiden vastetarkastus voidaan tehdä ilman kostutusta.

8.1.7 Moottorin parametrien ja ympäristöolosuhteiden mittaus

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

▼B

8.1.7.1 Vääntömomentin kalibrointi

8.1.7.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Kaikki vääntömomentin mittausjärjestelmät, mukaan luettuina dynamometrin vääntömomentin mittausmuuntimet 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. Vääntömomenttianturin tuotos on linearisoitava vääntömomenttimuuntimen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Muitakin kalibrointimenettelyjä 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 kalibrointipainoyhdistelmää 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 määrityksessä) 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.

▼B

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 pysyvään 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 propaanitestiä) ja korjaavilla toimenpiteillä ei kyetä ratkaisemaan ongelmaa.

c) CVS-virtausmittari kalibroidaan käyttäen vertailuvirtausmittaria, kuten aliääniventuria, long-radius-tyyppistä virtaussuutinta, SAO-suutinta (smooth approach orifice), laminaarista virtauselementtiä, sarjaa kriittisen virtauksen ventureita tai yliäänivirtausmittaria. On käytettävä sellaista vertailuvirtausmittaria, joka ilmoittaa kansainvälisesti jäljitettävät määrät ± 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 massaan perustuva menettely esitetään liitteessä VII olevassa 2.5 kohdassa.

f) Valmistajan valinnan mukaan kriittisen virtauksen venturi (CFV) tai aliääniventuri (SSV) voidaan kalibrointia varten poistaa pysyvästä sijainnistaan, kunhan seuraavat vaatimukset täyttyvät asennettuna CVS:ään:

1) Asennettaessa kriittisen virtauksen venturia tai aliääniventuria CVS:ään on sovellettava hyvää teknistä käytäntöä, jotta varmistetaan, ettei CVS:n sisääntulon ja venturin välille ole tullut vuotoja.

▼B

2) Venturin *ex situ* -kalibroinnin jälkeen kaikki venturivirtausyhdistelmät on verifioitava kriittisen virtauksen venturia varten tai vähintään 10 virtauspisteessä aliääniventuria varten käyttämällä 8.1.8.5 kohdassa kuvattua propaanitestiä. 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 virtaukset ja käyrän sopivuuden edustaman arvon eron laskemista. Eron on jokaisessa pisteessä oltava pienempi kuin ± 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 Syrjäytyspumpun kalibrointi

Syrjäytyspumppu (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 ± 2 prosentin sisällä keskimääräisestä absoluuttisesta sisääntulolämpötilasta T_{in}.

d) PDP:n nopeus säädetään ensimmäiseen nopeuspisteeseen, jossa pumppu on tarkoitus kalibroida.

e) Säädettävä kuristin asetetaan täysin auki.

▼B

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:

i) Vertailuvirtausmittarin keskimääräinen virtaus, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii) Keskimääräinen lämpötila PDP:n sisääntulossa, T_{in};

iii) Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine PDP:n sisääntulossa, p_{in};

iv) Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine PDP:n ulostulossa, p_{out};

v) 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.

i) PDP kalibroidaan käyttäen kerättyjä tietoja ja liitteessä VII esitettyjä yhtälöitä.

j) Tämän kohdan f–i alakohdan mukaiset vaiheet toistetaan kaikilla PDP:n käyttönopeuksilla.

k) PDP:n virtausyhtälön määrittämiseksi päästötestausta varten käytetään yhtälöitä, jotka esitetään liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) tai liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (massaperustainen menetelmä).

l) Kalibrointi verifioidaan tekemällä CVS-verifiointi (propaanitarkastus) 8.1.8.5 kohdan mukaisesti.

m) 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} verifioimiseksi pienimmällä odotettavissa olevalla CFV:n sisään- ja ulostulon välisellä paine-erolla. CFV-virtausmittari kalibroidaan seuraavasti:

a) Järjestelmä kytketään kuvan 6.5 mukaisesti.

b) Virtaussuunnassa CFV:n alapuolella oleva puhallin käynnistetään.

c) CFV:n ollessa toiminnassa sen sisääntulon lämpötila on pidettävä vakiona ± 2 prosentin sisällä keskimääräisestä absoluuttisesta sisääntulolämpötilasta T_{in}.

d) Vuotojen kalibrointivirtausmittarin ja CFV:n välillä on oltava pienemmät kuin 0,3 prosenttia kokonaisvirtauksesta suurimmalla paineenrajoituksella.

e) Säädettävä kuristin asetetaan täysin auki. Säädettävän 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.

▼B

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, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii) Vaihtoehtoisesti kalibrointi-ilman keskimääräinen kastepiste, T_{dew}. Päästömittausten aikana sallitut olettamukset 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, Δp_{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 Δp_{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 painesuhde 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

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 ± 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 kalibroitujen 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:

   i) Vertailuvirtausmittarin keskimääräinen virtaus, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

   ii) Vaihtoehtoisesti kalibrointi-ilman keskimääräinen kastepiste, T_{dew}. Sallitut olettamukset esitetään liitteessä VII;

   iii) Keskimääräinen lämpötila venturin sisääntulossa, T_{in};

   iv) Keskimääräinen absoluuttinen staattinen paine venturin sisääntulossa, p_{in};

   v) Venturin sisääntulon ja venturin kurkun staattisen paineen välinen staattinen paine-ero, Δp_{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.

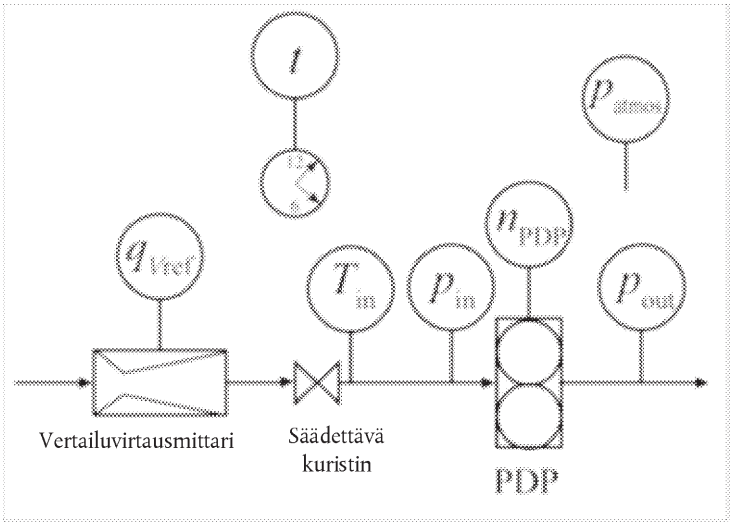
l) SSV:n virtauksen määrittämiseksi testin aikana käytetään yhtälöitä, jotka esitetään liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) tai liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (massaperustainen menetelmä).

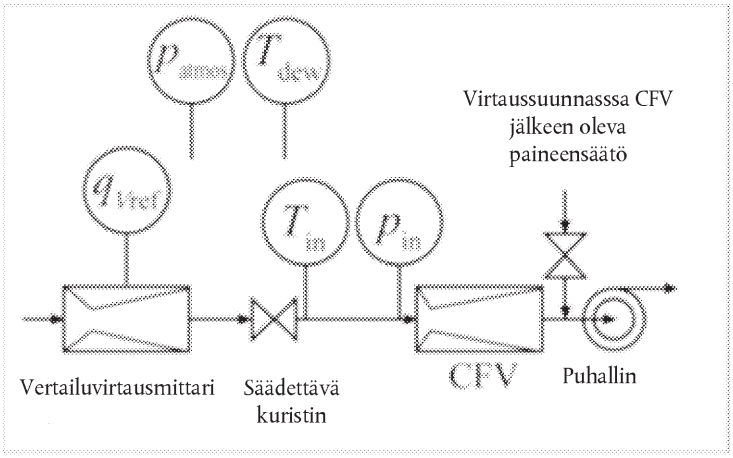
▼B

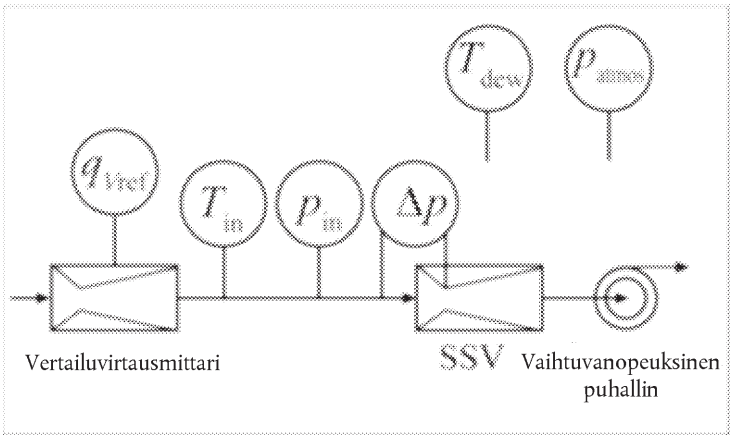
8.1.8.4.5 Yliäänikalibrointi (varalla)

Kuva 6.5

3CVS-kalibrointi laimennetulla pakokaasuvirtauksella







▼B

8.1.8.5 CVS:n ja eränäytteenottimen 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 eränäytteenottimen verifioinnissa mahdollisten poikkeamien havaitsemiseksi eränäytteenottojärjestelmässä, 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_2:lla tai CO:lla. Jos propaanitesti ei mene läpi, järjestelmässä voi olla ongelmia, jotka voivat edellyttää korjaavia toimenpiteitä seuraavasti:

   i) Analysaattori on väärin kalibroitu. FID-analysaattori on kalibroitava uudelleen, korjattava tai vaihdettava.

   ii) CVS-tunneli, liitännät, kiinnikkeet ja HC-näytteenottojärjestelmä on tarkastettava vuotojen varalta 8.1.8.7 kohdan mukaisesti.

   iii) Sekoituksen oikeellisuus on verifioitava 9.2.2 kohdan mukaisesti.

   iv) Näytteenottojärjestelmän hiilivetykontaminaatiota koskeva verifiointi on tehtävä 7.3.1.2 kohdan mukaisesti.

   v) CVS:n kalibroinnin muutos. Kalibroidaan CVS-virtausmittari käyttöpaikalla 8.1.8.4 kohdan mukaisesti.

   vi) Muita ongelmia CVS:n tai näytteenoton verifiointilaitteistoissa tai -ohjelmistoissa. CVS-järjestelmä, CVS:n verifiointilaitteisto ja ohjelmisto tarkastetaan poikkeamien varalta.

b) Propaanitarkastuksessa käytetään C_3H_8:n vertailumassaa tai vertailuvirtausta merkkikaasuna CVS-järjestelmässä. Jos käytetään vertailuvirtausta, C_3H_8: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_3H_8: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.

a) Mittaus gravimetrisellä menetelmällä: Pienen, hiilimonoksidilla tai propaanilla täytetyn sylinterin massa määritetään ± 0,01 gramman tarkkuudella. CVS-järjestelmää käytetään samoin kuin tavallisessa pakokaasujen päästötestissä noin 5–10 minuutin ajan samalla, kun järjestelmään syötetään hiilimonoksidia tai propaania. Syötetyn puhtaan kaasun määrä määritetään painoerot punnitsemalla. Kaasunäyte analysoidaan tavallisen laitteiston (näytepussi- tai integrointimenetelmä) avulla, ja kaasun massa lasketaan.

▼B

b) 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 päästötestissä 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:

a) Jos vertailuvirtauksen sijasta käytetään C_3H_8:n vertailumassaa, on hankittava C_3H_8:lla täytetty sylinteri. Vertailusylinterin C_3H_8-massa määritetään ± 0,5 prosentin tarkkuudella siitä C_3H_8: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 vuotoverifiointi 8.1.8.7 kohdan mukaisesti.

8.1.8.5.4 HC-näytteenottojärjestelmän valmistelu propaanitarkastusta varten

HC-näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen vuotoverifiointi voidaan tehdä tämän kohdan g alakohdan mukaisesti. Tätä menettelyä käyttäessä voidaan käyttää 7.3.1.2 kohdassa tarkoitettua HC-kontaminaation verifiointimenettelyä. 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-näytteenottimelta 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.

▼B

f) Jos ylivuodon HC-pitoisuus on suurempi kuin 2 µmol/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 µmol/mol, tämä arvo kirjataan arvona x_{HCinit}, 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 menettelyä 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.

▼B

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_{C3H8} HC:n efektiivisen moolimassan M_{HC} sijasta.

d) Jos käytetään vertailumassaa (gravimetrinen menetelmä), määritetään sylinterin propaanimassa ± 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 ± 3,0 prosentin rajoissa vertailumassasta, CVS läpäisee verifioinnin.

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 ± 5,0 prosentin rajoissa vertailumassasta, eränäytteenottimen läpäisee verifioinnin. Jos ei, on ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin.

▼B

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 jäähdytin. 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 tislatun 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 °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 verifioinnin 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 eritelmä lisättynä arvolla 0,002 mol/mol tai 0,2 tilavuusprosentilla. Tämän verifioinnin yhteydessä näytteen kastepiste ilmoitetaan absoluuttisena lämpötilana kelvineinä.

▼B

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) esitetyllä virtauseron mittauksella:

$$q_{\mathrm{mp}} = q_{\mathrm{mdew}} - q_{\mathrm{mdw}} \qquad (6\text{-}20)$$

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 ± 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:

a) Arvojen q_{mdew} ja q_{mdw} absoluuttinen tarkkuus on ± 0,2 prosenttia, mikä takaa sen, että arvon q_{mp} tarkkuus on ≤ 5 prosenttia, kun laimennussuhde on 15. Suuremmilla laimennussuhteilla esiintyy kuitenkin suurempia virheitä.

b) 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.

c) Arvon q_{mp} tarkkuus määritetään epäsuorasti laimennussuhteen tarkkuudesta, joka määritetään merkkikaasulla, esimerkiksi CO_2:lla. Vaaditaan a alakohdan menetelmää vastaavat q_{mp}:n tarkkuudet.

d) Arvojen q_{mdew} ja q_{mdw} absoluuttinen tarkkuus on ± 2 prosenttia täydestä asteikosta, arvojen q_{mdew} ja q_{mdw} eron suurin virhe on ± 0,2 prosenttia ja epälineaarisuusvirhe on ± 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:

a) 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.

▼B

b) Kalibroitu massavirtalaite kytketään sarjaan $q_{m\mathrm{dew}}$:n virtausmittarin kanssa ja tarkkuus tarkastetaan testissä käytetyllä arvolla. Kalibroitu massavirtalaite kytketään sarjaan $q_{m\mathrm{dw}}$:n virtausmittarin kanssa ja tarkkuus tarkastetaan vähintään viidellä asetuksella, jotka vastaavat laimennussuhdetta 3–15 suhteessa testin aikana käytettyyn $q_{m\mathrm{dew}}$-arvoon.

c) Siirtoputki TL (ks. kuva 6.2) irrotetaan pakojärjestelmästä, ja siirtoputkeen kytketään kalibroitu virtauksen mittauslaite, jonka alue sopii $q_{m\mathrm{p}}$:n mittaukseen. $q_{m\mathrm{dew}}$ säädetään testissä käytettyyn arvoon ja $q_{m\mathrm{dw}}$ säädetään vaiheittain vähintään viiteen arvoon, jotka vastaavat laimennussuhteita välillä 3–15. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erityistä kalibrointivirtaustietä, jossa tunneli ohitetaan, mutta jossa vastaavien mittareiden läpi kulkeva kokonaisvirta ja laimennusilmavirta ovat samat kuin varsinaisessa testissä.

d) Pakokaasujärjestelmän siirtolinjaan TL syötetään merkkikaasua. Merkkikaasu voi olla pakokaasun komponentti, kuten CO_2 tai NO_x. Kun merkkikaasukomponentti on laimentunut tunnelissa, se mitataan. Tämä tehdään viidelle laimennussuhteelle välillä 3–15. Näytevirran tarkkuus määritetään laimennussuhteesta r_d käyttämällä yhtälöä (6-21).

$$q_{\mathrm{mp}} = q_{\mathrm{mdew}} / r_\mathrm{d} \qquad (6\text{-}21)$$

Kaasuanalysaattorien tarkkuudet on otettava huomioon $q_{m\mathrm{p}}$: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_2: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 $q_{m\mathrm{dw}}$:n virtausarvot, jotka vastaavat laimennussuhteita 5–15 testissä käytetyllä $q_{m\mathrm{dew}}$-arvolla.

Jos 8.1.8.6.2 kohdan mukaisen kalibrointimenettelyn pöytäkirjoilla voidaan osoittaa, että virtausmittarien kalibrointi pysyy vakaana pitkällä aikavälillä, testiä edeltävä tarkastus voidaan jättää tekemättä.

▼B

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 muunnosaika on määritettävä seuraavalla menetelmällä:

Riippumaton vertailuvirtausmittari, jolla on näytevirtaan soveltuva mittausalue, 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 muunnosaika, joka on aika askelherätteen aloittamisesta virtausmittarin vasteen 50 prosentin pisteeseen. Samaan tapaan määritetään muunnosaika 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 laskuherätteellä, ja tuloksista lasketaan keskiarvo. Tästä arvosta vähennetään vertailuvirtausmittarin sisäinen muunnosaika (< 100 ms). Jos edellytetään ennakoivaa ohjausta, on sovellettava 8.2.1.2 kohdan mukaisesti osavirtauslaimennusjärjestelmän ennakointiarvoa.

8.1.8.7 Tyhjöpuolen vuotoverifiointi

8.1.8.7.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Näytteenottojärjestelmän alkuasennuksen yhteydessä, merkittävien kunnossapitotöiden (kuten esisuodattimien vaihdon) jälkeen ja 8 tunnin kuluessa ennen kunkin käyttösyklisarjan suorittamista on jollakin tässä kohdassa kuvaillulla vuototestillä verifioitava, että merkittäviä tyhjöpuolen vuotoja ei ole. Tätä verifiointia 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 tyhjennetyn järjestelmän paineen nousuna.

8.1.8.7.3 Pienen virtauksen vuototesti

Näytteenottojärjestelmä on testattava pienen virtauksen vuotojen varalta seuraavasti:

▼B

a) Järjestelmän näytteenotinpuoli 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 tyypillisten 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 määritystä 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 päästötestausta 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 ± 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 ± 10 prosentin tarkkuudella sen todellisesta tilavuudesta. Mittauksessa on käytettävä mittauslaitteita, jotka täyttävät 8.1 ja 9.4 kohdassa esitetyt vaatimukset.

▼B

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 näytepussin tyhjennyspumppaus tehdään kahteen kertaan tyhjentymisen 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 tyhjennetyn 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:

$$q_{V\mathrm{leak}} = \frac{V_{\mathrm{vac}}}{R} \frac{\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right)}{(t_2 - t_1)} \qquad (6\text{-}22)$$

jossa:

$q_{V\mathrm{leak}}$ on alipaineen heikkenemisnopeus, mol/s

V_{vac} on näytteenottojärjestelmän tyhjöpuolen geometrinen tilavuus, m^3

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

▼B

8.1.9 CO- ja CO_2-mittaukset

8.1.9.1 CO_2:n NDIR-analysaattoreiden H_2O-interferenssin verifiointi

8.1.9.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos CO_2 mitataan käyttäen NDIR-analysaattoria, H_2O-interferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

8.1.9.1.2 Mittausperiaatteet

H_2O voi vaikuttaa NDIR-analysaattorin CO_2-vasteeseen. Jos NDIR-analysaattorissa käytetään kompensaatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensaatioalgoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

8.1.9.1.3 Järjestelmävaatimukset

CO_2:n NDIR-analysaattorin H_2O-interferenssin on oltava (0,0 ± 0,4) mmol/mol (odotetusta keskimääräisestä CO_2-pitoisuudesta).

8.1.9.1.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

a) CO_2:n NDIR-analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästötestiä.

b) Muodostetaan kostutettu testikaasu kuplittamalla 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävää nollailmaa tislatun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H_2O-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_2O-taso, joka on vähintään yhtä korkea kuin 9.3.2.3.1 kohdassa edellytetty taso.

c) Kostutetun testikaasun lämpötila virtaussuunnassa astian alapuolella on pidettävä vähintään 5 ^{o}K sen kastepisteen yläpuolella.

d) Kostutettu testikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään. Kostutettu testikaasu voidaan syöttää virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle, jos sellaista käytetään testauksessa.

e) Mitataan kostutetun testikaasun veden mooliosuus x_{H2O} mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon x_{H2O} laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste T_{dew} ja absoluuttinen paine p_{total}.

f) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon x_{H2O} mittauskohdan ja analysaattorin välillä.

g) Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan sisältyy siirtolinjan huuhteluaika 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 ± 0,4) mmol/mol.

▼B

8.1.9.2 CO:n NDIR-analysaattoreiden H_2O- ja CO_2-interferenssin verifiointi

8.1.9.2.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos CO_2 mitataan käyttäen NDIR-analysaattoria, H_2O- ja CO_2-interferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

8.1.9.2.2 Mittausperiaatteet

H_2O ja CO_2 voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä NDIR-analysaattorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin CO:lla. Jos NDIR-analysaattorissa käytetään kompensaatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensaatioalgoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

8.1.9.2.3 Järjestelmävaatimukset

CO:n NDIR-analysaattorin yhdistetyn H_2O- ja CO-interferenssin on oltava ± 2 prosentin sisällä odotetusta keskimääräisestä CO-pitoisuudesta.

8.1.9.2.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

a) CO:n NDIR-analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästötestiä.

b) Muodostetaan kostutettu CO_2-testikaasu kuplittamalla CO_2-vertailukaasua tislatun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata kuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H_2O-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_2O-taso, joka on vähintään yhtä korkea kuin 9.3.2.3.1.1 kohdassa edellytetty taso. CO_2-vertailukaasun pitoisuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin testauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.

c) Kostutettu CO_2-testikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään. Kostutettu CO_2-testikaasu voidaan syöttää virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelle, jos sellaista käytetään testauksessa.

d) Mitataan kostutetun testikaasun veden mooliosuus x_{H2O} mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon x_{H2O} laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste T_{dew} ja absoluuttinen paine p_{total}.

e) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon x_{H2O} 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.

▼B

i) CO_2:ta ja H_2O:ta koskevat interferenssimenettelyt voidaan tehdä myös erillisinä. Jos käytetyt CO_2- ja H_2O-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_2O-pitoisuuksille, jotka ovat pienempiä kuin testauksen aikana odotetut enimmäistasot (H_2O-pitoisuuteen 0,025 mol/mol saakka), voidaan tehdä erillisiä interferenssimenettelyjä, mutta havaittu H_2O-interferenssi on suurennettava kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun H_2O-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 tolueeniin on oltava välillä 0,9–1,1 suhteessa propaaniin.

b) FID:n metaanivastekerroin (CH_4) 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 kalibrointitiheyteen. FID kalibroidaan käyttäen C_3H_8-kalibrointikaasuja, jotka täyttävät 9.5.1 kohdan vaatimukset. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C_1) 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

▼B

yleisimmällä päästötestien 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 päästötestauksen 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_4-vastetekijän määrittäminen

Koska FID-analysaattoreiden CH_4-vaste yleensä eroaa C_3H_8-vasteesta, FID:n optimoinnin jälkeen on määritettävä kunkin HC:n mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin CH_4-vastetekijä $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$. Viimeisintä tämän kohdan mukaisesti mitattua vastetekijää $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ käytetään liitteessä VII olevassa 2 kohdassa (mooliperustainen menetelmä) ja liitteessä VII olevassa 3 kohdassa (massaperustainen menetelmä) kuvaillun HC-määrityksen laskelmissa CH_4-vasteen kompensoimiseksi. $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ määritetään seuraavasti:

a) Valitaan vertailukaasun C_3H_8-pitoisuus ennen päästötestiä tapahtuvaa analysaattorin kohdistusta varten. Vain 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävää vertailukaasua voidaan käyttää, ja kaasun C_3H_8-pitoisuus on kirjattava.

▼B

b) Valitaan 9.5.1 kohdan vaatimukset täyttävä CH_4-vertailukaasu ja kirjataan kaasun CH_4-pitoisuus.

c) FID-analysaattoria käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.

d) On varmistettava, että FID-analysaattori on kalibroitu C_3H_8:lla. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C_1) perusteella.

e) Nollataan FID päästötestauksessa käytettävällä nollakaasulla.

f) Kohdistetaan FID valitulla C_3H_8-vertailukaasulla.

g) Syötetään tämän kohdan b alakohdan mukaisesti valittua CH_4-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_4-pitoisuutta, kirjataan näytetiedot 30 sekunnin ajalta ja lasketaan arvojen aritmeettinen keskiarvo.

j) Mitattu keskimääräinen pitoisuus jaetaan CH_4-kalibrointikaasun kirjatulla pitoisuudella. Tuloksena on FID-analysaattorin vastetekijä CH_4, $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$.

8.1.10.1.5 HC-mittauksessa käytettävän FID-analysaattorin metaanivasteen (CH_4) verifiointi

Jos 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti saatu arvo $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ on ± 5,0 prosentin sisällä sen viimeisimmästä aiemmin määritetystä arvosta, HC:n FID läpäisee metaanivasteen verifioinnin.

a) Ensimmäiseksi on verifioitava, että FID:n polttoaineen, poltinilman ja näytteen paineet ja/tai virtaukset ovat ± 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 $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ tämän jakson 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti. On verifioitava, että määritetty uusi arvo $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ on tässä 8.1.10.1.5 kohdassa vahvistettujen toleranssien mukainen.

b) Jos $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ 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.

c) Uusi arvo $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ määritetään 8.1.10.1.4 kohdan mukaisesti. Uutta arvoa $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ 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_2-interferenssiverifiointi

8.1.10.2.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos FID-analysaattoria käytetään raakapakokaasun mittauksissa, sen O_2-interferenssin määrä on verifioitava alkuasennuksen yhteydessä ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

▼B

8.1.10.2.2 Mittausperiaatteet

Raakapakokaasun O_2-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_2-interferenssien kompensointialgoritmien avulla.

8.1.10.2.3 Järjestelmävaatimukset

Kaikkien testauksen aikana käytettävien FID-analysaattoreiden on läpäistävä O_2-interferenssiverifiointi tässä jaksossa kuvaillun menettelyn mukaisesti.

8.1.10.2.4 Menettely

FID:n O_2-interferenssi on määritettävä seuraavassa kuvaillun menettelyn mukaisesti. Tässä verifioinnissa tarvittavien kaasupitoisuuksien muodostamisessa voidaan käyttää yhtä tai useampaa kaasunjakajaa.

a) Valitaan kolme vertailukaasua, jotka täyttävät 9.5.1 kohdassa esitetyt vaatimukset ja joiden C_3H_8-pitoisuus on valittu analysaattoreiden kohdistukseen ennen päästötestausta. Valitaan CH_4-vertailukaasut FID-analysaattoreille, jotka on kalibroitu CH_4:llä käyttäen metaanierotinta. Kolmen täytekaasun pitoisuudet on valittava niin, että O_2- and N_2-pitoisuudet edustavat pienintä, suurinta ja niiden välillä olevaa testauksen aikana odotettavissa olevaa O_2-pitoisuutta. Keskimääräisen O_2-pitoisuuden käyttöä ei vaadita, jos FID kalibroidaan vertailukaasulla, jossa on täytekaasuna keskimääräinen odotettavissa oleva määrä happea.

b) On varmistettava, että FID-analysaattori täyttää kaikki 8.1.10.1 kohdan vaatimukset.

c) FID-analysaattori käynnistetään ja sitä käytetään samaan tapaan kuin ennen päästötestiä. Riippumatta siitä, mikä on FID:n polttimen ilmanlähde testauksen aikana, tässä verifioinnissa sen ilmanlähteenä käytetään nollailmaa.

d) Analysaattori säädetään nollaan.

e) Analysaattori kohdistetaan vertailukaasulla, jota käytetään testauksen aikana.

f) Nollavaste tarkastetaan päästötestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on ± 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 $x_{O2minHC}$.

▼B

h) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästötestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on ± 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 $x_{O2avgHC}$.

j) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästötestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on ± 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 $x_{O2maxHC}$.

l) FID-analysaattorin nollavaste tarkastetaan päästötestauksen aikana käytettävällä nollakaasulla. Jos 30 sekunnin ajalta kerättyjen vakautettujen tietojen mukainen keskimääräinen nollavaste on ± 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 $x_{O2maxHC}$ ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Lasketaan arvon $x_{O2avgHC}$ ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Lasketaan arvon $x_{O2minHC}$ ja sen vertailukaasun pitoisuuden prosentuaalinen ero. Määritetään näiden kolmen laskelman suurin prosentuaalinen ero. Tulos on O_2-interferenssi.

n) Jos O_2-interferenssi on ± 3 prosentin sisällä, FID läpäisee O_2-interferenssiverifioinnin. Muussa tapauksessa on suoritettava yksi tai useampia seuraavista toimenpiteistä puutteen korjaamiseksi:

   i) Toistetaan verifiointi sen selvittämiseksi, tapahtuiko menettelyn aikana virhe.

   ii) Valitaan sellaiset päästötestien nolla- ja vertailukaasut, joiden O_2-pitoisuus on suurempi tai pienempi, ja toistetaan verifiointi.

   iii) Säädetään FID:n poltinilma-, polttoaine- ja näytevirtauksia. Jos näitä virtauksia säädetään THC:n mittaukseen käytettävällä FID-analysaattorilla, jotta O_2-verifiointivaatimukset täyttyisivät, arvo RF_{CH4} on nollattava seuraavaa RF_{CH4}-verifiointia varten. Säädön jälkeen toistetaan O_2-interferenssiverifiointi ja määritetään arvo RF_{CH4}.

▼B

iv) Korjataan tai vaihdetaan FID-analysaattori ja toistetaan O_2-interferenssiverifiointi.

8.1.10.3 Metaanierottimen penetraatio-osuudet (Varattu)

8.1.11 NO_x-mittaukset

8.1.11.1 CLD:n CO_2- ja H_2O-vaimennuksen verifiointi

8.1.11.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NO_x-mittauksessa käytetään kemiluminesenssianalysaattoria (CLD), H_2O- ja CO_2-vaimennuksen määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

8.1.11.1.2 Mittausperiaatteet

H_2O ja CO_2 voivat vaikuttaa negatiivisesti CLD:n NO_x-vasteeseen törmäysvaimennuksen vuoksi, mikä estää kemiluminesenssireaktion, jota CLD käyttää NO_x:n havaitsemiseen. Tällä menettelyllä ja 8.1.11.2.3 kohdassa esitetyillä laskelmilla määritetään vaimennus ja skaalataan vaimennustulokset päästötestauksen aikana odotettavissa olevan H_2O:n suurimman mooliosuuden ja CO_2:n suurimman pitoisuuden mukaan. Jos CLD-analysaattorissa käytetään vaimennuksen kompensaatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään H_2O- ja/tai CO-mittauslaitteita, vaimennus on arvioitava näiden laitteiden ollessa toiminnassa ja kompensaatioalgoritmeja soveltaen.

8.1.11.1.3 Järjestelmävaatimukset

Laimennetun pakokaasun mittauksessa CLD-analysaattorin yhdistetty H_2O- ja CO_2-vaimennus saa olla enintään ± 2 prosenttia. Raakapakokaasun mittauksessa CLD-analysaattorin yhdistetty H_2O- ja CO_2-vaimennus saa olla enintään ± 2,5 prosenttia. Yhdistetty vaimennus on 8.1.11.1.4 kohdan mukaisesti määritetyn CO_2-vaimennuksen ja 8.1.11.1.5 kohdan mukaisesti määritetyn H_2O-vaimennuksen summa. Jos nämä vaatimukset eivät täyty, ongelma on ratkaistava korjaamalla tai vaihtamalla analysaattori. Ennen päästötestien aloittamista on verifioitava, että analysaattorin asianmukainen toiminta on saatu palautettua korjaavilla toimenpiteillä.

8.1.11.1.4 CO_2-vaimennuksen verifiointimenettely

CO_2-vaimennuksen määrityksessä 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_x:n kokonaismäärän sijaan vain NO:n, analysaattoria on käytettävä pelkän NO:n havaitsevassa moodissa.

▼B

d) Verifioinnissa käytetään CO_2 -vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on noin kaksi kertaa päästötestauksen aikana odotettavissa oleva CO_2:n enimmäispitoisuus.

e) Verifioinnissa käytetään NO-vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on noin kaksi kertaa päästötestauksen aikana odotettavissa oleva NO:n enimmäispitoisuus. 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.

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_2-vertailukaasu kytketään kaasunjakajan vertailukaasuaukkoon.

h) NO-vertailukaasu kytketään kaasunjakajan laimennuskaasuaukkoon.

i) Kaasunjakajan ulostulo vakautetaan samalla kun kaasunjakajan läpi ohjataan NO:ta and CO_2:ta. Määritetään kaasunjakajan ulostulon CO_2-pitoisuus soveltaen tarvittaessa kaasun ominaisuuksien mukaisia korjauksia tarkan kaasujaon aikaansaamiseksi. Tämä pitoisuus x_{CO2act} kirjataan ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa. Kaasunjakajan sijaan voidaan käyttää muuta yksinkertaista kaasunsekoituslaitetta. Siinä tapauksessa on käytettävä analysaattoria CO_2-pitoisuuden määrittämiseksi. Jos käytetään NDIR-analysaattoria yhdessä yksinkertaisen kaasunsekoituslaitteen kanssa, sen on täytettävä tässä jaksossa esitetyt vaatimukset ja se on kohdistettava tämän kohdan d alakohdassa tarkoitetulla CO_2-vertailukaasulla. NDIR-analysaattorin lineaarisuus on tarkastettava koko mittausalueelta CO_2-pitoisuuteen saakka, joka on kaksi kertaa päästötestauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.

j) NO-pitoisuus mitataan virtaussuunnassa kaasunjakajan alapuolelta CLD-analysaattorilla. Analysaattorin vasteen vakiintumiseen varataan aikaa. Vakiintumisaikaan voi sisältyä siirtolinjan huuhteluaika ja analysaattorin vasteen vaatima aika. Analysaattorin mitatessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tietojen perusteella lasketaan aritmeettinen keskimääräinen pitoisuus x_{NOmeas}. x_{NOmeas} kirjataan ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.

▼B

k) Todellinen NO-pitoisuus x_{NOact} kaasunjakajan ulostulossa lasketaan vertailukaasun pitoisuuksien ja arvon x_{CO2act} 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_2O-vaimennuksen verifiointimenettely

H_2O-vaimennuksen määrityksessä 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-analysaattorissa on toimintamoodi, jossa laite havaitsee NO_x:n kokonaismäärän sijaan vain NO:n, analysaattoria on käytettävä pelkän NO:n havaitsevassa moodissa.

c) Verifioinnissa käytetään NO-vertailukaasua, joka on 9.5.1 kohdan vaatimusten mukaista ja jonka pitoisuus on lähellä päästötestauksen aikana odotettavissa olevaa NO:n enimmäispitoisuutta. 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.

d) CLD-analysaattori nollataan ja kohdistetaan. CLD-analysaattori kohdistetaan tämän kohdan c alakohdassa tarkoitetulla vertailukaasulla. Vertailukaasun pitoisuus kirjataan arvona x_{NOdry}, ja sitä käytetään 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa.

e) NO-vertailukaasu kostutetaan kuplittamalla se tislatun veden lävitse suljetussa astiassa. Jos kostutettua NO-vertailukaasunäytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H_2O-taso, joka on suunnilleen niin korkea kuin korkein testauksen aikana odotettavissa oleva H_2O:n mooliosuus. Jos kostutettua NO-vertailukaasunäytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, mitattu H_2O-vaimennus skaalataan 8.1.11.2.3 kohdan mukaisissa vaimennuksen verifiointilaskelmissa korkeimpaan testauksen aikana odotettavissa olevaan H_2O:n mooliosuuteen. Jos kostutettu NO-vertailukaasunäyte ohjataan kuivaimen lävitse tätä verifiointitestiä varten, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H_2O-taso, joka on vähintään niin korkea kuin 9.3.2.3.1 kohdassa edellytetty taso. Mitattua H_2O-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 laskentamenetelmä tämän kohdan e alakohdasta. On huomattava, että näytteenkuivaimen on läpäistävä 8.1.8.5.8 kohdan mukainen verifiointitarkastus.

▼B

g) Mitataan H_2O:n mooliosuus kostutetussa NO-vertailukaasussa. Jos käytetään näytteenkuivainta, H_2O:n mooliosuus kostutetussa NO-vertailukaasussa, $x_{H2Omeas}$ mitataan virtaussuunnassa näytteenkuivaimen alapuolelta. On suositeltavaa, että $x_{H2Omeas}$ mitataan mahdollisimman läheltä CLD-analysaattorin sisääntuloa. $x_{H2Omeas}$ voidaan laskea kastepisteen T_{dew} ja absoluuttisen paineen p_{total} mittausten perusteella.

h) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon $x_{H2Omeas}$ mittauskohdan ja analysaattorin välillä. Järjestelmä on suositeltavaa suunnitella niin, että siirtolinjojen, yhteiden ja venttiilien seinämien lämpötilat kohdasta, jossa $x_{H2Omeas}$ 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 huuhteluaika ja analysaattorin vasteen vaatima aika. Analysaattorin mitatessa näytteen pitoisuutta sen antamat tulokset kirjataan 30 sekunnin ajalta. Näiden tietojen perusteella lasketaan aritmeettinen keskimääräinen pitoisuus x_{NOwet}. x_{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 päästötestauksen aikana odotettavissa oleva veden mooliosuus x_{H2Oexp} 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 paloilman, 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_{H2Oex} asetetaan samaksi kuin $x_{H2Omeas}$.

8.1.11.2.2 Testauksen aikana odotettavissa oleva CO_2:n määrä

Suurin testauksen aikana odotettavissa oleva CO_2:n määrä x_{CO2exp} on arvioitava. Arviointi tehdään näytteenottojärjestelmän siitä kohdasta, jossa sekoitetut NO- ja CO_2-vertailukaasut syötetään järjestelmään 8.1.11.1.4 kohdan j alakohdan mukaisesti. Suurinta odotettavissa olevaa CO_2-pitoisuutta arvioitaessa on otettava huomioon polttoaineen palamistuotteiden ja laimennusilman suurin odotettavissa oleva CO_2-pitoisuus.

8.1.11.2.3 Yhdistetyt H_2O- ja CO_2-vaimennuslaskelmat

Yhdistetty H_2O- ja CO_2-vaimennus lasketaan yhtälöllä (6-23):

$$quench = \left[\left(\frac{x_{NOwet}}{1 - x_{H2Omeas}} \right) \cdot \frac{x_{H2Oexp}}{x_{H2Omeas}} + \left(\frac{x_{NOmeas}}{x_{NOact}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{CO2exp}}{x_{CO2act}} \right] \cdot 100\% \qquad (6\text{-}23)$$

▼B

jossa:

quench = CLD:n vaimennuksen määrä

x_{NOdry} on virtaussuunnassa kuplituslaitteen yläpuolelta mitattu NO-pitoisuus (8.1.11.1.5 kohdan d alakohdan mukaisesti)

x_{NOwet} on virtaussuunnassa kuplituslaitteen alapuolelta mitattu NO-pitoisuus (8.1.11.1.5 kohdan i alakohdan mukaisesti)

x_{H2Oexp} on suurin päästötestauksen aikana odotettavissa oleva veden mooliosuus (8.1.11.2.1 kohdan mukaisesti)

$x_{H2Omeas}$ on vaimennusverifioinnin aikana mitattu veden mooliosuus (8.1.11.1.5 kohdan g alakohdan mukaisesti)

x_{NOmeas} on mitattu NO-pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO_2-vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan j alakohdan mukaisesti)

x_{NOact} on todellinen NO-pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO_2-vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan k alakohdan mukaisesti ja yhtälöllä (6-24) laskettuna)

x_{CO2exp} on suurin päästötestauksen aikana odotettavissa oleva CO_2-pitoisuus (8.1.11.2.2 kohdan mukaisesti)

x_{CO2act} on todellinen CO_2-pitoisuus, kun NO-vertailukaasu sekoitetaan CO_2-vertailukaasun kanssa (8.1.11.1.4 kohdan i alakohdan mukaisesti)

$$x_{NOact} = \left(1 - \frac{x_{CO2act}}{x_{CO2span}}\right) \cdot x_{NOspan} \qquad (6\text{-}24)$$

jossa:

x_{NOspan} on kaasunjakajaan syötettävän NO-vertailukaasun pitoisuus (8.1.11.1.4 kohdan e alakohdan mukaisesti)

$x_{CO2span}$ on kaasunjakajaan syötettävän CO_2-vertailukaasun pitoisuus (8.1.11.1.4 kohdan d alakohdan mukaisesti)

8.1.11.3 NDUV-analysaattorin HC- ja H_2O-interferenssiverifiointi

8.1.11.3.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NO_x mitataan käyttäen ei-dispersoivaa ultraviolettianalysaattoria (NDUV), H_2O- ja hiilivetyinterferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

8.1.11.3.2 Mittausperiaatteet

Hiilivedyt ja H_2O voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä NDUV-analysaattorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin NO_x:lla. Jos NDUV-analysaattorissa käytetään kompensaatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta algoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

▼B

8.1.11.3.3 Järjestelmävaatimukset

NO_x:n NDUV-analysaattorin yhdistetyn H_2O- ja HC-interferenssin on oltava ± 2 prosentin sisällä keskimääräisestä NO_x-pitoisuudesta.

8.1.11.3.4 Menettely

Interferenssiverifiointi tehdään seuraavasti:

a) NO_x:n NDUV-analysaattori käynnistetään, nollataan ja kohdistetaan ja sitä käytetään laitteen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

b) On suositeltavaa käyttää moottorin pakokaasuja tämän verifioinnin tekemiseen. Pakokaasun NO_x-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 huuhteluaika 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 verifioinnin aikana mitatun HC-pitoisuuden välisellä suhteella. Analysaattori läpäisee tämän kohdan mukaisen interferenssiverifioinnin, jos tämä tulos on ± 2 prosentin sisällä standardin mukaisesti odotettavissa olevasta NO_x-pitoisuudesta yhtälössä (6-25) esitetyn mukaisesti:

$$|\overline{x}_{\mathrm{NOx,CLD,meas}} - \overline{x}_{\mathrm{NOx,NDUV,meas}}| \cdot \left(\frac{\overline{X}_{\mathrm{HC,exp}}}{\overline{X}_{\mathrm{HC,meas}}}\right) \leq 2\% \cdot (\overline{x}_{\mathrm{NOx,exp}}) \qquad (6\text{-}25)$$

jossa:

$\overline{x}_{\mathrm{NOx,CLD,meas}}$ on keskimääräinen NO_x-pitoisuus CLD:llä mitattuna [µmol/mol] tai [ppm]

$\overline{x}_{\mathrm{NOx,NDUV,meas}}$ on keskimääräinen NO_x-pitoisuus NDVU:llä mitattuna [µmol/mol] tai [ppm]

$\overline{x}_{\mathrm{HC,meas}}$ on keskimääräinen HC-pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]

$\overline{x}_{\mathrm{HC,exp}}$ on standardin mukaisesti odotettavissa oleva keskimääräinen HC-pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]

$\overline{x}_{\mathrm{NOx,exp}}$ standardin mukaisesti odotettavissa oleva keskimääräinen NO_x-pitoisuus [µmol/mol] tai [ppm]

▼B

8.1.11.4 Näytteenkuivaimen NO_2-penetraatio

8.1.11.4.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Tämä näytteenkuivaimen NO_x-penetraation verifiointi on suoritettava, jos näytteen kuivaamiseen käytetään näytteenkuivainta, joka sijaitsee virtaussuunnassa NO_x:n mittauslaitteen yläpuolella, mutta näytteenkuivaimen yläpuolella ei käytetä NO_2–NO-muunninta. Verifiointi on tehtävä alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

8.1.11.4.2 Mittausperiaatteet

Näytteenkuivaimella poistetaan vettä, joka muutoin aiheuttaisi NO_x-mittaukseen interferenssiä. Nestemäinen vesi, jota jää väärin suunniteltuun jäähdytyskylpyyn, voi kuitenkin poistaa näytteestä NO_2:ta. Näytteenkuivain ilman virtaussuunnassa sen yläpuolella olevaa NO_2–NO-muunninta voi siksi poistaa näytteestä NO_2:ta ennen NO_x-mittausta.

8.1.11.4.3 Järjestelmävaatimukset

Näytteenkuivaimen olisi mahdollistettava NO_2:n kokonaismäärän mittaaminen vähintään 95-prosenttisesti NO_2: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) NO_x-kaasuanalysaattorit nollataan ja kohdistetaan samaan tapaan kuin ennen päästötestausta.

ii) Valitaan NO_2-kalibrointikaasu (täytekaasuna kuiva ilma) jonka NO_2-pitoisuus on lähellä suurinta testauksen aikana odotettavissa olevaa pitoisuutta. Suurempaa pitoisuutta voidaan käyttää mittauslaitteen valmistajan suositusten ja hyvän teknisen käytännön mukaisesti verifioinnin täsmällisyyden varmistamiseksi, jos odotettavissa oleva NO_2-pitoisuus on alhaisempi kuin mittauslaitteen valmistajan verifiointia varten suosittelema vähimmäisalue.

iii) Kalibrointikaasu ylivuodatetaan näytteenottojärjestelmän näytteenottimelta tai ylivuotoyhteestä. NO_x:n kokonaisvasteen annetaan vakautua ottaen huomioon vain siirtoviipeet ja mittauslaitteiden vaste.

iv) Lasketaan 30 sekunnin aikana kirjattujen NO_x:n kokonaistietojen keskiarvo ja kirjataan se arvona x_{NOxref}.

v) Suljetaan 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

▼B

otetaan näytteitä näytteenottojärjestelmän ja näytteenkuivaimen kautta vähintään 10 minuutin ajan kunnes näytteenkuivaimen voidaan odottaa poistavan vettä tasaisesti.

vii) Järjestelmä kytketään välittömästi tilaan, jossa ylivuotaa NO_2-kalibrointikaasua, jota käytettiin arvon x_{NOxref} määrittämiseen. NO_x:n kokonaisvasteen annetaan vakautua ottaen huomioon vain siirtoviipeet ja mittalitteiden vaste. Lasketaan 30 sekunnin aikana kirjattujen NO_x:n kokonaistietojen keskiarvo ja kirjataan se arvona $x_{NOxmeas}$.

viii) Arvo $x_{NOxmeas}$ korjataan arvoksi x_{NOxdry} näytteenkuivaimen läpi virranneen jäännösvesihöyryn perusteella näytteenkuivaimen ulostulolämpötilassa ja -paineessa.

c) Suorituskyvyn arviointi Jos x_{NOxdry} on vähemmän kuin 95 prosenttia arvosta x_{NOxref}, jäähdytin on korjattava tai vaihdettava.

8.1.11.5 NO_2-NO-muunnoksen verifiointi

8.1.11.5.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NO_x:n määrittämiseksi käytetään analysaattoria, joka mittaa vain NO:ta, on käytettävä NO_2–NO-muunninta virtaussuunnassa analysaattorin yläpuolella. Verifiointi on tehtävä muuntimen asennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen sekä 35 päivän aikana ennen päästötestiä. Verifiointi on toistettava tällä tiheydellä sen todentamiseksi, että NO_2–NO-muuntimen katalyyttitoiminta ei ole heikentynyt.

8.1.11.5.2 Mittausperiaatteet

NO_2–NO-muuntimen ansiosta analysaattorilla, joka mittaa vain NO-pitoisuutta, voidaan määrittää NO_x-kokonaispitoisuus, kun pakokaasun NO_2 muunnetaan NO:ksi.

8.1.11.5.3 Järjestelmävaatimukset

NO_2–NO-muuntimen olisi mahdollistettava NO_2:n kokonaismäärän mittaaminen vähintään 95-prosenttisesti NO_2:n odotetulla enimmäispitoisuudella.

8.1.11.5.4 Menettely

NO_2–NO-muuntimen suorituskyvyn verifioimiseksi on sovellettava seuraavaa menettelyä:

a) Laitteiston asetukset tehdään analysaattorin ja NO_2–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_2–NO-muuntimen sisääntulo.

c) Tarkastus suoritetaan seuraavasti:

▼B

i) Otsonointilaitteen ilma suljetaan, virta katkaistaan ja NO_2–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_x-kokonaispitoisuutta. Kaasuseoksen NO_2-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_{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_2-syöttö kytketään toimintaan ja O_2-virtaus säädetään niin, että analysaattorin osoittama NO-pitoisuus on noin 10 prosenttia pienempi kuin arvo x_{NOref}. NO-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona $x_{\mathrm{NO+O2mix}}$.

iv) Otsonointilaite kytketään toimintaan ja otsonintuotanto säädetään niin, että analysaattorilla mitattu NO-pitoisuus on noin 20 prosenttia arvosta x_{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_{NOmeas}.

v) Kytketään NO_x-analysaattori NO_x-toimintaan ja mitataan NO_x:n kokonaispitoisuus. NO_x-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona x_{NOxmeas}.

vi) Kytketään otsonaattori pois toiminnasta, mutta annetaan kaasun virrata järjestelmän lävitse. NO_x-analysaattori ilmaisee NO_x:n määrän seoksessa NO + O_2. NO_x-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona $x_{\mathrm{NOx+O2mix}}$.

vii) Katkaistaan O_2-syöttö. NO_x-analysaattori ilmaisee NO_x:n määrän alkuperäisessä NO/N_2-seoksessa. NO_x-pitoisuus kirjataan niin, että lasketaan keskiarvo analysaattorin näytetiedoista 30 sekunnin ajalta ja kirjataan saatu tulos arvona x_{NOxref}. Tämä arvo saa olla enintään 5 prosenttia suurempi kuin arvo x_{NOref}.

d) Suorituskyvyn arviointi. NO_x-muuntimen hyötysuhde lasketaan sijoittamalla saadut pitoisuudet yhtälöön (6-26):

$$\mathit{Efficiency}\ [\%] = \left(1 + \frac{x_{\mathrm{NOxmeas}} - x_{\mathrm{NOx+O2mix}}}{x_{\mathrm{NO+O2mix}} - x_{\mathrm{NOmeas}}}\right) \times 100 \qquad (6\text{-}26)$$

e) Jos tulos on alle 95 prosenttia, NO_2–NO-muunnin on korjattava tai vaihdettava.

▼B

8.1.12 Hiukkasmittaukset

8.1.12.1 Hiukkasvaa'an ja punnitusprosessin verifioinnit

8.1.12.1.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Tässä kohdassa kuvaillaan kolme verifiointimenettelyä:

a) hiukkasvaa'an suorituskyvyn 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 määritys 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 suorituskyky 370 päivän aikana ennen testausta kansainvälisten tarkastusmenettelyiden mukaisesti.

8.1.12.1.3 Nollaus ja kohdistus

Vaa'an suorituskyky on verifioitava nollaamalla ja kohdistamalla se ainakin yhdellä kalibrointipainolla. Kaikkien verifioinnissa 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 suorituskyvyn verifioinnissa.

b) Automaattisessa menettelyssä käytetään sisäisiä kalibrointipainoja automatisoidusti vaa'an suorituskyvyn verifioimiseksi. Sisäisten kalibrointipainojen on täytettävä 9.5.2 kohdassa esitetyt vaatimukset tämän verifioinnin 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 ± 10 µg:n tai ± 10 prosentin rajoissa odotettavissa olevasta kokonaishiukkasmassasta 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:

▼B

a) Vähintään kahta käyttämätöntä hiukkasnäytteenottovälinettä säilytetään hiukkasmittauksen vakautusympäristössä. Niitä käytetään vertailuvälineinä. Samaa materiaalia olevia ja saman kokoisia käyttämättömiä suodattimia valitaan käytettäviksi 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) Punnitusympäristön 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 käytettävin 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 määrityksen 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 määrityksen välisenä aikana saadut hiukkastulokset on mitätöitävä.

▼B

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^3.

b) PTFE-kalvo, jossa on polymetyylipenteenistä valmistettu tukirengas, joka muodostaa 95 prosenttia välineen massasta: käytetään näytteenottovälineen tiheyttä 920 kg/m^3.

c) PTFE-kalvo, jossa on PTFE:stä valmistettu tukirengas: käytetään näytteenottovälineen tiheyttä 2 144 kg/m^3.

8.1.12.2.3 Ilman tiheys

Koska hiukkasten punnitusympäristö on tarkoin säädelty niin, että lämpötila on 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) ja kastepiste 282,5 ± 1 K (9,5 ± 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):

$$m_{\text{cor}} = m_{\text{uncor}} \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_{\text{weight}}}}{1 - \frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_{\text{media}}}} \right) \qquad (6\text{-}27)$$

jossa:

m_{cor} on kelluvuuskorjattu hiukkasnäytesuodattimen massa

m_{uncor} on kelluvuuskorjaamaton hiukkasnäytesuodattimen massa

ρ_{air} on ilman tiheys vaa'an lähellä

ρ_{weight} on vaa'an kalibroinnissa käytetyn painon tiheys

▼B

ρ_{media} on hiukkasnäytesuodattimen tiheys

ja

$$\rho_{air} = \frac{p_{abs} \cdot M_{mix}}{R \cdot T_{amb}} \quad (6\text{-}28)$$

jossa:

p_{abs} on absoluuttinen paine vaa'an lähellä

M_{mix} on ilman moolimassa vaa'an lähellä

R on molaarinen kaasuvakio

T_{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 Vakiotilavuusnäytteenottimen (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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 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 ± 2 prosentin rajoissa absoluuttisen lämpötilan keskimääräisestä tai tavoitearvosta kunkin testiaikavälin aikana.

▼B

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_2).

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 täytyttävä:

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 ± 2 % q_{mp}:n enimmäisarvosta.

Ennakoiva ohjaus on pakollinen, jos hiukkasjärjestelmän muunnosaika $t_{50,P}$ ja pakokaasun massavirtasignaalin muunnosaika $t_{50,F}$ ovat yhteenlaskettuina yli 0,3 s. Tässä tapauksessa tehdään esitesti, ja esitestin pakokaasumassavirtasignaalia käytetään hiukkasjärjestelmän näytevirran ohjaukseen. Osavirtauslaimennusjärjestelmän oikea ohjaus saavutetaan, jos q_{mp}:n ohjaukseen käytettävän esitestin $q_{mew,pre}$:n aikamerkkiä siirretään ”ennakointiajalla” $t_{50,P} + t_{50,F}$.

▼B

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 muunnosaikojen 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 mittauslaitevasteen 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 ± 1 prosentti, tiedot voidaan hyväksyä joko ilman korjausta tai korjattuina. Jos siirtymä on suurempi kuin ± 1 prosentti, kullekin epäpuhtaudelle, jolla on ominaispäästön raja-arvo, ja 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 ± 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 verifioinnit

On varmistettava, että punnitus- ja vakautusympäristöt läpäisevät 8.1.12 kohdan mukaiset määräaikaiset verifioinnit. 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.

▼B

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 valmisteltava 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 8.1.13.2 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

▼B

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^3. Seuraavassa annetaan esimerkki sijoitusmenettelyn vaiheista:

a) On käytettävä maadoitettuja pihtejä tai maadoitushihnaa 9.3.4.6 kohdan mukaisesti.

b) On käytettävä staattisen sähkön neutraloijaa 9.3.4.6 kohdan mukaisesti vaakakuppiin asetettavien 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 mikrovaa'an 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 suojattuina palautettava hiukkassuodattimien vakautuskammioon tai -huoneeseen. Sitten hiukkassuodattimet on vakioitava ja punnittava.

▼B

8.2.4.1 Määräaikainen verifiointi

On varmistettava, että punnitus- ja vakautusympäristöt ovat läpäisseet 8.1.13.1 kohdan mukaiset määräaikaiset verifioinnit. 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 kohdanmukaisesti.

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 määrityksessä. 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 μg/mm^2 (oletuksena että kuormitus 38 mm:n läpimittaisella suodatusalalla on 400 μg), suodattimen on oltava vakautusympäristössä vähintään 60 minuutin ajan ennen punnitusta.

b) Jos on odotettavissa, että hiukkasmäärä suodattimen pinnalla on pienempi kuin 0,353 μg/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 määritys testauksen jälkeen

Toistetaan 8.2.3 kohdassa kuvailtu menettely (8.2.3.6–8.2.3.9 kohta) suodattimen massan määrittämiseksi testauksen jälkeen.

▼B

8.2.4.7 Kokonaismassa

Kunkin suodattimen kelluvuuskorjattu taaramassa vähennetään testauksen jälkeen mitatusta kyseisen suodattimen kelluvuuskorjatusta massasta. Tuloksena saadaan kokonaismassa m_{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 vääntömomenttisignaali on siirrettävä moottorin akseliin ja dynamometrin inertia on otettava huomioon. Moottorin todellinen vääntömomentti on kuormitusanturista luettu vääntömomentti lisättynä 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 (vakiotilavuusnäytteenotto) ja 9.2.3 (osavirtauslaimennus muuttuvalla laimennussuhteella) kohdassa. Laimennusjärjestelmän

▼B

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 esivakioida 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 näytteenottosuodattimeen kerätystä nettohiukkasmäärästä saa olla korkeintaan 50 prosenttia.

   iii) Nettohiukkasmäärän taustakorjaus HEPA-suodatuksen avulla on sallittua ilman paineenrajoitusta.

9.2.2 Täysvirtausjärjestelmä

Täysvirtauslaimennus; vakiotilavuusnäytteenotto (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

b) Pakokaasun vastapainetta ei saa alentaa keinotekoisesti laimennusilman sisääntulojärjestelmän avulla. Staattisen paineen kohdassa, jossa raakapakokaasu syötetään tunneliin, on pysyttävä ± 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 typen 9.2.1 kohdan mukaisesti) lämpötilan on oltava 293–325 K (20–52 °C) lähellä laimennustunnelin sisäänmenoa.

e) Laimennetun pakokaasuvirran Reynoldsin luvun *Re* on oltava vähintään 4 000, kun *Re* perustuu laimennustunnelin sisäläpimittaan. *Re* on määritelty liitteessä VII. Sekoittumisen riittävyys on verifioitava siirtämällä näytteenotinta tunnelin läpimitan alueella pysty- ja vaakasuunnassa. Jos analysaattorin vaste osittaa, että vaihtelu on suurempaa kuin ± 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:

   i) käyttämällä virtauksensuuntaimia tai pulssinvaimentajia tai molempia;

   ii) käyttämällä suodatinta;

   iii) 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) toisiolaimennuksen läpi, jotta saavutetaan vaadittava yleinen laimennussuhde, kuten käy ilmi kuvasta 9.2 ja 9.2.3.2 kohdasta.

▼B

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.

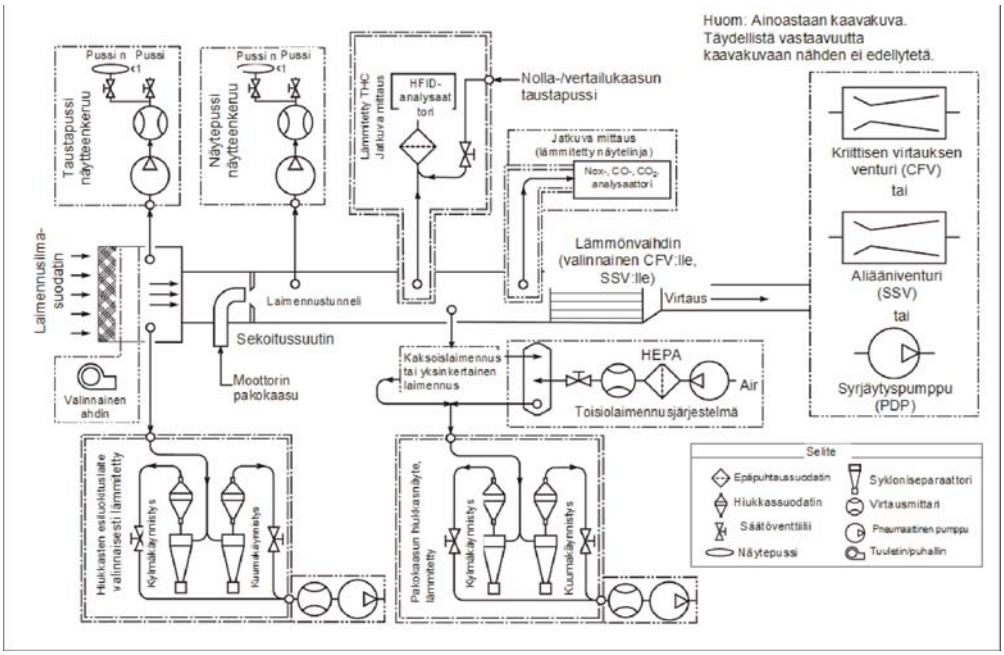
i) Viipymisajan järjestelmässä on oltava 0,5–5 sekuntia mitattuna laimenteen syöttöpaikasta suodattimenpitimiin.

j) Viipymisajan mahdollisessa toisiolaimennusjärjestelmässä on oltava vähintään 0,5 sekuntia mitattuna toisiolaimenteen syöttöpaikasta suodattimenpitimiin.

Hiukkasten massan määrittämiseksi vaaditaan hiukkasten näytteenottojärjestelmä, hiukkasten näytteenottosuodatin, 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 (lineaarisuuden verifiointi) sekä 8.1.8.5.7 kohdassa (verifiointi) vakiolaimennussuhteen PFD-järjestelmän osalta.

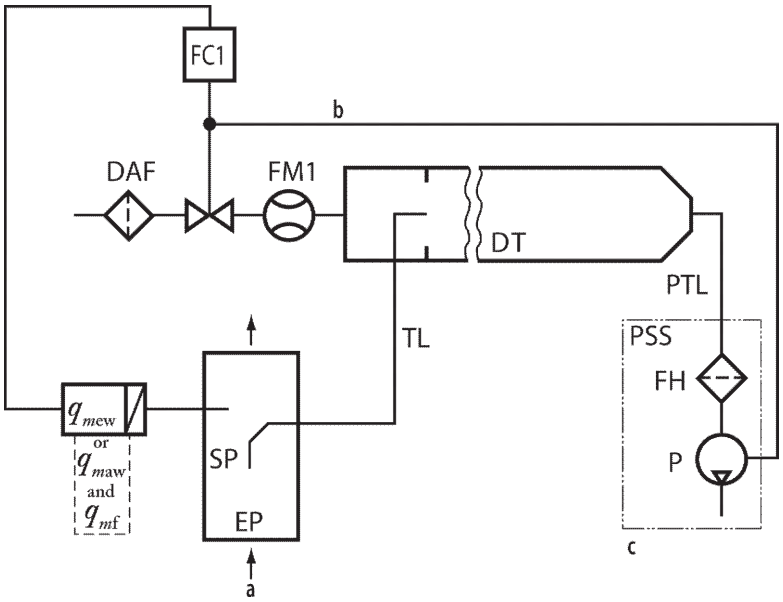
▼B

Kuten kuvasta 6.7 käy ilmi, raakapakokaasu tai ensiölaimennettu virta siirretään pakoputkesta EP tai vakiotilavuusnäytteenottimesta 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) komentosignaaleina halutun pakokaasujaon aikaansaamiseksi. Näytteen virta laimennustunneliin DT on kokonaisvirran ja laimennevirran välinen ero. Laimennusilman virtaus mitataan virtauksen mittauslaitteella FM1 ja kokonaisvirtaus hiukkasnäytteenottojärjestelmän virtauksen mittauslaitteella. Laimennussuhde lasketaan näistä kahdesta virtausnopeudesta. Kun näytteenotto tapahtuu raa'an tai laimennetun pakokaasun vakiolaimennussuhteella 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

▼B

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 testaussuodattimella 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 suodattimenpitimiin.

Hiukkasten massan määrittämiseksi vaaditaan hiukkasten näytteenottojärjestelmä, hiukkasten näytteenottosuodatin, gravimetrinen vaaka ja punnituskammio, jonka lämpötila ja kosteus on säädelty.

▼B

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 kalibrointia 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 raa'an 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 takaisinvirtaus 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.

▼B

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 (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 °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 K (179 °C). Valmistaja voi täsmentää 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 kestettävä 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 NO_2–NO-muuntimen tai 8.1.11.4 kohdan mukaisen jäähdyttimen yläpuolella olevissa NO_x-siirtolinjoissa näytteen lämpötila on pidettävä sellaisena, että veden tiivistymistä ei tapahdu.

b) THC-siirtolinjoissa seinämän lämpötilan on oltava (191 ± 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

▼B

ei jäähdy 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 ± 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 ≤ 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 näytteenkuivaintyypit 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

▼B

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:

a) Jos käytetään virtaussuunnassa joko 8.1.11.5 kohdan mukaisen NO_2–NO-muuntimen tai 8.1.11.4 kohdan mukaisen jäähdyttimen edellä olevaa NO_x-näytepumppua, sitä on lämmitettävä veden tiivistymisen ehkäisemiseksi.

b) 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_3-interferenssi, NO_2–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 lämpötilasäädellyssä ympäristössä. Voidaan käyttää myös lämpötilasäädeltyä 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.

▼B

Taulukko 6.6

Kaasupäästöjen eränäytteenoton säiliömateriaalit

CO, CO_2, O_2, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, NO, NO_2 (1)	polyvinyylifluoridi (PVF) (2), esim. Tedlar™, polyvinylideenifluoridi (2), esim. Kynar™, polytetrafluorietyleeni (3), esim. Teflon™ tai ruostumaton teräs (3)
HC	polytetrafluorietyleeni (4) tai ruostumaton teräs (4)

(1) Kunhan veden tiivistyminen säiliössä estetään.
(2) Enintään 313 K (40 °C).
(3) Enintään 475 K (202 °C).
(4) Lämpötilassa 464 ± 11 K (191 ± 11 °C).

9.3.3 Hiukkasnäytteenotto

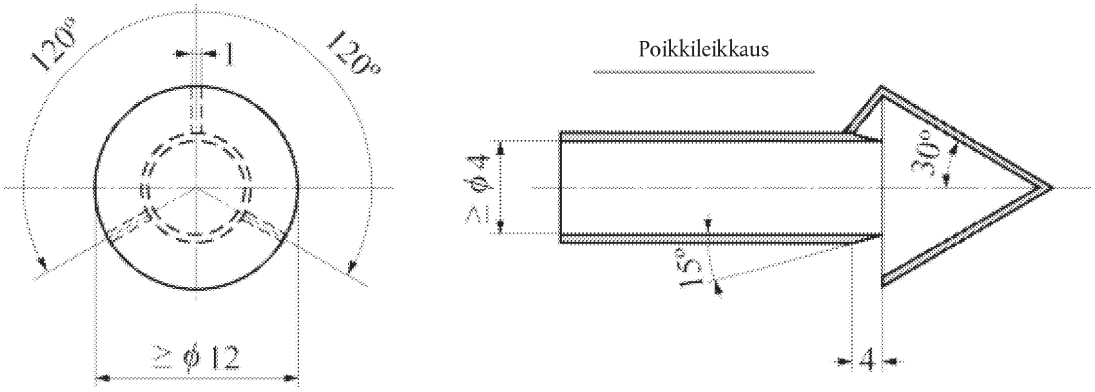
9.3.3.1 Näytteenottimet

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.

▼B

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. Hiukkasnäytesuodatin 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

a) fluorihiilipäällysteinen (PFTE) lasikuitu tai

b) fluorihiilikalvo (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 ± 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 virtaussuunnassa 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 ± 5 K (47 ± 5 °C) mitattuna missä tahansa 200 mm:n matkalla hiukkassäilytysvälineen ylä- tai alapuolella. On tarkoitus, että hiukkasnäyte lämmitetään tai jäähdytetään 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.

▼B

9.3.3.4.5 Suodattimenpidin

Jotta pyörteisyys olisi mahdollisimman vähäistä ja hiukkaset kerääntyisivät suodattimelle tasaisesti, siirtymän siirtolinjan sisäläpimitasta soudatusalueen pinnan läpimittaan 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 punnitusaikana lämpötilassa 295 ± 1 K (22 °C ± 1 °C). Kosteus on pidettävä kastepisteessä 282,5 ± 1 K (9,5 °C ± 1 °C) ja suhteellisen kosteuden on oltava 45 % ± 8 %. Jos vakautus- ja punnitusympäristöt ovat erilliset, vakautusympäristön lämpötilan on oltava 295 ± 3 K (22 °C ± 3 °C).

9.3.4.4 Ympäristöolosuhteiden verifiointi

Seuraavat ympäristöolosuhteet on verifioitava käyttäen mittauslaitteita, jotka ovat 9.4 kohdassa esitettyjen vaatimusten mukaisia:

a) 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 ± 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 tärinäeristetylle alustalle sen suojaamiseksi ulkoisilta häiriöiltä ja tärinältä,

▼B

b) suojattava konvektioilmavirralta 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 mittauslaiteita ja niihin liittyviä järjestelmiä koskevat vaatimukset. Näitä ovat laboratoriossa 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 ohjaussyötteeseen, dynamometriin, näytteenottovälineisiin ja mittauslaitteisiin. Tiedonhankinta- ja valvontajärjestelmien on oltava sellaisia, että ne kykenevät tallentamaan tietoja säädetyllä vähimmäistaajuudella taulukon 6.7 mukaisesti (taulukkoa ei sovelleta erillisten moodien NRSC-testaukseen).

▼B

Taulukko 6.7

Tietojen kirjaamisen ja valvonnan vähimmäistaajuudet

Testausmenettelyä 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 tasaisen 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.	Imuilma- 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.

▼B

9.4.3.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

Taulukossa 6.8 esitetään vääntömomentin, nopeuden, paineen, lämpötilan ja kastepisteen mittausantureiden ja muiden mittauslaitteiden eritelmät. Tietyn fyysisen ja/tai kemiallisen suureen mittaamisessa käytettävän yleisen järjestelmän on läpäistävä 8.1.4 kohdassa tarkoitettu lineaarisuusverifiointi. Kaasumaisten päästöjen mittauksessa voidaan käyttää analysaattoreita, joissa käytetään kompensointialgoritmeja, jotka ovat muiden mitattujen kaasumaisten aineosien ja kyseisen moottoritestin 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 päivitystaajuus	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 kaasuanalysaattori, raakapakokaasu	x	5 s	2 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattori, laimennettu pakokaasu	x	5 s	1 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Jatkuvan näytteenoton kaasuanalysaattori	x	5 s	1 Hz	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.
Eränäytteenoton kaasuanalysaattori	x	Ei sovelleta	Ei sovelleta	2,0 % kesk. tai 2,0 % mit.	1,0 % kesk. tai 1,0 % mit.

▼B

Mittauslaite	Mitatun suureen symboli	Kokonainen järjestelmä Nousuaika	Kirjaus päivitystaajuus	Tarkkuus ([a])	Toistettavuus ([a])
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.

([a]) Tarkkuus ja toistettavuus määritetään samoista kerätyistä tiedoista 9.4.3 kohdan mukaisesti absoluuttisten arvojen perusteella. Merkintä ”kesk.” tarkoittaa kyseisellä päästöraja-arvolla odotettavissa olevaa keskiarvoa. Merkintä ”max.” tarkoittaa kyseisellä päästöraja-arvolla 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 mittaus

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 tarkoitetut lineaarisuusverifioinnit.

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 tarkoitetut kalibroinnit ja verifioinnit.

Vauhtipyörään kiinnittyvien osien (kuten vetoakselin ja dynamometrin roottorin) kiihdytyksestä ja hidastuksesta johtuvan inertian aiheuttama vääntömomentti on kompensoitava tarvittaessa hyvän teknisen käytännön mukaisesti.

9.4.4.2 Paine-, lämpötila- ja kastepisteanturit

Paineen, lämpötilan ja kastepisteen mittaamiseen käytettävien yleisten järjestelmien on täytettävä 8.1.7 kohdassa esitettävät kalibrointivaatimukset.

Paineanturit on sijoitettava lämpötilasäädeltyyn ympäristöön tai niiden on kompensoitava lämpötilavaihtelut aiotulla mittausalueella. Antureiden materiaalien on oltava yhteensopivia mitattavan virtauksen kanssa.

9.4.5 Virtauksiin liittyvät mittaukset

Kaikentyyppisiä 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 mittaista suoraa putkea (esim. vähintään kymmenen putken läpimitan pituista) tai tarkoitusta varten suunniteltuja putkitaipeita, oikaisuripoja tai kuristuslaippoja (tai polttoaineen virtausmittareiden osalta pneumaattisia sykinnän vaimentimia) vakaan ja ennakoitavan virtauksen aikaansaamiseksi ennen virtausmittaria.

▼B

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 jäähdytys

Tätä kohtaa ei sovelleta pakokaasun jäähdytykseen, joka johtuu moottorin rakenteesta, mukaan lukien esimerkiksi vesijäähdytteisistä pakosarjoista tai turboahtimista.

Pakokaasun jäähdyttäminen virtaussuunnassa virtausmittarin yläpuolella on sallittu seuraavin rajoituksin:

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_x-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_{dew} ja paine p_{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.

▼B

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 verifioinnit. 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 virtauksenohjausjärjestelmän 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, yliäänivirtausmittaria, aliääniventuria, 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_x-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_{dew} ja paine p_{total} on mitattava virtausmittarin sisääntulossa. Näitä arvoja käytetään liitteen VII mukaisissa päästölaskelmissa.

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.

▼B

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_2-mittaukset

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään eidispersoivaa infrapuna-analysaattoria (NDIR) CO- ja CO_2-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-ionisaatioilmaisin

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 ± 11 K (191 ± 11 °C). Maakaasukäyttöisten, nestekaasukäyttöisten ja kipinäsytytysmoottoreiden osalta hiilivetyanalysaattori voi valinnaisesti olla tyypiltään lämmittämätön liekki-ionisaatioilmaisin (FID).

9.4.7.1.2 Komponentteja koskevat vaatimukset

THC:n mittaamiseen käytettävän FID-järjestelmän on läpäistävä 8.1.10 kohdassa tarkoitetut hiilivetymittauksiin liittyvät verifioinnit.

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

▼B

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 mittausmenettelyä.

9.4.8.1 Kemiluminesenssi-ilmaisin

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 tyhjössä.

9.4.8.1.3 NO_2–NO-muunnin

Sisäinen tai ulkoinen NO_2–NO-muunnin, joka läpäisee 8.1.11.5 kohdan mukaisen verifioinnin, sijoitetaan virtaussuunnassa CLD:n yläpuolelle. Muunninta varten tarvitaan ohivirtausjärjestely tällaisen verifioinnin 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 verifiointivaatimukset täyttävän NO_2–NO-muuntimen alapuolella.

b) CLD sijaitsee virtaussuunnassa 8.1.11.4 kohdan verifiointivaatimukset 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-dispersoiva ultraviolettianalysaattori

9.4.8.2.1 Käyttö

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään ei-dispersoivaa ultraviolettianalysaattoria (NDUV) NO_x-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 verifioinnit.

9.4.8.2.3 NO_2–NO-muunnin

Jos NDUV-analysaattori mittaa pelkästään NO:ta, virtaussuunnassa NDUV:n yläpuolelle sijoitetaan 8.1.11.5 kohdan verifiointivaatimukset täyttävä sisäinen tai ulkoinen NO_2–NO-muunnin. Muunninta varten tarvitaan ohivirtausjärjestely tällaisen verifioinnin mahdollistamiseksi.

▼B

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 verifiointivaatimukset täyttävän NO_2–NO-muuntimen alapuolella.

b) NDUV sijaitsee virtaussuunnassa 8.1.11.4 kohdan verifiointivaatimukset täyttävän kuivaimen tai jäähdyttimen alapuolella.

9.4.9 O_2-mittaukset

Sekä eränäytteenotossa että jatkuvassa näytteenotossa käytetään paramagneettista (PMD) tai magneettis-pneumaattista (MPD) tunnistusta O_2-pitoisuuksien mittaamiseen raakapakokaasusta tai laimennetusta pakokaasusta.

9.4.10 Ilman ja polttoaineen suhteen mittaaminen

Sirkoniumdioksidianalysaattoria (ZrO_2) voidaan käyttää ilman ja polttoaineen suhteen mittaamiseen raakapakokaasun osalta jatkuvassa näytteenotossa. O_2-mittauksia voidaan käyttää yhdessä imuilma- tai polttoainevirtamittausten kanssa pakokaasuvirtauksen laskemiseen liitteen VII mukaisesti.

9.4.11 Hiukkasmittaukset gravimetrisellä vaa'alla

Hiukkassuodattimeen 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_3)

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

Analyysikaasujen 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:

▼B

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

Kontaminaatioraja-arvot, joita sovelletaan raa'an tai laimennetun pakokaasun mittauksissa [µmol/mol = ppm]

Aineosa	Puhdistettu synteettinen ilma [a]	Puhdistettu N_2 [a]
THC (C_1-vastaavuus)	≤ 0,05 µmol/mol	≤ 0,05 µmol/mol
CO	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO_2	≤ 1, µmol/mol	≤ 10 µmol/mol
O_2	0,205–0,215 mol/mol	≤ 2 µmol/mol
NO_x	≤ 0,02 µmol/mol	≤ 0,02 µmol/mol

[a] Näiden puhtaustasojen ei tarvitse olla kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin jäljitettävissä.

Taulukko 6.10

Kontaminaatioraja-arvot, joita sovelletaan raakapakokaasun mittauksissa [µmol/mol = ppm]

Aineosa	Puhdistettu synteettinen ilma [a]	Puhdistettu N_2 [a]
THC (C_1-vastaavuus)	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO_2	≤ 400 µmol/mol	≤ 400 µmol/mol
O_2	0,18–0,21 mol/mol	—
NO_x	≤ 0,1 µmol/mol	≤ 0,1 µmol/mol

[a] Näiden puhtaustasojen ei tarvitse olla kansainvälisiin ja/tai kansallisiin standardeihin jäljitettävissä.

b) FID-analysaattorin kanssa käytetään seuraavia kaasuja:

i) FID-polttoaineen H_2-pitoisuuden on oltava 0,39–0,41 mol/mol, täytekaasu He tai N_2. Seoksen THC-pitoisuus saa olla enintään 0,05 µmol/mol.

▼B

ii) FID:n poltinilman 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_2-pitoisuus voi olla mikä tahansa.

iv) FID:n propaanikohdistuskaasu. THC:n mittauksessa käytettävä FID-analysaattori on kohdistettava ja kalibroitava kaasulla, jossa on kohdistuspitoisuus propaania C_3H_8. Kalibrointi on tehtävä hiililuvun 1 (C_1) 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_3H_8, täytekaasu puhdistettu synteettinen ilma ja/tai N_2 (tapauksen mukaan);

iv) CO, täytekaasu puhdistettu N_2;

v) CO_2, täytekaasu puhdistettu N_2;

vi) NO, täytekaasu puhdistettu N_2;

vii) NO_2, täytekaasu puhdistettu synteettinen ilma;

viii) O_2, täytekaasu puhdistettu N_2;

ix) C_3H_8, CO, CO_2, NO, täytekaasu puhdistettu N_2;

x) C_3H_8, CH_4, CO, CO_2, NO, täytekaasu puhdistettu N_2.

d) Muita kuin tämän kohdan c alakohdassa lueteltuja kaasulajeja (kuten metanolia ilmassa, jota voidaan käyttää vastetekijöiden määrityksessä) voidaan käyttää, kunhan ne ovat ± 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

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.

▼B

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 hiilivetypitoisuuksien 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 kokonaisnäytteenottotyyppisestä osavirtauslaimennusjärjestelmästä, hiukkasnäytteenottoa varten otettu massavirta korjataan hiukkasmassan laskemista varten 1.3.3 kohdan mukaisesti.

1.3.2 Laimennusjärjestelmään syötetty hetkellinen kaasuvirta (qmp), 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):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (6\text{-}29)$$

▼B

jossa:

q_{mdew} on laimennetun pakokaasun massavirta, kg/s

q_{mdw} on laimennusilman massavirta, kg/s

q_{ex} on hiukkasnäytemassavirta, kg/s.

Osavirtauslaimennusjärjestelmän ohjaimeen lähetettävän signaalin q_{ex} on oltava kaikkina aikoina tarkkuudeltaan ± 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):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (6\text{-}30)$$

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 ± 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:

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (6\text{-}31)$$

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.

▼B

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 esiluokituslaite (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 syöttökanavaan siten, että näyte otetaan homogeenisesta 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 homogeenisesta 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.

▼B

c) Viipymisaika hiukkastensiirtojärjestelmässä on enintään 3 sekuntia.

d) Hyväksyttävinä 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) Hyväksyttävinä 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 ≥ 423 K (150 °C) ja ≤ 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 ± 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 ($f_r(d_i)$), 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.

▼B

2.1.3.3.5 Saadaan 30 nm:n tetrakontaanihiukkasten ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) höyrystymisasteeksi yli 99,0 prosenttia, kun syöttöpitoisuus on vähintään 10 000 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 ±10 prosenttia alueella, joka ulottuu arvosta 1 cm^{-3} laitteen yksittäisten hiukkasten laskemistilan yläarajaan, ja määritys perustuu standardiin. Arvon 100 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 $^{-3}$ arvon 100 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 kalibrointikerrointa, mutta laskentahyötysuhteen korjaamiseen tai määrittelemiseen ei saa käyttää muita algoritmeja.

2.1.3.4.8 Laskentahyötysuhde on 50 prosenttia (± 12 prosenttia) sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 23 nm:n (± 1 nm) ja yli 90 prosenttia 41 nm:n (± 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 käyttönestettä, 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}).

▼B

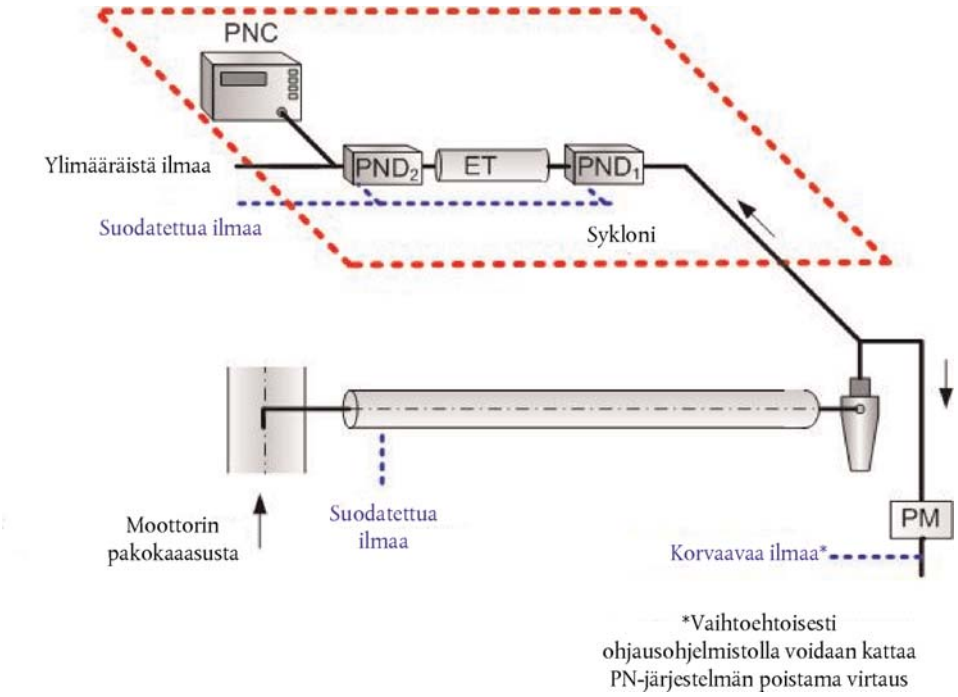
2.1.4 Järjestelmän suositeltu kuvaus

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.

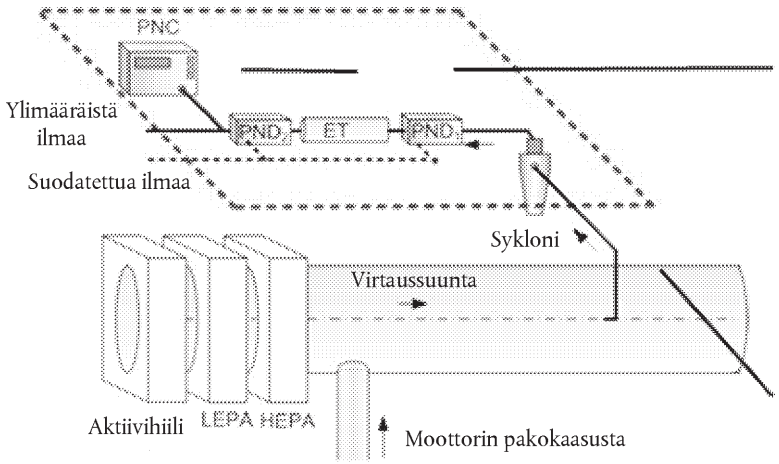
Kuva 6.9.

Kaavakuva suositeltavasta hiukkasnäytteenottojärjestelmästä – osavirtausnäytteenotto



Kuva 6.10.

Kaavakuva suositeltavasta hiukkasnäytteenottojärjestelmästä – täysvirtausnäytteenotto



▼B

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_1 ja PND_2) ja hiukkasten höyrystämistä varten (höyrystysputki ET). Näytteenotin tai näytteenottopiste testattavaa kaasuvirtaa varten sijoitetaan laimennusilman syöttökanavaan siten, että saadaan edustava näyte homogeenisesta 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 homogeenisesta 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 homogeenisesta pakokaasuilmaseoksesta.

Hiukkastensiirtojärjestelmän läpi johdettavan näytekaasun on täytettävä seuraavat vaatimukset:

Virtauksen Reynoldsin luku (Re) on pienempi kuin 1 700.

Viipymisaika hiukkastensiirtojärjestelmässä on enintään 3 sekuntia.

Hyväksyttävinä pidetään myös muita hiukkastensiirtojärjestelmän näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta 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 näytekaasuvirran viipymisaika on enintään 0,8 sekuntia.

▼B

Hyväksyttävinä pidetään myös muita poistoputken näytteenottokonfiguraatioita, kun voidaan osoittaa vastaava hiukkasläpäisevyys sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n hiukkasille.

2.1.4.3 Hiukkasten esiluokituslaite

Suositeltu 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 hiukkasmäränäyte otetaan laimennusjärjestelmästä virtaussuunnassa ennen hiukkasmassan esiluokituslaitetta.

2.1.4.4 Haihtuvien hiukkasten poistolaite (VPR)

Haihtuvien hiukkasten poistolaite koostuu hiukkasmäränlaimentimesta (PND_1), höyrystysputkesta ja toisesta laimentimesta (PND_2), jotka on asennettu sarjaan. Laimentamisessa pienennetään hiukkaspitoisuuden mittausyksikköön tulevan näytteen hiukkaspitoisuutta niin, että se alittaa hiukkaslaskurin yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajan sekä estää nukleaatiota näytteessä. Laitteen on ilmaistava, onko PND_1:n ja höyrystysputken käyttölämpötila oikea.

Laitteella on saatava 30 nm:n tetrakontaanihiukkasten ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) höyrystymisasteeksi yli 99,0 prosenttia, kun syöttöpitoisuus on vähintään 10 000 cm^{-3}, kuumentamalla tetrakontaania ja vähentämällä sen osapaineita. Lisäksi on saavutettava sähköiseen liikkuvuuteen perustuvalta halkaisijaltaan 30 nm:n ja 50 nm:n hiukkasille hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin (f_r), 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.

2.1.4.4.1 Ensimmäinen hiukkasmäränlaimennin (PND_1)

Ensimmäinen hiukkasmäränlaimennin 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 laimennuskerroin.

2.1.4.4.2 Höyrystysputki

Höyrystysputken seinämän lämpötila säädetään koko putken pituudelta vähintään ensimmäisen hiukkasmäränlaimentimen seinämän lämpötilaan ja pidetään vakiokäyttölämpötilassa 300–400 °C ± 10 °C:en tarkkuudella.

▼B

2.1.4.4.3 Toinen hiukkasmäärälaimennin (PND_2)

PND_2 on suunniteltava sellaiseksi, että sillä laimennetaan hiukkaspitoisuutta. Laimentimeen johdetaan HEPA-suodattimella suodatettua laimennusilmaa, ja sen on pystyttävä ylläpitämään välille 10–30 asettuva laimennuskerroin. PND_2:n laimennuskerroin 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 ([1])

2.2.1 Hiukkaslaskurin kalibrointi

2.2.1.1 Tutkimuslaitoksen on varmistettava, että hiukkaslaskurille on myönnetty standardinmukaisuuden osoittava kalibrointitodistus enintään 12 kuukautta ennen päästötestiä.

2.2.1.2 Hiukkaslaskuri on lisäksi kalibroitava uudelleen ja sille on myönnettävä uusi kalibrointitodistus 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.

Jos käytetään elektrometriä, kalibroinnissa on käytettävä vähintään kuutta standardipitoisuutta, jotka sijoitetaan mahdollisimman tasaisesti hiukkaslaskurin mittausalueelle. Näihin pisteisiin kuuluu nimellisnollakonsentraatiopiste, 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 kalibrointikerrointa, mitattujen pitoisuuksien on vastattava ± 10 prosentin tarkkuudella kutakin käytettyä standardikonsentraatiota paitsi nollakohdassa. Muutoin kalibroitava hiukkaslaskuri on hylättävä. Lasketaan ja kirjataan saatujen tietosarjojen lineaarisen regression gradientti. Kalibroitavaan hiukkaslaskuriin sovelletaan kalibrointikerrointa, 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).

([1]) Esimerkkejä kalibrointi-/validointimenetelmistä löytyy osoitteesta www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp

▼B

Jos käytetään vertailuhiukkaslaskuria, kalibroinnissa on käytettävä vähintään kuutta standardipitoisuutta, jotka sijoitetaan hiukkaslaskurin mittausalueelle. Vähintään kolmessa pisteessä pitoisuuden on oltava alle 1 000 cm^{-3}, ja muut pitoisuudet on sijoitettava lineaarisin välein arvon 1 000 cm^{-3} ja laitteen yksittäisten hiukkasten laskemistilan ylärajan välille. Näihin pisteisiin kuuluu nimellisnollakonsentraatiopiste, 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 kalibrointikerrointa, mitattujen pitoisuuksien on vastattava ± 10 prosentin tarkkuudella kutakin standardikonsentraatiota paitsi nollakohdassa. Muutoin kalibroitava hiukkaslaskuri on hylättävä. Lasketaan ja kirjataan saatujen tietosarjojen lineaarisen regression gradientti. Kalibroitavaan hiukkaslaskuriin sovelletaan kalibrointikerrointa, 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, täyttääkö 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 hiukkaspitoisuuden vähenemiskertoimet on kalibroitava koko sen laimennusasetusasteikolta laitteen vakionimelliskäyttölämpötiloissa. Laitteen hiukkaspitoisuuden vähenemiskertoimen määräaikaisvalidointia varten edellytetään pelkästään tarkastusta yhdellä asetuksella, jota tavanomaisesti käytetään dieselhiukkassuodattimella 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 hiukkaspitoisuuden 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 hiukkaspitoisuuden 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 hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin vastaa ±10 prosentin tarkkuudella keskimääräistä hiukkaspitoisuuden vähenemiskerrointa ($\overline{f}_r$), joka määritettiin haihtuvien hiukkasten poistolaitteen ensimmäisessä kalibroinnissa.

2.2.2.2 Näissä mittauksissa käytettävän testausaerosolin 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 cm^{-3}. Hiukkaspitoisuudet mitataan virtaussuunnassa ennen komponentteja ja niiden jälkeen.

▼B

Hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin ($f_r(d_i)$) kunkin hiukkaskoon osalta lasketaan yhtälöllä (6-32):

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (6\text{-}32)$$

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 ($\overline{f}_r$) tietyllä laimennusasetuksella lasketaan yhtälöllä (6-33):

$$\overline{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (6\text{-}33)$$

On suositeltavaa, että haihtuvien hiukkasten poistolaite kalibroidaan ja validoidaan kokonaisena 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 perustuvalta halkaisijaltaan vähintään 30 nm:n tetrakontaanihiukkaset ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) 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 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 PND_1 on saavuttanut oikean käyttölämpötilansa.

▼B

Lisäys 2

Varusteiden ja apulaitteiden asennusta koskevat vaatimukset

Numero	Varusteet ja apulaitteet	Asennettu päästötestiä varten
1	Imujärjestelmä	
	Imusarja	Kyllä
	Kampikammion päästöjen valvontajärjestelmä	Kyllä
	Ilmanvirtausmittari	Kyllä
	Ilmansuodatin	Kyllä [a]
	Imuäänenvaimennin	Kyllä [a]
2	Pakojärjestelmä	
	Pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmät	Kyllä
	Pakosarja	Kyllä
	Yhdysputket	Kyllä [b]
	Äänenvaimennin	Kyllä [b]
	Pakoputki	Kyllä [b]
	Pakokaasujarru	Ei [c]
	Ahdin	Kyllä
3	Polttoainepumppu	Kyllä [d]
4	Polttoaineen ruiskutusjärjestelmä	
	Esisuodatin	Kyllä
	Suodatin	Kyllä
	Pumppu	Kyllä
5	Korkeapaineputket	Kyllä
	Suutin	Kyllä
	Elektroninen ohjausyksikkö, anturit jne.	Kyllä
	Säädin/säätöjärjestelmä	Kyllä
	Sääolosuhteiden mukaan toimiva automaattinen täyskuormitusrajoitin	Kyllä
6	Nestejäähdytysjärjestelmä	
	Jäähdytin	Ei
	Tuuletin	Ei
	Tuulettimen suojus	Ei
	Vesipumppu	Kyllä [e]
	Termostaatti	Kyllä [f]
7	Ilmajäähdytys	
	Suojus	Ei [g]
	Tuuletin tai puhallin	Ei [g]
	Lämpötilansäätölaite	Ei

▼B

Numero	Varusteet ja apulaitteet	Asennettu päästötestiä varten
8	Ahdinlaitteet	
	Moottorin suoraan ja/tai pakokaasujen avulla käyttämä ahdin	Kyllä
	Ahtoilman jäähdytin	Kyllä (g) (h)
	Jäähdytinpumppu tai tuuletin (moottorikäyttöinen)	Ei (g)
	Jäähdytinnesteen virtauksen säätölaitteet	Kyllä
9	Erillinen testialustatuuletin	Kyllä, tarvittaessa
10	Pakokaasunpuhdistuslaitteet	Kyllä
11	Käynnistyslaitteet	Kyllä tai testialustan laitteet (i)
12	Voiteluöljypumppu	Kyllä
13	Tietyt moottoriin mahdollisesti asennetut apulaitteet, jotka liittyvät pelkästään liikkuvan työkoneen toimintaan, on irrotettava testin ajaksi. Seuraava epätäydellinen luettelo on esimerkinomainen: i) jarrujen ilmakompressori ii) ohjaustehostimen kompressori iii) jousituksen kompressori iv) ilmastointijärjestelmä	Ei

(a) 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 vaihtele enempää kuin 100 Pa valmistajan puhtaalle ilmansuodattimelle vahvistamasta ylärajasta.

(b) 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 vaihtele enempää kuin 1 000 Pa valmistajan vahvistamasta ylärajasta.

(c) Jos moottorissa on pakokaasujärjestelmäjarru, kuristimen venttiilin on oltava täysin auki.

(d) Tarvittaessa polttoaineen syöttöpainetta voidaan säätää jäljittämään tietyssä moottorin käyttösovelluksessa esiintyviä paineita (erityisesti käytettäessä polttoaineen paluujärjestelmää).

(e) Jäähdytysnesteen 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.

(f) Termostaatti voi olla täysin auki.

(g) 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.

(h) 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.

(i) Sähköisten tai muiden käynnistysjärjestelmien teho syötetään testialustasta.

▼B

Lisäys 3

Elektronisen ohjausyksikön välittämän vääntömomenttisignaalin verifiointi

1. **Johdanto**

Tässä lisäyksessä vahvistetaan verifiointivaatimukset, kun valmistaja aikoo elektronisella ohjausyksiköllä varustetuissa moottoreissa käyttää elektronisen ohjausyksikön välittämää vääntömomenttisignaalia käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan komission delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 mukaisissa käytönaikaisissa seurantatesteissä.

Nettovääntömomentin perustana on moottorin antama korjaamaton nettovääntömomentti lisäyksen 2 mukaista päästötestiä varten sisällytettävät varusteet ja apulaitteet mukaan luettuina.

2. **Elektronisen ohjausyksikön vääntömomenttisignaali**

Kun moottori on asennettu testipenkkiin kartoitusmenettelyn toteuttamista varten, on oltava mahdollista lukea elektronisen ohjausyksikön välittämää vääntömomenttisignaalia 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 mittaamat 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 vääntömomenttisignaaliin käytössä olevien moottoreiden päästöjen valvontaa koskevan komission delegoidun asetuksen (EU) 2017/655 mukaisissa käytönaikaisissa seurantatesteissä.

▼B

Lisäys 4

Ammoniakin mittausmenetelmä

1. Tässä lisäyksessä kuvataan ammoniakin (NH_3) mittausmenetelmä. Epälineaarisissa 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 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) NH_3-hävikin ja näytteenoton artefaktivirheiden minimoimiseksi. Lisäksi näytteenottolinjan on oltava mahdollisimman lyhyt.

2.1.3 Muiden kaasujen aiheuttama häiriö

NH_3:n aallonpituuden spektrisen erotuskyvyn on oltava alueella 0,5 cm^{-1}, jotta pakokaasun sisältämien muiden kaasujen aiheuttama häiriö olisi mahdollisimman pieni.

2.2 Ei-dispersoiva 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 terävärakenteista ultraviolettialueen säteilyä, jonka avulla voidaan mitata useita komponentteja, kuten NH_3:a.

Fotometrisessä järjestelmässä on ajallinen kaksisäteinen suunnittelu, joka tuottaa mittaus- ja vertailusäteen suodattimen korrelointitekniikalla.

Jotta saavutetaan mittaussignaalinen 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.

▼B

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.

Kaasuanalysaattori on suojattava kylmältä, kuumalta, lämpötilan vaihteluilta ja voimakkailta ilmavirtauksilta, pölyltä, syövyttävältä ympäristöltä ja värähtelyiltä. Lämpiämisen välttämiseksi on ilmanvaihdon on oltava riittävää. On käytettävä koko pintaa lämpöhäviöiden hajauttamiseksi.

2.2.3 Ristikkäisherkkyys

On valittava soveltuva spektrin alue, jotta muiden kaasujen aiheuttama interferenssi olisi mahdollisimman pieni. Tyypillisesti NH_3-mittauksen ristikkäisherkkyyttä aiheuttavat SO_2, NO_2 ja NO.

Lisäksi voidaan soveltaa muita menetelmiä ristikkäisherkkyyksien vähentämiseksi.

a) Interferenssisuodattimien käyttö

b) Ristikkäisherkkyyden kompensointi mittaamalla komponenttien ristikkäisherkkyys ja käyttämällä mittaussignaalia kompensointiin.

2.3 Laser–infrapuna-analysaattori

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 typpiyhdisteiden, myös NH_3:n, absorptio on voimakasta. Tällainen laseroptiikka voi antaa pulssimoodisen korkean resoluution kapeakaistaisen lähi-infrapuna-alueen tai keski-infrapuna-alueen spektrin. Näin laser–infrapuna-analysaattoreilla voidaan vähentää moottoreiden pakokaasuissa olevien komponenttien spektrien päällekkäisyyden aiheuttamaa interferenssiä.

2.3.2 Asennus

Analysaattori on asennettava joko suoraan pakoputkeen tai analysaattorikoteloon ekstraktiivista näytteenottoa varten instrumenttivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Jos asennus tapahtuu analysaattorikoteloon, 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_3-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.

▼B

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_3:n mittaamiseen käyttävien laser–infrapuna-analysaattoreiden interferenssiverifiointi (ristikkäisinterferenssi)

2.3.3.1 Soveltamisala ja suoritustiheys

Jos NH_3 mitataan käyttäen laser–infrapuna-analysaattoria, interferenssin määrä on verifioitava analysaattorin alkuasennuksen ja merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen.

2.3.3.2 Interferenssiverifioinnin mittausperiaatteet.

Interferenssikaasut voivat aiheuttaa positiivista interferenssiä laser–infrapuna-analysaattorissa antamalla vasteen, joka on samanlainen kuin NH_3:lla. Jos analysaattorissa käytetään kompensaatioalgoritmeja, joissa hyödynnetään muiden kaasujen mittauksia tämän interferenssin verifiointia varten, tällaiset muut mittaukset on tehtävä samanaikaisesti, jotta kompensaatioalgoritmeja testataan analysaattorin interferenssin verifioinnin aikana.

Laser–infrapuna-analysaattorin interferenssikaasujen määritys on tehtävä hyvän teknisen käytännön mukaisesti. On huomattava, että interferenssin laji, lukuun ottamatta H_2O:ta, riippuu instrumentin valmistajan valitsemasta NH_3:n infrapuna-absorptioalueesta. NH_3:n infrapuna-absorptioalue on määritettävä jokaiselle analysaattorille. Jokaista NH_3:n infrapuna-absorptioaluetta kohden on hyvän teknisen käytännön mukaisesti määritettävä verifioinnissa 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 määrityksessä on käytettävä 4.2.7 kohdan vaatimusten mukaista NH_3-kaasua. NH_3-vertailukaasua sisältävien vertailukennojen käyttö on sallittua.

3.2 Päästöjen kannalta olennaisten tietojen kerääminen

NH_3-tietojen keruu on käynnistettävä samanaikaisesti testisarjan alussa. H_3-pitoisuutta on mitattava keskeytyksettä, 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 määritys on tehtävä 3.4.1 kohdan mukaisesti vain, jos 3.4.2 kohdassa edellytettyjä tietoja 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.

▼B

3.4.2 Analysaattorin poikkeamaa ei tarvitse määrittää seuraavissa tilanteissa:

a) jos valmistajan 4.2.3 ja 4.2.4 kohdan mukaisesti ilmoittamat nollavasteen ja vertailuvasteen poikkeamat ovat 3.4.1 kohdan vaatimusten mukaiset;

b) 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.

Lineaarisuusverifioinnissa on käytettävä 4.2.7 kohdan vaatimusten mukaista NH_3-kaasua. NH_3-vertailukaasua sisältävien vertailukennojen käyttö on sallittua.

Instrumenttien, joiden signaaleja käytetään kompensaatioalgoritmeja 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 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 ± 3 prosenttia lukemasta tai ± 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 ≤ 20 s.

4.2.6 Nousuaika

Analysaattorin nousuajan on oltava ≤ 5 s.

4.2.7 NH_3 -kalibrointikaasu

Käytettävissä on oltava kaasuseos, jonka kemiallinen koostumus on seuraava:

NH_3 ja puhdistettu typpi.

▼B

Kalibrointikaasun todellisen pitoisuuden on oltava ± 3 prosentin sisällä nimellisarvosta. 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:

a) NH_3-analysaattori käynnistetään, sitä käytetään ja se nollataan ja kohdistetaan samalla tavalla kuin ennen päästötestiä.

b) Muodostetaan kostutettu interferenssitestikaasu kuplittamalla monikomponenttista vertailukaasua tislatun H_2O:n lävitse suljetussa astiassa. Jos näytettä ei ohjata näytteenkuivaimen lävitse, astian lämpötilaa säädetään niin, että muodostuu H_2O-taso, joka on vähintään niin korkea kuin korkein päästötestauksen aikana odotettavissa oleva taso. Interferenssivertailukaasun kaasupitoisuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin testauksen aikana odotettavissa oleva enimmäispitoisuus.

c) Kostutettu interferenssitestikaasu syötetään näytteenottojärjestelmään.

d) Mitataan kostutetun interferenssitestikaasun veden mooliosuus x_{H2O} mahdollisimman läheltä analysaattorin sisääntuloa. Arvon x_{H2O} laskemiseksi on mitattava esimerkiksi kastepiste T_{dew} ja absoluuttinen paine p_{total}.

e) Hyvän teknisen käytännön mukaisesti on ehkäistävä veden tiivistyminen siirtolinjoissa, yhteissä tai venttiileissä arvon x_{H2O} 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 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 H_2O:n interferenssipitoisuuksia, jotka ovat pienempiä kuin testauksen aikana odotetut enimmäistasot (H_2O-pitoisuuteen 0,025 mol/mol saakka), voidaan käyttää, mutta havaittu H_2O-interferenssi on suurennettava kertomalla havaittu interferenssi suurimman odotetun H_2O-pitoisuusarvon ja menettelyn aikana käytetyn todellisen arvon välisellä suhteella. Suhteutettujen interferenssiarvojen summan on oltava tämän kohdan j alakohdassa vahvistetun yhdistetyn toleranssin mukainen.

▼B

j) Analysaattorin yhdistetyn interferenssin on oltava ± 2 prosentin sisällä päästörajalla odotetusta 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 NH_3:n keskipitoisuutta.

▼B

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.

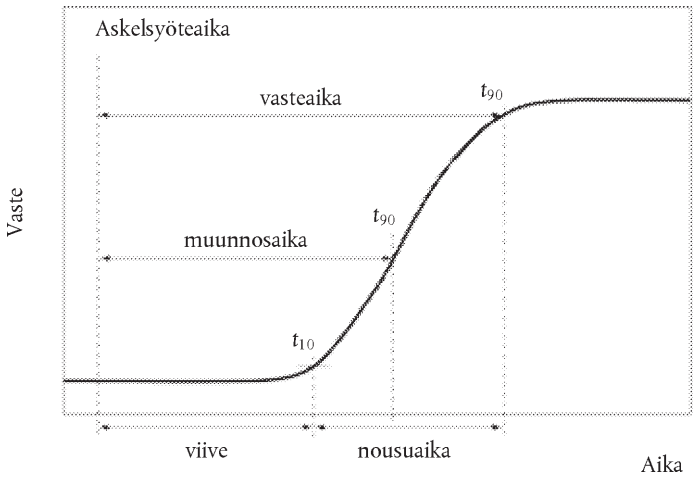
2.2 Vasteaika on aika, joka kuluu mitattavan aineosan muutoksesta vertailupisteessä järjestelmän vasteeseen, joka on 90 prosenttia lopullisesta lukemasta (t_{90}), kun vertailupisteeksi on määritelty näytteenotin.

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



▼B

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 (µmol/mol = 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/rev	PDP-kalibrointilinjan leikkauspiste
d	D	m	Läpimitta
d_V		m	Venturin kurkun läpimitta
e	E	g/kWh	Ominaispäästö, yleinen
e_{gas}	e_{gas}	g/kWh	Ominaispäästö, kaasumainen
e_{PM}	e_{PM}	g/kWh	Ominaispäästö, hiukkaset
E	$1 - PF$	%	Muunnostehokkuus (PF = penetraatio-osuus)
F_s		—	Stoikiometrinen kerroin
	f	Hz	Taajuus
f_c		—	Hiilikerroin
	γ	—	Ominaislämpöjen suhde
H		g/kg	Absoluuttinen kosteus
	K	—	Korjauskerroin

▼B

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
K_V		$[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$	CFV:n kalibrointitoiminto
k_f		m^3/kg polttoainetta	Polttoainekohtainen kerroin
k_h		—	Dieselmoottoreiden 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
μ	μ	kg/(m·s)	Dynaaminen viskositeetti
M	M	g/mol	Moolimassa ([3])
M_a	([1])	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. ([3])	Regressiolinjan kulmakerroin
	N	m^2/s	Kinemaattinen viskositeetti
m_d	v	kg	Hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkevan laimennusilmanäytteen massa
m_{ed}	([1])	kg	Laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana
m_{edf}	([1])	kg	Ekvivalentin laimennetun pakokaasun massa testisyklin aikana
m_{ew}	([1])	kg	Pakokaasun kokonaismassa syklin aikana
m_f	([1])	mg	Kerätyn hiukkasnäytteen massa
$m_{f,d}$	([1])	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}	([1])	kg	Pakokaasunäytteen massa testin aikana
m_{sed}	([1])	kg	Laimennustunnelin läpi kulkevan laimennetun pakokaasun massa

▼B

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
m_{sep}	(1)	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_{H2O}	kPa	Vesihöyryn paine
p_s		kPa	Kuiva ilmanpaine
$1 - E$	PF	%	Penetraatio-osuus
qm	$\dot{m}$	kg/s	Massavirta
q_{mad}	$\dot{m}$ (1)	kg/s	Imuilman massavirta (kuiva)
q_{maw}	(1)	kg/s	Imuilman massavirta (märkä)
q_{mCe}	(1)	kg/s	Hiilimassavirta raakapakokaasussa
q_{mCf}	(1)	kg/s	Hiilimassavirta moottoriin
q_{mCp}	(1)	kg/s	Hiilimassavirta osavirtauslaimennusjärjestelmässä
q_{mdew}	(1)	kg/s	Laimennetun pakokaasun massavirta (märkä)
q_{mdw}	(1)	kg/s	Laimennusilman massavirta (märkä)
q_{medf}	(1)	kg/s	Ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä)
q_{mew}	(1)	kg/s	Pakokaasun massavirta (märkä)
q_{mex}	(1)	kg/s	Laimennustunnelista otetun näytteen massavirta
q_{mf}	(1)	kg/s	Polttoaineen massavirta
q_{mp}	(1)	kg/s	Pakokaasunäytteen virta osavirtauslaimennusjärjestelmään
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	Tilavuusvirta
q_{VCVS}	(1)	m^3/s	CVS:n tilavuusvirta

▼B

2 jakso	3 jakso	Yksikkö	Suure
q_{Vs}	(1)	dm^3/min	Pakokaasun analysaattorijärjestelmän virta
q_{Vt}	(1)	cm^3/min	Merkkikaasuvirta
ρ	ρ	kg/m^3	Massatiheys
ρ_e		kg/m^3	Pakokaasun tiheys
	ρ	—	Painesuhde
r_d	DR	—	Laimennussuhde
	Ra	µm	Pinnan keskimääräinen epätasaisuus
RH		%	Suhteellinen kosteus
r_D	β	m/m	Läpimittojen suhde (CVS-järjestelmät)
r_p		—	SSV:n painesuhde
Re	$Re^{\#}$	—	Reynoldsin luku
	S	K	Sutherlandin vakio
σ	σ	—	Standardipoikkeama
T	T	°C	Lämpötila
	T	Nm	Moottorin vääntömomentti
T_a		K	Absoluuttinen lämpötila
t	t	s	Aika
Δt	Δt	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
	$\overline{x}$	mol/mol	Virtauspainotettu keskipitoisuus
X_0	K_s	s/rev	PDP:n kalibrointitoiminto
	y	—	Geneerinen muuttuja
$\overline{y}$	$\overline{y}$		Aritmeettinen keskiarvo
	Z	—	Puristuvuuskerroin

(1) Ks. alaindeksien selitykset; $\dot{m}_{air}$ = kuivan ilma massavirta, $\dot{m}_{fuel}$ = polttoaineen massavirta jne.
(2) 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_{dil}: eri symbolit mutta sama fysikaalinen merkitys; yhtälöstä (7-124) käy ilmi x_{dil}:n ja DR:n välinen suhde.
(3) t.b.d.= määrittämättä (to be defined)

▼B

1.2 Alaindeksit

2 jakso ([1])	3 jakso	Suure
act	act	Todellinen määrä
i		Hetkellinen mittaus (esim. 1 Hz)
	i	Sarjan jäsen

([1]) 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 kyllästymishöyrynpaine” 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_4	CH_4	Metaani
C_2H_6	C_2H_6	Etaani
C_3H_8	C_3H_8	Propaani
CO	CO	Hiilimonoksidi
CO_2	CO_2	Hiilidioksidi
	H	Atominen vety
	H_2	Molekulaarinen vety
HC	HC	Hiilivety
H_2O	H_2O	Vesi
	He	Helium
	N	Atominen typpi
	N_2	Molekulaarinen typpi
NO_x	NO_x	Typen oksidit
NO	NO	Typpioksidi
NO_2	NO_2	Typpidioksidi
	O	Atominen happi
PM	PM	Hiukkaset
S	S	Rikki

▼B

1.4 Polttoaineen koostumuksen symbolit ja lyhenteet

2 jakso ([1])	3 jakso ([2])	Suure
w_C ([4])	w_C ([4])	Polttoaineen hiilipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w_H	w_H	Polttoaineen vetypitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w_N	w_N	Polttoaineen typpipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w_O	w_O	Polttoaineen happipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
w_S	w_S	Polttoaineen rikkipitoisuus, massaosuus [g/g] tai [prosenttia massasta]
α	α	Atomisen vedyn ja hiilen suhde (H/C)
ε	β	Atomisen hapen ja hiilen suhde (O/C) ([3])
γ	γ	Atomisen rikin ja hiilen suhde (S/C)
δ	δ	Atomisen typen ja hiilen suhde (N/C)

([1]) Polttoaine, jonka kemiallinen kaava on $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$.
([2]) Polttoaine, jonka kemiallinen kaava on $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$.
([3]) On huomattava, että symbolin β merkitys on näissä kahdessa päästölaskelmia koskevassa jaksossa erilainen: 2 jaksossa sillä viitataan polttoaineeseen, jonka kemiallinen kaava on $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (eli kaava $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ jossa $\beta = 1$, oletuksena yksi hiiliatomi molekyyliä kohti), kun taas 3 jaksossa sillä viitataan polttoaineen $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$ happi-hiilisuhteeseen. Näin ollen 3 jakson symboli β vastaa 2 jaksossa symbolia ε.
([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 $q_{mgas,i}$ [g/h] vakiotilaisen testin kunkin moodin i osalta lasketaan kertomalla kaasupäästön pitoisuus sen vastaavalla virralla seuraavasti:

$$q_{mgas,i} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot k_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \cdot 3\,600 \qquad (7\text{-}1)$$

jossa:

k = 1 kun arvon $c_{gasr,w,i}$ yksikkönä on [ppm] ja k = 10 000 kun arvon $c_{gasr,w,i}$ 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- %]

▼B

2.1.2 Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit ja RMC-testit

Kaasupäästöjen kokonaismassa m_{gas} [g/testi] testiä kohti lasketaan kertomalla ajan suhteen mukautetut hetkelliset pitoisuudet ja pakokaasuvirrat ja integroimalla testisykliin yhtälön (7-2) mukaisesti:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} (q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \quad (7\text{-}2)$$

jossa:

f = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

k_h = NO_x-korjauskerroin [-]; käytetään vain NO_x-päästölaskennassa

k = 1 kun arvon $c_{gasr,w,i}$ yksikkönä on [ppm] ja k = 10 000 kun arvon $c_{gasr,w,i}$ yksikkönä on [tilavuus-%]

u_{gas} = komponenttikohtainen kerroin [-] (ks. 2.1.5 kohta)

N = mittausten lukumäärä [-]

$q_{mew,i}$ = hetkellinen pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$c_{gas,i}$ = 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:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (7\text{-}3)$$

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):

$$k_{w,a} = \frac{\left(1 - \frac{1{,}2442 \cdot H_a + 111{,}19 \cdot w_H \cdot \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i} \cdot k_f \cdot 1\,000}}\right)}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} \quad (7\text{-}4)$$

jossa:

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

$q_{mf,i}$ = hetkellinen polttoainevirta [kg/s]

$q_{mad,i}$ = hetkellinen kuivan imuilman massavirta, kg/s

p_r = vedenpaine jäähdyttimen jälkeen [kPa]

p_b = kokonaisilmanpaine [kPa]

w_H = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]

k_f = palamisen lisätilavuus [m^3/kg polttoainetta]

▼B

kun:

$$k_{\,f} = 0{,}055594 \cdot w_H + 0{,}0080021 \cdot w_N + 0{,}0070046 \cdot w_o \qquad (7\text{-}5)$$

jossa:

w_H = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]

w_N = polttoaineen typpipitoisuus [% massasta]

w_O = polttoaineen happipitoisuus [% massasta]

Yhtälössä (7-4) voidaan käyttää seuraavaa suhteen p_r/p_b oletusta:

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} = 1{,}008 \qquad (7\text{-}6)$$

Epätäydellisen palamisen osalta (rikkaat polttoaineseokset) ja päästötesteissä, joissa ei tehdä suoraa ilmavirtamittausta, $k_{w,a}$ suositellaan laskettavaksi seuraavasti:

$$k_{\,w,a} = \frac{\frac{1}{1+\alpha \cdot 0{,}005 \cdot (c_{\,CO2} + c_{\,CO})} - K_{\,w1}}{1 - \frac{p_r}{p_b}} \qquad (7\text{-}7)$$

jossa:

c_{CO2} = CO_2-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [tilavuus- %]

c_{CO} = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]

p_r = vedenpaine jäähdyttimen jälkeen [kPa]

p_b = kokonaisilmanpaine [kPa]

α = molaarinen vety-hiilisuhde

k_{w1} = imuilman kosteus [-]

$$k_{\,w1} = \frac{1{,}608 \cdot H_a}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_a} \qquad (7\text{-}8)$$

2.1.4 Kosteuden ja lämpötilan NO_x-korjaus

Koska NO_x-päästöt ovat riippuvaisia ympäröivän ilman olosuhteista, NO_x-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_2O / kg kuivaa ilmaa.

a) Puristussytytysmoottoreissa

$$k_{\,h,D} = \frac{15{,}698 \times H_a}{1\,000} + 0{,}832 \qquad (7\text{-}9)$$

b) Kipinäsytytysmoottoreissa

$$k_{h.G} = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^{\,2} \qquad (7\text{-}10)$$

jossa:

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

▼B

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 λ 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 päästöpitoisuuksille ilmoitettuna yksiköllä ppm)

Polttoaine	r_e			Kaasu			
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				r_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	([a])	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} ([b])			
Diesel (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Tiettyihin puristussytytysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maakaasu/biometaani ([c])	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ([d])	0,001551	0,001128	0,000565
Propaani	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 ([e])	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

([a]) Polttoaineen mukaisesti
([b]) Kun λ = 2, kuiva ilma, 273 K, 101,3 kPa
([c]) *u*-arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %
([d]) NMHC:n perustana $CH_{2,93}$ (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH_4:n u_{gas}-kerrointa)
([e]) *u*-arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %

2.1.5.2 Lasketut arvot

Komponenttikohtainen arvo $u_{gas,i}$ voidaan laskea komponentin ja pakokaasun tiheyssuhteen perusteella tai vaihtoehtoisesti vastaavan moolimassojen suhteen perusteella [yhtälö (7-11) tai (7-12)]:

$$u_{gas,i} = M_{gas}/(M_{e,i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}11)$$

tai

▼B

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{\text{e},i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}12)$$

jossa:

M_{gas} = kaasukomponentin moolimassa [g/mol]

$M_{\text{e},i}$ = raakapakokaasun (märkä) hetkellinen moolimassa [g/mol]

ρ_{gas} = kaasukomponentin tiheys [kg/m^3]

$\rho_{\text{e,i}}$ = raakapakokaasun (märkä) hetkellinen tiheys [kg/m^3]

Pakokaasun moolimassa $M_{\text{e,i}}$ johdetaan yleisestä polttoaineen koostumuksesta $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$ olettaen, että palaminen on täydellinen, ja lasketaan yhtälöstä (7-13):

$$M_{\text{e},i} = \frac{1 + \frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \cdot \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}001 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}0065 \cdot \gamma} + \frac{\frac{H_a \cdot 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_a}}{1 + H_a \cdot 10^{-3}}} \qquad (7\text{-}13)$$

jossa:

$q_{mf,i}$ = hetkellinen polttoaineen massavirta (märkä) [kg/s]

$q_{maw,i}$ = hetkellinen imuilman massavirta (märkä) [kg/s]

α = molaarinen vety-hiilisuhde [-]

δ = molaarinen typpi-hiilisuhde [-]

ε = molaarinen happi-hiilisuhde [-]

γ = atomisen rikin ja hiilen suhde [-]

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

M_a = kuivan imuilman moolimassa = 28,965 g/mol

Hetkellinen raakapakokaasun tiheys $r_{e,i}$ [kg/m^3] lasketaan yhtälöstä (7-14):

$$\rho_{\text{e},i} = \frac{1\,000 + H_{\text{a}} + 1\,000 \cdot (q_{mf,i}/q_{mad,i})}{773{,}4 + 1{,}2434 \cdot H_a + k_f \cdot 1\,000 \cdot (q_{mf,i}/q_{mad,i})} \qquad (7\text{-}14)$$

jossa:

$q_{mf,i}$ = hetkellinen polttoaineen massavirta [kg/s]

$q_{mad,i}$ = hetkellinen kuivan imuilman massavirta [kg/s]

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

k_f = palamisen lisätilavuus [m^3/kg polttoainetta] (ks. yhtälö 7-5)

2.1.6 Pakokaasun massavirta

▼B

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):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (7\text{-}15)$$

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):

$$q_{mew,i} = \frac{q_{Vt} \cdot \rho_e}{10^{-6} \cdot (c_{mix,i} - c_b)} \quad (7\text{-}16)$$

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):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \cdot \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \cdot \lambda_i}\right) \quad (7\text{-}17)$$

kun:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} \quad (7\text{-}18)$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \cdot 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4})}{4{,}764 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4} + c_{HCw} \cdot 10^{-4})} \quad (7\text{-}19)$$

jossa:

$q_{maw,i}$ = imuilman massavirta (märkä) [kg/s]

A/F_{st} = stoikiometrinen ilman ja polttoaineen suhde [-]

▼B

λ_i = hetkellinen ilman ylimäärä [-]

c_{COd} = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]

c_{CO2d} = CO_2-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [%]

c_{HCw} = HC-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [ppm C1]

α = molaarinen vety-hiilisuhde [-]

δ = molaarinen typpi-hiilisuhde [-]

ε = molaarinen happi-hiilisuhde [-]

γ = 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:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \cdot \left[\frac{1{,}4 \cdot w_C^2}{(1{,}0828 \cdot w_C + k_{fd} \cdot f_c) f_c} \left(1 + \frac{H_a}{1\,000} \right) + 1 \right] \quad (7\text{-}20)$$

kun hiilikerroin f_c [-] saadaan seuraavasti:

$$f_c = 0{,}5441 \cdot (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) + \frac{c_{COd}}{18\,522} + \frac{c_{HCw}}{17\,355} \quad (7\text{-}21)$$

jossa:

$q_{mf,i}$ = hetkellinen polttoaineen massavirta [kg/s]

w_C = polttoaineen hiilipitoisuus [% massasta]

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

k_{fd} = palamisen lisätilavuus (kuiva) [m^3/kg polttoainetta]

c_{CO2d} = CO_2-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [%]

$c_{CO2d,a}$ = CO_2-pitoisuus ympäröivässä ilmassa (kuiva) [%]

c_{COd} = CO-pitoisuus raakapakokaasussa (kuiva) [ppm]

c_{HCw} = HC-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [ppm]

Kerroin k_{fd} [m^3/kg polttoainetta] lasketaan yhtälöstä (7-22) kuivapitoisuutena vähentämällä palamisessa muodostunut vesi arvosta k_f:

$$k_{fd} = k_f - 0{,}11118 \cdot w_H \quad (7\text{-}22)$$

jossa:

k_f = polttoainekohtainen kerroin yhtälössä (7-5) [m^3/kg polttoainetta]

w_H = polttoaineen vetypitoisuus [% massasta]

▼B

2.2 Laimennetut kaasupäästöt

2.2.1 Kaasupäästöjen massa

Pakokaasun massavirta mitataan vakiotilavuusnäytteenottojärjestelmällä (CVS), jossa voidaan käyttää syrjäytyspumppua (PDP), kriittisen virtauksen venturia (CFV) tai aliääniventuria (SSV).

Järjestelmissä, joissa massavirta on vakaa (joissa on lämmönvaihdin), epäpuhtauksien massa m_{gas} [g/testi] määritetään yhtälöstä (7-23):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot m_{ed} \quad (7\text{-}23)$$

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_x-korjauskerroin [-]; käytetään vain NO_x-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_{gas} [g/testi] määritetään laskemalla hetkellisten päästöjen massa, integroimalla ja suorittamalla taustakorjaus yhtälöstä (7-24):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot \left(\sum_{i=1}^{N} [(m_{ed,i} \cdot c_e \cdot u_{gas})] - \left[(m_{ed} \cdot c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \cdot u_{gas}) \right] \right) \quad (7\text{-}24)$$

jossa:

c_e = päästön pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm] tai [tilavuus-%]

c_d = päästön pitoisuus (märkä) laimennusilmassa, [ppm] tai [tilavuus-%]

$m_{ed,i}$ = laimennetun pakokaasun massa aikavälin i aikana [kg]

m_{ed} = laimennetun pakokaasun kokonaismassa syklin aikana [kg]

u_{gas} = arvo taulukosta 7.2 [-]

D = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

k_h = NO_x-korjauskerroin [-]; käytetään vain NO_x-päästölaskennassa laskeminen

k = 1 kun arvon c yksikkönä on [ppm], k = 10 000 kun arvon c yksikkönä on [tilavuus- %]

Pitoisuudet c_{gas}, c_e ja c_d voivat olla eränäytteestä mitattuja arvoja (pussi; ei voida käyttää NO_x:n eikä HC:n osalta) tai jatkuvasta mittauksesta integroimalla saatuja keskiarvoja. Myös $m_{ed,i}$ ilmoitetaan testisyklin ajalle integroituna keskiarvona.

Seuraavissa kohdissa esitetään miten tarvittavat arvot (c_e, u_{gas} ja m_{ed}) lasketaan.

▼B

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)]:

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \cdot c_{CO2w}}{200}\right) - k_{w2}\right] \cdot 1{,}008 \qquad (7\text{-}25)$$

tai

$$k_{w,e} = \left(\frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \cdot c_{CO2d}}{200}}\right) \cdot 1{,}008 \qquad (7\text{-}26)$$

jossa:

α = polttoaineen molaarinen vety-hiilisuhde [-]

c_{CO2w} = CO_2-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus- %]

c_{CO2d} = CO_2-pitoisuus (kuiva) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus-%]

Korjauskertoimessa k_{w2} otetaan huomioon sekä imu- että laimennusilmassa oleva vesimäärä, ja se lasketaan yhtälöstä (7-27):

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \cdot \left[H_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]}{1\,000 + \left\{1{,}608 \cdot \left[H_d\left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]\right\}} \qquad (7\text{-}27)$$

jossa:

H_a = imuilman kosteus [g H_2O / kg kuivaa ilmaa]

H_d = laimennusilman kosteus [g H_2O / 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):

$$D = \frac{F_s}{c_{CO2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \cdot 10^{-4}} \qquad (7\text{-}28)$$

jossa:

F_S = stoikiometrinen kerroin [-]

$c_{CO2,e}$ = CO_2-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [tilavuus- %]

$c_{HC,e}$ = HC-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = CO-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa [ppm]

▼B

Stoikiometrinen kerroin lasketaan yhtälöstä (7-29):

$$F_s = 100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (7\text{-}29)$$

jossa:

α = 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):

$$D = \frac{q_{V\mathrm{CVS}}}{q_{V\mathrm{ew}}} \quad (7\text{-}30)$$

jossa:

$q_{V\mathrm{CVS}}$ = laimennetun pakokaasun tilavuusvirta [m^3/s]

$q_{V\mathrm{ew}}$ = raakapakokaasun tilavuusvirta [m^3/s]

2.2.2.3 Laimennusilma

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \cdot 1{,}008 \quad (7\text{-}31)$$

kun

$$k_{w3} = \frac{1{,}608 \cdot H_d}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_d} \quad (7\text{-}32)$$

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):

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (7\text{-}33)$$

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)] [-]

▼B

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.

$$u = \frac{M_{\text{gas}}}{M_{\text{d,w}} \cdot 1\,000} = \frac{M_{\text{gas}}}{\left[M_{\text{da,w}} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{\text{r,w}} \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right] \cdot 1\,000} \quad (7\text{-}34)$$

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 päästöpitoisuuksille ilmoitettuna yksiköllä ppm)

Polttoaine	ρ_e			Kaasu			
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				r_{gas} [kg/m^3]			
		2,053	1,250	(1)	1,9636	1,4277	0,716
				u_{gas} (2)			
Diesel (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)	1,2943	0,001586	0,000966	0,000482	0,001517	0,001103	0,000553
Tiettyihin puristussytytysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	1,2768	0,001609	0,000980	0,000780	0,001539	0,001119	0,000561
Maakaasu/biometaani (3)	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 (4)	0,001551	0,001128	0,000565
Propaani	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 (5)	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

(1) Polttoaineen mukaisesti
(2) Kun λ = 2, kuiva ilma, 273 K, 101,3 kPa
(3) *u*-arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %
(4) NMHC:n perustana $CH_{2,93}$ (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH_4:n u_{gas}-kerrointa)
(5) *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_{ed} [kg/testi] syklin aikana lasketaan yhtälöstä (7-35), jos laimennetun pakokaasun lämpötila pidetään lämmönvaihtimen avulla ± 6 K:n sisällä koko syklin ajan:

▼B

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_P \cdot \frac{P_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}35)$$

jossa:

V_0 = testiolosuhteissa yhden kierroksen aikana pumpatun kaasun tilavuus [m^3/rev]

n_P = pumpun kierrosten kokonaismäärä testin aikana [rev/testi]

p_p = absoluuttinen paine pumpun sisääntulossa [kPa]

$\overline{T}$ = laimennetun pakokaasun keskimääräinen lämpötila pumpun sisääntulossa [K]

1,293 kg/m^3 = 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):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_{P,i} \cdot \frac{p_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}36)$$

jossa:

V_0 = testiolosuhteissa yhden kierroksen aikana pumpatun kaasun tilavuus [m^3/rev]

p_p = absoluuttinen paine pumpun sisääntulossa [kPa]

$n_{P,i}$ = pumpun kierrosten kokonaismäärä aikavälin i aikana

$\overline{T}$ = laimennetun pakokaasun keskimääräinen lämpötila pumpun sisääntulossa [K]

1,293 kg/m^3 = 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 ± 11 K:n sisällä koko syklin ajan:

$$m_{ed} = \frac{1{,}293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}37)$$

jossa:

t = syklin kestoaika [s]

K_V = kriittisen virtauksen venturin kalibrointikerroin 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^3 = 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):

$$m_{ed,i} = \frac{1{,}293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}38)$$

▼B

jossa:

Dt_i = testauksen aikaväli [s]

K_V = kriittisen virtauksen venturin kalibrointikerroin 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^3 = 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 ± 11 K:n sisällä koko syklin ajan:

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t \qquad (7\text{-}39)$$

jossa:

1,293 kg/m^3 = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

Δt = syklin kestoaika [s]

q_{VSSV} = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

kun:

$$q_{VSSV} = \frac{A_0}{60} d_V^2 C_d P_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1{,}4286} - r_p^{1{,}7143}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1{,}4286}}\right)\right]} \qquad (7\text{-}40)$$

jossa:

A_0 = kokoelma vakioita ja yksiköiden muunnoksia = 0,0056940 $\left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

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):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t_i \qquad (7\text{-}41)$$

jossa:

1,293 kg/m^3 = ilman tiheys lämpötilassa 273,15 K ja paineessa 101,325 kPa

Δt_i = aikaväli [s]

q_{VSSV} = SSV:n tilavuusvirta [m^3/s]

▼B

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):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1\,000} \tag{7-42}$$

jossa:

m_f = syklin aikana kerättyjen hiukkasnäytteiden massa [mg]

r_s = keskimääräinen näytesuhde testisyklin aikana [-]

kun:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \tag{7-43}$$

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):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1\,000} \tag{7-44}$$

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):

$$m_{edf} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} q_{medf,i} \tag{7-45}$$

Kun:

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} - q_{mdw,i} \tag{7-46}$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \tag{7-47}$$

▼B

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):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7\text{-}48)$$

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:

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (7\text{-}49)$$

jossa:

m_{set} = hiukkassuodattimien läpi johdetun kaksoislaimennetun pakokaasun massa [kg]

m_{ssd} = toisiolaimennusilman massa [kg]

2.3.1.2.1. Taustakorjaus

Hiukkasmassalle m $m_{PM,c}$ [g] voidaan tehdä taustakorjaus yhtälöllä (7-50):

$$m_{PM,c} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_b}{m_{sd}} \cdot \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7\text{-}50)$$

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)] [-]

▼B

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:

$$q_{medf} = q_{mew} \cdot r_d \quad (7\text{-}51)$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}} \quad (7\text{-}52)$$

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:

$$q_{mPM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}53)$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{N} q_{medfi} \cdot WF_i \quad (7\text{-}54)$$

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{N} m_{sepi} \quad (7\text{-}55)$$

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 = painotuskerroin 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

b) Monen suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPMi} = \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} \cdot q_{medfi} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \qquad (7\text{-}56)$$

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.

Hiukkasmassavirralle q_{mPM} [g/h] tai q_{mPMi} [g/h] voidaan tehdä taustakorjaus seuraavasti:

c) Yhden suodattimen menetelmässä:

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(1 - \frac{1}{D_i} \right) \cdot WF_i \right] \right\} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \qquad (7\text{-}57)$$

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:

$$q_{mPMi} = \left\{ \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \overline{q_{medfi}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \qquad (7\text{-}58)$$

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]

▼B

D = laimennuskerroin [ks. 2.2.2.2 kohdan yhtälö (7-28)] [-]

$q_{\mathrm{medf}i}$ = ekvivalentti laimennetun pakokaasun massavirta (märkä) moodissa i [kg/s]

Jos mittauksia tehdään enemmän kuin yksi, arvo $m_{\mathrm{f,d}}/m_{\mathrm{d}}$ korvataan arvolla $m_{\mathrm{f,d}}/m_{\mathrm{d}}$.

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. Tulokseksi saatavat tehon P [kW] arvot integroidaan testiaikavälille. Kokonaistyö W_{act} [kWh] lasketaan yhtälöstä (7-59):

$$W_{\mathrm{act}} = \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} (n_i \cdot T_i) \qquad (7\text{-}59)$$

jossa:

$\mathrm{P_i}$ = moottorin hetkellinen teho [kW]

$\mathrm{n_i}$ = moottorin hetkellinen pyörimisnopeus [rpm]

$\mathrm{T_i}$ = 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 (7-59) 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):

$$T_{\mathrm{i}} = T_{\mathrm{i,meas}} + T_{\mathrm{i,AUX}} \qquad (7\text{-}60)$$

jossa:

$T_{i,\mathrm{meas}}$ = moottorin hetkellisen vääntömomentin mitattu arvo

$T_{i,\mathrm{AUX}}$ = 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 tyypin mukaan.

$$e_{\mathrm{gas}} = \frac{m_{\mathrm{gas}}}{W_{\mathrm{act}}} \qquad (7\text{-}61)$$

jossa:

m_{gas} = päästön kokonaismassa [g/testi]

W_{act} = syklin kokonaistyö [kWh]

▼B

Kun kyseessä on NRTC-testi, muiden kaasupäästöjen kuin CO_2:n osalta lopullinen testitulos e_{gas} [g/kWh] on kylmäkäynnistysajon ja kuumakäynnistysajon painotettu keskiarvo yhtälöstä (7-62):

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m\text{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{act,cold}) + (0{,}9 \cdot W\text{act, hot})} \quad (7\text{-}62)$$

jossa:

m_{cold} on kaasupäästöjen massa kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{act,\ cold}$ on syklin kokonaistyö kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

m_{hot} on kaasupäästöjen massa kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{act,\ hot}$ on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

Kun kyseessä on kuumakäynnistys-NRTC, lopullinen testitulos e_{CO2} [g/kWh] lasketaan CO_2:n osalta yhtälöstä (7-63):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}63)$$

jossa:

$m_{CO2,\ hot}$ on CO_2-massapäästö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{act,\ hot}$ on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

2.4.1.2 Erillisten moodien NRSC

Ominaispäästöt e_{gas} [g/kWh] lasketaan yhtälöstä (7-64):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mgasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}64)$$

jossa:

$q_{mgas,i}$ = moodin i keskimääräinen päästön massavirta [g/h]

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 [-]

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_{gas} [g/kWh] ja m_{gas} [g/testi] korvataan arvoilla e_{PM} [g/kWh] ja m_{PM} [g/testi]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}65)$$

jossa:

m_{PM} = hiukkaspäästöjen kokonaismassa laskettuna 2.3.1.1 tai 2.3.1.2 kohdan mukaisesti [g/testi]

W_{act} = syklin työ [kWh]

▼B

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:

$$e_{PM} = \frac{q_{mPM}}{\sum_{i=1}^{N}(P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}66)$$

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:

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(q_{mPMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N}(P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}67)$$

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):

$$WF_{ei} = \frac{m_{sepi} \cdot \overline{q_{medf}}}{m_{sep} \cdot \overline{q_{medfi}}} \quad (7\text{-}68)$$

jossa:

m_{sepi} = hiukkasnäytesuodattimien 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} = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa [kg]

Tehollisten painotuskertoimien arvo saa poiketa enintään 0,005 (absoluuttinen arvo) liitteen XVII lisäyksessä 1 luetelluista painotuskertoimista.

▼B

2.4.3 Jaksoittaisesti regeneroituvien päästöjenrajoitusjärjestelmien mukauttaminen

Kun kyseessä ovat jaksoittaisesti regeneroituvilla pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmillä (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 yhtaikaa 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):

▼B

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273{,}15} \cdot \frac{101{,}325}{p_p} \quad (7\text{-}69)$$

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):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7\text{-}70)$$

jossa:

Δp_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:

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7\text{-}71)$$

jossa leikkauspiste D_0 [m^3/rev] ja kaltevuus m [m^3/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 pumppukohtaisesti. 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.

▼B

Ilman virtaus (q_{VCVS}) kullakin rajoitusasetuksella (vähintään 8 asetusta) lasketaan virtausmittarin tiedoista vakio-oloissa m^3/s-arvona käyttäen valmistajan ilmoittamaa menetelmää. Kalibrointikerroin K_V $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ lasketaan kunkin asetuksen kalibrointitiedoista yhtälöllä (7-72):

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \quad (7\text{-}72)$$

jossa:

q_{VSSV} = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) $[m^3/s]$

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):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_V^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}} \quad (7\text{-}73)$$

jossa:

A_0 = 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} = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) $[m^3/s]$

$T_{in,V}$ = lämpötila venturin sisääntulossa [K]

d_V = SSV:n kurkun läpimitta [mm]

r_p = SSV:n kurkun ja sisääntulon absoluuttisen staattisen paineen suhde = $1 - \Delta p/p_p$ [-]

r_D = SSV:n kurkun läpimitan d_V suhde syöttöputken sisäläpimittaan D [-]

Aliäänivirtauksen alueen määrittämiseksi C_d on kuvattava Reynoldsin luvun *Re* funktiona SSV:n kurkussa. *Re* SSV:n kurkussa lasketaan yhtälöstä (7-74):

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \quad (7\text{-}74)$$

kun

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (7\text{-}75)$$

▼B

jossa:

A_1 = kokoelma vakioita ja yksiköiden muunnoksia

$$= 27{,}43831 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{min}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{m}}\right]$$

q_{VSSV} = ilman virtaus vakio-olosuhteissa (101,325 kPa, 273,15 K) [m^3/s]

d_V = SSV:n kurkun läpimitta [mm]

μ = kaasun absoluuttinen tai dynaaminen viskositeetti

b = $1{,}458 \times 10^6$ (empiirinen vakio) [$kg/(m \cdot s \cdot K^{0,5})$]

S = 110,4 (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 ± 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 $\overline{x}$ pitoisuuksilla c_i tai $\overline{c}$.

2.6.2 Laskentamenetelmä

Siirtymäkorjaus lasketaan yhtälöstä (7-76):

$$c_{i\text{driftcor}} = c_{\text{refzero}} + (c_{\text{refspan}} - c_{\text{refzero}}) \frac{2c_i - (c_{\text{prezero}} + c_{\text{postzero}})}{(c_{\text{prespan}} + c_{\text{postspan}}) - (c_{\text{prezero}} + c_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}76)$$

jossa:

$c_{i\text{driftcor}}$ = siirtymäkorjattu pitoisuus [ppm]

c_{refzero} = nollakaasun vertailupitoisuus, joka on yleensä nolla, ellei sen tiedetä olevan jokin muu [ppm]

c_{refspan} = vertailukaasun viitepitoisuus [ppm]

c_{prespan} = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ppm]

c_{postspan} = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [ppm]

▼B

c_i tai $\overline{c}$ = kirjattu pitoisuus eli mitattu testin aikana ennen siirtymäkorjausta [ppm]

$c_{prezero}$ = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [ppm]

$c_{postzero}$ = 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
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

▼B

	Suure
part	Osittainen määrä
PDP	Syrjäytyspumppu
raw	Raakapakokaasu
ref	Viitemäärä
rev	Kierros
sat	Kyllästetty tila
slip	Syrjäytyspumpun luisto
smpl	Otanta
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_{H2Oexh} = veden määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti

$x_{Ccombdry}$ = polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti

$x_{H2Oexhdry}$ = 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

$x_{O2intdry}$ = imuilman O_2-määrä kuivan imuilman moolia kohti

$x_{CO2intdry}$ = imuilman CO_2-määrä kuivan imuilman moolia kohti

▼B

$x_{H2Ointdry}$ = imuilman H_2O-määrä kuivan imuilman moolia kohti

x_{CO2int} = imuilman CO_2-määrä imuilman moolia kohti

x_{CO2int} = laimennuskaasun CO_2-määrä laimennuskaasun moolia kohti

$x_{CO2dildry}$ = laimennuskaasun CO_2-määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti

$x_{H2Odildry}$ = laimennuskaasun H_2O-määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti

$x_{H2Odildry}$ = laimennuskaasun H_2O-määrä laimennuskaasun moolia kohti

$x_{[emission]meas}$ = mitatun päästön määrä näytteessä kyseisen kaasuanalysaattorin kohdalla

$x_{[emission]dry}$ = päästön määrä kuivan näytteen kuivaa moolia kohti

$x_{H2O[emission]meas}$ = veden määrä näytteessä päästön havainnointikohdassa

x_{H2Oint} = 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

$x_{O2airdry}$ = 0,209445 mol/mol

$x_{Arairdry}$ = 0,00934 mol/mol

$x_{N2airdry}$ = 0,78084 mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 375 μmol/mol

Tässä jaksossa käytetään seuraavia moolimassoja tai efektiivisiä moolimassoja:

M_{air} = 28,96559 g/mol (kuiva ilma)

M_{Ar} = 39,948 g/mol (argon)

M_{C} = 12,0107 g/mol (hiili)

M_{CO} = 28,0101 g/mol (hiilimonoksidi)

M_{CO2} = 44,0095 g/mol (hiilidioksidi)

M_{H} = 1,00794 g/mol (atominen vety)

M_{H2} = 2,01588 g/mol (molekulaarinen vety)

M_{H2O} = 18,01528 g/mol (vesi)

M_{He} = 4,002602 g/mol (helium)

M_{N} = 14,0067 g/mol (atominen typpi)

M_{N2} = 28,0134 g/mol (molekulaarinen typpi)

M_{Nox} = 46,0055 g/mol (typen oksidit (*))

M_{O} = 15,9994 g/mol (atominen happi)

M_{O2} = 31,9988 g/mol (molekulaarinen happi)

▼B

M_{C3H8} = 44,09562 g/mol (propaani)

M_S = 32,065 g/mol (rikki)

M_{HC} = 13,875389 g/mol (kokonaishiilivety (**))

(**) HC:n efektiivinen moolimassa määritetään käyttäen atomisen vedyn ja hiilen suhdetta (α) 1,85.
(*) NOx:n efektiivinen moolimassa määritetään käyttäen NO_2:n moolimassaa.

Tässä jaksossa käytetään ideaalikaasuille seuraavaa molaarista kaasuvakiota R:

R = 8,314472J (mol · K)

Tässä jaksossa käytetään seuraavia laimennusilman ja laimennetun pakokaasun ominaislämpötilojen suhteita γ:

γ_{air} = 1,399 (imuilman tai laimennusilman ominaislämpötilojen suhde)

γ_{dil} = 1,399 (laimennetun pakokaasun ominaislämpötilojen suhde)

γ_{exh} = 1,385 (raakapakokaasun ominaislämpötilojen suhde)

3.3.2 Märkä ilma

Tässä jaksossa kuvaillaan veden määrän määrittäminen ideaalikaasussa.

3.3.2.1 Veden höyrynpaine

Veden höyrynpaine, p_{H2O} [kPa], tietyssä kyllästyslämpötilassa, T_{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:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969 \cdot \left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{4{,}76955 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}77)$$

jossa:

p_{H2O} = veden höyrynpaine kyllästyslämpötilaolosuhteissa [kPa]

T_{sat} = veden kyllästyslämpötila mittausolosuhteissa [K]

b) Kun kosteusmittaus on tehty käyttäen jäätä ympäristön lämpötilassa – 100–0) °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}78)$$

jossa:

T_{sat} = veden kyllästyslämpötila mittausolosuhteissa [K]

▼B

3.3.2.2 Kastepiste:

Jos kosteus mitataan kastepisteenä, veden määrä ideaalikaasussa, x_{H2O} [mol/mol], saadaan yhtälöstä (7-79):

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \quad (7\text{-}79)$$

jossa:

x_{H2O} = veden määrä ideaalikaasussa [mol/mol]

p_{H2O} = veden höyrynpaine mitatussa kastepisteessä, $T_{sat}=T_{dew}$ [kPa]

p_{abs} = märkä staattinen absoluuttinen paine kastepisteen mittauspaikassa [kPa]

3.3.2.3 Suhteellinen kosteus

Jos kosteus mitataan suhteellisena kosteutena *RH %*, veden määrä ideaalikaasussa, x_{H2O} [mol/mol], lasketaan yhtälöstä (7-80):

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{P_{H2O}}{P_{abs}} \quad (7\text{-}80)$$

jossa:

RH % = suhteellinen kosteus [%]

p_{H2O} = veden höyrynpaine 100 prosentin suhteellisessa kosteudessa suhteellisen kosteuden mittauspaikassa, $T_{sat}=T_{amb}$ [kPa]

p_{abs} = märkä staattinen absoluuttinen paine suhteellisen kosteuden mittauspaikassa [kPa]

3.3.2.4 Kastepisteen määrittäminen suhteellisesta kosteudesta ja kuivalämpötilasta

Jos kosteus mitataan suhteellisena kosteutena *RH %*, kastepiste T_{dew} määritetään *RH %*:sta ja kuivalämpötilasta yhtälöllä (7-81):

$$T_{dew} = \frac{2{,}0798233 \cdot 10^{2} - 2{,}0156028 \cdot 10^{1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 4{,}6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{2} - 9{,}2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{3}}{1 - 1{,}3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 5{,}6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\,(p_{H2O}^{2}) - 7{,}517286510 \cdot 10^{-5} \ln\,(p_{H2O}^{3})} \quad (7\text{-}81)$$

jossa:

p_{H2O} = veden höyrynpaine suhteutettuna suhteelliseen kosteuteen suhteellisen kosteuden mittauspaikassa, $T_{sat} = T_{amb}$

T_{dew} = kastepiste määritettynä suhteellisen kosteuden ja kuivalämpötilan mittauksista

3.3.3 Polttoaineen ominaisuudet

Polttoaineen yleinen kemiallinen kaava on $CH_{\alpha}O_{\beta}S_{\gamma}N_{\delta}$, jossa α on atomisen vedyn ja hiilen suhde (H/C), β on atomisen hapen ja hiilen suhde (O/C), γ on atomisen rikin ja hiilen suhde (S/C) ja δ on atomisen typen ja hiilen suhde (N/C). Tämän kaavan perusteella voidaan laskea polttoaineen hiilen massaosuus w_C. Dieselpolttoaineen osalta voidaan käyttää yksinkertaista kaavaa $CH_{\alpha}O_{\beta}$. Polttoaineen koostumuksen oletusarvoina voidaan käyttää taulukon 7.3 arvoja.

▼B

Taulukko 7.3

Oletusarvot vertailupolttoaineiden atomisen vedyn ja hiilen suhteelle α, atomisen hapen ja hiilen suhteelle β, atomisen rikin ja hiilen suhteelle γ, atomisen typen ja hiilen suhteelle δ ja polttoaineen hiilen massaosuudelle w_C

Polttoaine	Atomisen vedyn, hapen, rikin ja typen suhde hiileen $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$	Hiilen massaosuus, w_C [g/g]
Diesel (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)	$CH_{1,80}O_0S_0N_0$	0,869
Tiettyihin puristussytytysmoottoreihin tarkoitettu etanoli (ED95)	$CH_{2,92}O_{0,46}S_0N_0$	0,538
Bensiini (E10)	$CH_{1,92}O_{0,03}S_0N_0$	0,833
Bensiini (E0)	$CH_{1,85}O_0S_0N_0$	0,866
Etanoli (E85)	$CH_{2,73}O_{0,36}S_0N_0$	0,576
Nestekaasu	$CH_{2,64}O_0S_0N_0$	0,819
Maakaasu/biometaani	$CH_{3,78}O_{0,016}S_0N_0$	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 α ja β, jotka lisätään yhtälöön kaikissa tapauksissa, mutta arvoiksi γ ja δ voidaan haluttaessa asettaa nolla, jos niiden arvo on nolla taulukon 7.3 vastaavalla rivillä.

$$W_C = \frac{1 \cdot M_C}{M_C + \alpha \cdot M_H + \beta M_O + \gamma \cdot M_S + \delta M_N} \qquad (7\text{-}82)$$

jossa:

M_C = hiilen moolimassa

α = palavan polttoaineseoksen atomisen vedyn ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

M_H = vedyn moolimassa

β = palavan polttoaineseoksen hapen ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

M_O = hapen moolimassa

γ = palavan polttoaineseoksen rikin ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

M_S = rikin moolimassa

δ = palavan polttoaineseoksen atomisen typen ja hiilen suhde painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

M_N = typen moolimassa

▼B

3.3.4 HC:n kokonaispitoisuuden (THC) alkukontaminaation korjaus

HC:n mittaamista varten lasketaan $x_{THC[THC\text{-}FID]}$ käyttämällä liitteessä VI olevan 7.3.1.2 kohdan mukaista alkuperäistä THC-alkukontaminaation arvoa $x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ yhtälössä (7-83):

$$x_{\mathrm{THC[THC-FID]_{cor}}} = x_{\mathrm{THC[THC-FID]_{uncorr}}} - x_{\mathrm{THC[THC-FID]_{init}}} \quad (7\text{-}83)$$

jossa:

$x_{THC[THC\text{-}FID]cor}$ = kontaminaatiokorjattu THC-pitoisuus [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]uncorr}$ = korjaamaton THC-pitoisuus [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ = 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 kemikaalitaseet

3.4.1 Yleistä

Virtojen, virtojen sisältämän veden määrän ja virtojen aineosien märkäpitoisuuksien laskennassa voidaan käyttää polttoaineen, imuilman ja pakokaasun kemikaalitaseita. Kun tiedetään yksi joko polttoaineen, imuilman tai pakokaasun virta, voidaan kemikaalitaseiden avulla määrittää kaksi muuta. Toisin sanoen esimerkiksi raakapakokaasuvirta voidaan määrittää kemikaalitaseiden ja joko imuilmavirran tai polttoainevirran perusteella.

3.4.2 Kemikaalitaseiden käyttöä edellyttävät menettelyt

Kemikaalitaseita tarvitaan määritettäessä seuraavia:

a) Veden määrä laimennetussa tai raakapakokaasussa, x_{H2Oexh}, kun sitä vesimäärää, joka tarvitaan näytteenottojärjestelmän poistamaa vettä vastaavan korjauksen tekemiseksi, ei mitata.

b) Laimennusilman virtauspainotettu keskiosuus laimennetussa pakokaasussa, $x_{dil/exh,}$ kun laimennusilmavirtaa ei mitata taustapäästökorjauksen tekemistä varten. On huomattava, että jos kemikaalitaseita käytetään tähän tarkoitukseen, pakokaasua pidetään stoikiometrisenä, vaikka se ei sitä olisikaan.

▼B

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_{H2Oexh}, laimennusilman osuus laimennetussa pakokaasussa (tai ilman ylimäärä raakapakokaasussa), $x_{dil/exh}$, sekä tuotteiden määrä hiililuvun 1 perusteella kuivan mitatun virran kuivaa moolia kohti, $x_{Ccombdry}$. Kemikaalitaseessa voidaan käyttää palamisilman kosteuden ja laimennusilman kosteuden aikapainotettuja keskiarvoja sillä edellytyksellä, että palamisilman ja laimennusilman kosteus pysyy toleranssin ± 0,0025 mol/mol sisällä kunkin suureen testiaikavälin aikaisesta keskiarvosta. Kunkin päästöpitoisuuden, x, ja vesimäärän, x_{H2Oexh}, osalta on määritettävä niiden täysin kuivat pitoisuudet, x_{dry} ja $x_{H2Oexhdry}$. 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:

a) Mitatut pitoisuudet, kuten $x_{CO2meas}$, x_{NOmeas} ja x_{H2Oint}, muunnetaan kuivapitoisuuksiksi jakamalla ne arvolla 1 miinus arvojen mittauksen aikana läsnä olleen veden määrä, esimerkiksi $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$ ja x_{H2Oint}. Jos veden määrä ”märän” mittauksen aikana on sama kuin tuntematon veden määrä pakokaasuvirrassa, x_{H2Oexh}, arvo on ratkaistava iteratiivisesti yhtälöjärjestelmässä. Jos mitataan vain NO_x:n kokonaisarvo eikä arvoja NO ja NO_2 erikseen, on kemikaalitaseita varten hyvän teknisen käytännön mukaisesti arvioitava NO_x:n kokonaismäärän jakautuminen NO:n ja NO_2:n välillä. NO_x:n moolipitoisuuden, x_{NOx}, voidaan olettaa olevan 75 prosenttia NO:ta ja 25 prosenttia NO_2:ta. NO_2:ta sisältävien jälkikäsittelyjärjestelmien osalta voidaan olettaa, että x_{NOx} on 25 prosenttia NO:ta ja 75 prosenttia NO_2:ta. NO_x-päästöjen massan laskennassa on käytettävä NO_2:n moolimassaa NO_x:n todellisena kokonaismoolimassana riippumatta siitä, mikä on NO_2:n todellinen osuus NO_x:stä.

b) Tämän kohdan d alakohdassa esitetyt yhtälöt (7-82)–(7-99) syötetään tietokoneohjelmaan, jolla voidaan iteratiivisesti ratkaista arvot x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ ja $x_{dil/exh}$. Suureiden x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ ja $x_{dil/exh}$ alkuarvot on arvattava hyvän teknisen käytännön mukaisesti. Veden määrä alkuarvoksi suositellaan määrää, joka on noin kaksi kertaa imu- tai laimennusilman veden määrä. Suureen $x_{Ccombdry}$ alkuarvoksi suositellaan mitattujen CO_2-, CO- ja THC-arvojen summaa. Suureen x_{dil} alkuarvoksi suositellaan arvoa 0,75:n ja 0,95:n väliltä, esimerkiksi arvoa 0,8. Arvoja iteroidaan yhtälöjärjestelmässä, kunnes kaikki viimeisimmät päivitetyt arvaukset ovat ±1 prosentin sisällä vastaavista viimeisimmistä lasketuista arvoista.

c) Tämän kohdan d alakohdassa esitetyssä yhtälöjärjestelmässä käytetään seuraavia symboleja ja alaindeksejä; x:n yksikkönä on mol/mol.

Symboli	Kuvaus
$x_{dil/exh}$	Laimennuskaasun tai ylimääräisen ilman määrä pakokaasun moolia kohti
x_{H2Oexh}	H_2O:n määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti

▼B

Symboli	Kuvaus
$x_{Ccombdry}$	Polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti
$x_{H2Oexhdry}$	Veden määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun kuivaa pakokaasun 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
$x_{O2intdry}$	Imuilman O_2-määrä kuivan imuilman moolia kohti; oletuksena voidaan käyttää arvoa $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol
$x_{CO2intdry}$	Imuilman CO_2-määrä kuivan imuilman moolia kohti; $x_{CO2intdry}$ = 375 µmol/mol voidaan käyttää, mutta todellisen pitoisuuden mittaamista imuilmassa suositellaan
$x_{H2Ointdry}$	Imuilman H_2O-määrä kuivan imuilman moolia kohti
x_{CO2int}	Imuilman CO_2-määrä imuilman moolia kohti
x_{CO2dil}	Laimennuskaasun CO_2-määrä laimennuskaasun moolia kohti
$x_{CO2dildry}$	Laimennuskaasun CO_2-määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti; jos laimentimena käytetään ilmaa, oletusta $x_{CO2dildry}$ = 375 µmol/mol voidaan käyttää, mutta todellisen pitoisuuden mittaamista imuilmassa suositellaan
$x_{H2Odildry}$	Laimennuskaasun H_2O-määrä kuivan laimennuskaasun moolia kohti
x_{H2Odil}	Laimennuskaasun H_2O-määrä laimennuskaasun moolia kohti
$x_{[emission]meas}$	Mitatun päästön määrä näytteessä kyseisen kaasuanalysaattorin kohdalla
$x_{[emission]dry}$	Päästön määrä kuivan näytteen kuivaa moolia kohti
$x_{H2O[emission]meas}$	Veden määrä näytteessä päästön havainnointikohdassa; nämä arvot on mitattava tai estimoitava 9.3.2.3.1 kohdan mukaisesti

▼B

Symboli	Kuvaus
x_{H2Oint}	Veden määrä imuilmassa imuilman kosteusmittauksen perusteella
K_{H2Ogas}	Vesi-kaasureaktion tasapainokerroin. 3,5 tai voidaan laskea oma arvo hyvän teknisen käytännön mukaisesti.
α	Palavan polttoaineseoksen atomisen vedyn ja hiilen suhde ($CH_\alpha O_\beta$) painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan
β	Palavan polttoaineseoksen hapen ja hiilen suhde ($CH_\alpha O_\beta$) painotettuna molaarisen kulutuksen mukaan

d) Arvot $x_{dil/exh}$, x_{H2Oexh} ja $x_{Ccombdry}$ ratkaistaan iteratiivisesti seuraavien yhtälöiden avulla [(7-84)–(7-101)]:

$$x_{dil/exh} = 1 - \frac{x_{raw/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad (7\text{-}84)$$

$$x_{H2Oexh} = \frac{x_{H2Oexhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad (7\text{-}85)$$

$$x_{Ccombdry} = x_{CO2dry} + x_{COdry} + x_{THCdry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry} - x_{CO2int} \cdot x_{int/exhdry} \quad (7\text{-}86)$$

$$x_{H2dry} = \frac{x_{COdry} \cdot (x_{H2Oexhdry} - x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry})}{K_{H2Ogas} \cdot (x_{CO2dry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry})} \quad (7\text{-}87)$$

$$x_{H2Oexhdry} = \frac{\alpha}{2}(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) + x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry} + x_{H2Oint} \cdot x_{int/exhdry} - x_{H2dry} \quad (7\text{-}88)$$

$$x_{dil/exhdry} = \frac{x_{dil/exh}}{1 - x_{H2Oexh}} \quad (7\text{-}89)$$

$$x_{int/exhdry} = \frac{1}{2 \cdot x_{O2int}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) - (x_{COdry} - x_{NOdry} - 2x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] \quad (7\text{-}90)$$

$$x_{raw/exhdry} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta + \delta\right)(x_{Ccombdry} - x_{THCdry}) + (2x_{THCdry} + x_{COdry} - x_{NO2dry} + x_{H2dry})\right] + x_{int/exhdry} \quad (7\text{-}91)$$

$$x_{O2int} = \frac{0{,}209820 - x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad (7\text{-}92)$$

$$x_{CO2int} = \frac{x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad (7\text{-}93)$$

$$x_{H2Ointdry} = \frac{x_{H2Oint}}{1 - x_{H2Oint}} \quad (7\text{-}94)$$

$$x_{CO2dil} = \frac{x_{CO2dildry}}{1 + x_{H2Odildry}} \quad (7\text{-}95)$$

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad (7\text{-}96)$$

$$x_{COdry} = \frac{x_{COmeas}}{1 - x_{H2OCOmeas}} \quad (7\text{-}97)$$

▼B

$$x_{\text{CO2dry}} = \frac{x_{\text{CO2meas}}}{1 - x_{\text{H2OCO2meas}}} \quad (7\text{-}98)$$

$$x_{\text{NOdry}} = \frac{x_{\text{NOmeas}}}{1 - x_{\text{H2ONOmeas}}} \quad (7\text{-}99)$$

$$x_{\text{NO2dry}} = \frac{x_{\text{NO2meas}}}{1 - x_{\text{H2ONO2meas}}} \quad (7\text{-}100)$$

$$x_{\text{THCdry}} = \frac{x_{\text{THCmeas}}}{1 - x_{\text{H2OTHCmeas}}} \quad (7\text{-}101)$$

Kemikaalitaselaskennan lopuksi lasketaan moolivirta 3.5.3 ja 3.6.3 kohdan mukaisesti.

3.4.4 NO_x-arvon kosteuskorjaus

Kaikki NO_x-pitoisuudet, myös laimennusilman taustapitoisuudet, on korjattava imuilman kosteuden osalta käyttäen yhtälöä (7-102) tai (7-103):

a) Puristussytytysmoottorit:

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (9{,}953 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}832) \quad (7\text{-}102)$$

b) Kipinäsytytysmoottorit:

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (18{,}840 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}68094) \quad (7\text{-}103)$$

jossa:

x_{NOxuncor} = pakokaasun korjaamaton NO_x-moolipitoisuus [µmol/mol]

x_{H2O} = veden määrä imuilmassa [mol/mol]

3.5 Kaasumaiset raakapäästöt

3.5.1 Kaasupäästöjen massa

Kaasumaisen päästön testikohtaisen kokonaismassan m_{gas} [g/testi] laskemiseksi sen moolipitoisuus kerrotaan sen vastaavalla moolivirralla ja pakokaasun moolimassalla. Sen jälkeen suoritetaan integrointi testisyklille [yhtälö (7-104)]:

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \quad (7\text{-}104)$$

jossa:

M_{gas} = geneerisen kaasupäästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

x_{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):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \Rightarrow \quad (7\text{-}105)$$
$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{\text{exh}i} \cdot x_{\text{gas}i}$$

▼B

jossa:

M_{gas} = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

x_{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_{gas} [g/testi] lasketaan yhtälöstä (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (7\text{-}106)$$

jossa:

M_{gas} = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

x_{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_{gas} [g/testi] lasketaan yhtälöstä (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}107)$$

jossa:

M_{gas} = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = pakokaasun moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]

Δt = testausaikavälin kesto

c) Kun kyseessä on eränäytteenotto ja riippumatta siitä, onko virtaus vaihteleva vai vakaa, yhtälö (7-104) voidaan yksinkertaistaa yhtälöksi (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \quad (7\text{-}108)$$

jossa:

M_{gas} = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]

f = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

N = mittausten lukumäärä [-]

▼B

3.5.2 Pitoisuuden kuiva-märkämuunnos

Tässä kohdassa käytettävät parametrit on saatu kohdan 3.4.3 mukaisten kemikaalitaselaskelmien tuloksista. Kaasun moolipitoisuuksien väliset suhteet mitatussa virrassa x_{gasdry} ja x_{gas} [mol/mol] ovat seuraavat ilmaistuna kuiva- ja märkäpitoisuutena yhtälöt (7-109) ja (7-110)]:

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H2O}}} \quad (7\text{-}109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H2Odry}}} \quad (7\text{-}110)$$

jossa:

x_{H2O} = veden mooliosuus mitatussa virrassa märkäpitoisuutena [mol/mol]

x_{H2Odry} = 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:

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[\frac{(1 - x_{\text{H2Oexh}})}{1 - x_{\text{H2O[emission]meas}}} \right] \quad (7\text{-}111)$$

jossa:

$x_{[emission]meas}$ = päästön mooliosuus mitatussa virrassa mittauspaikassa [mol/mol]

$x_{H2O[emission]meas}$ = veden määrä mitatussa virrassa pitoisuusmittauskohdassa [mol/mol]

x_{H2Oexh} = 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, $\dot{n}_{exh}$, imuilman mitatun moolivirran, $\dot{n}_{int}$, tai polttoaineen mitatun massavirran, $\dot{m}_{fuel}$, 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 $\dot{n}_{int}$ tai $\dot{m}_{fuel}$ päivitetään ja kirjataan.

a) Kampikammiovirtaus. Raakapakokaasuvirta voidaan laskea arvon $\dot{n}_{int}$ tai $\dot{m}_{fuel}$ perusteella vain jos vähintään yksi seuraavista pitää paikkansa kampikammiopäästövirran suhteen:

i) Testimoottorissa on vakiotyyppinen päästöjenrajoitusjärjestelmä, johon kuuluu suljettu kampikammio ja joka johtaa kampikammiovirran takaisin imuilmaan virtaussuunnassa imuilman virtausmittarin jälkeen.

ii) Päästötestauksen aikana avoimen kampikammion virta on johdettava pakokaasuun liitteessä VI olevan 6.10 kohdan mukaisesti.

▼B

iii) Avoimen kampikammion päästöt ja virta mitataan ja lisätään ominaispäästölaskelmiin.

iv) 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 $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] lasketaan arvon $\dot{n}_{int}$ perusteella yhtälöstä (7-112):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{n}_{\text{int}}}{1 + \frac{(x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{raw/exhdry}})}{(1+x_{\text{H2Oexhdry}})}} \quad (7\text{-}112)$$

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]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = veden määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

c) Polttoaineen massavirtaan perustuva moolivirran laskenta

Moolivirta $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] lasketaan arvon $\dot{m}_{fuel}$ perusteella seuraavasti:

Laboratoriotestissä tätä laskelmaa voidaan käyttää ainoastaan erillisten moodien NRSC:ssä ja RMC:ssä [yhtälö (7-113)]:

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{m}_{\text{fuel}} \cdot (1 + x_{\text{H2Oexhdry}})}{M_{\text{C}} \cdot x_{\text{Ccombdry}}} \quad (7\text{-}113)$$

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]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = veden määrä mitatun virran kuivaa moolia kohti [mol/mol]

M_{C} = hiilen moolimassa 12,0107 g/mol

x_{Ccombdry} = polttoaineesta peräisin olevan hiilen määrä pakokaasussa kuivan pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

▼B

d) Imuilman mitattuun moolivirtaan, laimennetun pakokaasun moolivirtaan ja laimennoksen kemikaalitaseeseen perustuva pakokaasun moolivirran laskenta

Pakokaasun moolivirta $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] voidaan laskea imuilman mitatun moolivirran,$\dot{n}_{int}$, laimennetun pakokaasun mitatun moolivirran,$\dot{n}_{dexh}$, ja 3.4.3 kohdassa esitettyä kemikaalitasetta käyttäen laskettujen arvojen perusteella. Kemikaalitaseen on perustuttava laimennetun pakokaasun pitoisuuksille. Jatkuvan virran laskentaa varten määritetään 3.4.3 kohdassa tarkoitettu kemikaalitase samalla taajuudella kuin arvo $\dot{n}_{int}$ ja $\dot{n}_{dexh}$ päivitetään ja kirjataan. Tätä laskettua arvoa $\dot{n}_{dexh}$ 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 $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] voidaan laskea laimennetun pakokaasun ja imuilman moolivirrasta seuraavasti:

$$\dot{n}_{exh} = (x_{raw/exhdry} - x_{int/exhdry}) \cdot (1 - x_{H2Oexh}) \cdot \dot{n}_{dexh} + \dot{n}_{int} \qquad (7\text{-}114)$$

jossa:

$\dot{n}_{exh}$ = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan [mol/s];

$x_{int/exhdry}$ = varsinaisten palamistuotteiden tuottamiseksi tarvittavan imuilman määrä kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

$x_{raw/exhdry}$ = laimentamattoman pakokaasun määrä (ilman ylimääräistä ilmaa) kuivan (raa'an tai laimennetun) pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

x_{H2Oexh} = veden määrä pakokaasussa pakokaasun moolia kohti [mol/mol]

$\dot{n}_{dexh}$ = laimennetun pakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan [mol/s]

$\dot{n}_{int}$ = imuilman moolivirta, johon sisältyy imuilman kosteus [mol/s].

3.6 Laimennetut kaasupäästöt

3.6.1 Massapäästön laskenta ja taustakorjaus

Kaasupäästöjen massa m_{gas} [g/testi] lasketaan päästöjen moolivirtojen funktiona seuraavasti:

a) Jatkuva näytteenotto, vaihteleva virtaus, lasketaan yhtälöstä (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \qquad \text{[ks. yhtälö (7-106)]}$$

jossa:

Mgas = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

x_{gasi} = geneerisen kaasun hetkellinen moolipitoisuus (märkä) [mol/mol]

f = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

N = mittausten lukumäärä [-]

▼B

Jatkuva näytteenotto, vakaa virtaus, lasketaan yhtälöstä (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{[ks. yhtälö (7-107)]}$$

jossa:

Mgas = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = pakokaasun moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = kaasupäästön keskimääräinen mooliosuus (märkä) [mol/mol]

Δt = testausaikavälin kesto

b) Eränäytteenoton osalta käytetään yhtälöä (7-108) sekä vaihtelevalla että vakaalla virtauksella:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \qquad \text{[ks. yhtälö (7-108)]}$$

jossa:

Mgas = geneerisen päästön moolimassa [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = pakokaasun hetkellinen moolivirta (märkä) [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = 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.

i) Ensin määritetään laimennusilman moolivirta $\dot{n}_{airdil}$ [mol/s] testiaikavälin ajalta. Se voi olla mitattu arvo tai arvo, joka on laskettu laimennetun pakokaasuvirran ja laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotetun keskiosuuden perusteella $\bar{x}_{dil/exh}$.

ii) Laimennusilman kokonaismäärä n_{airdil} [mol] kerrotaan taustapitoisuuden keskiarvolla. Keskiarvo voi olla aikapainotettu tai virtauspainotettu (esim. suhteellisella näytteenotolla saatu tausta-arvo). Arvon n_{airdil} ja taustapitoisuuden keskiarvon tulo on taustapäästön kokonaisarvo.

iii) Jos tulos on moolimäärä, se on muunnettava taustapäästön massaksi m_{bkgnd} [g] kertomalla se päästön moolimassalla M_{gas} [g/mol].

iv) Taustapäästökorjaus tehdään vähentämällä taustamassan kokonaisarvo massan kokonaisarvosta.

v) Laimennusilman kokonaisvirta voidaan määrittää suoralla virtausmittauksella. Siinä tapauksessa taustapäästön kokonaismassa on laskettava käyttämällä laimennusilmavirran arvoa n_{airdil}. Taustamassa vähennetään kokonaismassasta. Tulosta käytetään ominaispäästölaskelmissa.

▼B

vi) 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_{dexh}. Saatu tulos kerrotaan sitten laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotetulla keskiosuudella. $\overline{x}_{dil/exh}$Näissä kahdessa tapauksessa v) ja vi) käytetään yhtälöitä (7-115) ja (7-116):

tai

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \text{ jossa} \quad (7\text{-}115)$$
$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \overline{x}_{dil/exh} \cdot \overline{x}_{bkgnd} \cdot n_{dexh}$$

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd} \quad (7\text{-}116)$$

jossa:

m_{gas} = kaasupäästön kokonaismassa [g]

m_{bkgnd} = kokonaistaustamassat [g]

m_{gascor} = taustapäästökorjattu kaasumassa [g]

M_{gas} = geneerisen kaasupäästön moolimassa [g/mol]

x_{gasdil} = kaasupäästön pitoisuus laimennusilmassa [mol/mol]

n_{airdil} = laimennusilman moolivirta [mol]

$\overline{x}_{dil/exh}$ = laimennetun pakokaasun sisältämän laimennusilman virtauspainotettu keskiosuus [mol/mol]

$\overline{x}_{bkgnd}$ = taustan kaasuosuus [mol/mol]

n_{dexh} = 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 $x_{H2Odildry}$ [mol/mol] voidaan laskea yhtälöstä (7-96):

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{[(ks. yhtälö (7-96)]}$$

jossa:

x_{H2Odil} = veden mooliosuus laimennusilmavirrassa [mol/mol]

3.6.3 Pakokaasun moolivirta

a) Laskenta kemikaalitaseen avulla

Moolivirta $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] voidaan laskea polttoaineen massavirran $\dot{m}_{fuel}$ perusteella yhtälöstä (7-113):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_{C} \cdot (1 + x_{H2Oexhdry})}{M_{C} \cdot x_{Ccombdry}} \quad \text{(ks. yhtälö 7-113)}$$

▼B

jossa:

$\dot{n}_{exh}$ = raakapakokaasun moolivirta, josta päästöt mitataan

$\dot{m}_{fuel}$ = polttoainevirta, johon sisältyy imuilman kosteus [g/s]

w_C = hiilen massaosuus kyseisessä polttoaineessa [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = veden määrä mitatun virran kuivaa moolia kohti [mol/mol]

M_C = hiilen moolimassa 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = 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.

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \quad (7\text{-}117)$$

kun:

$$V_{rev} = \frac{a_1}{f_{n,PDP} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + a_0} \quad (7\text{-}118)$$

jossa:

a_1 = kalibrointikerroin [m^3/s]

a_0 = kalibrointikerroin [m^3/rev]

p_{in}, p_{out} = tulo-/lähtöpaine [Pa]

R = molaarinen kaasuvakio [J/(mol·K)]

T_{in} = tulolämpötila [K]

V_{rev} = PDP:n pumppausmäärä [m^3/rev]

$f_{n.,PDP}$ = 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 $R_e^{\#}$ suhdetta kuvaavan yhtälön perusteella.

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}119)$$

jossa:

p_{in} = tulopaine [Pa]

A_t = venturin kurkun poikkipinta-ala [m^2]

R = molaarinen kaasuvakio [J/(mol·K)]

T_{in} = tulolämpötila [K]

Z = puristuvuuskerroin

▼B

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):

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}120)$$

jossa:

p_{in} = tulopaine [Pa]

A_t = venturin kurkun poikkipinta-ala [m^2]

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 määritys

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):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7\text{-}121)$$

jossa:

$\dot{n}_i$ = hetkellinen pakokaasun moolivirta [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = hiukkasten keskipitoisuus [g/mol]

Δt_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):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}122)$$

▼B

jossa:

$\dot{n}$ = pakokaasun moolivirta [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = hiukkasten keskipitoisuus [g/mol]

Δt = testausaikavälin kesto [s]

Kun näytteenotto tapahtuu vakaalla laimennussuhteella (*DR*), m_{PM} [g] lasketaan yhtälöstä (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7\text{-}123)$$

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)]:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7\text{-}124)$$

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)]:

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7\text{-}125)$$

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):

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \quad (7\text{-}126)$$

jossa:

P_i = moottorin hetkellinen teho [kW]

n_i = moottorin hetkellinen pyörimisnopeus [rpm]

T_i = moottorin hetkellinen vääntömomentti [Nm]

▼B

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):

$$T_i = T_{i,\text{meas}} + T_{i,\text{AUX}} \quad (7\text{-}127)$$

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_{gas} [g/kWh] lasketaan seuraavasti testisyklin tyypin mukaan:

$$e_{\text{gas}} = \frac{m_{\text{gas}}}{W_{\text{act}}} \quad (7\text{-}128)$$

jossa:

m_{gas} = päästön kokonaismassa [g/testi]

W_{act} = syklin työ [kWh]

Kun kyseessä on NRTC-testi, muiden kaasupäästöjen kuin CO_2:n osalta lopullinen testitulos e_{gas} [g/kWh] on kylmäkäynnistysajon ja kuumakäynnistysajon painotettu keskiarvo, joka on laskettu yhtälöllä (7-129):

$$e_{\text{gas}} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{\text{cold}}) + (0{,}9 \cdot m_{\text{hot}})}{(0{,}1 \cdot W_{\text{actcold}}) + (0{,}9 \cdot W_{\text{acthot}})} \quad (7\text{-}129)$$

jossa:

m_{cold} on kaasupäästöjen massa kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act, cold}}$ on syklin kokonaistyö kylmäkäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

m_{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 testitulos e_{CO2} [g/kWh] lasketaan CO_2:n osalta yhtälöstä (7-130):

$$e_{\text{CO2,hot}} = \frac{m_{\text{CO2,hot}}}{W_{\text{act,hot}}} \quad (7\text{-}130)$$

jossa:

$m_{\text{CO2, hot}}$ on CO_2-massapäästö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [g]

$W_{\text{act, hot}}$ on syklin kokonaistyö kuumakäynnistys-NRTC-testissä [kWh]

▼B

3.8.1.2 Erillisten moodien NRSC

Ominaispäästöt e_{gas} [g/kWh] lasketaan yhtälöstä (7-131):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{gasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}131)$$

jossa:

$\dot{m}_{gas,i}$ = moodin i keskimääräinen päästön massavirta [g/h]

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 [-]

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_{gas} [g/kWh] ja m_{gas} [g/testi] korvataan arvoilla e_{PM} [g/kWh] ja m_{PM} [g/testi]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}132)$$

jossa:

m_{PM} = hiukkaspäästöjen kokonaismassa laskettuna 3.7.1 kohdan mukaisesti [g/testi]

W_{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):

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}133)$$

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):

$$e_{PM} = \frac{\sum_{i=1}^{N} (\dot{m}_{PMi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}134)$$

▼B

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):

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpldexhi} \cdot \overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}}{m_{smpldex} \cdot \dot{m}_{eqdexhweti}} \quad (7\text{-}135)$$

jossa:

$m_{smpldexhi}$ = hiukkasnäytesuodattimien läpi kulkeneen laimennetun pakokaasunäytteen massa moodissa i [kg].

$m_{smpldexh}$ = 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 1 luetelluista painotuskertoimista.

3.8.3 Jaksoittaisesti regeneroituvien päästöjenrajoitusjärjestelmien mukauttaminen

Kun kyseessä ovat jaksoittaisesti regeneroituvilla pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmillä (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 käytettäviksi kalibrointiyhtälöissä, jotka ovat moolipohjaisia. Jäljempänä kuvaillaan tietyn tyyppisiä virtausmittareita koskevat kalibrointilaskelmat.

▼B

3.9.1 Vertailumittareita koskevat muunnokset

Tämän jakson kalibrointiyhtälöissä käytetään vertailumääränä moolivirtaa $\dot{n}_{ref}$. Jos käytössä oleva vertailumittari ilmoittaa virtauksen muuna suureena, kuten vakiotilavuusvirtana $\dot{V}_{stdref}$, todellisena tilavuusvirtana $\dot{V}_{actdref}$ 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 asetuspisteessä virtausmittarin kalibroinnin aikana.

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7\text{-}136)$$

jossa:

$\dot{n}_{ref}$ = vertailumoolivirta [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = vertailutilavuusvirta korjattuna vakiopaineen ja vakiolämpötilan mukaan [m^3/s]

$\dot{V}_{actref}$ = vertailutilavuusvirta todellisessa paineessa ja lämpötilassa [m^3/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 [Pa]

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):

$$V_{rev} = \frac{\overline{\dot{n}_{ref}} \cdot R \cdot \overline{T}_{in}}{\overline{p}_{in} \cdot \overline{f}_{nPDP}} \quad (7\text{-}137)$$

jossa:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = vertailumoolivirran keskiarvo [mol/s]

R = molaarinen kaasuvakio [J/(mol · K)]

$\overline{T}_{in}$ = tulolämpötilan keskiarvo [K]

$\overline{P}_{in}$ = tulopaineen keskiarvo [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = keskikierrosnopeus [rev/s]

b) PDP:n luiston korjauskerroin K_s [s/rev]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}}} \quad (7\text{-}138)$$

jossa:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = vertailumoolivirta [mol/s]

▼B

$\overline{T}_{in}$ = tulolämpötilan keskiarvo [K]

$\overline{P}_{in}$ = tulopaineen keskiarvo [Pa]

$\overline{P}_{out}$ = lähtöpaineen keskiarvo [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = PDP:n keskikierrosnopeus [rev/s]

R = molaarinen kaasuvakio [J/(mol · K)]

c) Tehdään PDP:n kierrosta kohti pumppaaman 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 $\overline{f}_{nPDP}$eri arvoilla.

Taulukko 7.4

Esimerkki PDP:n kalibrointitiedoista

$\overline{f}_{nPDP}$[rev/min]	$\overline{f}_{nPDP}$[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
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 olettamukset

Tässä jaksossa kuvaillaan ventureihin liittyvät yhtälöt ja sallitut olettamukset, joita käytetään venturin kalibroinnissa ja virtauksen laskennassa venturia käyttäen. Koska aliääniventuri (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 olettamukset 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 virtauskertoimen C_f yhtälö perustuu ideaalikaasuolettamukseen ja että isentrooppinen eksponentti γ 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 γ:n arvojen määrittämiseksi mitattujen paineiden ja lämpötilojen funktiona tai määrittää erityiset kalibrointiyhtälöt. Moolivirta $\dot{n}$ [mol/s] lasketaan yhtälöstä (7-139):

▼B

$$\dot{n} = C_{d} \cdot C_{f} \cdot \frac{A_{t} \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}139)$$

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^2]

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:

$$C_{d} = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}{C_{f} \cdot A_{t} \cdot p_{in}} \quad (7\text{-}140)$$

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 β (venturin kurkun ja sisääntulon läpimittojen suhde) ja γ (kaasuseoksen ominaislämpötilojen suhde) perusteella käyttäen lineaarista interpolointia väliarvojen saamiseksi.

Taulukko 7.5

CFV-virtausmittareiden arvot C_{fCFV}, β and γ

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1,385	$\gamma_{dexh} = \gamma_{air}$ = 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

▼B

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1,385	$\gamma_{dexh} = \gamma_{air}$ = 1,399
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):

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (7\text{-}141)$$

jossa:

γ = isentrooppinen eksponentti [-]. Ideaalikaasun osalta tämä on kaasuseoksen ominaislämpötilojen suhde c_p/c_V.

r = painesuhde määritettynä tämän kohdan c alakohdan 3 kohdan mukaisesti

β = venturin kurkun ja sisääntulon läpimittojen suhde

c) Painesuhde r lasketaan seuraavasti:

i) Vain SSV-järjestelmien osalta r_{SSV} lasketaan yhtälöstä (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7\text{-}142)$$

jossa:

Δp_{ssv} = staattinen paine-ero; venturin sisääntulo miinus venturin kurkku [Pa]

ii) Vain CFV-järjestelmien osalta r_{CFV} lasketaan iteratiivisesti yhtälöstä (7-143):

$$r_{CFV}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} + \left(\frac{\gamma - 1}{2}\right) \cdot \beta^4 \cdot r_{CFV}^{\frac{2}{\gamma}} = \frac{\gamma + 1}{2} \quad (7\text{-}143)$$

d) Käytettäviin yhtälöihin voidaan soveltaa jotakin seuraavista yksinkertaistavista olettamuksista, 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;

▼B

ii) Raakapakokaasun koko alueen osalta voidaan olettaa, että ominaislämpötilojen suhde on vakio: γ = 1,385;

iii) Laimennetun pakokaasun ja ilman (esim. kalibrointi-ilman tai laimennusilman) koko alueen osalta voidaan olettaa, että ominaislämpötilojen suhde on vakio: γ = 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_{H2O} funktiona, joka lasketaan yhtälöstä (7-144):

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O} \cdot (x_{H2O}) \quad (7\text{-}144)$$

jossa:

M_{air} = 28,96559 g/mol

M_{H2O} = 18,01528 g/mol

x_{H2O} = 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_{mix} on vakio, kunhan oletettu moolimassa eroaa enintään ± 1 prosenttia moolimassan estimoidusta vähimmäis- ja enimmäisarvosta kalibroinnin ja testauksen aikana. Tämä olettamus 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_{mix} voidaan olettaa olevan vakio

Jos kalibrointi-ilman T_{dew} (°C) on...	oletetaan, että M_{mix} (g/mol) on seuraava vakioarvo	kun T_{dew} (°C) on seuraavalla alueella päästötestien aikana [a]
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

[a] Alue, jota sovelletaan kaikkiin kalibrointeihin ja päästötesteihin ilmanpainealueella (80 000–103 325) kPa.

▼B

3.9.4 Aliääniventurin (SSV) kalibrointi

a) Mooliperustainen menettely. SSV-virtausmittarin kalibroimiseksi on suoritettava seuraavat vaiheet:

i) Kullekin vertailumoolivirralle lasketaan Reynoldsin luku $Re^{\#}$ käyttäen venturin kurkun läpimittaa d_t [yhtälö (7-145)]. Koska arvon $Re^{\#}$ laskemiseksi tarvitaan dynaamisen viskositeetin μ arvo, voidaan käyttää erityistä viskositeettimallia arvon μ määrittämiseksi kalibrointikaasulle (joka on yleensä ilma) hyvän teknisen käytännön mukaisesti [yhtälö (7-146)]. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Sutherlandin kolmen tekijän viskositeettimallia μ:n likiarvon määrittämiseksi seuraavasti (ks. taulukko 7.7):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{\text{mix}} \cdot \dot{n}_{\text{ref}}}{\pi \cdot d_{\text{t}} \cdot \mu} \qquad (7\text{-}145)$$

jossa:

d_t = SSV:n kurkun läpimitta [m]

M_{mix} = seoksen moolimassa [kg/mol]

$\dot{n}_{ref}$ = vertailumoolivirta [mol/s]

ja käyttää Sutherlandin kolmen tekijän viskositeettimallia seuraavasti:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{\text{in}}}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0 + S}{T_{\text{in}} + S}\right) \qquad (7\text{-}146)$$

jossa:

μ = kalibrointikaasun dynaaminen viskositeetti [kg /(m · s)]

μ_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 (a)	μ_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_2	$1{,}370 \times 10^{-5}$	273	222	190–1 700	≤ 3 600
H_2O	$1{,}12 \times 10^{-5}$	350	1 064	360–1 500	≤ 10 000
O_2	$1{,}919 \times 10^{-5}$	273	139	190–2 000	≤ 2 500
N_2	$1{,}663 \times 10^{-5}$	273	107	100–1 500	≤ 1 600

(a) Taulukossa annettuja parametreja voidaan käyttää vain annetuille puhtaille kaasuille. Kaasuseosten viskositeetin laskennassa käytettäviä parametreja ei saa yhdistellä.

▼B

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.

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7\text{-}147)$$

iii) Suoritetaan pienimmän neliösumman regressioanalyysi parhaiten sopivien (best-fit) tekijöiden määrittämiseksi yhtälöä varten sekä yhtälön regressiotilastojen, estimaatin keskivirheen *SEE* ja determinaatiokertoimen r^2 laskemiseksi lisäyksen 3 mukaisesti.

iv) Jos yhtälö täyttää ehdon $SEE < 0{,}5\ \%\ n_{ref\ max}$ (tai $\dot{m}_{refmax}$) ja $r^2 \geq 0{,}995$, yhtälöä voidaan käyttää arvon C_d määrittämiseksi päästötestejä varten 3.6.3 kohdan b alakohdassa kuvaillulla 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 purkauskertoimen 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:

▼B

i) Kunkin kalibrointipisteen arvo C_d lasketaan kussakin asetuspisteessä 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.

$$r = 1 - (\Delta p/p_{in}) \quad (7\text{-}148)$$

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.

▼B

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 kynnysarvo 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 kaasuanalysaattorisignaaleja. 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:

a) Kukin kirjattu pitoisuus x_i korjataan jatkuvan näytteenoton tai eränäytteenoton osalta, $\bar{x}$.

b) Siirtymäkorjaus lasketaan yhtälöstä (7-149):

$$x_{i\text{driftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}149)$$

jossa:

$x_{i\text{driftcor}}$ = siirtymäkorjattu pitoisuus [µmol/mol]

x_{refzero} = nollakaasun vertailupitoisuus, joka on yleensä nolla, ellei sen tiedetä olevan jokin muu [µmol/mol]

x_{refspan} = vertailukaasun vertailupitoisuus [µmol/mol]

x_{prespan} = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [µmol/mol]

x_{postspan} = kaasuanalysaattorin vaste vertailukaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [µmol/mol]

x_i or $\bar{x}$ = kirjattu pitoisuus, eli mitattu testin aikana ennen siirtymäkorjausta [µmol/mol]

▼B

$x_{prezero}$ = kaasuanalysaattorin vaste nollakaasupitoisuuteen ennen testiaikaväliä [µmol/mol]

$x_{postzero}$ = kaasuanalysaattorin vaste nollakaasupitoisuuteen testiaikavälin jälkeen [µmol/mol]

c) 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, $x_{prespan}$, ei kirjata ennen testiaikaväliä, arvo $x_{prespan}$ asetetaan samaksi kuin vertailukaasun vertailupitoisuus: $x_{prespan} = x_{refspan}$.

f) Jos analysaattorin vastetta nollakaasupitoisuuteen, $x_{prezero}$, ei kirjata ennen testiaikaväliä, arvo $x_{prezero}$ asetetaan samaksi kuin nollakaasun vertailupitoisuus: $x_{prezero} = x_{refzero}$.

g) Nollakaasun vertailupitoisuus, $x_{refzero}$, on tavallisesti nolla: $x_{refzero}$ = 0 µmol/mol. Joskus voi kuitenkin olla tiedossa, että pitoisuus $x_{refzero}$ on muu kuin nolla. Esimerkiksi jos CO_2-analysaattori nollataan käyttäen ympäröivää ilmaa, voidaan käyttää ympäröivän ilman oletushiilidioksidipitoisuutta, joka on 375 µmol/mol. Tässä tapauksessa $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol. Kun analysaattori nollataan käyttäen pitoisuutta $x_{refzero}$, joka on muu kuin nolla, analysaattori on säädettävä niin, että se antaa tulokseksi todellisen $x_{refzero}$-pitoisuuden. Esimerkiksi jos $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol, analysaattori on asetettava niin, että se antaa tulokseksi arvon 375 µmol/mol, kun nollakaasu virtaa analysaattoriin.

▼B

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_2-mittauksiin perustuvalle 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.

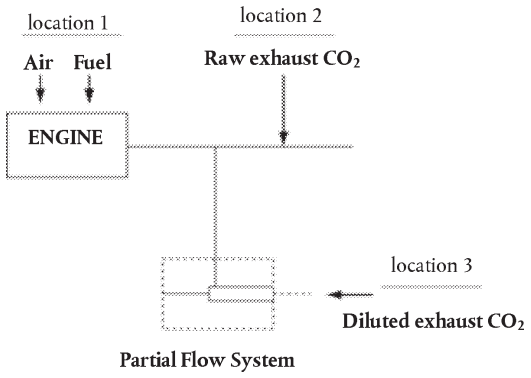
Hiilen virtaus pakokaasun mittausjärjestelmiin määräytyy polttoaineen virtauksen mukaan. Hiilen virtaus päästöjen ja hiukkasten mittausjärjestelmien näytteenottopisteissä on riippuvainen CO_2-pitoisuuksista (tai CO_2-, HC- ja CO-pitoisuuksista) ja kaasuvirtauksesta kyseisissä pisteissä.

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 $CH\alpha O\varepsilon$ lasketaan yhtälöstä (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12,011}{12,011 + \alpha + 15,9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \qquad (7\text{-}150)$$

jossa:

q_{mf} = polttoaineen massavirta [kg/s]

▼B

3. **Hiilivirta raakapakokaasussa (paikka 2)**

3.1 CO_2:n perusteella

Hiilimassavirta moottorin pakoputkessa q_{mCe} [kg/s] määritetään raakahiilidioksidipitoisuudesta ja pakokaasun massavirrasta yhtälöllä (7-151):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}151)$$

jossa:

$c_{CO2,r}$ = CO_2-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [%]

$c_{CO2,a}$ = CO_2-pitoisuus ympäröivässä ilmassa (märkä) [%]

q_{mew} = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

M_e = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO_2 mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

3.2 CO_2:n HC:n ja CO:n perusteella

Vaihtoehtona 3.1 kohdassa esitetylle pelkästään CO_2:een perustuvalle laskelmalle voidaan hiilimassavirta moottorin pakoputkessa q_{mCe} [kg/s] määrittää raa'asta CO_2-, HC- ja CO-pitoisuudesta ja pakokaasun massavirrasta yhtälöllä (7-152):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}152)$$

jossa:

$c_{CO2,r}$ = CO_2-pitoisuus (märkä) raakapakokaasussa [%]

$c_{CO2,a}$ = CO_2-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_2 tai CO mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

▼B

4. **Hiilivirta laimennusjärjestelmässä (paikka 3)**

4.1 CO_2:n perusteella

Osavirtauslaimennusjärjestelmässä on otettava huomioon myös jakosuhde. Hiilivirta vastaavanlaisessa laimennusjärjestelmässä $q_{m\mathrm{Cp}}$ [kg/s] (kun vastaavanlaisella tarkoitetaan järjestelmää, joka vastaa täysvirtausjärjestelmää, jossa koko pakokaasuvirta laimennetaan) määritetään laimennetusta CO_2-pitoisuudesta, pakokaasun massavirrasta ja näytevirrasta. Uusi yhtälö (7-153) on muutoin identtinen yhtälön (7-151) kanssa, mutta siihen on lisätty laimennuskerroin $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100}\right) \cdot q_{m\mathrm{ew}} \cdot \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{e}}} \cdot \frac{q_{m\mathrm{dew}}}{q_{m\mathrm{p}}} \qquad (7\text{-}153)$$

jossa:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = CO_2-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = CO_2-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$q_{m\mathrm{dew}}$ = laimennettu näytevirta osavirtauslaimennusjärjestelmässä [kg/s]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = pakokaasun massavirta (märkä) [kg/s]

$q_{m\mathrm{p}}$ = osavirtauslaimennusjärjestelmään tulevan pakokaasunäytteen virta [kg/s]

M_{e} = pakokaasun moolimassa [g/mol]

Jos CO_2 mitataan kuivapitoisuutena, arvo on muutettava märkäpitoisuudeksi 2.1.3 tai 3.5.2 kohdan mukaisesti.

4.2 CO_2:n HC:n ja CO:n perusteella

Osavirtauslaimennusjärjestelmässä on otettava huomioon myös jakosuhde. Vaihtoehtona 4.1 kohdassa esitetylle pelkästään CO_2:een perustuvalle laskelmalle voidaan hiilivirta vastaavanlaisessa laimennusjärjestelmässä $q_{m\mathrm{Cp}}$ [kg/s] (kun vastaavanlaisella tarkoitetaan järjestelmää, joka vastaa täysvirtausjärjestelmää, jossa koko pakokaasuvirta laimennetaan) määrittää laimennetusta CO_2-, HC- ja CO-pitoisuudesta, pakokaasun massavirrasta ja näytevirrasta. Uusi yhtälö (7-154) on muutoin identtinen yhtälön (7-152) kanssa, mutta siihen on lisätty laimennuskerroin $q_{m\mathrm{dew}}/q_{m\mathrm{p}}$.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}154)$$

jossa:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = CO_2-pitoisuus raakapakokaasussa (märkä) [%]

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = CO_2-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),d}}$ = THC(C1)-pitoisuus laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{\mathrm{THC(C1),a}}$ = THC(C1)-pitoisuus ympäröivässä ilmassa [%]

$c_{\mathrm{CO,d}}$ = CO-pitoisuus (märkä) laimennetussa pakokaasussa laimennustunnelin ulostulossa [%]

$c_{\mathrm{CO,a}}$ = CO-pitoisuus (märkä) ympäröivässä ilmassa [%]

▼B

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_2 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 (diesel) = 28,9 g/mol

M_e (nestekaasu) = 28,6 g/mol

M_e (maakaasu/biometaani) = 28,3 g/mol

M_e (bensiini) = 29,0 g/mol

▼B

Lisäys 3

Tilastot

1. **Aritmeettinen keskiarvo**

Aritmeettinen keskiarvo $\bar{y}$lasketaan yhtälöstä (7-155):

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i}{N} \tag{7-155}$$

2. **Standardipoikkeama**

Harhattoman näytteen (eli N–1) standardipoikkeama σ lasketaan yhtälöstä (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i - \bar{y})^2}{(N-1)}} \tag{7-156}$$

3. **Neliöllinen keskiarvo**

Neliöllinen keskiarvo rms_y lasketaan yhtälöstä (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \tag{7-157}$$

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 v lasketaan yhtälöistä (7-158) ja (7-159):

$$t = \frac{|\bar{y}_{ref} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}}} \tag{7-158}$$

$$v = \frac{\left(\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}\right)^2}{\frac{(\sigma_{ref}^2/N_{ref})^2}{N_{ref}-1} + \frac{(\sigma_y^2/N)^2}{N-1}} \tag{7-159}$$

b) Kun kyseessä on parittaisten otosten t-testi, t-tunnusluku ja sen vapausasteiden määrä v lasketaan yhtälöstä (7-160) ottaen huomioon, että arvot ε_i ovat virheitä (esim. eroja) kunkin arvon $y_{ref}i$ ja arvon y_i muodostaman parin välillä:

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\varepsilon} \qquad v = N - 1 \tag{7-160}$$

c) Taulukon 7.8 avulla verrataan arvoa t arvoihin t_{crit}, jotka on esitetty taulukossa vapausasteiden määrän mukaisesti. Jos t on pienempi kuin t_{crit}, t läpäisee t-testin.

Taulukko 7.8

Kriittiset *t*-arvot ja vapausasteiden määrä

v	Luotettavuus	
	90 prosenttia	95 prosenttia
1	6,314	12,706
2	2,920	4,303
3	2,353	3,182

▼B

v	Luotettavuus	
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):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \qquad (7\text{-}161)$$

a) *F*-testissä, jonka luottamustaso on 90 prosenttia, verrataan taulukon 7.9 avulla arvoa F arvoihin F_{crit90}, jotka on taulukoitu arvojen (N–1) ja (N_{ref}–1) mukaisesti. Jos F on pienempi kuin F_{crit90}, F läpäisee *F*-testin 90 prosentin luottamustasolla.

▼B

b) *F*-testissä, jonka luottamustaso on 95 prosenttia, verrataan taulukon 7.10 avulla arvoa *F* arvoihin F_{crit95}, jotka on taulukoitu arvojen (N–1) ja (N_{ref}–1) mukaisesti. Jos *F* on pienempi kuin F_{crit95}, *F* läpäisee *F*-testin 95 prosentin luottamustasolla.

6. **Kaltevuus**

Regressiolinjan kaltevuus a_{1y} lasketaan yhtälöstä (7-162):

$$a_{1y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \overline{y}) \cdot (y_{refi} - \overline{y}_{ref})}{\sum_{i=1}^{N}(y_{refi} - \overline{y}_{ref})^2} \quad (7\text{-}162)$$

7. **Leikkauspiste**

Regressiolinjan leikkauspiste a_{0y} lasketaan yhtälöstä (7-163):

$$a_{0y} = \overline{y} - (a_{1y} \cdot \overline{y}_{ref}) \quad (7\text{-}163)$$

8. **Estimaatin keskivirhe**

Estimaatin keskivirhe *SEE* lasketaan yhtälöstä (7-164):

$$SEE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{N - 2}} \quad (7\text{-}164)$$

9. **Determinaatiokerroin**

Determinaatiokerroin r^2 lasketaan yhtälöstä (7-165):

$$r_y^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{\sum_{i=1}^{N}[y_i - \overline{y}]^2} \quad (7\text{-}165)$$

▼B

Lisäys 4

VUODEN 1980 KANSAINVÄLINEN PAINOVOIMAN LASKENTA-KAAVA

Maan vetovoiman aiheuttama kiihtyvyys a_g vaihtelee sijaintipaikan mukaan, ja arvo a_g lasketaan kulloisenkin leveysasteen mukaan yhtälöstä (7-166):

$$a_g = 9{,}7803267715\ [1 + 5{,}2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \theta + 2{,}32718 \times 10^{-5} \sin^4 \theta + 1{,}262 \times 10^{-7} \sin^6 \theta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \theta] \quad (7\text{-}166)$$

jossa:

θ = astetta pohjoista tai eteläistä leveyttä.

▼B

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 muunnosaika 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):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}167)$$

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),

$\overline{c_s}$ on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasia/kuutiosenttimetri,

$\overline{f_r}$ on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}168)$$

jossa:

$c_{s,I}$ on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittaus laimennetun pakokaasun hiukkaspitoisuudesta koinsidenssikorjattuna ja korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

n on testin aikana tehtyjen hiukkaspitoisuusmittausten määrä.

▼B

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):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}169)$$

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 kalibrointikerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibrointikerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, yhtälössä (7-169) käytetään k:n arvona arvoa 1,

$\overline{c_s}$ on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen korjattu hiukkaspitoisuus korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasia/kuutiosenttimetri,

$\overline{f_r}$ on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\overline{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}170)$$

jossa:

$c_{s,I}$ on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittaus 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:

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \qquad (7\text{-}171)$$

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],

▼B

k on kalibrointikerroin, jolla korjataan hiukkaslaskurien mittaustulokset vertailulaitteen tasolle, ellei kerrointa sovelleta sisäisesti hiukkaslaskurissa. Jos kalibrointikerrointa sovelletaan sisäisesti hiukkaslaskurissa, yhtälössä (1-171) käytetään k:n arvona arvoa 1,

$\overline{c_s}$ on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus yksittäisen erillisen moodin testin aikana korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$\overline{f_r}$ on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

kun:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}172)$$

jossa:

$c_{s,I}$ on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittaus 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:

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \qquad (7\text{-}173)$$

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,

$\overline{c_s}$ on laimennetusta pakokaasusta mitattu keskimääräinen hiukkaspitoisuus yksittäisen erillisen moodin testin aikana korjattuna vakio-olosuhteisiin (273,2 K ja 101,33 kPa), hiukkasta/kuutiosenttimetri,

$\overline{f_r}$ on haihtuvien hiukkasten poistolaitteen keskimääräinen hiukkaspitoisuuden vähenemiskerroin testissä käytettyjen laimennusasetusten mukaisesti.

▼B

kun:

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}174)$$

jossa:

$c_{s,I}$ on hiukkasmäärämittarista tehty diskreetti mittaus 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. **Testitulos**

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):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7\text{-}175)$$

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 jälkikäsittelyjärjestelmän 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 ($k_{\mathrm{ru,m}}$ tai $k_{\mathrm{ru,a}}$). Jos testin aikana tapahtui jaksoittainen regeneraatio, sovelletaan mukautustekijää alaspäin ($k_{\mathrm{rd,m}}$ tai $k_{\mathrm{rd,a}}$).

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 regeneraatiosopeuttamisen tapauksessa tai kun kyse on moottoreista, joissa ei ole jaksoittaiseen regeneraatioon perustuvaa pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmää

$$e = k_r \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}176)$$

Lisättävällä tekijällä tehtävän regeneraatiosopeutuksen tapauksessa

$$e = k_r + \left(\frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}177)$$

▼B

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 regeneraatiosopeutus liitteessä VI olevan 6.6.2 kohdan mukaisesti tai kun kyse on moottoreista, joissa ei ole jaksoittaiseen regeneraatioon perustuvaa pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmää; $k_r = 1$

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):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad (7\text{-}178)$$

jossa:

P_i on moottorin teho moodissa i [kW], kun $P_i = P_{m,I} + P_{aux\,i}$ (ks. liitteessä VI oleva 6.3 ja 7.7.1.3 kohta)

WF_i on painotuskerroin moodissa i [-]

$\dot{N}_i$ on moodin i keskimääräinen päästön hiukkaspäästövirta (PN) [#/h] yhtälöstä (7-171) tai (7-173) laimennusmenetelmän mukaisesti.

Kun kyseessä on jaksoittaisella pakokaasun jälkikäsittelyjärjestelmän 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.

▼B

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 hiilivetysuodattimien alapuolella ennen hiukkasmäärän 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.

▼B

Lisäys 6

Ammoniakkipäästöjen laskeminen

1. **Keskipitoisuuden laskeminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC:ssä**

Pakokaasun keskimääräinen NH_3-pitoisuus testisyklin aikana c_{NH3} [ppm] määritetään integroimalla hetkelliset arvot koko syklin ajalta. Sovelletaan yhtälöä (7-179):

$$c_{NH3} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} c_{NH3,i} \quad (7\text{-}180)$$

jossa:

$c_{NH3,i}$ on pakokaasun hetkellinen NH_3-pitoisuus [ppm]

n on mittausten lukumäärä

NRTC-testin osalta lopullinen testitulos lasketaan yhtälöstä (7-180):

$$c_{NH3} = (0{,}1 \times c_{NH3,cold}) + (0{,}9 \times c_{NH3,hot}) \quad (7\text{-}181)$$

jossa:

$c_{NH3,cold}$ on kylmäkäynnistys-NRTC:n keskimääräinen NH_3-pitoisuus [ppm]

$c_{NH3,hot}$ on kuumakäynnistys-NRTC:n keskimääräinen NH_3-pitoisuus [ppm]

2. **Keskipitoisuuden laskeminen erillisten moodien NRSC-testeissä**

Pakokaasun keskimääräinen NH_3-pitoisuus testisyklin aikana c_{NH3} [ppm] määritetään mittaamalla keskipitoisuus kussakin moodissa ja painottamalla tulos testisykliin sovellettavilla painotuskertoimilla. Sovelletaan yhtälöä (7-181):

$$c_{NH3} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} \overline{c}_{NH3,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}181)$$

jossa:

$\overline{c}_{NH3,i}$ on pakokaasun keskimääräinen NH3-pitoisuus moodissa i [ppm]

N_{mode} on moodien lukumäärä testisyklin aikana

WF_i on painotuskerroin moodissa i [-]

▼B

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 kaasuenergiasuhde 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 määriteltyä, alempaan lämpöarvoon perustuvaa kaasuenergiasuhdetta;

2.2 ’GER_{cycle}:llä’ tarkoitetaan keskimääräistä kaasuenergiasuhdetta, kun moottoria käytetään sovellettavalla moottorin testisyklillä;

2.3 ’Tyypin 1A kaksipolttoainemoottorilla’ tarkoitetaan joko

a) moottorialaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

b) muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

a) moottorialaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

b) muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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;

▼B

2.5 ’Tyypin 2A kaksipolttoainemoottorilla’ tarkoitetaan joko

a) moottorialaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

b) muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

a) moottorialaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

b) muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

a) moottorialaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

b) muuhun (ala)luokkaan kuin alaluokkaan NRE 19 ≤ kW ≤ 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

Tietyssä 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.

▼B

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 sertifioinnin, 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 Tyyppien 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 kaksipolttoainetilan 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 täytyttävä:

4.1.3.2.1 strategian on deaktivoiduttava, 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 aktivoiduttava, 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.

▼B

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.

Turvallisuusnäkökohtien 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

Turvallisuusnäkökohtien 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 aktivoiduttava automaattisesti, kun huoltotila aktivoituu.

Jos huoltotila aktivoituu 4.2.3 kohdan mukaisesti kaasunsyöttöjärjestelmän virhetoiminnan vuoksi, käyttörajoituksen on aktivoiduttava 30 minuutin toiminta-ajan kuluttua huoltotilan aktivoitumisesta.

Jos huoltotila aktivoituu kaasumaisen polttoaineen tyhjän säiliön vuoksi, käyttörajoituksen on aktivoiduttava heti, kun huoltotila aktivoituu.

4.2.2.4 Käyttörajoituksen deaktivoituminen

Käyttörajoitusjärjestelmän on deaktivoiduttava, 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

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 ilmaisin

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 typen oksidien poiston valvontajärjestelmässä tai muihin kunnossapitotarkoituksiin.

Kaksipolttoainetilan ilmaisimen visuaalinen elementti ei saa olla sama, jota käytetään typen oksidien poiston valvontajärjestelmässä tai muihin moottorin kunnossapitotarkoituksiin.

Turvallisuushälytykset ovat aina ensisijaisia toimintatilan ilmaisimeen nähden.

4.3.1.1 Kaksipolttoainetilan ilmaisin 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 ilmaisin 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.

▼B

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.

Kaksipolttoainetilan 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 aktivointia.

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.

Pelastustoimessa 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,

a) vääntömomentin vertailukäyrä on se, joka saadaan, kun moottoria testataan moottoritestipenkissä kaksipolttoainetilassa;

b) todelliset kirjatut vääntömomentit (osoitettu vääntömomentti ja kitkamomentti) ovat kaksipolttoaineisen palamisen tulosta eivätkä ainoastaan nestemäisen polttoaineen käytöllä saatuja.

▼B

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:

a) moottori on edelleen samaa kaksipolttoainemoottorin tyyppiä (eli tyyppi 1A, 2B jne.), joka on ilmoitettu EU-tyyppihyväksyttäväksi; ja

b) kun kyseessä on tyypin 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 kaksipolttoainetilan ilmaisinjärjestelmä.

5. **Suorituskykyä koskevat vaatimukset**

5.1 Suorituskykyä koskevat vaatimukset, päästöjen raja-arvot mukaan luettuina, ja kaksipolttoainemoottoreiden 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 Hiilivetypäästöraja moottorin toimiessa kaksipolttoainetilassa määritetään tietyn testisyklin ajalta käyttäen keskimääräistä kaasuenergiasuhdetta (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 Kaksipolttoainemoottoreihin 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 kaksipolttoainetilassa.

▼B

6.3 Lisäksi niiden kaksipolttoainemoottorien 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 tyypin 2 moottori

6.4.1 Valmistajan on esitettävä hyväksyntäviranomaiselle näyttöä (kuten algoritmeja, toiminta-analyysejä, laskelmia, simulaatiota tai aiempien testien tuloksia) osoittaakseen, että kaksipolttoaineisen moottoriperheen 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 Kaksipolttoainemoottorin kestävyyden osoittamista koskevat vaatimukset

6.6.1 Sovelletaan liitteen III määräyksiä.

6.7 Kaksipolttoaineilmaisimien, varoitusten ja käytönrajoitusten demonstrointi

6.7.1 Valmistajan on osana tämän asetuksen mukaista EU-tyyppihyväksyntähakemusta demonstroitava kaksipolttoaineilmaisimien, 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 kaksipolttoainemoottoreihin riippumatta siitä, toimivatko ne kaksipolttoainetilassa vai nestemäistä polttoainetta käyttävässä tilassa.

7.2 Typen oksidien poistoa koskevat lisävaatimukset, kun kyseessä on tyypin 1B, 2B tai 3B kaksipolttoainemoottori

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 kaksipolttoainetilassa.

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 tarkoitetut 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”.

▼B

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.

▼B

Lisäys 1

Kaksipolttoainemoottorin kaksipolttoainetilan ilmaisin, varoitusjärjestelmä, käyttörajoitus – demonstrointivaatimukset

1. **Kaksipolttoaineilmaisimet**

1.1 Kaksipolttoainetilan ilmaisin

EU-tyyppihyväksynnän yhteydessä on demonstroitava moottorin kyky ohjata kaksipolttoainetilan ilmaisimen aktivoitumista moottorin toimiessa kaksipolttoainetilassa.

1.2 Nestemäistä polttoainetta käyttävän tilan ilmaisin

Tyypin 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 ilmaisin

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 aktivointikytkin 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**

Tyypin 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 tyypillisessä 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).

▼B

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 hyväksyttyihin moottorityyppeihin tai moottoriperheisiin.

Kaksipolttoainemoottoreiden päästötestausta 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.

▼B

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 hiilivetypäästörajoja 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. Sovellettavan 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 moolisuhdetta α. Tämä vedyn moolisuhde lasketaan kummankin polttoaineen kulutusmittauksista 7.1.5 kohdan mukaisesti.

7.1.2 NO_x-kosteuskorjaus

Käytetään liitteessä VII olevassa yhtälössä (7-9) esitettyä puristussytytysmoottoreiden NO_x 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.

▼B

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ilmanvirran ja ilman ja polttoaineen suhteen mittausmenetelmää liitteessä VII esitettyjen yhtälöiden (7-17)–(7-19) mukaisesti ainoastaan, jos arvot α, γ, δ ja ε 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_{gas}-kertoimiin ja moolisuhteisiin. u_{gas}-kertoimien ja moolisuhteiden määrittämisessä käytetään yhtä seuraavaista menetelmistä valmistajan valinnan mukaisesti.

a) u_{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_{gas}-arvojen ja mooliosuuksien osalta voidaan käyttää taulukkoarvoja. Kyseisiä taulukkoarvoja sovelletaan seuraavasti:

   i) Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on vähintään 90 % (GER $\geq$ 0,9), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan liitteessä VII olevissa taulukoissa 7.1 ja 7.2 kaasumaiselle polttoaineelle.

   ii) Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on 10–90 % (0,1 < GER < 0,9), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan taulukoissa 8.1 ja 8.2 polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta.

   iii) Niiden moottorien osalta, jotka toimivat sovellettavassa testisyklissä keskimääräisellä kaasuenergiasuhteella, joka on enintään 10 % (GER $\leq$ 0,1), vaadituiksi arvoiksi katsotaan ne, jotka annetaan liitteessä VII olevissa taulukoissa 7.1 ja 7.2 dieselpolttoaineelle.

   iv) Hiilivetypäästöjen laskennassa käytetään kaasumaisen polttoaineen u_{gas}-arvoa kaikissa tapauksissa keskimääräisestä kaasuenergiasuhteesta riippumatta.

▼B

Taulukko 8.1.

Moolisuhteet polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta (massa-%)

Kaasumainen polttoaine	α	γ	δ	ε
CH_4	2,8681	0	0	0,0040
G_R	2,7676	0	0	0,0040
G_{23}	2,7986	0	0,0703	0,0043
G_{25}	2,7377	0	0,1319	0,0045
Propaani	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_{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_{gas}-arvo sisällytetään liitteessä VII olevassa 2.1.2 kohdassa esitetyn yhtälön (7-2) yhteenlaskuun yhtälön (8-1) avulla:

$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot k_{\text{h}} \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{N} (u_{\text{gas},i} \cdot q_{\text{mew},i} \cdot c_{\text{gas},i}) \qquad (8\text{-}1)$$

jossa:

$u_{gas,i}$ u_{gas}:n hetkellinen arvo

Yhtälön muut tekijät esitetään liitteessä VII olevassa 2.1.2 kohdassa.

Taulukko 8.2.

Raakapakokaasun u_{gas}-arvot ja komponenttien tiheydet polttoainesekoitukselle, jossa on 50 % kaasumaista polttoainetta ja 50 % dieselpolttoainetta (massa-%)

Kaasumainen polttoaine	Kaasu						
	r_e	NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
				$r_{gas\ [kg/m^3]}$			
		2,053	1,250	([a])	1,9636	1,4277	0,716
				u_{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_4, G_{20}, G_{23} ja G_{25})
([d]) NMHC:n perustana $CH_{2,93}$ (HC:n kokonaismäärän osalta käytetään CH_4:n u_{gas}-kerrointa)
([e]) u-arvot 0,2 prosentin tarkkuudella, kun massakoostumus on C3 = 27 – 90 %; C4 = 10 – 73 % (nestekaasupolttoaineet A ja B)

▼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 muunnosaika on yli 0 sekuntia, on käytettävä aiemmin tallennettuun testausjaksoon perustuvaa ennakoivaa ohjausta. Tässä tapauksessa yhdistelmän nousuajan on oltava ≤ 1 sekuntia ja yhdistelmän viipeen ≤ 10 sekuntia. Lukuun ottamatta tapausta, jossa pakokaasun massavirta mitataan suoraan, pakokaasun massavirran määrittämisessä käytetään 7.1.5.3 kohdan mukaisesti määritettyjä arvoja α, γ, δ ja ε.

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_{gas}-taulukkoarvoon. Hiilivetypäästöjen 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 moolisuhde α 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 määritys, kun polttoaineseos on tunnettu (tarkka menetelmä).

7.1.5.2 Polttoainesekoituksen komponenttien laskeminen

Polttoainesekoituksen alkuainekoostumuksen laskennassa käytetään yhtälöitä (8-2)–(8-7):

▼B

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8\text{-}2)$$

$$w_{H} = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}3)$$

$$w_{C} = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}4)$$

$$w_{S} = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}5)$$

$$w_{N} = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}6)$$

$$w_{O} = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}7)$$

jossa:

q_{mf1} polttoaineen 1 massavirta, kg/s

q_{mf2} polttoaineen 2 massavirta, kg/s

w_H polttoaineen vetypitoisuus, 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 α) esitetään liitteen VII yhtälöissä (8-8)–(8-11):

$$\alpha = 11{,}9164 \cdot \frac{w_{H}}{w_{C}} \quad (8\text{-}8)$$

$$\gamma = 0{,}37464 \cdot \frac{w_{S}}{w_{C}} \quad (8\text{-}9)$$

$$\delta = 0{,}85752 \cdot \frac{w_{N}}{w_{C}} \quad (8\text{-}10)$$

$$\varepsilon = 0{,}75072 \cdot \frac{w_{O}}{w_{C}} \quad (8\text{-}11)$$

jossa:

w_H polttoaineen vetypitoisuus, 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]

α on vedyn moolisuhde (H/C)

γ on rikin moolisuhde (S/C)

δ on typen moolisuhde (N/C)

ε on hapen moolisuhde (O/C)

viitattaessa polttoaineeseen $CH\alpha O\varepsilon N\delta S\gamma$

▼B

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 NOx-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 määrityksessä käytettävät moolisuhteet

Moolisuhteiden määrityksessä on käytettävä tarkkaa lähestymistapaa, jossa käytetään hetkellisen polttoaineenkulutuksen mittauksista tai laskelmista määritettyjä nestemäisen ja kaasumaisen polttoaineen hetkellisiä osuuksia. Hetkellisiä moolisuhteita käytetään syötteinä 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_{O2int}, x_{CO2int} ja x_{H2Oint}.

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).

$$\alpha(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_H \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_O \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{S,gas})]}{M_S \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{N,gas})]}{M_N \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}15)$$

jossa:

$w_{i,fuel}$ = tarkasteltavan alkuaineen C, H, O, S tai N massaosuus nestemäisessä tai kaasumaisessa polttoaineessa;

▼B

$\dot{m}_{liquid}$ (t) = nestemäisen polttoaineen hetkellinen massavirta ajankohtana t [kg/h];

$\dot{m}_{gas}(t)$ = kaasumaisen polttoaineen hetkellinen massavirta ajankohtana t [kg/h].

Tapauksissa, joissa pakokaasun massavirta lasketaan sekapolttoaineen perusteella, liitteen VII yhtälössä (7-111) oleva lasketaan yhtälöstä (8-16):

$$w_{C} = \frac{\dot{m}_{liquid} \times w_{C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{liquid} + \dot{m}_{gas}} \quad (8\text{-}16)$$

jossa:

w_C = dieselpolttoaineen tai kaasumaisen polttoaineen sisältämän hiilen massaosuus;

$\dot{m}_{liquid}$ = nestemäisen polttoaineen massavirta [kg/h];

$\dot{m}_{gas}$ = kaasumaisen polttoaineen massavirta [kg/h].

7.3 CO_2: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_2:n määrittäminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä tai RMC-sykleissä, joissa käytetään raakapakokaasun näytteenottojärjestelmää

Liitteen VII mukaista CO_2-päästöjen laskentaa pakokaasun CO_2 -mittauksesta ei sovelleta. Sen sijaan sovelletaan seuraavia säännöksiä:

Testin keskimääräinen polttoaineenkulutus määritetään koko syklin hetkellisten arvojen summasta, ja sitä käytetään perustana testin keskimääräisten CO_2-päästöjen laskennalle.

Kunkin kulutetun polttoaineen massan avulla määritetään 7.1.5 kohdan mukaisesti polttoaineseoksen vedyn moolisuhde ja massaosuudet testissä.

Kummankin polttoaineen korjattu kokonaispolttoainemassa $m_{fuel,corr}$ [g/testi] ja polttoaineesta tulevan hiilidioksidipäästön massa $m_{CO2,\ fuel}$ [g/testi] määritetään yhtälöistä (8-17) ja (8-18).

$$m_{fuel,corr} = m_{fuel} - \left(m_{THC} + \frac{A_C + a \cdot A_H}{M_{CO}} x m_{CO} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{EPS}}{100} \cdot m_{fuel} \right) \quad (8\text{-}17)$$

$$m_{CO_2 fuel} = \frac{M_{CO_2}}{A_C + a + A_H} \cdot m_{fuel,corr} \quad (8\text{-}18)$$

jossa:

m_{fuel} = kummankin polttoaineen kokonaispolttoainemassa [g/testi]

m_{THC} = pakokaasun kokonaishiilivetypäästöjen massa [g/testi]

m_{CO} = pakokaasun hiilimonoksidipäästöjen massa [g/testi]

w_{GAM} = polttoaineiden rikkipitoisuus [prosenttia massasta]

▼B

w_{DEL} = polttoaineiden typpipitoisuus [prosenttia massasta]

w_{EPS} = polttoaineiden happipitoisuus [prosenttia massasta]

α = vedyn moolisuhde polttoaineissa (H/C) [-]

A_C = hiilen atomimassa: 12,011 [g/mol]

A_H = vedyn atomimassa: 1,0079 [g/mol]

M_{CO} = hiilimonoksidin molekyylimassa: 28,011 [g/mol]

M_{CO2} = hiilidioksidin molekyylimassa: 44,01 [g/mol]

Ureasta johtuva hiilidioksidipäästö $m_{CO2,urea}$ [g/testi] lasketaan yhtälöstä (8-19).

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (8\text{-}19)$$

jossa:

c_{urea} = ureapitoisuus [prosenttia]

m_{urea} = ureakulutuksen kokonaismassa [g/testi]

$M_{CO(NH2)2}$ = urean molekyylimassa: 60,056 [g/mol]

Tämän jälkeen lasketaan hiilidioksidin kokonaispäästö m_{CO2} [g/testi] yhtälöstä (8-20):

$$m_{CO2} = m_{CO2,fuel} + m_{CO2,urea} \quad (8\text{-}20)$$

Yhtälöstä (8-20) laskettua hiilidioksidin kokonaispäästöä käytetään ominaishiilidioksidipäästöjen e_{CO2} [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.

▼B

Lisäys 3

Maakaasulla/biometaanilla tai nestekaasulla ja nestemäisellä polttoaineella toimivien kaksipolttoainemoottorien tyypit – määritelmien ja keskeisten vaatimusten kuvaus

Kaksi-polttoai-netyyppi	GER_{cycle}	Joutokäynti nes-temäisellä polttoaineella	Lämmitys neste-mäisellä poltto-aineella	Toiminta pel-kästään neste-mäisellä poltto-aineella	Toiminta kaasun puuttuessa	Huomautuksia
1A	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC,} \geq 0,9$	EI sallittu	Sallittu ai-noastaan huol-totilassa	Sallittu ai-noastaan huol-totilassa	Huoltotila	
1B	$GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ tai $GER_{NRSC} \geq 0,9$	Sallittu ai-noastaan nes-temäistä polt-toainetta käyt-tävässä tilassa	Sallittu ai-noastaan nes-temäistä polt-toainetta käyt-tävässä tilassa	Sallittu ai-noastaan nes-temäistä polt-toainetta käyt-tävässä ja huoltotilassa	Nestemäistä polttoainetta käyttävä tila	
2A	$0,1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0,9$ tai $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Sallittu	Sallittu ai-noastaan huol-totilassa	Sallittu ai-noastaan huol-totilassa	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	

▼B

LIITE IX

Vertailupolttoaineet

1. **Puristussytytysmoottoreiden testaamisessa käytettävien polttoaineiden tekniset tiedot**

1.1 Tyyppi: Dieselöljy (liikkuvien työkoneiden kaasuöljy)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot (1)		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Setaaniluku (2)		45	56,0	EN-ISO 5165
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m^3	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^2/s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	massa-%	2,0	6,0	IP 391
Rikkipitoisuus (3)	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 (3)	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 (3)	H	20,0	—	EN 15751
Rasvahappojen metyyliesterit (FAME)	til.-%	—	7,0	EN 14078

(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).
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 tarkoitetut vaatimukset, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.

(2) 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.

(3) Vaikka hapettumisvakautta säädellään, säilytysaika on todennäköisesti rajallinen. Varastointiolosuhteista ja -ajasta on tarvittaessa pyydettävä neuvoa tuotteen toimittajalta.

▼B

1.2 Tyyppi: Tiettyihin puristussytytysmoottoreihin 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_3–C_5)	massa-%		2,0	EN 15721
Metanoli	massa-%		0,3	EN 15721
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m^3	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 tarkoitetut vaatimukset, 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 tarkoitetut vaatimukset, sovelletaan standardin EN 15489 vaatimuksia.

▼B

2. **Kipinäsytytysmoottoreiden testaamisessa käytettävien polttoaineiden tekniset tiedot**

2.1 Tyyppi: Bensiini (E10)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot ([1])		Testimenetelmä ([2])
		Pienin	Suurin	
Tutkimusoktaaniluku, RON		91,0	98,0	EN ISO 5164: 2005 ([3])
Moottorioktaaniluku, MON		83,0	89,0	EN ISO 5163: 2005 ([3])
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m^3	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-vetysuhde		ilmoitetaan		
Hiili-happisuhde		ilmoitetaan		
Induktioaika ([4])	minuuttia	480		EN-ISO 7536
Happipitoisuus ([5])	massa-%	3,3 ([8])	3,7	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Hartsipitoisuus	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246

▼B

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot (1)		Testimenetelmä (2)
		Pienin	Suurin	
Rikkipitoisuus (6)	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Kuparikorroosio (3 h 50 °C:ssa)	luokitus	—	luokka 1	EN-ISO 2160
Lyijypitoisuus	mg/l	—	5	EN 237
Fosforipitoisuus (7)	mg/l	—	1,3	ASTM D 3231
Etanoli (4)	til.-%	9,0 (8)	10,2 (8)	EN 22854

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). 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 tarkoitetut vaatimukset, sovelletaan standardin ISO 4259 vaatimuksia.

(2) Kaikkien edellä lueteltujen ominaisuuksien osalta on käytettävä vastaavia EN/ISO-menetelmiä, kun ne on vahvistettu.

(3) Standardin EN 228:2008 mukaisessa lopullisen tuloksen laskennassa on vähennettävä MON- ja RON-arvojen korjauskerroin 0,2.

(4) Polttoaineessa voi olla hapetuksenestoaineita ja metallinsitojia, joita tavallisesti käytetään stabiloimaan jalostamon polttoainevirtoja, mutta peseviä/hajottavia lisäaineita tai liuotinöljyjä ei saa lisätä.

(5) Standardin EN 15376 mukainen etanoli on ainoa hapetettu johdannainen, jota saa tarkoituksella lisätä vertailupolttoaineeseen.

(6) Tyyppi 1 -testissä käytettävän polttoaineen todellinen rikkipitoisuus ilmoitetaan.

(7) Vertailupolttoaineeseen ei saa tarkoituksella lisätä yhdisteitä, jotka sisältävät fosforia, rautaa, mangaania tai lyijyä.

(8) Etanolipitoisuus ja vastaava happipitoisuus voivat olla nolla 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 nolla.

2.2 Tyyppi: Etanoli (E85)

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot (1)		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Tutkimusoktaaniluku, RON		95,0	—	EN ISO 5164
Moottorioktaaniluku, MON		85,0	—	EN ISO 5163
Tiheys 15 °C:ssa	kg/m^3	ilmoitetaan		ISO 3675
Höyrynpaine	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Rikkipitoisuus (2)	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

▼B

Parametri	Yksikkö	Raja-arvot (1)		Testimenetelmä
		Pienin	Suurin	
Etanoli ja korkeammat alkoholit (3)	til.-%	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Korkeammat alkoholit (C_3–C_8)	til.-%	—	2,0	E DIN 51627-3
Metanoli	til.-%		1,00	E DIN 51627-3
Bensiini (4)	til.-%	tasapainosuhde		EN 228
Fosfori	mg/l	0,20 (5)		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
Kuparinauhakorroosio (3h 50 °C:ssa)	luokitus	luokka 1		EN ISO 2160
Happamuus (etikkahappona CH_3COOH)	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 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 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 määritellä 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_3-pitoisuus	til.-%	30 ± 2	85 ± 2	
C_4-pitoisuus	til.-%	tasapainosuhde (1)	tasapainosuhde (1)	
$< C_3$, $> C_4$	til.-%	enintään 2	enintään 2	

▼B

Parametri	Yksikkö	Polttoaine A	Polttoaine B	Testimenetelmä
Olefiinit	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
Kuparinauhakorroosio (1 h 40 °C:ssa)	luokitus	luokka 1	luokka 1	ISO 6251 (2)
Haju		luonteenomainen	luonteenomainen	
Moottorin oktaaniluku (3)		vähintään 89,0	vähintään 89,0	EN 589, liite B

Huomautukset:

(1) Tasapainosuhde tarkoittaa seuraavaa: tasapainosuhde = 100 – C_3 – <C_3 – >C_4.
(2) Tällä menetelmällä ei välttämättä voida täsmällisesti määritellä, onko näytteessä syövyttäviä aineita, jos näyte sisältää korroosionestoaineita tai muita kemikaaleja, jotka vähentävät näytteen kuparinauhakorroosiota. Tämän vuoksi kyseisten aineiden lisääminen ainoastaan testimenetelmän antamaan tulokseen vaikuttamiseksi on kielletty.
(3) Moottorin valmistajan pyynnöstä tyyppihyväksyntätestauksessa voidaan käyttää suurempaa MON-arvoa.

3.2 Tyyppi: Maakaasu/biometaani

3.2.1 Niitä vertailupolttoaineita koskevat vaatimukset, joilla on vakaat ominaisuudet (esim. suljetuissa säiliössä 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_R					
Koostumus:					
Metaani		87	84	89	
Etaani		13	11	15	
Tasapainosuhde (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
Rikkipitoisuus	mg/m^3 (2)	—		10	ISO 6326-5

Huomautukset:
(1) Inertit + C_{2+}
(2) Arvo määritettävä vakio-olosuhteissa (293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa).

Vertailupolttoaine G_{23}					
Koostumus:					
Metaani		92,5	91,5	93,5	
Tasapainosuhde (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooli-%	7,5	6,5	8,5	

▼B

Ominaisuudet	Yksiköt	Perusta	Raja-arvot		Testimenetelmä
			Pienin	Suurin	
Rikkipitoisuus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Huomautukset:
(1) Inertit (muut kuin N_2) + C_2 + C_{2+}.
(1) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

Vertailupolttoaine G_{25}

Koostumus:					
Metaani	mooli-%	86	84	88	
Tasapainosuhde (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooli-%	14	12	16	
Rikkipitoisuus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

Huomautukset:
(1) Inertit (muut kuin N_2) + C_2 + C_{2+}.
(2) Arvo määritettävä seuraavissa olosuhteissa: 293,2 K (20 °C) ja 101,3 kPa.

Vertailupolttoaine G_{20}

Koostumus:					
Metaani	mooli-%	100	99	100	ISO 6974
Tasapainosuhde (1)	mooli-%	—	—	1	ISO 6974
N_2	mooli-%				ISO 6974
Rikkipitoisuus	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5
Wobben indeksi (netto)	MJ/m^3 (3)	48,2	47,2	49,2	

(1) Inertit (muut kuin N_2) + C_2 + C_2+.
(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 λ-muutoskerrointa (S_λ) koskevien vaatimusten täyttymiseksi tarvittaessa lisätty sekoituskaasuna yhtä tai useaa seuraavista kaupallisesti (1) saatavilla olevista kaasuista:

a) hiilidioksidi

b) etaani

c) metaani

d) typpi

e) propaani.

(1) Tässä yhteydessä ei edellytetä kalibrointikaasun käyttöä.

▼B

3.2.2.2 Tuloksena saatavan putkikaasun ja sekoituskaasun yhdistelmän S_λ-arvon on oltava taulukossa 9.1 kyseiselle vertailupolttoaineelle annetulla alueella.

Taulukko 9.1

Vaadittu S_λ-arvon vaihtelualue kullekin vertailupolttoaineelle

Vertailupolttoaine	Pienin S_λ-arvo	Suurin S_λ-arvo
G_R ([1])	0,87	0,95
G_{20}	0,97	1,03
G_{23}	1,05	1,10
G_{25}	1,12	1,20

([1]) Moottoria ei tarvitse testata kaasusekoituksella, jonka metaaniluku (MN) on alle 70. Jos G_R-polttoaineelle vaadittu S_λ-arvon vaihtelualue aiheuttaa sen, että metaaniluku on alle 70, S_λ-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_λ-arvo;

c) saadun polttoainesekoituksen metaaniluku (MN).

3.2.2.4 Lisäysten 1 ja 2 vaatimusten on täytyttävä putkikaasun ja sekoituskaasujen ominaisuuksien määrityksen ja saadun kaasusekoituksen S_λ-arvon ja metaaniluvun määrityksen 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.

▼B

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. **Sekoitetun 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. **Sekoitetun kaasun S_λ-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 kaasunanalyysin tuloksia sekä 2.2 ja 3.3 kohdan mukaisesti mitattua kaasun massavirtaa. Samaa tietosarjaa käytetään laskettaessa S_λ-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_λ-arvo on kyseiselle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 esitetyllä sallitulla vaihteluvälillä.

▼B

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_λ-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. Suoritustiheys valitaan ottaen huomioon kaasukromatografin 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_λ-arvo pysyisi vastaavalle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 annetulla vaihteluvälillä. Mukautuksia ei saa tehdä useammin kuin mittauksia.

6.3.3 Jotta testi olisi luotettava, S_λ-arvon on pysyttävä vastaavalle vertailupolttoaineelle taulukossa 9.1 annetulla vaihteluvälillä vähintään 90 prosentissa mittauspisteistä.

▼B

Lisäys 2

λ-muutoskertoimen (S_λ) laskeminen

1. **Laskelma**

λ-muutoskerroin (S_λ) ([1]) lasketaan yhtälöstä (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \quad (9\text{-}1)$$

jossa:

S_λ = λ-muutoskerroin

inert % = inerttien kaasujen (eli N_2, CO_2, He jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

O^*_2 = alkuperäisen hapen määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

n ja m = viittaavat polttoaineen hiilivetyjä edustavaan keskimääräiseen C_nH_m-arvoon eli:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} + ..\right]\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} + ..\right]\right]}{\frac{1 - \text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}3)$$

jossa:

CH_4 = metaanin määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C_2 = kaikkien C_2-hiilivetyjen (eli C_2H_6, C_2H_4 jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C_3 = kaikkien C_3-hiilivetyjen (eli C_3H_8, C_3H_6 jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C_4 = kaikkien C_4-hiilivetyjen (eli C_4H_{10}, C_4H_8 jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

C_5 = kaikkien C_5-hiilivetyjen (eli C_5H_{12}, C_5H_{10} jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina

diluent = laimennuskaasujen (eli O_2*, N_2, CO_2, He jne.) määrä polttoaineessa tilavuusprosentteina.

2. **Esimerkkejä λ-muutoskertoimen S_λ laskemisesta:**

Esimerkki 1: G_{25}: CH_4 = 86 %, N_2 = 14 % (tilavuudesta)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

([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).

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Esimerkki 2: G_R: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (tilavuudesta)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

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 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}64+4}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{\frac{1-\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6+4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

Edellä esitetyn yhtälön vaihtoehtona S_λ voidaan laskea puhtaan metaanin stoikiometrisen ilmantarpeen suhteesta moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometriseen ilmantarpeeseen, kuten jäljempänä esitetään.

λ-muutoskerroin (S_λ) 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).

$$1 \cdot CH_4 + 2 \cdot O_2 \rightarrow 1 \cdot CO_2 + 2 \cdot H_2O \qquad (9\text{-}4)$$

Tässä tapauksessa molekyylien suhde reagoivien aineiden stoikiometrisessä koostumuksessa on täsmälleen 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

jossa:

n_{O2} = happimolekyylien määrä

n_{CH4} = metaanimolekyylien määrä

▼B

Näin ollen puhtaan metaanin hapentarve on

$n_{O2} = 2 \cdot n_{CH4}$ kun $[n_{CH4}] = 1$ kmol

S_λ-arvo voidaan määrittää hapen ja metaanin stoikiometrisen koostumuksen suhteesta hapen ja moottoriin syötettävän polttoainesekoituksen stoikiometrisen koostumuksen suhteeseen yhtälön (9-5) mukaisesti:

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O2})_{\text{blend}}} \quad (9\text{-}5)$$

jossa:

n_{blend} = polttoainesekoituksen molekyylien määrä

$(n_{O2})_{blend}$ = 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):

$$L_{st,fuel} = \frac{n_{O2,fuel}}{0{,}21} \quad (9\text{-}6)$$

jossa:

$L_{st,fuel}$ = polttoaineen stoikiometrinen ilmantarve

$n_{O2\ fuel}$ = polttoaineen stoikiometrinen hapentarve

Tämän vuoksi S_λ-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):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)/0{,}21}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)/0{,}21} = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \quad (9\text{-}7)$$

Näin ollen laskelmaa, jolla määritetään stoikiometrinen ilmantarve, voidaan käyttää ilmaisemaan λ-muutoskerroin.

▼B

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).

$$\dot{m}_{CO2i} = (M_{CO2}/M_{stream}) \cdot x_{CO2i} \cdot \dot{m}_{streami} \quad (9\text{-}8)$$

jossa:

$\dot{m}_{CO2i}$ = kaasuvirran sisältämästä hiilidioksidista aiheutuva hiilidioksidin hetkellinen massavirta [g/s]

$\dot{m}_{streami,}$ = = kaasuvirran hetkellinen massavirta [g/s]

x_{CO2i} = hiilidioksidin mooliosuus kaasuvirrassa [-]

M_{CO2} = hiilidioksidin moolimassa [g/mol]

M_{stream} = kaasuvirran moolimassa [g/mol]

M_{stream} lasketaan kaikista mitatuista ainesosista (1, 2, …, n) yhtälöllä (9-9).

$$M_{stream} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \ldots + x_n \cdot M_n \quad (9\text{-}9)$$

jossa:

$X_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = kunkin mitatun ainesosan mooliosuus kaasuvirrassa (CH_4, CO_2, …) [-]

$M_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = 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).

$$\dot{m}_{CO2i,\ fuel} = \dot{m}_{CO2i,\ a} + \dot{m}_{CO2i,\ b} + \ldots + \dot{m}_{CO2i,\ n} \quad (9\text{-}10)$$

jossa:

$\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ = moottoriin syötettävän kaasumaisen polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuva hiilidioksidin yhdistetty hetkellinen massavirta [g/s]

$\dot{m}_{CO2i,\ a,\ b,\ \ldots,\ n}$ = kunkin yksittäisen kaasuvirran a, b, …, n sisältämästä hiilidioksidista johtuva hiilidioksidin hetkellinen massavirta [g/s]

▼B

2. **Ominaishiilidioksidipäästöjen laskeminen muuttuvatilaisissa (NRTC ja LSI-NRTC) testisykleissä ja RMC-sykleissä**

2.1 Polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen kokonaismassa testiä kohti $m_{CO2,\ fuel}$ [g/testi] määritetään yhtälöstä (9-11) laskemalla yhteen moottoriin syötettävän kaasumaisen polttoaineen sisältämän hiilidioksidin hetkelliset massavirrat $\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ [g/s] koko testin ajalta.

$$m_{CO2,fuel} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \quad (9\text{-}11)$$

jossa:

f = tietojen näytteenottotaajuus [Hz]

N = mittausten lukumäärä [-]

2.2 Hiilidioksidipäästön kokonaismassa m_{CO2} [g/testi], jota käytetään liitteen VII yhtälöissä (7-61), (7-63), (7-128) ja (7-130) ominaispäästötuloksen e_{CO2} [g/kWh] laskentaan, korvataan kyseisissä yhtälöissä korjatulla arvolla $m_{CO2,\ corr}$ [g/testi], joka lasketaan yhtälöstä (9-12).

$$m_{CO2,\ corr} = m_{CO2} - m_{CO2,\ fuel} \quad (9\text{-}12)$$

3. **Ominaishiilidioksidipäästön laskeminen erillisten moodien NRSC-testissä**

3.1 Polttoaineen sisältämästä hiilidioksidista aiheutuvan hiilidioksidipäästön keskimääräinen massavirta tuntia kohti $q_{mCO2,\ fuel}$ tai $\dot{m}_{CO2,\ fuel}$ [g/h] lasketaan kunkin yksittäisen testimoodin osalta hiilidioksidin hetkellisen massavirran $\dot{m}_{CO2,\ fuel}$ [g/s] mittauksista, jotka esitetään yhtälössä (9-10) ja mitataan kunkin testimoodin näytteenottoaikana. Tämä määritetään yhtälöstä (9-13).

$$q_{mCO2,fuel} = \dot{m}_{CO2,fuel} = \frac{1}{3\,600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \quad (9\text{-}13)$$

jossa:

N = testimoodin aikana tehtyjen mittausten lukumäärä [-]

3.2 Kunkin yksittäisen testimoodin hiilidioksidipäästön keskimääräinen massavirta q_{mCO2} tai $\dot{m}_{CO2}$ [g/h], jota käytetään liitteen VII yhtälöissä (7-64) ja (7-131) ominaispäästötuloksen e_{CO2} [g/kWh] laskentaan, korvataan kunkin yksittäisen testimoodin osalta kyseisissä yhtälöissä korjatulla arvolla $q_{mCO2,\ corr}$ tai $\dot{m}_{CO2,\ corr}$ [g/h], jotka lasketaan yhtälöstä (9-14) tai (9-15).

$$q_{mCO2,\ corr} = q_{mCO2} - q_{mCO2,\ fuel} \quad (9\text{-}14)$$

$$\dot{m}_{CO2,\ corr} = \dot{m}_{CO2} - \dot{m}_{CO2,\ fuel} \quad (9\text{-}15)$$

▼B

LIITE X

Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät ja ehdot, jotka koskevat moottorin toimittamista erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmää

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 jälkikäsittelyjärjestelmää ja pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmä toimitetaan eri paikasta ja/tai eri aikaan.

2. **Tässä tapauksessa valmistajan**

2.1 katsotaan vastaavan moottorin saattamisesta markkinoille ja moottorin saattamisesta hyväksytyn moottorityypin mukaiseksi;

2.2 on tilattava kaikki erikseen toimitettavat osat, ennen kuin moottori toimitetaan alkuperäiselle laitevalmistajalle erillisenä ilman siihen kuuluvaa pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmää;

2.3 on annettava alkuperäisen laitevalmistajan käyttöön moottorin ja pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmän asennusohjeet sekä erillisinä toimitettujen osien tunnistemerkinnät ja tiedot, joita tarvitaan sen tarkistamiseksi, että asennettu moottori toimii moitteettomasti hyväksytyn 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 palauttamat 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 lakisääteisen merkinnän lisäksi ilman pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmää 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 jälkikäsittelyjärjestelmä 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 jälkikäsittelyjärjestelmä on valmistettu ennen mainittua päivämäärää, jos valmistuspäivä ei käy selvästi ilmi pakokaasujen jälkikäsittelyjärjestelmän merkinnästä.

▼B

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 hyväksytyn 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.

▼B

LIITE XI

Yksityiskohtaiset tekniset eritelmät 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 hyväksyntävirnaomaiselle, 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 Hyväksyntäviranomainen 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.

▼B

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.

▼B

LIITE XIII

Vastaavien moottoreiden tyyppihyväksyntien hyväksyminen

1. Luokkaan NRE kuuluvien moottoriperheiden tai moottorityyppien osalta on seuraavat tyyppihyväksynnät 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 myönnetyt EU-tyyppihyväksynnät, 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 tyyppihyväksynnät, 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;

▼B

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 kaasu- 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;

▼B

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 kuvatun mukainen kaksipolttoainekäytön varoitusjärjestelmä,

c) tiedot 14 alakohdan a ja b alakohdassa tarkoitettujen ilmoitus- ja varoitusjärjestelmien käyttämästä moottorin ja liikkuvan työkoneen 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.

▼B

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 kirjatuista hiilidioksidipäästöistä (CO_2, yksikkönä g/kWh). Alkuperäisen laitevalmistajan on ilmoitettava tämä päästöarvo loppukäyttäjille ja liitettävä oheen seuraava lausunto: ”*Tämä CO_2-mittaustulos on saatu moottorityyppiä (moottoriperhettä) edustavalle (kanta)moottorille laboratorio-olosuhteissa tehdyssä kiinteässä testisyklissä, eikä se ole tae yksittäisen moottorin suorituskyvystä*”.

▼B

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 hyväksyttyyn moottorityyppiin tai moottoriperheeseen sovellettavissa rajoissa. Nämä ohjeet on varustettava loppukäyttäjille osoitetulla selvällä merkinnällä.

2. Loppukäyttäjille tarkoitetut ohjeet 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 takaisinkierrätysjärjestelmän tai reagenssin annostelujärjestelmän deaktivoimista tai jättämistä 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;

▼B

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 tarkoitetut 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 riittämättömästä 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 kaasuöljyllä, ilmoitus siitä, että käyttää saa vain sellaista polttoainetta, jonka rikkipitoisuus 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-emulsioista;

▼B

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 kuluvaa 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 päästötehokkuuden 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 kaksipolttoainetilan ilmaisimista;

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 kaksipolttoainemoottoria 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 kirjatuista hiilidioksidipäästöistä (CO_2, yksikkönä g/kWh) ja liitettävä oheen seuraava lausunto: ”*Tämä CO_2-mittaustulos on saatu moottorityyppiä (moottoriperhettä) edustavalle (kanta)moottorille laboratorio-olosuhteissa tehdyssä kiinteässä testisyklissä, eikä se ole tae yksittäisen moottorin suorituskyvystä*”.

▼B

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 ([1]) 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.

([1]) 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).

▼B

LIITE XVII

Vakio- ja muuttuvatilaisten testisyklien 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 dynamometriajot muuttuvatilaisia (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklejä varten esitetään lisäyksessä 3 olevassa taulukossa.

▼B

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 (a)	100 %				Välinopeus			Joutokäynti
Vääntömomentti (b) (%)	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

(a) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
(b) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

Taulukko: syklin C2 testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero	1	2	3	4	5	6	7
Nopeus (a)	100 %	Välinopeus					Joutokäynti
Vääntömomentti (b) (%)	25	100	75	50	25	10	0
Painotuskerroin	0,06	0,02	0,05	0,32	0,30	0,10	0,15

(a) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
(b) 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 (a)	100 %				
Vääntömomentti (b) (%)	100	75	50	25	10
Painotustekijä	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1

(a) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
(b) 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 (a)	100 %				Välinopeus					
Vääntömomentti (b) (%)	100	75	50	25						
Painotuskerroin	0,2	0,5	0,15	0,15						

▼B

Moodin numero (sykli E3)	1	2	3	4
Nopeus ([a]) (%)	100	91	80	63
Teho ([c]) (%)	100	75	50	25
Painotuskerroin	0,2	0,5	0,15	0,15

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
([c]) Tehon prosenttiarvo viittaa suurimpaan nimellistehoon 100 prosentin nopeudella.

Tyypin F testisyklit

Taulukko: tyypin F syklin testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero	1	2 ([d])	3
Nopeus ([a])	100 %	Välinopeus	Joutokäynti
Teho (%)	100 ([c])	50 ([c])	5 ([b])
Painotuskerroin	0,15	0,25	0,6

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa tehoon moodissa 1.
([c]) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa suurimpaan nettotehoon säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
([d]) 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 ([a])	100 %					Välinopeus					Jouto-käynti
Vääntömomentti ([b]) (%)						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 ([a])	100 %					Välinopeus					Jouto-käynti
Vääntömomentti ([b]) (%)	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 ([a])	100 %					Välinopeus					Jouto-käynti
Vääntömomentti ([b]) (%)	100										0
Painotuskerroin	0,85										0,15

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

▼B

Tyypin H testisyklit

Taulukko: tyypin H syklin testimoodit ja painotuskertoimet

Moodin numero	1	2	3	4	5
Nopeus ([a]) (%)	100	85	75	65	Joutokäynti
Vääntömomentti ([b]) (%)	100	51	33	19	0
Painotuskerroin	0,12	0,27	0,25	0,31	0,05

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.

▼B

Lisäys 2

Vakiotilaiset porrastetut syklit (RMC)

Tyypin C testisyklit

Taulukko: RMC-C1-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus [a] [c]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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

[a] Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
[b] Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
[c] 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 [a] [c]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
1a vakiotila	119	joutokäynti	0
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila	29	välinopeus	100

▼B

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus [a] [c]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
([c]) 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 D testisyklit

Taulukko: RMC-D2-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) [a]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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
4b siirtymä	20	100	lineaarinen siirtymä
5 vakiotila	350	100	50

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan vääntömomenttiin.
([c]) Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjakson aikana. Siirtymäjakson aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen.

▼B

Tyypin E testisyklit

Taulukko: RMC-E2-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) [a]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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

[a] Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
[b] Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa valmistajan ilmoittamaa nimellisnettotehoa vastaavaan suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
[c] Siirtyminen moodista seuraavaan 20 sekunnin siirtymäjakson aikana. Siirtymäjakson aikana toteutetaan lineaarinen siirtymä meneillään olevan moodin vääntömomenttiasetuksesta seuraavan moodin vääntömomenttiasetukseen.

Taulukko: RMC-E3-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus (%) [a] [c]	Teho (%) [b] [c]
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
3b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
4 vakiotila	175	80	50

[a] Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
[b] Tehon prosenttiarvo viittaa suurimpaan nimellisnettotehoon 100 prosentin nopeudella.
[c] 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.

Tyypin F testisyklit

Taulukko: RMC-F-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus [a] [e]	Teho (%) [e]
1a vakiotila	350	joutokäynti	5 [b]
1b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
2a vakiotila [d]	280	välinopeus	50 [c]

▼B

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus ([a]) ([e])	Teho (%) ([e])
2b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
3a vakiotila	160	100 %	100 ([c])
3b siirtymä	20	lineaarinen siirtymä	lineaarinen siirtymä
4 vakiotila	350	joutokäynti	5 ([c])

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa nettotehoon moodissa 3a.
([c]) Tehon prosenttiarvo tässä moodissa viittaa suurimpaan nettotehoon säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
([d]) Erillisten käyttötilojen valintaan perustuvilla ohjausjärjestelmillä varustettujen moottorien tapauksessa moodi 2a tarkoittaa käyttöä lähinnä moodia 2a olevassa tai 35 prosenttia nimellistehosta antavassa käyttötilassa.
([e]) 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 G testisyklit

Taulukko: RMC-G1-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus ([a]) ([c])	Vääntömomentti (%) ([b]) ([c])
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
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

([a]) Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
([b]) Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
([c]) 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.

▼B

Taulukko: RMC-G2-testimoodit

RMC Moodin numero	Aika moodissa (sekuntia)	Moottorin pyörimisnopeus [a] [c]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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

[a] Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
[b] Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
[c] 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 [a] [c]	Vääntömomentti (%) [b] [c]
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

[a] Katso liitteessä VI oleva 5.2.5, 7.6 ja 7.7 kohta, vaadittujen testinopeuksien määrittäminen.
[b] Vääntömomentin prosenttiarvo viittaa suurimpaan vääntömomenttiin säädetyllä moottorin pyörimisnopeudella.
[c] 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.

▼B

Lisäys 3

2.4.2.1 **Muuttuvatilaiset (NRTC ja LSI-NRTC) testisyklit**

Moottorin dynamometriajo NRTC-testissä

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)	Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)	Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1	0	0	37	33	42	73	62	24
2	0	0	38	57	46	74	64	8
3	0	0	39	44	33	75	58	44
4	0	0	40	31	0	76	65	10
5	0	0	41	22	27	77	65	12
6	0	0	42	33	43	78	68	23
7	0	0	43	80	49	79	69	30
8	0	0	44	105	47	80	71	30
9	0	0	45	98	70	81	74	15
10	0	0	46	104	36	82	71	23
11	0	0	47	104	65	83	73	20
12	0	0	48	96	71	84	73	21
13	0	0	49	101	62	85	73	19
14	0	0	50	102	51	86	70	33
15	0	0	51	102	50	87	70	34
16	0	0	52	102	46	88	65	47
17	0	0	53	102	41	89	66	47
18	0	0	54	102	31	90	64	53
19	0	0	55	89	2	91	65	45
20	0	0	56	82	0	92	66	38
21	0	0	57	47	1	93	67	49
22	0	0	58	23	1	94	69	39
23	0	0	59	1	3	95	69	39
24	1	3	60	1	8	96	66	42
25	1	3	61	1	3	97	71	29
26	1	3	62	1	5	98	75	29
27	1	3	63	1	6	99	72	23
28	1	3	64	1	4	100	74	22
29	1	3	65	1	4	101	75	24
30	1	6	66	0	6	102	73	30
31	1	6	67	1	4	103	74	24
32	2	1	68	9	21	104	77	6
33	4	13	69	25	56	105	76	12
34	7	18	70	64	26	106	74	39
35	9	21	71	60	31	107	72	30
36	17	20	72	63	20	108	75	22

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
109	78	64
110	102	34
111	103	28
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
1219	0	0
1220	0	0
1221	0	0
1222	0	0

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
1223	0	0
1224	0	0
1225	0	0
1226	0	0
1227	0	0
1228	0	0
1229	0	0
1230	0	0
1231	0	0
1232	0	0
1233	0	0
1234	0	0
1235	0	0
1236	0	0
1237	0	0
1238	0	0

Moottorin dynamometriajo 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

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
31	23	30
32	37	45
33	44	50
34	49	52
35	55	49

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
54	9	55
55	10	50
56	33	55
57	48	56
58	49	47
59	33	44
60	52	43
61	55	43
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
174	52	16
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
294	68	61
295	70	47
296	48	28
297	42	22
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
414	72	35
415	91	74
416	100	73
417	100	8
418	98	11
419	100	59
420	100	98
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
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
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

▼B

Aika (s)	Normalisoitu pyörimisnopeus (%)	Normalisoitu vääntömomentti (%)
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
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
1200	93	37
1201	16	8
1202	0	0
1203	0	0
1204	0	0
1205	0	0
1206	0	0
1207	0	0
1208	0	0
1209	0	0